

Tutkimusselostus  
PRO/T7511/02

TUULIVOIMAN TUOTANTOTILASTOT.  
VUOSIRAPORTTI 2001

Julkinen

Timo Laakso, Hannele Holttinen

Espoo, 27.5.2002

Tutkimusselostus  
PRO/T7511/02

TUULIVOIMAN TUOTANTOTILASTOT.  
VUOSIRAPORTTI 2001

Julkinen

Timo Laakso, Hannele Holttinen

VTT Prosessit  
PL 1606, 02044 VTT  
puh. (09) 456 5005, telefax (09) 456 6538

Espoo, 27.5.2002



## Tiivistelmä

Suomen tuulivoimatuotanto oli vuonna 2001 69,9 GWh (2000 76,6 GWh) noin 0,1 % Suomen sähkönkulutuksesta. Tuulivoimakapasiteetti vuoden 2001 lopussa oli 38,7 MW:a (63 laitosta). Tuulivoiman tuotanto supistui vuodesta 2000 6,7 GWh. Suomen tuulivoimakapasiteetti on tällä hetkellä vielä pieni verrattuna useimpiin muihin EU-maihin (esim. Ruotsissa 290 MW, Tanskassa 2417 MW ja Saksassa 8754 MW vuoden 2001 lopussa). Maailman tuulivoimakapasiteetti oli vuoden 2001 lopussa 24927 MW, josta vuoden 2001 aikana asennettua kapasiteettia 6800MW [1].

Tuulivoiman edistäminen tapahtuu osana kansallista ilmastostrategiaa toteuttavasta Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelmasta. Ohjelmassa tuulivoimalle on asetettu tavoitteeksi 500 MW vuonna 2010. Tuulivoima saa Suomessa tuotantotukea (4,1 p/kWh) sekä investointitukea jopa 40 % investoinnista. Investointituen suuruus päätetään projektikohtaisesti.

Kaupallisten tuulivoimalaitosten taloudellisin koko on kasvanut jatkuvasti, tällä hetkellä eniten myydään 600...1300 kW laitoksia. Vuonna 1991 pystytettyjen laitosten keskikoko oli alle 200 kW ja vuonna 1999 894 kW. Kaikkien Suomen tuulivoimalaitosten keskiteho oli vuoden 2001 lopussa 614 kW (2000 lopussa 602 kW).

Tuulisuuden osalta vuosi 2001 oli Ahvenanmaalla keskimääräinen. Suomenlahdella, Selkä- ja Perämerellä vuosi oli keskimääräistä tyynempi. Ilmatieteen laitoksen tuotantoindeksien mukaan tuulivoimalaitosten tuotanto vuonna 2001 oli Pohjanlahdella 76–71 %, Ahvenanmaalla 100 % ja Suomenlahdella 92 % keskimääräisestä tuotannosta. Tuotantoindeksien käyttämä keskimääräinen tuotanto lasketaan 11 vuoden (vv. 1985–95) tuulennopeushavainnoista.

Tuulivoimalaitosten tekninen käytettävyys oli vuonna 2001 93,3 %. Keskimääräistä käytettävyyttä laskivat useat vaihdelaatikkojen vaihdot sekä hydrauliliikkaviat. Laitosten keski-ikä oli vuoden lopussa 4,8 vuotta.

Vuosiraportti sisältää laitosten tuotanto- ja käytettävyystietojen lisäksi vika- ja häiriötilaston vuodelta 2001. Tutkimuskäytössä olevat tuulivoimalaitokset on useissa tarkasteluissa eroteltu standardilaitoksista, jotta tutkimuskäytön vuoksi alentunut käytettävyys ei vaikuttaisi tarkastelun kohteena oleviin asioihin.

## Abstract

The wind power production in Finland was 69.9 GWh in 2001 (76.7 GWh in 2000) (equivalent to 0.1 % of Finland's electricity consumption). The installed capacity 38.7 MW (37.9 MW). Number of operating turbines remained in 63.

Promotion of wind power is part of the Renewable Energy Program that practices the national climate strategy. Wind energy receives investment subsidies and a production subsidy of 4.1 p/kWh. The amount of the investment subsidy is up to 40 % of the total investment. The exact amount is granted separately for each project.

The rated power of wind power plants has continued to rise steadily. The average capacity of new plants was less than 200 kW in 1991 and 894 kW in 1999. The average capacity of all wind turbines was 614 kW at end of 2001 (602 kW end 2000).

Year 2001 was less windy in Gulf of Bothnia and in Gulf of Finland and average in Åland. The production index for 2001 was 71–76 % of the 11-year-average value in Gulf of Bothnia, 100 % in Åland and 92 % in the Gulf of Finland. The average capacity factor of the wind turbines operated the whole year was 20% (23 % in 2000).

The technical availability for the standard wind power plants in year 2001 was 93.3 % (94.3 %). Several hydraulic and gear problems lowered the availability. The average age of wind turbine in Finland was 4.8 years at the end of 2001.

The report contains the production and availability figures from all grid connected wind turbines in Finland as well as the component failure statistics for 2001, production comparisons, and the hourly wind power figures for electricity consumption peak hour in Finland. The two research plants are excluded from part of the evaluations, as their availability may be lowered by R&D activities.

