



Nro 2/2004
15. vuosikerta

TUULEN SILMÄ



SUOMEN SUURIN TUULIPUISTO VALMISTUI RAAHEEN

SUOMEN SUURIN TUULIVOIMALA PYSTYTYSVAIHEESSA

**ILMATIETEENLAITOS JA WINWIND MUKANA KESKI-AMERIKAN
TUULIENERGIAHANKKEISSA**

Bengt Tammelin Puheenjohtaja

TUULIVOIMALANAIHEUTTAMA MELUKO YMPÄRISTÖHAITTA?

Kesän sateisuus ja ulkoilumahdollisuuksien ja rantalomien kaventuminen oli ilmeisesti saanut useamman kirjoittajan tarttumaan kynään ja kirjoittamaan päivälehtien yleisöosastoon tuulivoiman hyödyntämistä vastustavia kirjoituksia. Keskeisinä argumentteina olivat voimaloiden tuottamat ympäristöhaitat eli maiseman pilaantuminen ja melu.

Nykyisten tuulivoimaloiden aiheuttama varsin vähäistä ääntä on vaikea oikeastaan mieltää meluksi. Äänen etenemisen kannalta suotuisissa oloissa voimaloista on oman kokemuksen perusteella kuultavista pieni suhina ehkä 50-150 m etäisyydelle voimalasta. Ääni on huomattavasti hiljaisempi kuin esimerkiksi moottoritietä kuuluva liikenteen möly jossakin 1,5 km etäisyydellä, puhumattaakaan kohtalaisen etäälläkin (10-20 km) lentokentästä nousevien ja laskevien lentokoneiden aiheuttamasta melusta. Tuulipuisto ei juurikaan lisää desibelien määrää kuulijan kohdalla, sillä voimalat sijaitsevat yleensä 150-500m etäisyydellä toisistaan. Jäätyneistä lavoista kuuluva ääni on toki voimakkaampaa kuin puhtaista lavoista lähtevä, mutta tuulivoimalan lavat voidaan pitää jäättöminä valitsemalla oi-

kean tyyppinen voimala ja sopiva lapojen lämmitysjärjestelmä.

Tuulivoimalat toimivat tyypillisesti tuulen nopeuden alueella 4-25 m/s. Puiden lehdet rupeavat tuotamaan melua eli kahisemaan jo tuulen nopeuksilla alle 3 m/s. Rannikolla ja saaristossa hyvällä tuulivoimalan sijoituspaikalle tyypillisellä tuulen keskinopeudella 6,5-7,5 m/s puiden oksat heiluvat jo varsin meluisasti ja merellä vaahtopäät ja niiden aiheuttama melu vaikkeuttavat tuuvoimaloiden aiheuttaman äänen kuulemista edes voimalan vieressä. Tuulen nopeuksilla 8-10 m/s meri kohisee, peittäen alleen muut äänet.

Äänen voimakkuutta voidaan mitata absoluuttisena arvona desibeleinä, mutta silti ääni ja melu ovat paljolti makuasioita sekä suhtautumis- ja tottumiskysymyksiä. Vähän samalla tavalla kuin teollisuuslaitosten hajuhaitat, jotka haisevat ihan erilaiselta satunnaisen matkailijan kuin teollisuuslaitoksesta leipänsä tienaavan nenässä. Sama koskee melua. Itse esimerkiksi yritin viettää kesällä muutama vapaapäivän Keravalla, mutta säpsähdin laskeutuvien ja nousevien lentokoneiden aiheuttamaa infernaa-



lista melua (vaikka ihan päältä ei kait kuljakaan lentoreittiä ja uuden kiitoradan piti entisestään vähentää meluhaittoja ao alueella). Asiantilaa vastustamaan en kuitenkaan saanut aikaiseksi mitään kansanliikettä, sillä haastatellut tutut olivat a) niin tottuneita meluun etteivät kiinnitä siihen enää mitään huomiota tai b) eivät edes huomanneet meluhaittaa vaikka se heidän puheensa keskeyttikin. Asianomaisten puoluekannalla tai panoksesta kylän hallinnossa ei ollut merkitystä mielipiteiden painottumiseen näihin kahteen. Sama koskee jonkun kilometrin päässä olevalta moottoritietä kantautuvaa jatkuvaa sinänsä täysin turhan nastarenkaiden käytön aiheuttamaa liikenteen melua.

Meluhaitoista voidaan yhteenvetona todeta, että vaikka Suomeen rakennettaisiin satakertainen määrä tuulivoimaa nykyiseen vaatimattomaan 500 MW tavoitteeseen nähden ei tuulivoimaloiden vähäistä ääntä pääse kuuntelemaan kuin murto-osa siitä kansalaismäärästä jonka äänimaailmaan moottoritiet tuovat oman pakollisen lisänsä.

Suomen Tuulivoimayhdistyksen (STY) hallitus vuonna 2003-04

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

Varapuheenjohtaja:
Ins. Tommi Rautio
Suomen Tuulienergia Oy

DI Timo Laakso, tutkija
VTT

TkT Jari Ihonen
Lumituuli Oy

Juhani Jokinen
Toimitusjohtaja
Hafmex Windforce Oy

Folke Malmgren
Puheenjohtaja
Vindkraftföreningen rf

Vilho Salmela, Rad.as.

Erkki Pylvänäinen
Toimitusjohtaja
Metso Drives Oy

Timo Vekara, professori
Vaasan Yliopisto

Järjestösihteeri:
BSc Merja Paakkari
puh. (040) 771 6114
fax (09) 272 6987
s-posti: tuuli@tuulivoimayhdistys.fi

TUULENSILMÄ

ISSN 0787-8796

Julkaisija:

Suomen Tuulivoimayhdistys ry

Päätoimittaja:

Bengt Tammelin

Toimituskunta:

Bengt Tammelin

Esa Holttinen

Merja Paakkari

Jonas Wolff

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

Vuosikertatilaus: 42 euroa

Postiosoite:

SUOMEN
TUULIVOIMAYHDISTYS RY
PL 846
00101 Helsinki

Käyntiosoite:

Ratamestarinkatu 11,

9 krs., 00520 Helsinki

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

2/2004

Pääkirjoitus

Bengt Tammelin

2

Suomen suurin tuulipuistootettiin käyttöön Raahessa

4

Suomen suurin tuulivoimala pystytysvaiheessa

6

Olkiluodon tuulivoimalaitos vihittiin käyttöön

7

SabaVind Oy pystytti yhteensä 14 MW tuulivoimaa Hankoon ja Inkooseen

7

Suomalais-saksalainen workshop ja kontaktitapahtuma: Uusiutuva energia -Tuulivoima/Bioenergia

7

Tuulivoiman tuotantotilastot

9

Tuulimittauksista

Bengt Tammelin

12

Ilmatieteenlaitos ja Winwind mukana Keski-Amerikan tuulivoimahankkeissa

Bengt Tammelin

14

Uutisia

16

Tapahtumakalenteri

17

Yrityshakemisto

18

Kansikuva: Hyötytuuli Oy:n tuulipuisto Raahessa; kuva: Esa Holttinen

Suomen suurin tuulipuisto otettiin käyttöön Raahessa

Raahessa on vihitty käyttöön Suomen toistaiseksi suurin tuulivoimapuisto. Suomen Hyötytuuli Oy:n rakennuttama tuulipuisto on sekä teholtaan, että laitoskooltaan Suomen suurin. Tuulipuiston tuotanto käynnistyi maanantaina. Tuulipuiston vihki käyttöön kauppa- ja teollisuusministeri Mauri Pekkarinen

Tuulipuisto sijaitsee Rautaruukin Raahen tehtaan alueella Kuljunniemellä ja niemeen johtavalla patotiellä. Tuulipuisto koostuu viidestä 2,3 megawatin yksiköstä, joilla tuotetaan sähköä noin 26 miljoonaa kilowattituntia vuodessa. Voimalayksiköt ovat suurimmat Suomeen rakennetut tuulivoimalat. Voimaloiden tornin korkeus on 80 m ja roottorin halkaisija 82,4 m. Tuulivoimalat kohoavat yli 120 m korkeuteen. Suurella yksikkökoolla pyri-

tään sijoituspaikkojen tehokkaaseen hyödyntämiseen ja edullisiin tuotantokustannuksiin. Tuulipuistoinvestoinnin kustannukset ovat noin 13 miljoonaa euroa. Kauppa- ja teollisuusministeriö tuki tuulipuiston rakentamista 35 %:n investointituella.

Tuulivoiman tuotanto-olosuhteet Raahessa

Kuljunlahden ympäristö on olosuhteiltaan erinomainen tuulipuiston sijaintipaikka. Alueen tuuliolosuhteet ovat hyvät ja keskituulennopeus 80 metrin korkeudella on noin 7 metriä sekunnissa. Tuulivoimalat voidaan helposti ja kustannustehokkaasti kytkeä sähköverkkoon Rautaruukin tehdasalueella. Myös alueen muu infrastruktuuri, tiet ja lähellä sijaitseva satama helpottivat tuulivoimaloiden ra-



Tuulipuiston vihki käyttöön kauppa- ja teollisuusministeri Mauri Pekkarinen

kentamista. Rautaruukin, viranomaisien ja alueen asukkaiden myönteinen suhtautuminen, sekä hyvä yhteistyö mahdollisti tuulipuiston rakentamisen nopealla aikataululla.

Uutta tekniikkaa sovellettiin perustuksissa

Tuulivoimaloiden varsinainen valmistaja on tanskalainen Bonus Energy A/S. Voimaloiden kotimaisuusaste nousee kuitenkin reiluun 50 prosenttiin. Esim. laitosten generaattorit ja muuntajat ja runkorakenteet ovat kotimaisia.

Voimaloiden perustuksissa käytettiin Suomessa kehitettyä porapaalutekniikkaa, jota sovellettiin ensimmäistä kertaa tuulivoimaloiden perustuksiin. Porapaaluina käytettiin Rautaruukin





Pulkkilan tehtaalla erikoislujasta teräksestä valmistettuja teräsputkipaaluja. Tuulivoimaloiden tornit on valmistettu Rautaruukin Raahan tehtaan teräksestä. Laitosten generaattorit ja muuntajat ovat Suomen ABB:n valmistamia.