## Alkusanat

Tuulivoiman tuotantotilastoa on ylläpidetty vuodesta 1992 lähtien Suomen Tuulivoimayhdistyksessä vapaaehtois pohjalla, ja vuodesta 1994 lähtien osana VTT Energian (nykyisin VTT Prosessit) IEA-yhteistyötä. Vuodesta 1996 eteenpäin tuotantotilastot on kerätty VTT:n tietokantaan siten, että Ilmatieteen laitos on toimittanut tuotantoindeksit ja tuulivoiman tuottajat tuotanto- ja vikatiedot.

Tuotantotilastot perustuvat tietokantaan, joka luotiin projektissa “Tuulivoiman tuotantotilastoinnin kehittäminen” vuonna 1996. Tilastoissa on tuotannon lisäksi laitosten häiriöaikojen ja vikaerittelyiden rekisteröinti sekä Ilmatieteen laitoksen laskemat tuotantoindeksit. Tuotantoindeksi on mitta tuulienergian määrästä kunakin kuukautena verrattuna ko. kuukauden keskimääräiseen tuulisuuteen. Lisäksi tietokannassa on mm. laitosten teknisiä tietoja sekä sijoituspaikkakunta, lääni ja verkkoyhtiö erilaisten jaottelujen mahdollistamiseksi.

Tuulivoimatilastoja käytetään valtakunnallisessa ja kansainvälisessä energiatilastoinnissa. Tilastot helpottavat julkisen investointituen kohdentumisen ja tuloksellisuuden seuranta. Kun tuulivoimalaitoksista raportoidaan tuotannon lisäksi häiriöajat, ja tuulisuuden vaihtelu otetaan huomioon tuotantoindeksinä, voidaan tietoja käyttää arvioidun ja toteutuneen tuotannon mittarina. Lisäksi tilastoaineistoa voidaan käyttää laitosten teknisen toimivuuden seurantaan, mistä on yhdessä tuotannon arvioinnin parantumisen kanssa apua uusien tuulivoimalaitoshankkeita suunniteltaessa sekä vertailtaessa eri tyyppisten laitosten toimintaa Suomessa ja Euroopassa.

Tämä vuosiraportti on tehty seuraten soveltuvin osin Ruotsin tuulivoimatilastojen vuosiraporttia [2].

Tuotantotilastot julkaistaan kuukausittain VTT:n internetsivulla <http://www.vtt.fi/ene/tuloksia/monthly.htm> ja neljännesvuosittain Tuulensilmä ja Vindögar lehdissä. Vuosittain julkaistaan tuulivoimatilastoinnin vuosiraportti. Raportti on ladattavissa pdf-fomaatissa VTT:n internetsivuilta. Suomi on mukana EUWINet-tilastoissa, jotka on perustettu osana EU:n Altener-rahoitteista projektia <http://euwinet.iset.uni-kassel.de/>. Tilastokeskukselle on toimitettu vuosittain brutto- ja nettotuotannot laitoksittain osaksi Suomen ja Euroopan energiatilastoja.

Erityinen kiitos tästä tuotanto- ja vikatilastoihin perustuvasta raportista kuuluu tuulivoimatuottajille, joiden toimittamien tietojen perusteella tilastot on laadittu.

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	4
Abstract .....	5
Alkusanat .....	6
Sisällysluettelo .....	7
1. Kuukausiraportointi.....	8
2. Tilastointiin osallistuvat laitokset .....	9
2.1 Tuulivoimalaitokset tyypeittäin .....	12
3. Määritelmät ja tunnusluvut.....	14
4. Tuulen energiasisältö.....	16
4.1 Tuotantoindeksit .....	16
5. Asennetun tehon ja tuotannon kehitys .....	19
5.1 Teho ja sähköntuotanto 90-luvulla .....	19
5.2 Laitoskoon kehitys.....	21
5.3 Tunnuslukuja .....	21
6. Tuotantovertailuja .....	23
6.1 Tuotannon tunnusluvut vuonna 2000 .....	23
6.2 Tuotannon jaotteluja vuodelta 2001 .....	25
6.3 Euroopan tuulivoimakapasiteetti .....	27
7. Käyttökatkot.....	30
7.1 Tekninen käytettävyys .....	30
7.2 Käyttökatkojen erittelyt .....	30
7.3 Jäätymiset ja kylmä aika.....	33
8. Tuulivoima ja sähkön kulutus .....	35
8.1 Tuulivoiman kausivaihtelu .....	35
8.2 Tuulivoimatuotanto valtakunnan huipun aikana.....	36
Lähdeluettelo.....	39
Liite 1: Tuulivoimatilastojen kuukausiseurantalomake sekä uuden laitoksen ilmoittaminen tilastotietokantaan	
Liite 2: Laitoskohtaiset tuotantotilastot 2001	

# 1. Kuukausiraportointi

Tilastointiin ovat osallistuneet kaikki Suomen verkkoonkytketyt yli 50 kW tuulivoimalaitokset. Inkoon Kopparnäsin tutkimuslaitokset, jotka purettiin vuoden 2001 alussa, eivät ole osallistuneet tilastointiin. Pyhätunturilla sijainnut 220 kW tutkimuskäytössä ollut laitos purettiin syksyllä 2001.

Tavoitteena on ollut saada jokaisesta laitoksesta kuukausittain sekä tuotantotiedot (brutto ja netto) että mahdolliset häiriöajat erittelyineen.

Kaikki laitokset ovat raportoineet sekä tuotanto- että häiriöaikatiedot. Koska häiriöaikatietojen saaminen ei varsinkaan vanhempien laitosten seurantajärjestelmistä ole automaattista, osa häiriöajoista on jouduttu jälkeinpäin arvioimaan. Uusista laitoksista häiriöaikatietoja on kerätty vasta käyttöönoton jälkeen (noin 1 kk verkkoonkytkennästä).