Suomen johtava tuulivoiman tuottaja

Suomen Hyötytuuli Oy on maamme suurin tuulivoiman tuottaja. Vuonna 2003 yhtiö tuotti noin kolmanneksen Suomen tuulivoimasta. Raahan tuulipuisto kaksinkertaistaa Hyötytuulen sähköntuotannon. Raahan ja Porin tuulipuistojen vuotuinen sähköntuotanto on yhteensä noin 50 miljoonaa kWh. Tämä vastaa noin 20 000 kerrostaloasunnon tai 2500 sähkölämmitteisen omakotitalon vuotuista

sähkönkulutusta. Suomen Hyötytuuli Oy on toteuttanut tähän asti suurimmat investoinnit tuulivoimaan Suomessa. Yhteensä Porin ja Raahan tuulipuistoihin on investoitu noin 24 miljoonaa euroa.

Yhtiön omistavat tasaosuuksin E.ON Finland Oy, Helsingin Energia, Jyväskylän Energia Oy, Lahti Energia Oy, Lappeenrannan Energia Oy, Pori Energia, Vantaan Energia Oy, Oy Turku Energia ja Tampereen sähkölaitos.

ABB sähköisti Suomen suurimman tuulivoimapuiston

ABB vastasi teholtaan 11,5 megawatin tuulipuiston sähköistyksestä. Siihen kuuluivat sähköistys suunnittelu sekä generaattorien, muuntajien ja keskijännitekojeistojen toimitus, asennus ja kytkeminen verkkoon.

ABB on kehittänyt ja valmistanut tuulivoimageneraattoreita jo yli 20 vuotta ja sen markkinaosuus maailmanlaajuisesti on noin 30%. ABB:n tuulivoimageneraattoreita valmistetaan Helsingin ja Vaasan tehtailla. Tornien sisälle asennetut erikoismuuntajat on suunniteltu ja valmistettu Vaasassa.

Suomen suurin tuulivoimala pystytysvaiheessa

Oulun Vihreäsaarella aloitettiin 18.11 3 megawatin tuulivoimalan pystytys-työ. PVO-Innopower Oy:n tilaaman tuulivoimalan toimittaa avaimet käteen toimitusperiaatteella suomalainen tuulivoimalavalmistaja, Proventia Group -konserniin kuuluva Winwind Oy. Rakennettava tuulivoimala on teholtaan Suomen suurin ja maailmanlaajuisestikin vastaavan kokoluokan voimaloita on asennettu vain muutama kappale, jotka kaikki ovat vielä testivaiheessa.

WinWinDin kehittämässä kolmen megawatin WWD-3 tuulivoimalassa sähköä tuotetaan uudella integroidulla voimayksiköllä. Suunnittelun perustana ovat olleet muun muassa tehokkuus, luotettavuus, pitkä käyttöikä sekä huoltoystävällisyys.

3 MW voimaloiden arvioidaan olevan lähitulevaisuudessa kansainvälisesti nopeimmin kasvava markkinaseg-



menti ja uuden voimalakoon myötä suomalaisten tuulivoimatoimijoiden menestymismahdollisuudet vientimarkkinoilla paranevat. Tämän ja ensi vuonna rakennettavien 0-sarjan voi-

maloiden rakentaminen kotimarkkinoille ovat referenssimielessä erittäin merkittäviä tapahtumia.

Pystytettävän tuulivoimalan napa-



Siipien valmistaja on Euros GmbH, siipien pituus on noin 44 metriä, joilla saadaan roottorin halkaisijaksi 90 m. Siivet kuljetettiin aluksi laivalla ja viimeinen 700 metria lavetilla.



Siipien asennus meni suunnitelmien mukaisesti ja roottori on valmis asennettavaksi.



Tornin asennus aloitettiin torstaina 18.11. Ensimmäinen lohko on kuvassa asennettu ja toista nostetaan paikalleen. Lämpötila on noin -8 astetta ja tuulen nopeus 3 m/s

korkeus on 90 metriä ja roottorin halkaisija on 90 metriä, joten siiven kärki saavuttaa korkeimmillaan 135 metrin korkeuden. Neljästä osasta koostuva torni pystytettiin torstaina 18.11., konehuone ja roottori olivat nostovuorossa perjantaina. Voimalan arvioitu vuosituotto on 6 900 MWh, joka riittää noin 3 000 kerrostalokaksion sähköntarpeeseen.

Voimalan tilaaja on Pohjolan Voima -konserniin kuuluva PVO-Innopower Oy, joka on erikoistunut sähkön-

tuotantoon uusiutuville energiamuodoilla. PVO-Innopowerin tuulivoimalat tuottavat tuulisähköä Oulussa, Oulunsalossa, Kokkolassa ja Kristiinassa.

WinWinD on ympäristöteknologiaan erikoistuneeseen Proventia Group -konserniin kuuluva oululainen tuulivoimalatoimittaja, jonka voimaloiden kotimaisuusaste on 75 prosenttia.

Lisätietoja:
www.winwind.fi



Sunnutaina työt jatkuivat tornin neljännen (ja viimeisen) osan nostolla, joka jälkeen konehuoneen nostovalmistelut alkoivat. Pakkasta oli n. 10 astetta, ilma oli lähes tyyni. Konehuoneella on lähes nivelbussin mitat, mutta massaa on enemmän.

TUULENSILMÄ 2/2004

Olkiluodon tuulivoimalaitos vihittiin käyttöön

TVO:n tuulivoimalaitos vihittiin käyttöön maanantaina 15.11.04. Vihkijänä toimi Eurajoen kunnanjohtaja Juhani Niinimäki, joka käynnisti laitoksen puhelinsoitolla Oulussa sijaitsevaan käyttökeskukseen.

Käyttöönottoa edelsi noin kuukauden mittainen koekäyttövaihe, jonka aikana tuulivoimalaitosta on ajettu sisään ja mm. viritetty sen automaatiojärjestelmää. - Koekäyttöjakso sujui hyvin huolimatta siitä, että Olkiluotoon toimitettu tuulivoimalaitos on tuotesarjansa ensimmäinen ja sisältää tekniikkaa, jota ei ole ollut käytössä tuulivoimaloissa aiemmin, kertoo TVO:n tuulivoimalaitoksen projektipäällikkö Jaakko Tuomisto.

Rakentamalla tuulivoimalaitoksen TVO pyrkii hankkimaan kokemuksia tuulivoiman käytöstä ja kustannuksista Olkiluodon olosuhteissa. Tuulivoimalan on valmistanut suomalainen Win-Wind Oy ja sen kotimaisuusaste on noin 85 %. Laitoksen teho on 1 MW ja sen laskennallinen vuosituotto on noin 2 400 000 kWh. Laskennallinen sähkön tuotantokustannus on 3 c/kWh. Tuulivoimalan torni kohoaa 65 metrin korkeuteen ja sen roottorin halkaisija on 60 m. (TVO:n lehdistötiedote 15.11.2004)

SabaVind Oy pystytti yhteensä 14 MW tuulivoimaa Hankoon ja Inkooseen

Viiden ruotsalais- ja kahden suomalaisyhtiön omistama SaBa Vind on nousemassa Suomen toiseksi suurimmaksi tuulisähköntuottajaksi. Yhtiö on pystyttänyt Hangon Sandöön neljä ja Inkoon Bärösundiin kolme kahden megawatin yksikköä. Voimalat toimitti saksalainen Enercon.

Yhden tuulivoimalayksikön hinta on runsaat kaksi miljoonaa euroa. Tuulivoimaloiden vuosituotannon arvioidaan olevan 28 000 MWh. Käytännössä koko tuotanto on myyty Telia-Soneralle. Saba Vind laskee saavansa investointinsa takaisin 8–12 vuodessa.

Hankkeessa mukana olevan Ekenäs Energin toimitusjohtajan Roald von Schoultzin mukaan yhtiön sähkömyynti kasvaa yli 40 %, mikä tekee Ekenäs Energistä Suomen suurimman tuulivoimalla tuotetun sähkön myyjän.

Von Schoultzin mukaan TeliaSoneralle on tärkeää, että sen hankkima sähkö on tuotettu tuulivoimalla. Tämä on yhtiön ympäristöpolitiikan mukaista ja yhtiö aikoo myös käyttää sitä hy-

väkseen markkinoinnissaan.

Tuulivoimalla on nyt kysyntää erityisesti suurasiakkaiden parissa. Von Schoultz ja hankkeen suunnitteluyhtiön Caring Wind Energyn toimitusjohtaja Tage Romberg puhuvatkin jo lisäkapasiteetin tarpeesta, sillä useita mahdollisia suurasiakkaita jäi nyt ulkopuolelle.

Tuulivoimalat pystytettiin saksalaisen asennusryhmän toimesta. Pientä vahvistusta pystytystöihin saatiin myös Suomesta ja Ruotsista.

Kaukaa katsoen tuulivoimala näyttää varsin sirolta, mutta todellisuudessa se on melko massiivinen laitos. Sen kokonaispaino on reilusti päälle 200 tonnia. Jo pelkkä generaattori painaa yli 50 tonnia. Yhden myllyn kokonaiskorkeus on satakunta metriä roottorin lavan ollessa yläasennossa. Tornin korkeus on 65 metriä ja lapojen kärkiväli on 70 metriä.

Saksalais-suomalainen workshop ja kontaktitapahtuma:

Uusiutuva energia – Tuulivoima/Bio- energia

Saksalais-suomalainen workshop ja kontaktitapahtuma pidettiin torstaina 7.10.2004 LordHotellissa Helsingissä

Saksalais-Suomalainen Kauppakamari järjesti 7.10.2004 Helsingissä yhteistyössä FINBIO ry:n, Suomen Tuulivoimayhdistys ry:n, Jyväskylän Teknologikeskus Oy:n sekä muiden alan toimijoiden kanssa saksalais-suomalaisen workshopin ja kontaktitapahtuman. Päivän päätavoitteena oli valottaa uusiutuvan energian uusinta teknologiaa ja kaupallista kehitystä sekä Saksassa että Suomessa ja avata yhteistyömahdollisuuksia suomalaisille ja saksalaisille yrityksille. Tapahtuman päätukija Saksassa oli Saksan talous- ja työministeriö.

Kokopäiväisen tapahtuman aamupäivän aikana asiantuntijat sekä Saksasta että Suomesta kertoivat mm. uusiutuvan energian edistämishelmien painopistealueista, kokemuksista tuuli- ja bioenergia tuottamisesta ja käytöstä. Yksitoista saksalaista tuuli- ja bioenergia-alan yritystä esitteli tapahtumassa tuotteitaan ja yhteistyötartjontaansa.

KOKOUSKUTSU

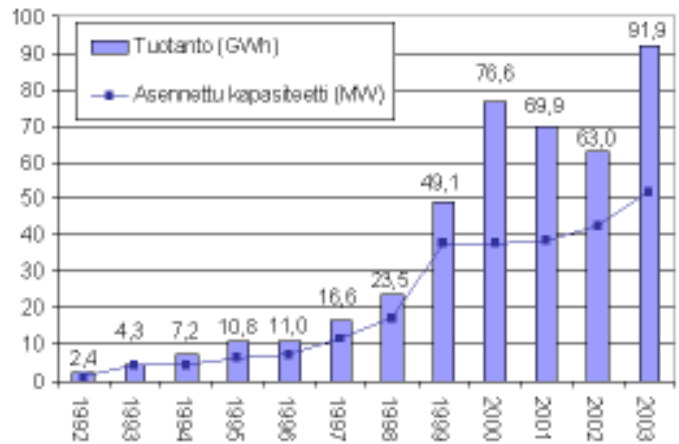
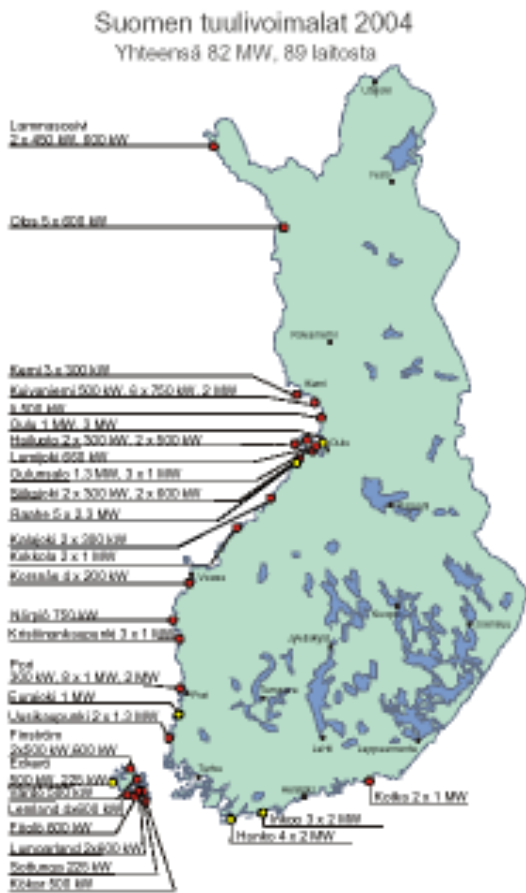
Suomen Tuulivoimayhdistyksen vuosikokous Maanantaina 13.12.2004 klo 15:00

Hafmex Windforce Oy:n tilat

Luoteisrinne 5, 02271 Espoo (Suomenoja)

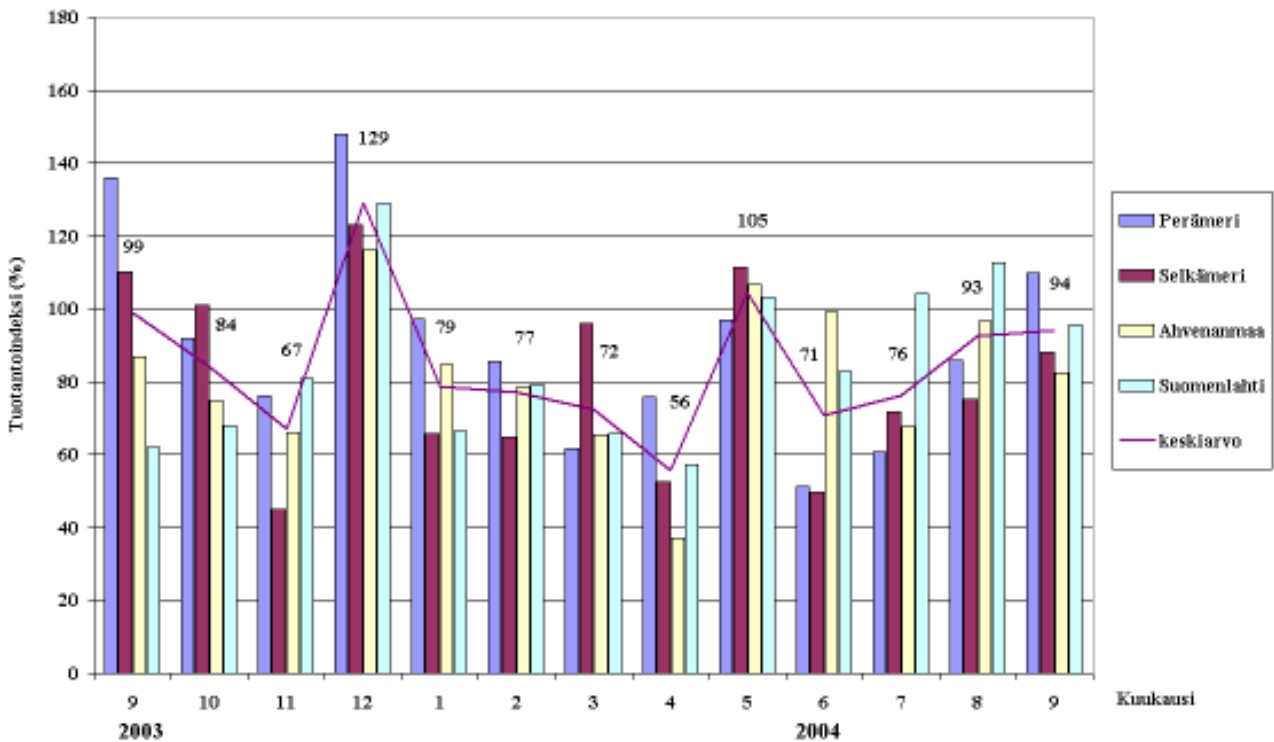
Lisätietoja: Merja Paakkari, p.040 771 6114, tuuli@tuulivoimayhdistys.fi

Kokouksessa käsitellään sääntömääräiset asiat



Suomen tuulivoimatuotannon 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 tuotantoaeksis 15 kuukauden ajanjaksoilta vuosilta 2002-2003. 100 % on vuoden keskimääräinen tuotanto 15 vuoden ajalta ajanjaksolta 1987-2001. (IL Energia, Ilmatieteen laitos).