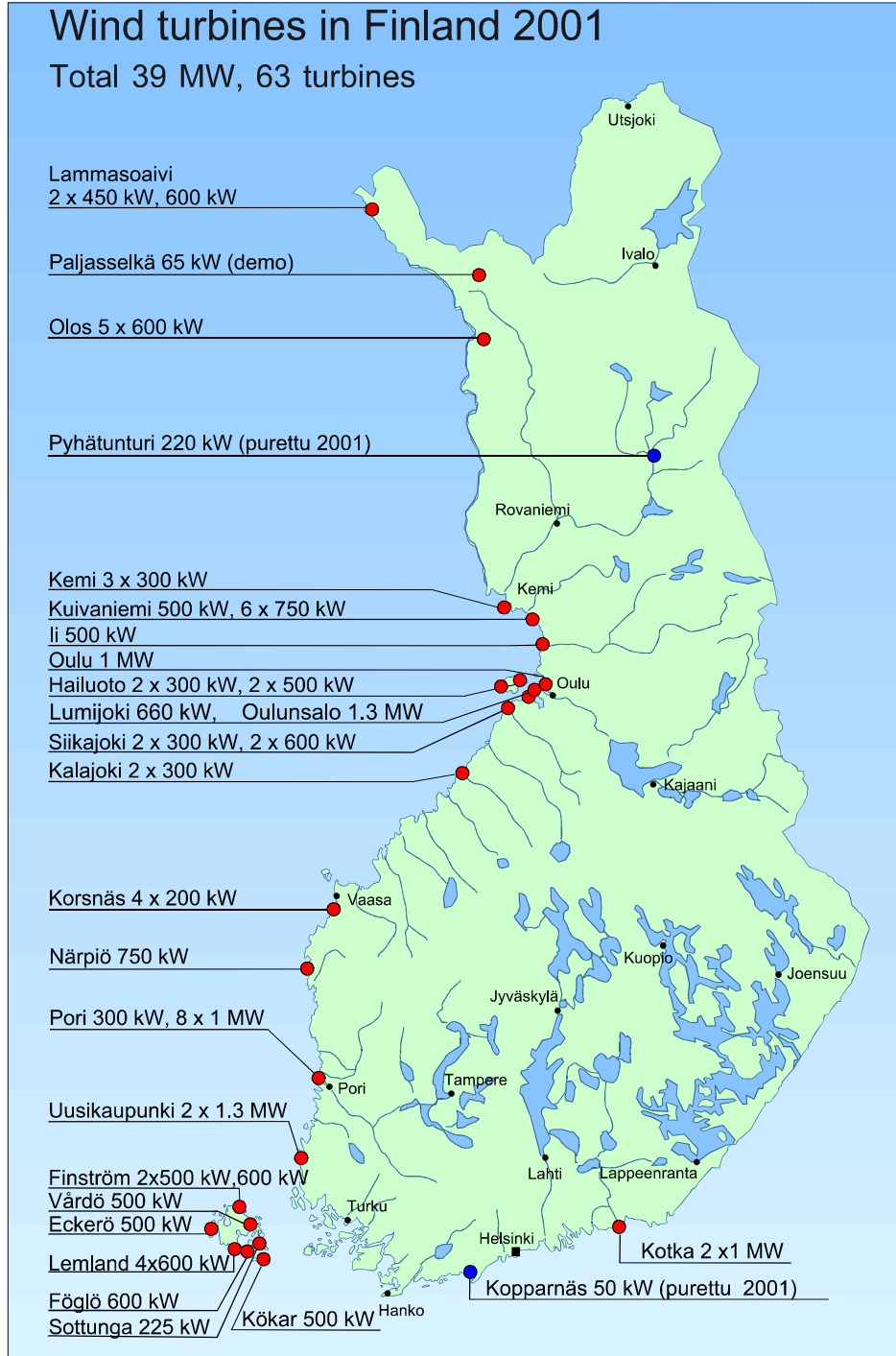
Vuodesta 1999 lähtien kuukausiraportoinnissa on siirrytty käyttämään Excel-tiedostoja, joiden tiedot siirtyvät tilastotietokantaan automaattisesti tietokantaan rakennetun ohjelman avulla. Tiedot on kerätty tuulivoimalaitosten omistajilta tai heidän nimeämiltään operaattoreilta. Kuukausiraportoinnissa käytetyt lomakkeet sekä tarvittavat tiedot uusista laitoksista on esitetty liitteessä 1.

Kuukausittain on ilmoitettu arvio kokonaistuulisähköntuotannosta kuukauden 10. päivään mennessä raportoineiden voimaloiden perusteella SENERille Suomen sähkötilastojen pikatilastoja varten. Kuukausittaiset laitoskohtaiset yhteenvedot on nähtävissä osoitteessa <http://www.vtt.fi/ene/tuloksia/monthly.htm>.



## 2. Tilastointiin osallistuvat laitokset

Laitosten sijainti on esitetty karttakuvassa 1.



Kuva 1. Suomen verkkoonkytkettyjen tuulivoimalaitosten sijainti vuoden 2001 lopussa. Vuoden 2001 aikana verkkoon kytkettiin Oulu 1.