I-II Vuosineljännes vuonna 2004

Toimitanut: Timo Laakso ja Hannele Holttinen, VTT Energia

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

Päivä	Välisija	Tekniikka	Reaktorin	Termin	Alue	Arvo	Tuotto	Helmik.	Maalis	Tuotanto I/04	Häiriö-	Tuotanto	Häiriö-	12 k.									
MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	CF	MWh	CF	MWh									
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	gWh	m	gWh	MWh									
Keuruu 1	200	24,6	32,5	1191	380	24,4	23,4	23,1	70,0	147,2	349,9	0,16	92	13,0	12,7	17,5	43,1	91,0	216,0	0,10	118	252,0	66%
Keuruu 2	200	24,6	32,5	1191	380	23,4	24,2	25,0	72,6	152,8	363,1	0,17	13	13,5	13,6	16,8	42,8	80,0	214,0	0,10	17	261,0	69%
Keuruu 3	200	24,6	32,5	1191	380	23,6	24,3	27,2	75,1	157,9	375,3	0,17	65	16,0	15,3	18,7	50,0	105,0	290,0	0,11	15	264,0	70%
Keuruu 4	200	24,6	32,5	1191	380	23,9	25,9	27,7	77,4	162,9	387,0	0,18	3	13,1	14,0	18,6	45,7	96,0	229,0	0,10	40	272,0	72%
Salmijoki	225	27,0	31,5	1052	450	42,7	33,8	28,5	114,3	182,1	453,5	0,21	52	14,4	26,4	24,8	65,8	115,0	293,0	0,13	24	366,0	81%
Sillakajoki 1	300	31,0	30,5	4993	660	43,7	37,6	36,0	119,2	168,0	397,5	0,18	-	27,9	36,8	25,0	68,7	118,0	296,0	0,14	-	493,0	76%
Sillakajoki 2	300	31,0	30,5	4993	670	46,3	45,8	41,7	132,8	175,9	442,6	0,20	-	29,7	34,2	27,5	91,5	121,0	305,0	0,14	-	523,0	78%
Kallajoki 1	300	31,0	30,5	4993	660	42,9	38,5	38,1	119,5	168,3	398,3	0,18	-	14,5	38,2	19,0	71,7	95,0	239,0	0,11	-	484,0	70%
Kallajoki 2	300	31,0	30,5	4993	660	28,6	24,9	24,5	78,0	103,4	261,0	0,12	-	9,9	26,2	11,9	48,0	64,0	160,0	0,07	-	367,0	54%
Kemil 1	300	31,0	35	8993	610	6,1	19,6	15,0	40,7	54,0	136,8	0,06	631	6,7	17,0	7,8	31,2	41,0	104,0	0,05	72	197,0	32%
Kemil 2	300	31,0	35	8993	610	48,8	21,7	18,5	88,9	117,8	256,4	0,14	0	8,3	19,9	8,5	36,7	49,0	122,0	0,05	0	305,0	50%
Kemil 3	300	31,0	35	8993	610	43,8	20,7	19,6	84,1	111,4	260,3	0,13	0	7,3	16,6	7,4	31,3	42,0	104,0	0,05	72	265,0	42%
Pöytä	300	31,0	30,5	9993	700	65,5	47,3	40,0	152,8	202,5	509,4	0,23	70	29,3	61,6	39,9	130,9	173,0	436,0	0,20	5	586,0	84%
Hallaste 1	300	31,0	30,5	10993	725	26,0	27,8	19,0	74,7	98,0	249,1	0,11	-	25,9	31,3	20,1	77,3	102,0	268,0	0,12	-	613,0	71%
Hallaste 2	300	31,0	30,5	10993	725	34,7	45,6	42,3	122,6	162,5	408,8	0,19	-	33,5	43,7	19,9	97,1	129,0	324,0	0,15	-	578,0	80%
Lammassaari 2	450	37,0	35	10996	1100	24,3	47,8	68,2	143,2	133,2	318,3	0,15	396	48,3	91,9	58,3	145,5	135,0	323,0	0,15	39	482,0	44%
Lammassaari 1	450	37,0	35	10996	1100	24,4	23,4	27,3	105,2	97,8	233,7	0,11	467	32,5	22,9	43,7	99,2	92,0	230,0	0,10	398	386,0	36%
Hallaste 3	500	37,3	36	4995	1195	96,7	78,9	74,3	209,9	192,1	419,9	0,19	-	99,8	65,6	30,8	156,7	142,0	311,0	0,14	-	966,0	61%
Hallaste 4	500	37,3	41	6995	1275	66,9	71,6	60,1	198,6	181,8	397,3	0,18	-	49,6	61,9	42,1	153,6	141,0	307,0	0,14	-	889,0	68%
Kemuntemi 1	500	37,3	36	8995	1060	78,4	48,0	46,9	175,3	160,5	367,0	0,16	10	30,8	37,8	30,0	98,6	90,0	197,0	0,09	10	646,0	61%
II	500	37,3	39	197	1030	96,7	45,2	44,5	146,5	134,1	293,0	0,13	96	21,7	37,0	28,4	87,1	80,0	174,0	0,08	4	544,0	53%
Eckerö	500	39,0	40,5	6995		123,8	114,3	88,1	327,3	274,0	654,6	0,30	0	65,4	91,0	77,4	223,8	187,0	446,0	0,30	5	1147,0	-
Kälviä	500	40,3	44	10997	1200	149,9	120,9	99,8	370,6	290,5	741,1	0,34	8	67,4	116,4	91,0	264,8	208,0	530,0	0,24	3	1341,0	112%
Värde	500	40,3	55	9998	1200	106,9	90,0	89,9	368,7	210,7	537,5	0,25	33	42,8	80,9	70,9	194,5	162,0	389,0	0,18	6	1014,0	86%
Finström 1	500	40,3	55	10998	1200	106,2	110,8	85,6	303,6	237,3	605,3	0,28	8	98,5	92,0	74,5	235,1	176,0	490,0	0,21	6	1104,0	92%
Finström 2	500	40,3	55	10998	1200	107,8	108,9	86,4	304,0	238,4	608,1	0,28	8	94,0	90,0	74,5	218,5	171,0	437,0	0,20	9	1083,0	91%
Sillakajoki 3	600	43,0	49	497	1360	77,0	72,3	67,1	216,4	149,0	360,7	0,17	-	47,5	78,9	51,0	177,4	122,0	296,0	0,14	-	893,0	66%
Sillakajoki 4	600	43,0	49	497	1360	130,3	107,0	30,7	268,0	184,5	446,6	0,20	-	0,0	0,0	3,5	3,5	2,0	6,0	0,00	-	964,0	71%
Lammassaari 3	600	44,0	41	11998	1400	46,0	115,7	119,2	281,0	184,8	468,3	0,21	72	93,2	108,0	124,9	326,2	215,0	544,0	0,25	0	1120,0	80%
Oros 1	600	44,0	41	11998	1400	37,6	84,0	130,7	242,3	168,3	403,8	0,18	87	83,3	98,6	84,4	252,3	186,0	420,0	0,19	0	1081,0	77%
Oros 2	600	44,0	41	11998	1400	37,7	93,0	112,1	242,7	159,6	404,6	0,19	86	86,6	101,2	80,7	248,5	163,0	414,0	0,19	0	1069,0	76%
Oros 3	600	44,0	40	0999	1400	16,9	76,5	114,9	208,3	137,0	347,2	0,16	31	72,0	96,4	79,0	247,5	163,0	412,0	0,19	77	1024,0	73%
Oros 4	600	44,0	40	0999	1400	37,7	62,5	101,3	201,4	132,5	336,7	0,15	190	76,1	106,4	74,5	257,0	169,0	428,0	0,20	0	1016,0	73%
Oros 5	600	44,0	40	0999	1400	22,0	88,2	120,0	230,3	151,4	383,8	0,18	136	77,1	96,5	80,8	254,2	167,0	424,0	0,19	0	1006,0	74%
Lemland 1	600	44,0	45	1197	1200	133,5	108,7	88,7	330,9	217,6	551,5	0,25	0	50,1	76,1	73,6	199,8	131,0	333,0	0,15	8	1118,0	92%
Lemland 2	600	44,0	45	1197	1200	133,0	106,8	89,0	330,9	217,6	551,5	0,25	0	50,7	78,1	73,4	202,2	133,0	337,0	0,15	5	1116,0	90%
Lemland 3	600	44,0	45	1197	1200	129,1	104,6	92,5	326,2	214,6	543,7	0,25	7	47,5	76,7	88,7	193,0	127,0	322,0	0,15	16	1075,0	90%
Lemland 4	600	44,0	50	1197	1200	120,9	99,8	86,9	307,6	202,3	512,6	0,23	0	42,3	70,3	62,2	174,9	115,0	291,0	0,13	5	1006,0	84%
Föglö	600	45,0	65	0999	1400	162,7	140,3	132,2	435,3	273,7	725,5	0,33	3	83,0	138,8	113,2	335,8	211,0	568,0	0,26	2	1627,0	116%
Finström 3	600	45,0	65	10999	1400	116,8	127,8	104,5	350,9	220,6	684,8	0,27	20	65,9	104,4	86,1	258,4	161,0	427,0	0,20	5	1278,0	91%
Lumparilampi 1	600	45,0	65	0803	1500	131,4	128,9	112,5	372,9	234,6	621,5	0,28	3	63,9	105,5	89,6	259,0	163,0	432,0	0,20	16	1222,0	81%
Lumparilampi 2	600	45,0	65	0803	1500	125,5	118,2	104,1	347,8	218,7	679,7	0,27	6	60,1	93,5	83,8	237,4	149,0	396,0	0,18	20	1141,0	78%
Lumijoki 1	650	47,0	50	3999	1800	131,9	140,0	112,7	384,6	221,7	682,7	0,27	-	81,8	97,0	89,3	248,1	143,0	376,0	0,17	-	1424,0	75%
Kemuntemi 2	750	44,0	50	10998	1600	130,7	77,1	73,6	261,4	166,1	376,3	0,17	310	61,5	68,6	54,6	164,6	121,0	246,0	0,11	10	1042,0	69%