Rannikon tuulivoimalaitokset on nimetty sijaintipaikkansa kunnan mukaan ja Lapin tuulivoimalaitokset sijoituspaikkatunturin mukaan. Nimen perässä olevien numeroiden perusteella voi päätellä kuinka monen laitoksen ryhmästä on kyse. Tästä muodostavat poikkeuksen Hailuoto, jossa laitokset 1–3 sijaitsevat ryhmänä Marjaniemessä ja laitos 4 on Huikussa saaren itäkärjessä; Siikajoki, jossa laitokset 1–2 ovat Varessäikän ja laitokset 3–4 Tauvon kalasatamassa; Kuivaniemi, jossa laitokset 2–4 sijaitsevat Kuivamatalalla noin 0,5 km rannikosta, sekä Pori, jossa laitokset 1 ja 6 ovat Reposaaressa, laitokset 2–5 Reposaaressa Pengertiellä ja laitokset 7–9 Tahkoluodossa. Laitokset on numeroitu tuotannon aloittamiskuukauden mukaan.

*Taulukko 1. Suomen verkkoonkytketyt tuulivoimalaitokset. Omistusmuoto-lyhenne on selitetty taulukossa 2. Ensimmäinen laitos, 300 kW Kopparnäs, on purettu vuonna 1995 ja Pyhätunturin laitos purettiin vuoden 2001 aikana.*

Laitos ID	Nimi	Aloituspvm	Omistaja	OMISTUSMUOTO	Yhteyshenkilö	Valmistaja	Teho kW
1	Kopparnäs	11.86	Fortum Power and Heat Oy	U	Kaj Pikulinsky	DWT	(300)
2	Paljasselkä	02.91	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Nordtank	65
3-6	Korsnäs 1-4	11.91	Korsnäsin Tuulivoimapuisto Oy	C	Herbert Byholm	Nordtank	4x200
7	Sottunga	01.92	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Vestas	225
8-9	Siikajoki 1-2	04.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Jussi Malkamäki	Nordtank	2x300
10-11	Kalajoki 1-2	04.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Jussi Malkamäki	Nordtank	2x300
12-14	Kemi 1-3	08.93	Kemin Tuulivoimapuisto Oy	C	Anne Salo-oja	Nordtank	3x300
15	Pori	09.93	Pori energia	U	Janne Vettervik	Nordtank	300
16-17	Hailuoto 1-2	10.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Jussi Malkamäki	Nordtank	2x300
18	Pyhätunturi	10.93	Kemijoki Arctic Technology Oy	U	Esa Aarnio	WindWorld	(220)
19-20	Hailuoto 3-4	04.95	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Jussi Malkamäki	Nordtank	2x500
21	Eckerö	08.95	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Vestas	500
22	Kuivaniemi	08.95	VAPOn tuulivoima Oy	I	Mauno Oksanen	Nordtank	500
23-24	Lammasoivi 1-2	10.96	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	2x450
26	li	01.97	lin Energia Oy	U	Risto Paaso	Nordtank	500
27-28	Siikajoki 3-4	04.97	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Jussi Malkamäki	Nordtank	2x600
29	Kökar	10.97	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Enercon	500
30	Lemland 1	11.97	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Vestas	600
31	Lemland 2	11.97	Ålands Skogsägarförbund	O	Robert Mansén	Vestas	600
32-33	Lemland 3-4	11.97	Ålands Vindkraft Ab	C	Robert Mansén	Vestas	2x600
35	Vårdö	09.98	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Enercon	500
36-37	Finström 1-2	10.98	Ålands Vindkraft Ab	C	Robert Mansén	Enercon	2x500
41-43	Kuivaniemi 2-4	10.98	VAPOn tuulivoima Oy	I	Mauno Oksanen	NEGMicon	3x750
39-40	Olos 1-2	11.98	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	2x600

38	Lammasoivi 3	11.98	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	600
44	Lumijoki 1	03.99	Lumituuli Oy	C	Aarne Koutaniemi	VESTAS	660
45-52	Pori 2-9	06.99	Suomen Hyötytuuli Oy	U	Timo Mäki	Bonus	8x1000
53	Oulunsalo 1	08.99	Oulun Seudun Sähkö KOK	U	Juho Kankaanpää	Nordex	1300
56	Närpiö 1	09.99	Ab Öskata Vind Närpes Oy	C	Martin Smith	NEGMicon	750
54-55	Kotka 1-2	09.99	Kotkan energia Oy	U	Olli Parila	Bonus	2x1000
57-59	Olos 3-5	09.99	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	3x600
60	Finström 3	10.99	Ålands Vindkraft Ab	C	Robert Mansén	Enercon	600
61	Föglö	09.99	Ålands Vindenergiandelslag	C	Robert Mansén	Enercon	600
62-63	Uusikaupunki 1-2	10.99	Propel Voima Oy	U	Harri Salminen	Nordex	2x1300
64-66	Kuivaniemi 5-7	11.99	VAPOn tuulivoima Oy	I	Mauno Oksanen	NEGMicon	3x750
69	Oulu 1	09.01	Oulun Energia	U	Yrjö Vilhunen	WINWIND	1000

Vuoden 2001 tilastoissa olevien laitosten käynnistyspäivämäärät vaihtelevat tammikuusta 1991 (Enontekiön 65 kW laitos) syyskuuhun 2001 (Oulu 1 1000 kW). Vuonna 2001 verkkoon kytkettiin yksi uusi tuulivoimala Oulu 1. Laitos on suomalaisen laitostoimittajan WINWIND Oy:n laitos WWD-1. Oulu 1 on WINWIND OY:n 1 MW pilotlaitos ja se on toistaiseksi koekäytössä eikä raportoi häiriöaikoja. Koekäytön aikana tehtävien säätöjen vuoksi laitoksen tuotanto on normaalia heikompi.

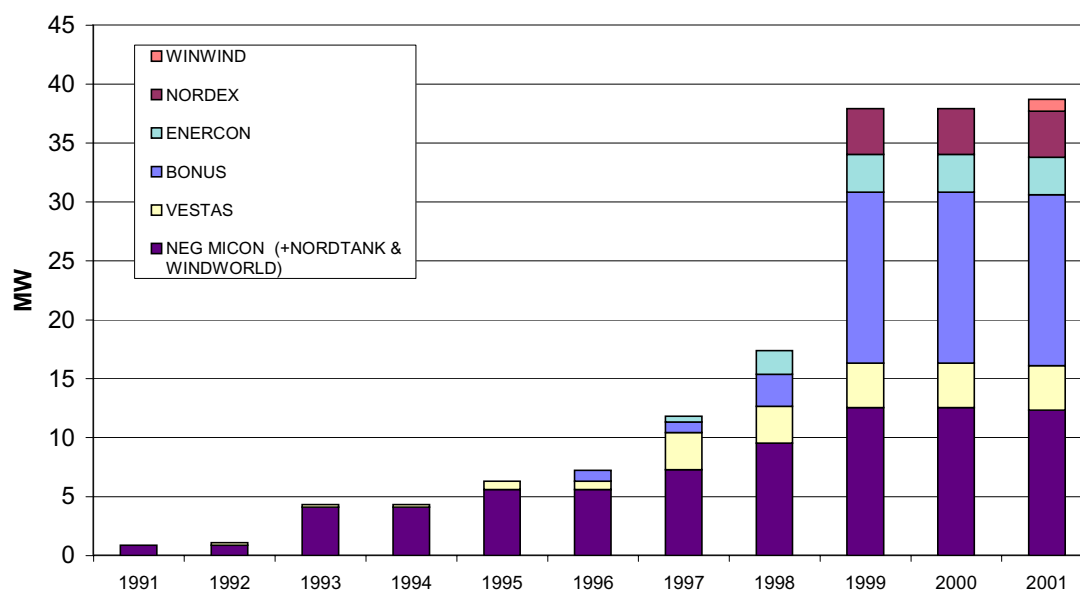
Suomen ensimmäinen verkkoonkytketty tuulivoimalaitos, Kopparnäsin 300 kW tutkimuslaitos, purettiin vuonna 1995. Inkoon Kopparnäsin tutkimuslaitokset (purettu vuoden 2001 alussa) eivät ole osallistuneet tilastointiin. Vuoden 2001 syyskuussa purettiin Pelkosenniemen Pyhätunturilla sijainnut 220 kW tutkimuslaitos. Laitoksella oli merkittävä asema arktisen tuulivoiman tutkimus- ja kehitystyössä. Vuoden 2001 lopussa VAPOn tuulivoima Oy osti Kuivaturve Oy:ltä Kuivaniemen 1 laitoksen.

*Taulukko 2. Suomen verkkoonkytkettyjen tuulivoimalaitosten omistusmuodot vuoden 2001 lopussa. Omistusmuoto-jaottelu Euroopan tilastojen EUWINet mukaan.*

Omistusmuoto		Laitoksia		Kapasiteetti	
		lkm	%	MW	%
U	Sähköyhtiö (Utility company)	35	55.6 %	24.265	62.7 %
C	Kuluttajaomisteinen (Consumer owned company)	20	31.7 %	8.835	22.8 %
I	Teollisuus (Industry owned company)	7	11.1 %	5.0	12.9 %
O	Muu yritys (Other)	1	1.6 %	0.6	1.6 %
YHTEENSÄ		63	100.0 %	38.7	100.0 %

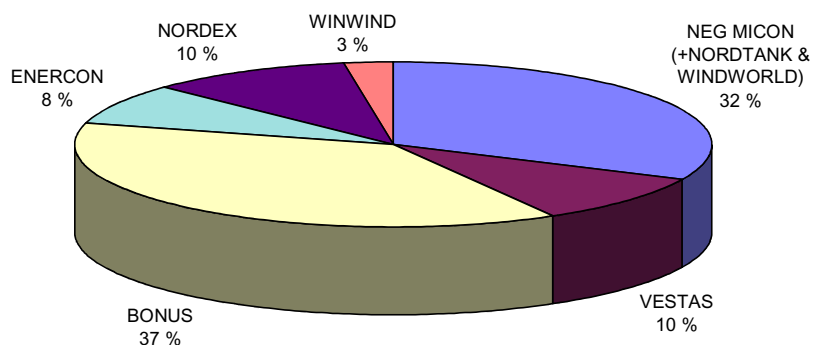
## 2.1 Tuulivoimalaitokset tyypeittäin

Suomen tuulivoimalaitokset ovat kuutta saksalaista Enerconin ja kotimaista WinWinDin laitoksia lukuunottamatta tanskalaisvalmisteisia Nordtankin, Vestaksen ja Bonuksen laitoksia. Nordtankin ja Miconin fuusion seurauksena vuonna 1997 Nordtank on nykyisin nimeltään NEGMicon, ja WindWorld on liitetty samaan yritykseen vuonna 1998. Tuulivoimalavalmistajien markkinaosuuksien kehittyminen Suomessa vuodesta 1991 on esitetty kuvassa 2. Valmistajien markkinaosuudet Suomen koko tuulivoimakapasiteetista vuoden 2001 lopussa on esitetty kuvassa 3. Suomessa olevat tuulivoimalaitostyypit on koottu taulukkoon 3.