Kemvantiemi 3	NEG Micon	750	44,0	50	10 998	1500	133,2	88,5	82,0	303,7	199,7	404,9	0,19	10	52,4	71,3	49,7	173,5	114,0	231,0	0,11	21	980,0	65%	
Kemvantiemi 4	NEG Micon	750	44,0	50	10 998	1500	130,9	86,5	80,8	307,0	201,9	408,3	0,19	10	60,0	70,9	52,5	173,4	114,0	231,0	0,11	45	1146,0	76%	
Näsiö 1	NEG Micon	750	48,0	45	8 999	1800	162,5	128,5	93,9	385,8	212,8	513,4	0,24	193	98,9	118,4	0,0	217,3	120,0	290,0	0,13	805	1293,0	81%	
Kemvantiemi 5	NEG Micon	750	46,0	50	11 999	1500	160,8	108,4	94,4	363,6	200,9	464,7	0,22	10	66,4	81,1	64,8	212,3	117,0	283,0	0,13	10	1366,0	91%	
Kemvantiemi 6	NEG Micon	750	48,0	50	11 999	1500	149,7	103,4	94,5	347,6	192,1	463,4	0,21	10	70,8	85,1	68,9	224,8	124,0	300,0	0,14	10	1363,0	90%	
Kemvantiemi 7	NEG Micon	750	46,0	50	11 999	1500	155,4	108,6	97,1	361,1	199,6	471,5	0,22	10	63,4	80,7	66,1	210,2	116,0	280,0	0,13	10	1346,0	90%	
Mäntä-Paati 1	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2340	155,9	132,1	87,0	372,0	162,4	372,0	0,17	265	53,2	89,8	116,8	259,8	113,0	260,0	0,12	439	1459,0	63%	
Mäntä-Paati 2	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2340	181,4	147,7	149,5	478,6	208,0	478,6	0,22	0	103,7	132,1	136,8	372,6	163,0	373,0	0,17	54	1600,0	78%	
Mäntä-Paati 3	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2340	181,3	149,3	125,1	455,7	199,0	455,7	0,21	80	97,5	118,5	123,3	338,3	148,0	339,0	0,16	47	1744,0	75%	
Mäntä-Paati 4	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2340	174,5	146,2	139,8	430,5	201,1	430,5	0,21	0	86,7	126,3	128,9	353,9	155,0	364,0	0,16	86	1709,0	74%	
Mäntä-Paati 5	Bonus	1000	54,0	50	6 999	2490	176,9	158,1	146,9	481,9	210,4	481,9	0,22	160	95,6	113,2	102,9	311,7	136,0	312,0	0,14	306	1774,0	72%	
Mäntä-Paati 6	Bonus	1000	54,0	50	6 999	2670	184,4	207,4	177,0	578,8	252,7	578,8	0,27	123	119,2	208,5	191,9	519,7	227,0	520,0	0,24	16	2179,0	82%	
Mäntä-Paati 7	Bonus	1000	54,0	50	6 999	2600	259,8	206,1	146,0	610,9	266,8	610,9	0,28	87	141,1	202,2	188,6	531,9	232,0	532,0	0,24	9	2373,0	87%	
Mäntä-Paati 8	Bonus	1000	54,0	50	6 999	2590	208,2	209,9	196,7	608,8	281,2	608,8	0,31	2	133,1	196,7	189,4	519,2	227,0	519,0	0,24	23	2524,0	98%	
Kaakka 1	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2000	92,5	60,5	98,0	251,0	109,6	251,0	0,11	0	81,7	110,6	97,5	289,8	127,0	290,0	0,13	2	1390,0	68%	
Kaakka 2	Bonus	1000	54,0	60	6 999	2000	78,0	76,6	106,4	261,0	114,0	261,0	0,12	0	83,2	93,6	99,7	276,3	121,0	276,0	0,13	10	1436,0	72%	
Kaakka 3	Windward	1000	56,0	70	6 903	-	215,1	217,5	160,6	593,2	240,9	593,2	0,27	-	124,6	196,3	105,8	426,7	173,0	427,0	0,20	-	2137,0	-	
Kaakka 4	Windward	1000	56,0	70	6 903	-	231,7	223,4	166,8	643,8	261,4	643,8	0,29	-	130,4	206,7	109,8	456,8	177,0	436,0	0,20	-	2187,0	-	
Outumansalo 2	Windward	1000	56,0	70	6 903	-	227,9	242,8	190,7	661,4	268,6	661,4	0,30	-	129,2	173,5	112,7	415,5	169,0	415,0	0,19	-	2049,0	-	
Outumansalo 3	Windward	1000	56,0	70	6 903	-	204,3	242,7	173,5	620,5	252,0	620,5	0,28	-	132,4	173,5	113,5	419,4	170,0	419,0	0,19	-	2012,0	-	
Outumansalo 4	Windward	1000	56,0	70	6 903	-	243,7	255,2	198,2	697,1	283,0	697,1	0,32	-	122,2	168,7	107,2	398,1	162,0	398,0	0,18	-	2068,0	-	
Kristiinankangas	Windward	1000	56,0	70	12 003	-	264,8	168,5	225,3	648,4	233,3	648,4	0,30	-	196,0	240,1	178,9	617,8	280,0	617,0	0,26	-	1611,0	-	
Kristiinankangas	Windward	1000	56,0	70	12 003	-	207,0	185,8	186,0	578,8	236,0	578,8	0,27	-	194,8	219,3	198,9	613,1	249,0	613,0	0,28	-	1438,0	-	
Kristiinankangas	Windward	1000	56,0	70	12 003	-	248,2	211,9	205,7	665,8	270,3	665,8	0,30	-	161,4	178,1	142,3	461,7	196,0	482,0	0,22	-	1394,0	-	
Oulu 1	Windward	1000	60,0	56	6 901	2500	185,6	140,9	148,5	475,9	168,3	475,9	0,22	0	89,7	132,8	96,1	318,6	113,0	319,0	0,15	-	1584,0	64%	
Outumansalo 1	Nordex	1300	60,0	66	6 999	3000	0,0	0,0	106,1	109,1	38,6	63,9	0,04	744	143,2	97,0	69,3	309,5	109,0	236,0	0,11	0	1283,0	43%	
Uusikaupunki 1	Nordex	1300	60,0	69	10 999	2340	0,0	0,0	99,0	99,0	20,9	45,4	0,02	1888	78,7	125,9	149,8	354,3	125,0	273,0	0,12	343	1419,0	61%	
Uusikaupunki 2	Nordex	1300	60,0	69	10 999	2340	132,8	94,1	7,5	241,3	66,3	166,6	0,06	1167	0,0	0,0	111,1	111,1	39,0	85,0	0,04	1663	1436,0	61%	
Mäntä-Paati 3	Bonus	2000	76,0	80	6 702	6000	646,0	141,4	162,2	943,6	268,0	471,8	0,22	1116	391,2	534,5	515,9	1441,6	318,0	721,0	0,33	1	5623,0	94%	
Kemvantiemi 8	Vertas A/S	2000	80,0	78	12 002	4500	622,8	398,7	281,1	1286,6	239,9	602,8	0,28	305	143,3	240,2	230,4	614,0	122,0	307,0	0,14	306	4277,0	96%	
Raaha 1	Bonus	2000	88,4	80	04 004	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,1	-	-	-	-	-	53,0	1%	
Raaha 2	Bonus	2000	88,4	80	04 004	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,7	-	-	-	-	-	21,0	0%	
Raaha 3	Bonus	2000	88,4	80	04 004	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,3	-	-	-	-	-	71,0	1%	
Raaha 4	Bonus	2000	88,4	80	04 004	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,4	-	-	-	-	-	62,0	1%	
Raaha 5	Bonus	2000	88,4	80	04 004	5200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66,5	-	-	-	-	-	66,0	1%	
Yhteensä		51636					8116,4	7820,8	7215,4	24152,6				5335,0	7323,4	6442,3	18817,2						91999,0		
Kasliharvo		700								187	454	0,21													
Määrä		200								21	45	0,02													
Määrä		2000								1205,6	291	741	0,34												

Teho
 Roottori
 Roottorin halkaisija D (m)
 Napakorkeus (m)
 Napakorkeus (m)
 Tuotannon aloittamisaikakohta (kuukausi/vuosi)
 Arvioitu keskimääräinen vuosituotanto (MWh/vuosi)
 Tuotanto jaettu roottorin pyyhkäisy-pinta-alalla
 Huiipunkäyttöaika, tuotanto jaettu nimellisteholla (kWh/kW, h)
 Kapasiteettikerroin, tuotanto jaettu nimellisteholla ja ajanjakson tuntimäärällä (kWh/kW, h)
 Aika, jolloin laitos ei ole ollut normaaliolosuhteissa huollon, vikautumisen tai häiriön takia.
 Liukuva 12 kk tuotanto (MWh)
 Tuotanto suhteessa arvioituun keskimääräiseen vuosituotantoon (%)

Tuulimittauksista

Bengt Tammelin
Asiantuntijapalvelut
Ilmatieteen laitos, Helsinki

Tuulivoimaloiden laskettu (Tuuli-atlasmenetelmä tms.) tuotantoarvio on syytä tarkistaa paikkakohtaisilla tuulimittauksilla, etenkin kun kyseessä on suuret investoinnit. Paikallisia tuulimittauksia voidaan myös käyttää tuotantoarvion laatimiseen ns. korrelaatiomenetelmän avulla hyödyntämällä läheisen Ilmatieteen laitoksen sääaseman mittausajankohtaa vastaavia sekä pitkäaikaisia säätietoja ja tuulihavaintoja.

Hyvä tietää tuulimittauksista

Tuulimittareita ja tiedonkeruujärjestelmiä on tarjolla kohtuullisen paljon. Koska tuulivoimalan tuotanto on verrannollinen tuulen nopeuden kolman-

teen potenssiin asettaa se omat vaatimuksensa tuulen nopeuden mittarin tarkkuudelle. Tuulimittarin tarkkuus saattaa riippua tuulen nopeudesta, joten on hyvä saada laitevalmistajalta mittarin tarkkuutta kuvaava selvitys koko edustavalta mitta-alueelta. Mittarin siirtofunktion paikkansapitävyys voi tarkistuttaa tuulitunnelissa. Joka tapauksessa tuulimittarit tulee tarkistaa ainakin vuoden välein.

Useissa tapauksissa tuulimittauksia tehdään mäkien laella tai rannikolla, jossa vertikaalisen tuulen nopeuden merkitys mittauksiin voi olla merkittävä. Erilaiset tuulimittarit reagoivat vertikaaliseen tuulennopeuskomponenttiin eri tavoin. Joillakin mittareilla

vertikaalinen nopeus voi aiheuttaa huomattavaa tuulen nopeuden yliarvioimista (kts. Tammelin et al., 1992-2003. BOREAS-julkaisut).

Tuulimittarin tarkkuuden sekä mittaus- ja reagointinopeuden pitäisi olla riittävät jotta myös tuulen turbulenssitasuutta voitaisiin mitata. Turbulenssitasuus vaikuttaa paitsi tuulivoimalan tuottamaan tehoon myös voimalan elinikään.

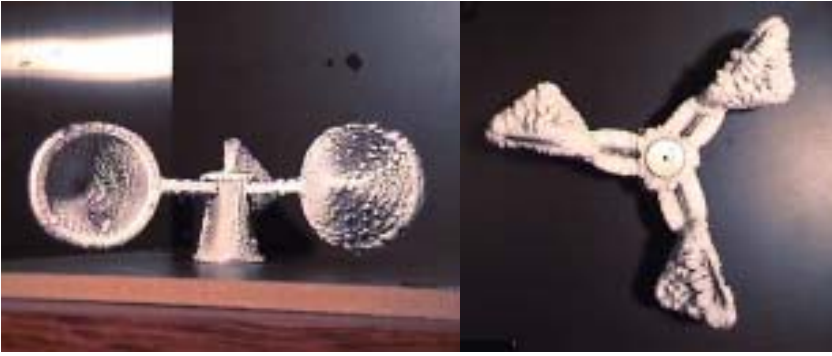
Tuulimittauksiin on tarjolla erityyppisiä ja hyvin erihintaisia tuulimittareita. Suomessa sääasemilla on perinteisesti käytetty ns. kuppianemometriä. Ilmatieteen laitos on lisännyt myös akustisten tuulimittareiden käyttöä erityisesti paikoilla jossa mittareiden jäätymisriski on suuri. Akustiset tuulimittarit mittaavat sekä nopeutta että suuntaa sekä nopeuden vaakasuoria ja pystysuoria komponenttia. Akustiset tuulimittarit soveltuvat varsin hyvin turbulenssimittauksiin.

Suomessa kylmä talvi edellyttää kuppianemometreiltä ja vastaavilta vähintäänkin runko- tai laakerilämmitystä, jotta mittarit eivät pakkasjaksojen aikana jumiintuisi.

Alijäähtyneiden pilvipisaroiden tai roiskeveden aiheuttama jäätyminen sekä mittareihin tarttuva nuoskalumi alentavat tuulimittausten luotettavuutta ja mittaustarkkuutta merkittävästi. Suomessa pilvipisaroista tapahtuvaa jäätymistä esiintyy huomattavasti alhaisemmissa lämpötiloissa ja alhaisemmillä ilman suhteellisen kosteuden arvoilla kuin esimerkiksi eteläisemmän Euroopan vuoristoalueilla. Suomessa mittarit pysyvät jäässä myös huomattavasti pitempään kuin etelämpänä jossa mm. auringon sätei-



Kuva 1. a) Vaisala Oyj:n lämmitetyin kupein varustettu tuulen nopeuden mittari, b) Young'in lämmitettämätön yhdistetty nopeus- ja suunta-anturi, c) Vaisalan lämmitetty suunta-anturi, d) Hydro-Tech'in jäätymätön nopeusanturi, e) Metek'in 3D akustinen mittari ja f) Thies'in 2D akustinen mittari. (Tammelin et al., 2004. Ilmatieteen laitos).