Kuva 2. Markkinaosuuksien kehitys Suomessa kapasiteetin mukaan vuosina 1991-2001.

Valmistajien markkinaosuudet Suomessa (yht. 38 700 kW)



Kuva 3. Tuulivoimalavalmistajien markkinaosuudet Suomen tuulivoimakapasiteetista vuoden 2001 lopussa.

Taulukko 3. Suomen tuulivoimalaitostyyppit.

Valmistaja	Nimellisteho (kW)	Laitosten lkm	yhteensä (kW)
NORDEX	1300	3	3900
BONUS	1000	10	10000
WINWIND	1000	1	1000
NEGMICON	750	7	5250
VESTAS	660	1	660
BONUS	600	6	3600
VESTAS	600	4	2400
NORDTANK	600	2	1200
ENERCON	600	2	1200
ENERCON	500	4	2000
NORDTANK	500	4	2000
VESTAS	500	1	500
BONUS	450	2	900
NORDTANK	300	10	3000
VESTAS	225	1	225
NORDTANK	200	4	800
NORDTANK	65	1	65
		63	38700

### 3. Määritelmät ja tunnusluvut

Koska tuulivoimalaitokset ovat eri kokoisia, laitosten tuotantoa ei voi suoraan verrata toisiinsa. Tuulivoimalaitosten tuotantoa verrataan yleensä kahden tunnusluvun avulla: suhteuttamalla tuotanto nimellistehoon (huipunkäyttöaika kWh/kW eli h) tai roottorin pyörähdyspinta-alaan (kWh/m<sup>2</sup>). Mikäli tuulivoimalaitoksen vuosituotanto ylittää 1000 kWh/m<sup>2</sup> tai huipunkäyttöaika on yli 2400 h, on laitos tuottanut erittäin hyvin. Heikko tunnusluku johtuu joko huonoista tuulisuusolosuhteista (sijoituspaikka on huono tai tuulisuus on ollut keskimääräistä heikompa), suuresta häiriötuntimäärästä, tai teknisistä seikoista: laitos, jolla on suuri roottori suhteessa generaattorin kokoon (niin sanottu heikkojen tuulien laitos) antaa suuren huipunkäyttöajan mutta pienen tuotannon pyörähdyspinta-alaa kohden, kun taas erittäin tuulisille paikoille suunniteltu laitos (suuri generaattori suhteessa roottoriin) antaa päinvastaiset tulokset.

**Tuotanto roottorin pyyhkäisyypinta-alaa kohti  $e$  (kWh/m<sup>2</sup>):** 
$$e = \frac{Tuot.(kWh)}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

**Kapasiteettikerroin CF:** 
$$CF = \frac{Tuot.(kWh)}{Nimellisteho(kW) \cdot tunnit(h)}$$

**Huipunkäyttöaika  $t_h$  (h):** 
$$t_h = \frac{Tuot.(kWh)}{Nimellisteho(kW)}$$

**Häiriöaika (h):** aika, jolloin tuulivoimalaitoksella on käyttökatko huollon, vian, ohimenevän häiriön tai muun pysäytyksen vuoksi. Häiriöaikaan ei lasketa laitoksen normaalitoimintaan kuuluvia aikoja, jolloin tuulen nopeus on alle laitoksen käynnistymisnopeuden (3 ... 5 m/s) tai yli myrskyrajan (20 ... 25 m/s), tai kun lämpötila on alle laitoksen toimintalämpötilarajan (-15 ... -30 °C riippuen laitoksesta). Häiriöaikaan lasketaan mukaan myös sähköverkosta aiheutuneet seisokit, jotka eivät kuitenkaan vähennä laitoksen teknistä käytettävyyttä.

**Tekninen käytettävyys (%):** 
$$\frac{tunnit - (Häiriöaika - sähköverkkohäiriöt)}{tunnit}$$

esim. tekninen käytettävyys vuodelta 2000: tunnit saa arvon 8760 +24 h (karkausvuosi). Keskimääräinen käytettävyys kaikille laitoksille: häiriöaika yhteensä poislukien sähköverkkohäiriöt. Tunnit yhteensä kaikille laitoksille ottaen huomioon kesken vuotta aloittaneiden laitosten pienemmän tuntimäärän.

**Tuotantoindeksi (%):** sääasemalta mitattujen tuulennopeushavaintojen perusteella laskettu tuotanto suhteessa 11 vuoden havainnoista laskettuun keskimääräiseen tuotantoon. Tuulennopeushavainnot muutetaan keskitehoksi käyttäen 500 kW

tuulivoimalaitoksen tehokäyrää (ilman tiheyden vaikutus tehontuotantoon otetaan huomioon).

**Napakorkeus  $Z$  (m):** korkeus maan pinnasta roottorin (ja navan) keskipisteeseen.

## 4. Tuulen energiasältö

Tuulivoimalle on ominaista tuotannonvaihtelut tunti-, kuukausi- ja vuositasolla. Tuulivoimatuotantoa arvioitaessa on siis huomioitava myös tarkasteltavan jakson tuulisuus (energiasältö) verrattuna keskimääräiseen.