Kuva 2. Tuulimittarin jäätyminen asteita tuulitunnelikokeissa (vakio-olosuhteet) kun jäätymistä on kestänyt a) 30 minuuttia ja b) 120 minuuttia. (Kimura et al., 2000. IL)

ly nopeasti sulattaa jään mittareista. Jo huomattavan pienet jäämäärät kuppianemometrissä pudottavat tuulen nopeutta huomattavasti, kuten kuvasta 3 voidaan todeta. Jäätyminen vaikutusta on yleensä varsin vaikea todeta mittauksista aineiston käsittelyn yhteydessä. Vähäistä jäätymistä ei yleensä voi myöskään havaita pyöriävästä mittarista maston juurelta. Suunta-anturin jäätyminen ei ole yhtä dramaattista kuin kuppianemometrillä. Suuntaviiriin kertyvä lumi ja jää hidastavat anturin toimintaa, mutta yleensä jos anturin runkolämmitys on toiminnassa, tuuliviiri toimii jäätyneenäkin varsin luotettavasti esimerkiksi 10 minuutin mittausjakson keskituulensuunnan selvittämiseksi. Suuntaviirin paikoilleen jäätyminen on helppo havaita mittausaineiston käsittelyn yhteydessä. Antureiden jäätymistä voi yrittää selvittää mm. luotettavien jäätymissmittareiden avulla.

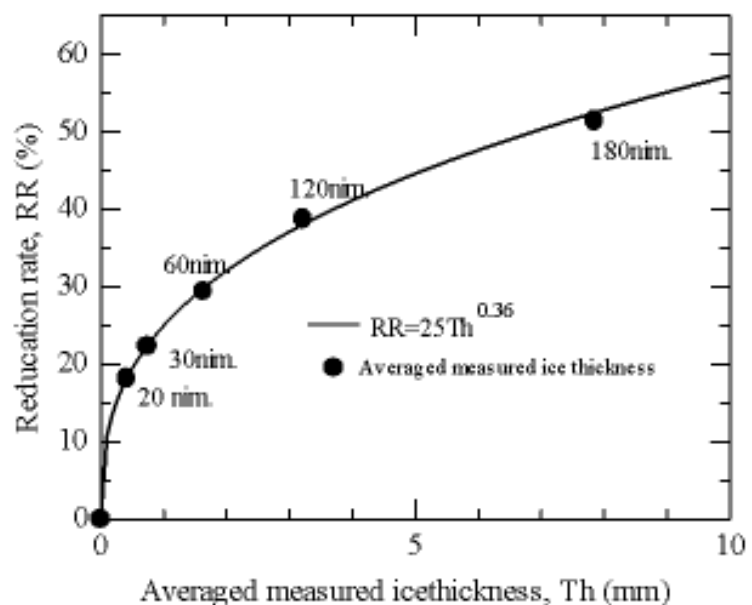
Akustisissa tuulimittareissa anturiosien selvä jäätyminen näkyy yleensä virheellisenä signaalina. Runko-osien jäätymistä puolestaan ei voi havaita mittauksista. Runko-osien jäätyminen voi pienentää tai suurentaa tuulimittausarvoa.

Mastoista ja torneista mittarin yläpuolelta mahdollisesti putoileva jää saattaa rikkoa mittareita tai muuttaa niiden mittausominaisuuksia. Kun mittarit sijoitetaan esimerkiksi linkkimastoisiin on mittarit suojattava jääsuojalla. Jääsuoja tulee sijoittaa siten, että se ei vaikuta mittauksiin.

Suomessa voikin edellyttää, että ran-

nikkoalueilla tuulimittaukset tulee suorittaa jäätyneillä mittareilla meri-, vaara- ja tunturialueilla aina, sekä rannikolla ainakin kun mittauskorkeus on yli 50 m.

Myös mittausmastot ja -tornit sekä mittareiden sijoituspuomit vaikuttavat tuulimittauksiin häiritsevästi, riippumatta siitä ovatko mittarit jäätyneitä vai eivät. Rakenteiden haittavaikutukset kasvavat torneihin kertyvän jää- ja lumikuorman vaikutuksesta. Vaikutukset ovat sekä tuulennopeutta kasvattavia tai alentavia rakenteiden mitoista sekä tuulimittarin siioittelusta



Kuva 3. Tuulimittarin kuppien jäätyminen tuulen nopeuden pienentämiseen eli suhteelliseen mittausvirheeseen (% pystyakseli). Kupin pinnalla olevan jään määrä on esitetty vaakakselillä. Eli kuvan mukaisesti 60 minuutin jäätyneen jälkeen jään paksuus mittarin pinnalla on noin 2 mm ja mittausvirhe 30 %. Vastaavasti, kun jäätä on noin 7 mm, on mittausvirhe 50 %. (Kimura et al., 2000. Ilmatieteen laitos)

ja tuulen suunnasta riippuen. Mastot vääristävät helposti myös tuulen suuntajakamaa.

Mistä tietoa?

Ilmatieteen laitoksella (IL) on laaja kokemus tuulimittauksista. IL mittaa tuulta paitsi sääasemillaan myös erilaisiin tutkimustarkoituksiin kiinteillä mastoasemilla. IL on kordinoinut useita kansainvälisiä tutkimushankkeita, joissa on selvitetty tuulimittauksia ja tuulimittareiden toimivuutta erityisesti kylmässä ilmastossa. IL tekee lisäksi konsulttityönä tuulienergiaan liittyviä tuulimittauksia ja tuotantoarvioita sekä tuulimittareiden kalibrointia ja testauksia.

Lisätietoa tuulimittareista ja mittauksista löytyy netistä sekä kirjallisuudesta:

www.fmi.fi

Tammelin, B., 1991. Meteorologista taustatietoa tuulienergiakartoituksille. Ilmatieteen laitos.

Kimura, et al., 2000. Icing effect on a cup anemometer. Meteorologia julkaisu No 44. Ilmatieteen laitos.

Tammelin, B., et al., 2004. Improvements of severe weather measurements and sensors – EUMETNET SWS II project. Raportteja 2004:3. Ilmatieteen laitos.

Ilmatieteen laitos ja Winwind mukana Keski-Amerikan tuulienergiaprojekteissa

Bengt Tammelin
Asiantuntijapalvelut
Ilmatieteen laitos, Helsinki

EEP

Suomen ulkoministeriö tukee uusiutuvien energiamuotojen kehittämistä ja käyttöönottoa Keski-Amerikassa alueellisen ”*Energy and environment Partnership with Central America, EEP*” hankkeen puitteissa. EEP-kumppanuuden ensisijaisena tavoitteena on kestävä kehityksen hengessä tehdä mahdolliseksi uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen Keski-Amerikassa. Hanke vaikuttaa omalta osaltaan kasvihuonekaasujen päästöjen vähenemiseen, tukee kansainvälistä ilmastostrategiaa ja edistää ym-



Kuva 1. Tejonan tuulivoimala Costan Rican vuoristossa.

päristön tilan parantamista sekä tukee YK:n vuosituhannen julistuksen mukaista tavoitetta köyhyyden vähentämiseksi.

Keski-Amerikka on otollinen alue uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseksi ja käyttöönotolle: aurinkoa, tuulienergiaa, bioenergiaa ja vesivoimaa on tarjolla varsin runsaasti. Arvioiden mukaan noin 35 % alueen kotitalouksista on ilman sähköä.

EEP-hanke esiteltiin Johannesburgissa vuonna 2002. Hankkeen kesto on 2003-2006. Rahoitusmalli on luotu TTT-rahoitusta soveltaen. Hankkeella on johtoryhmä jossa on edustaja kustakin EEP-maasta. Johtoryhmän puheenjohtajana on ylijohtaja Markku Nurmi Ympäristöministeriöstä ja jä-

senenä Veikko Soralahti Ulkoministeriöstä. Hankkeen pieni ja tehokas toimisto sijaitsee San Salvadorissa. Hankkeessa on mukana runsaat 40 yritystä ja tutkimuslaitosta. Suomesta EEPiin osallistuvat: mm. ABB, BIOTA, Elekwatt-Ekono, ENPRI-MA, GAI Group, Greenstream Network, Ilmatieteen laitos, Joensuun Yliopisto, Jyväskylän Yliopisto, NAPS Systems, PVO, Shield Innovation, Soleco, VAPO, Wärtsilä, Winwind ja VTT Prossesit.

EEP-hankkeen hyvät ja informatiiviset kotisivut löytyvät osoitteesta: www.sgsica.org/energia

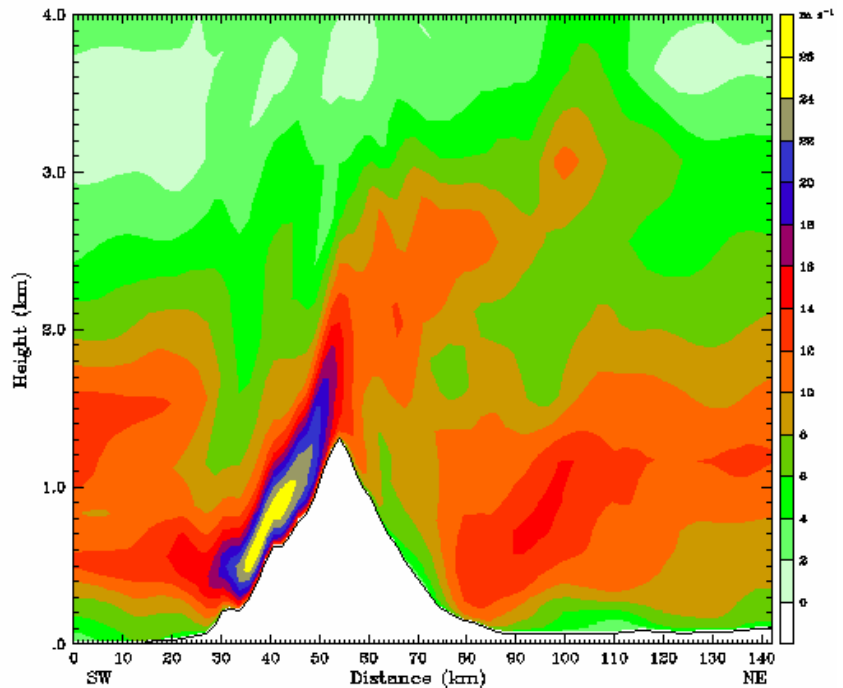
Tuulienergia

Keski-Amerikassa tuulienergian tuotantomahdollisuudet vaihtelevat alueesta riippuen huonoista erinomaisiin. Parhaat tuuliolot löytyvät vuoristosta, rannikolla tuulienergiapotentiaali on pienempi.

Vuoristossa puolestaan tuuliolot vaihtelevat huomattavasti pienenkin alueen sisällä, joten tuulikartoituksiin vaaditaan tarkkuuta. Tuuliatlasmenetelmän käyttömahdollisuudet ovat rajalliset, koska sääasemien tuulihavainnot ovat verraten vajavaiset ja



Kuva 2. Perinteisiä "tuulimittareita"



Kuva 3. Mesoskaalamallilla tehty tuulisuusanalyysi, kun tuuli puhaltaa Atlantilta yli Costa Rican Tyynelle valtamerelle 9.3.2004. Atlantin puoleisella rannikolla tuulen nopeus on 4-6 m/s. Tässä tilanteessa suurimmat tuulen nopeudet esiintyvät vuoriston Tyynen valtameren puoleisella sivulla; 18-22 m/s. Huomattakoon, että kuvassa korkeus ja etäisyys ovat eri mittakaavassa.

WASPin käytettävyys vuoristoilla alueilla on tunnetusti huono (vrt. Tammelin et al: EU MOWIE projekti. Ilmatieteen laitos). Tyypillistä tuulen nopeudelle ja tuulienergian vuotuisel-

le tuotannolle on erinomaiset tuotanto-olot talvella (kuukausittainen keskinopeus 12-16 m/s) ja huonot kesällä (3-5 m/s). Toisaalta vesivoiman osalta tilanne on päinvastainen, eli tuuli-voima ja vesivoima täydentävät merkittävästi toisiaan. Myös esimerkiksi pienimuotoiselle yhdistetylle aurinko-tuuli-voimalle löytyy erinomaisia käyttösovellutuksia.

Winwind ja Ilmatieteen laitos ovat mukana kartoittamassa kahden kohdealueen tuotantopotentiaalia. Projektin konkreettinen käynnistyminen on tosin hidastunut sikäläisen byrokratian johdosta. Ilmatieteen laitoksen osallistuminen myös kahteen muuhun tuulienergiaprojektiin sekä vesivoiman tuotantoennusteita selvittelyyn projektiin on hyväksytty johtoryhmässä lokakuussa 2004.

Lisätietoa käynnissä olevista projekteista löytyy EEP:n nettisivuilta.

UUTISIA



Tuulivoimalapalon vahingot ainakin 1 milj. euroa

Propel Voima Oy:n tuulivoimalapalosta aiheutui ainakin 1 miljoonan euron vahingot. Konehuone laitteineen on täysin tuhoutunut, mutta sunnuntaina ei vielä tiedetty, ovatko 69 metriä korkea torni ja voimalan 29-metriset siivet kärsineet. Palon sammuttamiseen kutsuttiin merivartioston Super Puma -helikopteri, joka kuljetti palopesäkkeeseen vettä 20.000 litraa. Vähän ennen kello 18 pelastuslaitoksen miehet lähitivät kiipeämään ylös torniin tarkastamaan vahinkoja, mikäli paikat olivat jo riittävästi jäähtyneet.

Palo havaittiin Kemiran tehtailta. Tuulivoimaloita valvotaan Tanskasta, mutta sieltä ei ollut sunnuntaina aamupäivällä enää saatu yhteyttä voimalaan.

Voimalan konehuoneen ulkorakenne on lasikuitua. Konehuoneen leveys ja korkeus olivat 3,5 m ja pituus 9 m, se painoi laitteineen 55 tonnia. Vaihde-laatikko painoi 12,5 tonnia ja generaattori 6,8 tonnia.

Torni painaa 104 tonnia, halkaisija alhaalta 4,2 m ja ylhäältä 2,4 m.

Tuulivoimalat vihittiin käyttöön 2.12.1999. Nyt palanut pohjoisempi on nimeltään Pro ja eteläinen Ventus. Pro Ventus on "tuulen puolesta". (Vakka-media, lehdistötiedote 22.8.2004)

Uudenkaupungin palanut tuulivoimala korjataan

Uudessakaupungissa palanut tuulivoimala korjataan ja se toimii taas vuonna 2005. Propel Voima Oy:n toimitusjohtajan Janne Vettervikin mukaan tanskalaiset saattavat saada työn valmiiksi jo syksyllä 2004. Koko korjaussumma menee todennäköisesti

valmistajien vakuutusyhtiön maksettavaksi. (Kansan Uutiset, 26.8.2004)



Ajoksen kaavaluonnoksessa paikat 11 tuulimyllylle

Ajoksen tuulivoimapuiston alustavan kaavaluonnoksen mukaan alueelle tulisi 11 uutta tuulimyllyä. Tuulivoimalahankkeen takana on suomalais-saksalainen Intercon Energy Oy. Toimituksista vastaa oululainen WinWind Oy.

Winwindin markkinointijohtajan Erkki Kunnarin mukaan ensimmäisen voimalan on tarkoitus valmistua kesällä 2005. Loput tuulimyllyt rakennettaneen vuonna 2006. Ajokseen suunnitellut tuulivoimaturbiinit ovat teholtaan noin 3 megawattia. Kemin Energia Oy:n toimitusjohtajan Anne Salo-Ojan mukaan nykyinen sähköverkko kestää vain yhden 3 megawatin voimalan, joten myöhemmin Ajokseen on rakennettava uusi järeämpi linja.

Intercon Energyn toimitusjohtajan Markku Tarkiaisen mukaan tavoitteena on saada 30-40 %:n investointiavustukset hankkeelle. Toteutessaan Ajoksen tuulivoimalapuisto olisi Suomen suurin tuulivoimalayksikkö. Tarkiaisen mukaan sen tuotantokapasiteetti olisi noin 90 000 megawattituntia vuodessa. (Pohjolan Sanomat, 2.9.2004, s.12)



Suomalaista tuulivoimaa voimakkaasti kasvaville Kiinan markkinoille

Helsingissä, Oulussa ja Iissä toimiva tuulivoimalavalmistaja, Proventia Group:iin kuuluva WinWind Oy on tänään allekirjoittanut yhdessä kiinalaisen Harbin Hafei Mechanical&Electrical Products Manufacturing Co.

Ltd:n kanssa aiesopimuksen yhteisyrityksen perustamisesta Kiinaan. Yhteisyrityksen tavoitteena on valmistaa ja toimittaa WinWinDin teknologiaan perustuvia tuulivoimaloita Kiinan markkinoille.

Yhteisyrityksessä yhdistyvät WinWinDin tuulivoimateknologiaosaaminen ja kiinalaisen vahvan teollisuusyrityksen resurssit, mikä antaa hyvän lähtökohdan merkittävään markkina-aseman saavuttamiseen Kiinassa, jossa tuulivoimarakentaminen kasvaa erittäin voimakkaasti. Kiinassa on tällä hetkellä asennettua tuulivoimakapasiteettia n. 500 MW, tavoite on kasvattaa kapasiteetti 20 000 megawattiin vuoteen 2020 mennessä

Allekirjoitustilaisuudessa puhunut ulkomaankauppaministeri Paula Lehtomäki korosti WinWinDin roolia suomalaisen tuulivoimateknologian kehittäjänä sekä suomalais-kiinalaisen ympäristöteknologian yhteistyön tärkeyttä.

WinWinD on suomalainen tuulivoimaloita valmistava yritys. Harbin Hafei Mechanical&Electrical Products Manufacturing Co. Ltd on teolliseen valmistus- ja kokoonpanotoimintaan keskittynyt yritys. Yritys kuuluu China Aviation Industry Corporation II konserniin, jossa on noin 220 000 työntekijää. AVIC II yritykset valmistavat tällä hetkellä mm. lentokoneita, autoja ja sähkö-mekaanisia komponentteja. (Winwind Oy, lehdistötiedote, 16.11.2004)



Suomalainen yhteenliittymä toimittaa sähköjärjestelmiä Norjalaiseen Scanwind 3MW tuulivoimalaan

Arktinen Tuulivoima Projekti on suomalainen yhteenliittymä, jossa ovat mukana Rotatek Finland Oy, Verteco Oy ja Vaasa Engineering Ltd. Liittymä

toimittaa Norjalaiselle ScanWind AS:lle sähköjärjestelmiä heidän 3 MW:n tuulivoimalaansa. Demotuulipuistossa Hundhammerfjelletillä saatujen hyvien kokemusten pohjalta ScanWind aloittaa pian sarjatuotannon Verdalin satamassa, 60 km Trondheimista pohjoiseen sijaitsevassa tehtaassaan.

Rotatek Finland, Vacon Plc:n tytäryhtiö, toimittaa voimaloihin suoravetoisen kestomagneettigeneraattorin, Ver-teco puolestaan Vaconin teknologiaan perustuvan invertterijärjestelmän ja Vaasa Engineering muut sähkötarvikkeet. ”Valitsimme Rotatek Finlandin, Ver-tecon ja Vaasa Engineeringin muodostaman konsortion sähköjärjestelmän toimittajaksi, koska he ovat teknologiajohtajia. Lisäksi heidän moderni tapansa verkottua vakuutti minut heidän kapasiteetin riittävydestä kasvuamme ajatellen,” kertoi Torolf Pettersen, ScanWind AS:n toimitusjohtaja.

Ensimmäinen ScanWindin 3 MW:n tuulivoimala toimitettiin NTE:lle (Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk) talvella 2003 ja se pystytettiin Hundhammerfjelletin tuulipuistoon noin 200km Trondheimista pohjoiseen. Alue sijaitsee länsirannikolla keski-Norjassa ja on sääolosuhteiltaan ankara. Vuoden testauksen jälkeen NTE on tilannut kaksi lisäyksikköä ja jatkossa on odotettavissa yhdentoista voimalan lisätilaus.

Tuotetun sähkönmäärän perusteella ScanWindin 3 MW:n tuulivoimala on maailman suurin. Voimala perustuu vaihteettomaan ratkaisuun, jossa on kestomagneettigeneraattori ja invertteri. Patentoitava vaihteeton akseliteknologia on osoittautunut hyvin tuottavaksi.