Tuulienergialle on etsitty indeksi kuvaamaan jakson tuulisuutta verrattuna keskimääräiseen tuulisuuteen, hieman samaan tapaan kuin energiatilastojen astepäiväluku, joka kuvaa lämmitysenergian riippuvuutta ulkolämpötilasta. Indeksiksi on valittu tuotantoindeksi, joka saadaan laskennallisesti muuttamalla Ilmatieteen laitoksen sääasemilla mitatut tuulen nopeustiedot tuulivoimalaitoksen tehokäyrän avulla tehoarvoiksi.

Indeksit lasketaan neljältä sääasemalta, jotka on valittu kuvaamaan Suomen neljää merialuetta (mittausmaston korkeus ilmoitettu suluissa):

1. Suomenlahti: Helsinki Isokari (17 m)
2. Ahvenanmaa ja Saaristomeri: Korppoo Utö (17 m)
3. Selkämeri ja Merenkurkku: Mustasaari Valassaaret (18 m)
4. Perämeri: Kemi Ajos (34 m).

Lapin tunturialueilta ei valitettavasti ole saatavilla pitkän ajan keskiarvon määrittämiseen vaadittavaa havaintoaineistoa, joten Lapin indeksiä ei voida vielä määrittää.

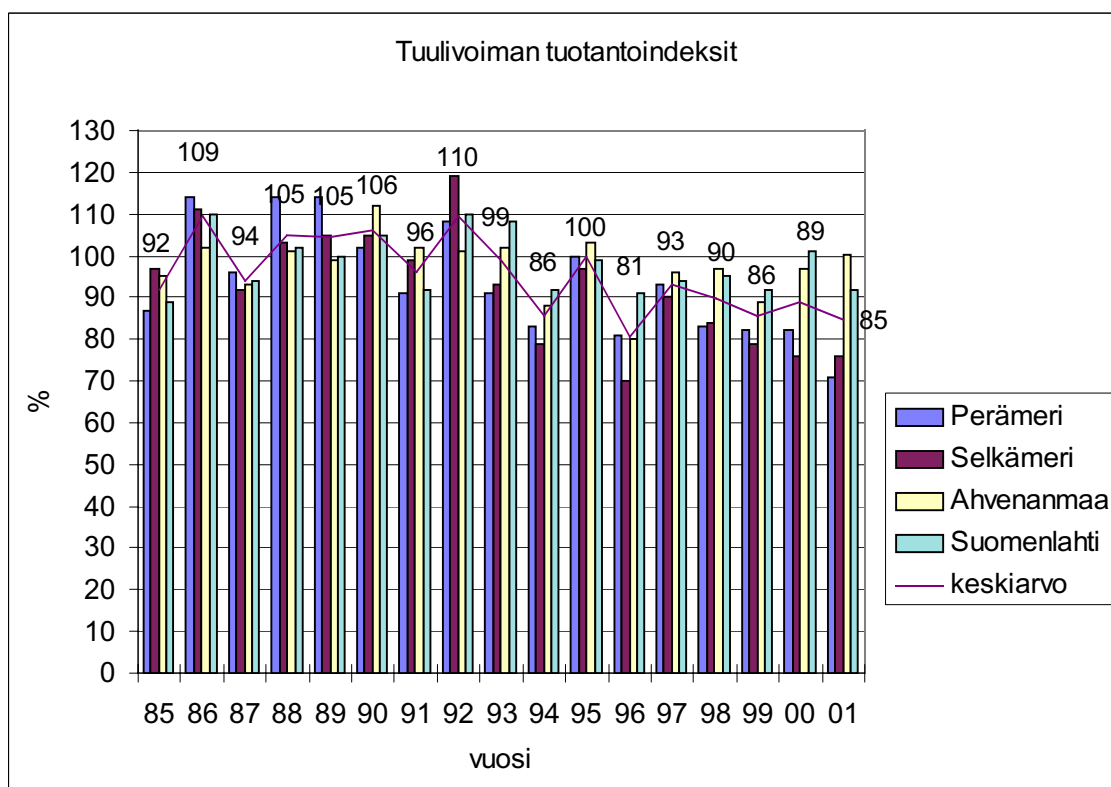
Pitkän ajan keskimääräisenä referenssijaksona on käytetty 11 vuoden 1985–95 perusteella laskettua tuotantoa. Kemi Ajoksesta ja Korppoo Utöstä on kahden ensimmäisen vuoden 1985–86 tuulennopeusarvot korjattu vastaamaan nykyistä, korkeampaa mittarin korkeutta, jotta näiltä asemilta saataisiin yhtä pitkä vertailuajanjakso kuin muilta asemilta.