”Tämä generaattori, joka on koottu kahdestatoista itsenäisestä generaat-

torisegmentistä, on rakenteeltaan hyvin luotettava ja hyötysuhteeltaan korkea,” sanoo Jukka-Pekka Mäkinen, Rotatek Finlandin toimitusjohtaja. ”Kestomagneettitekniologian käyttö energiasovelluksissa on uusi ilmiö, mutta asiantuntijoillamme on useiden vuosien kokemukset siitä muiden sovellusten osalta. Tässä generaattoris- sa on patentoitava sinimagneetti- rakenne, mikä tekee generaattorista hyvin tasaisen ja mahdollistaa siten kaikissa mekaanisissa laitteissa ilme- nevän värähtelyn minimoimisen,” Mäkinen jatkaa.

Ver-teco hyödyntää nestejäähdytettyjä Vacon NX inverttereitä. ”Ver-tecon tuotteet tuulivoimasovelluksia varten ovat hyvin kilpailukykyisiä niiden modulaarisen, kompaktin ja tehok- kaan rakenteensa puolesta,” Ver-teco Ltd:n toimitusjohtaja Reijo Takala ker- too. ”Meidän filosofiamme on kuun- nella asiakasta ja toteuttaa invertteri- järjestelmä sen mukaisesti. Moderni- en invertterien avulla on mahdollista kontrolloida koko sähköketjua aina generaattorista sähköverkkoon asti.”

Vaasa Engineeringin johtaja Mauri Holma on tyytyväinen astuessaan mukaan tuulivoimabisnekseen. ”Voim- me hyödyntää muilta aloilta kerää- mämme pitkäaikaisen kokemuksen asiakkaan eduksi. Olemme sovitaneet läheisessä yhteistyössä generaatto- rin, invertterin ja muut sähkölaitteet tuulivoimalaan sopiviksi.”

Viime vuonna tuulivoimaloita asen- nettiin 8133 MW maailmanlaajuisesti. Euroopan tuulivoimayhdistys ennusti hiljattain globaalin markkinan ylittä- vän 14 000 MW vuoteen 2010 men- nessä. ”Yksistään Norjassa ja Ruot- sissa markkinat ovat 1500 1-3 MW:n yksikköä vuoteen 2010 mennessä. Me aloitamme pian myös tuulivoimaloi- den viennin,” Pettersen kertoo. (Va- con Plc, lehdistötiedote, 15.6.2004)

TAPAHTUMA- KALENTERI

2004

Joulukuu

13.12. STY:n vuosikokous
Hafmex Windforce Oy:n tilat
Luoteisrinne 5, 02271 Espoo
Lisätietoja:
Merja Paakkari
p. 040 771 6114
tuuli@tuulivoimayhdistys.fi

17.12. Tuulivoimaväitös
TkL Hannele Holttisen väitöskirja
tarkastetaan Teknillisessä korkeakoulussa klo 12. Lisätietoja sivun alalaidassa

2005

Maaliskuu

7-8.3. Impact of icing on wind energy production and other field of activities
BOREAS VII
Hotelli Riekonlinna, Saariselkä
Lisätietoja:
Kirsi Virolainen
BOREAS VII, Ilmatieteen laitos
PL 503, 00101 Helsinki
Puh. 09 1929 3301, Fax 09 1929 4129
Email: boreas@fmi.fi

15.3 Tuulivoima2005-seminaari
Hanasaari, Espoo
Tarkempi tiedote seuraavassa nu-
merossa

Tuulivoimaväitös

TkL Hannele Holttisen väitöskirja ”The impact of large scale wind power production in the Nordic electricity system” tarkastetaan perjantaina 17.12.2004 klo 12 Teknillinen korkeakoulussa (Teknillisen fysiikan ja matematiikan osasto, Otakaari 3 A, sali F1). Vastaväittäjänä professori Lennart Söder, KTH, Ruotsi.

AUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄT

Metso Automation

Kari Heikkilä
PL237, 33101 Tampere
p.0204838278, f.0204838943
email:kari.s.heikkila@metsoautomation.com
*Automaatio-, informaatio- ja
kunnovalvontajärjestelmät. Auto-
maatti- ja säätöventtiilit. Prosessi-
mittaukset ja analysaattorit*

KOMPONENTIT

Hollolan Sähköautomaatiikka Oy

Pasi Salmela
Viilaajankatu 10, 15520 Lahti
p.03884230 f.038842310
Email: hsa@hsaoy.com
www.hsaoy.com
Generaattorit 2kVA +

Kemijoki Arctic Technology Oy

Leena Roiko-Kallio
PL50, 00048 Fortum
p.0104511 f.096941846
lapojen lämmitysjärjestelmät

Kumera Oy

Veli-Matti Honkala
Kumerankatu 2, 11100 Riihimäki
p.0197491
Vaihteet

Rautaruukki Steel

Veli-Matti Manner
PL93, 92101 Raahe
p.088493533
Email:
veli-matti.manner@rautaruukki.com
Terästuotteet

Metso Drives Oy

Erkki Tarvainen
PL158, 40101 Jyväskylä
p.0204847889 f.0204847933
email:erkki.v.tarvainen@metso.com
Vaihteet

KONSULTOINTI, SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Cosphi One

Roggo Dominique
Kauppakartanonkatu 7 A 62
00930 Helsinki
p.0405642291 f.093432937
Design tools for power electronics

Electrowatt-Ekono Oy

Esa Holttinen
PL93, 02151 Espoo
p.0946911
*Tuulianalyysit, kannattavuusselvi-
tykset, ympäristöselvitykset, esi- ja
toteutus suunnittelu*

EMP Projects Oy

Staffan Asplund
Hovioikeudenpuistikko 11
65100 Vaasa
p.063124237
Email: info@empgroup.com
*Kannattavuusselvitykset, ympäris-
töselvitykset, esi- ja toteutus suunnittelu, projektointi, avaimet kä-
teen toimitukset*

GreenStream Network Oy

Jussi Nykänen
Eteläranta 12, 00130 Helsinki
gsm.0408408001
Email:
jussi.nykanen@gsn-trade.com
*Vihreät sertifikaatit, päästökaup-
pa, rahoitusjärjestelyt*

Insinööritsto Erkki Haapanen Oy

Raininkaistentie 27, 35600 Halli
p.035320600 f.035320648
Email: erkki.haapanen@ky.inet.fi
suunnittelu

Kariniemi Transport

Pentti Kariniemi
Timontie 4 32700 Huittinen
p.02569941, gsm.0400232941
Email: office@kariniemi.com
*Tuulivoimaloiden vaatimat
erikoiskuljetukset ja nostotyöt.*

Prizztech Oy

Iiro Andersson
Tiedepuisto PRIPOLI, 28600 Pori
p.026271100
Teknologiahankkeet

Suomen Tuulienergia - FWT Oy

Tommi Rautio
Saanatunturintie 1, 00970 Helsinki
p.0405469477, 0505723953
Email: steoy@kolumbus.fi
*Toteutus suunnittelu ja projektin-
hoito*

Windcraft

Aki Suokas
Niemenkatu 73, 15210 Lahti
p.038114390
Roottoriasiantuntemusta

Vindkraftföreningen rf

Folke Malmgren
Kaartintorpantie 6B, 00330 Helsinki
p.+f.09483950
Projektineuvonta

MAAHANTUONTI, MYYJÄT JA VALMISTAJAT

Bonus energy A/S

Edustus Suomessa:
Synoptia Oy Ab
Staffan Tallqvist, Gustav Tallqvist
Tapiolan keskustorni
FIN-02100 Espoo
p.0943928890, 098771085
f.0943928891 gsm.0505003000
Email: st.synoptia@kolumbus.fi,
synoptia@kolumbus.fi
www.bonus.dk
Bonus tuulivoimalat

Fortum Engineering Oy

Vesi- ja tuulivoima
Markku Pajunen
PL20, 00048 Fortum
p.0104532052, gsm0504532052
f.0104533352
Email: markku.pajunen@fortum.com
*NEG Micon tuulivoimalat,
aurinkosähköjärjestelmät*

Hafmex Windforce Oy

Juhani Jokinen
Hannuksentie 1, 02270 ESPOO
p.0201980333, f.0201980340
Email: juhani.jokinen@hafmex.fi
pien- ja suurtuulivoimalat

Mikron Ky

Anders Åsten
PL137, 02401 Kirkkonummi
p.092988053 f.092987119
e-mail: mikron@dlc.fi
Nordic Windpower

Nordex Ab

Michael Henriksson
Idrottsvägen 5, 952 61 Kalix, Sverige
p.+4692379404, f.+4692377014
gsm+46706390609
Myynti ja markkinointi

Oy Windside Production Ltd

Risto Joutsiniemi
Niemenharjuntie 85,
44800 Pihlajavesi
p. 0208 350 700, fax 0207 350 700
gsm 0400 315 037
*Windside, Sudwind, LMW
Generaattorit, lavat*

Winwind Oy

Elektroniikkatie 2B
FIN 90570 Oulu
p. (08) 551 3255, fax. (08) 551 3256
E-mail: info@winwind.fi
Tuuliturbiinit

TUTKIMUS JA KONSULTOINTI

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 Energia

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

HUOLTO - JA KUNNOSSAPITOPALVELUT KÄYTTÖKOKEMUKSET

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*

TUULENSILMÄ 2/2004

Iin Energia Oy

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

Kemijoki Arctic Technology Oy

Esa Aarnio
Valtakatu 9-11, 96100 Rovaniemi
p. 016 7401, gsm 0400 695 270
*tuulivoimaloiden huolto- ja
kunnossapitopalvelut ulkomailla*

Kemin Energialaitos

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

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
*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
Lammassoavi 2 x 450 kW Bonus
Lammassoavi 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*

TUULISÄHKÖN TUOTANTO MYYNTI JA MARKKINOINTI

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: Sampo Pankki 800017-70121854

Maksaessasi kirjoita pankkisiirtolomakkeeseen kohtaan tiedonantoja nimesi, osoitteesi ja puhelinnumerosi sekä lähetä jäsenkaavake ja kuittikopio osoitteeseen Suomen Tuulivoimayhdistys ry, PL 846, 00101 Helsinki.

JÄSENKAAVAKE

Nimi: _____

Ammatti: _____

Lähiosoite: _____

Postinumero ja -toimipaikka: _____

Puhelin: _____ Fax: _____

Email: _____

Olen itserakentaja _____

Yritysjäsenet

Yritys: _____

Yrityksen toimiala: _____

Suomen Tuulivoimayhdistys r.y.

PL 846

00101 HELSINKI