### 4.1 Tuotantoindeksit

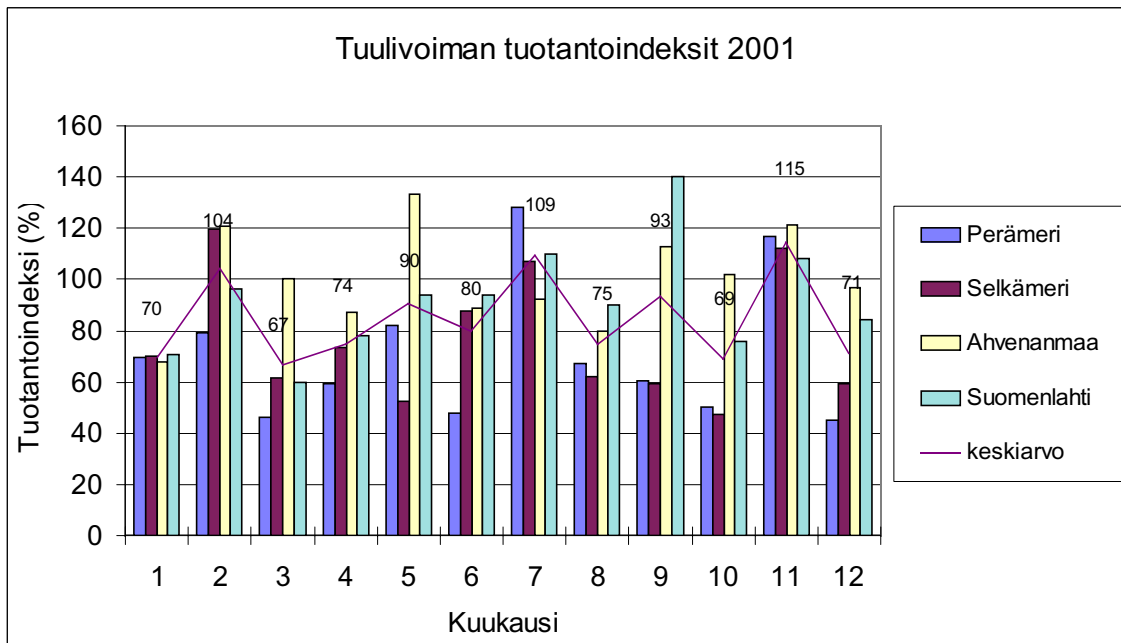
Tuulisuuden osalta vuosi 2001 oli Ahvenanmaalla keskimääräinen. Suomenlahdella, Selkä- ja Perämerellä vuosi oli keskimääräistä tynempi. Ilmatieteen laitoksen tuotantoindeksien mukaan tuulivoimalaitosten tuotanto vuonna 2001 oli Pohjanlahdella 76–71 %, Ahvenanmaalla 100 % ja Suomenlahdella 92 % keskimääräisestä tuotannosta.



Vuosittaiset tuotantoindeksit sekä niiden keskiarvo on esitetty kuvassa 4. Kuukausitason indeksit vuodelta 2001 on esitetty kuvassa 5. Vuoden tuulisin kuukausi oli marraskuu, joka oli selvästi normaalia tuulisempi. Merialueiden tuulisuuksissa oli selviä eroja. Syksyllä, elo-lokakuu, olivat Suomenlahti ja Ahvenanmaa selvästi tuulisempia alueita kuin Selkä- ja Perämeri.



*Kuva 4. Tuulivoiman tuotantoindeksit Suomen rannikolla vuosina 1985–2001. 100 % on keskimääräinen tuotanto vertailuajanjaksolla 1985 – 1995. Keskiarvo on merkitty viivalla ja numeroilla.*



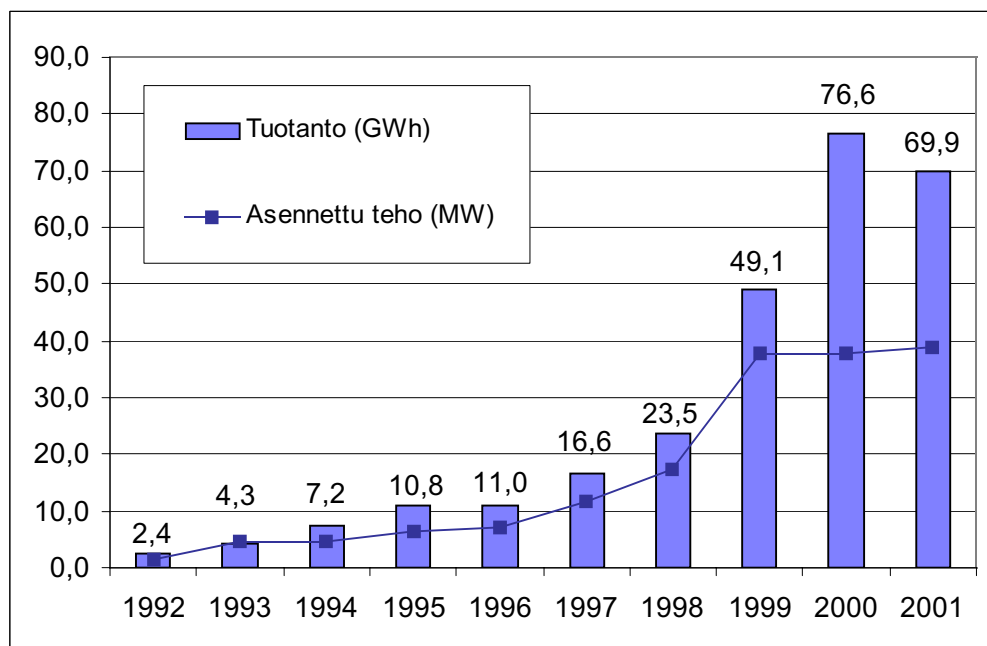
*Kuva 5. Kuukausittaiset tuotantoindeksit v. 2001 neljältä sääasemalta. 100% on keskimääräinen kuukausituotanto vertailuajanjaksolla 1985-1995. Keskiarvo on merkitty viivalla ja numeroilla.*

## 5. Asennetun tehon ja tuotannon kehitys

Vuoden 2001 tuotantotilasto tuulivoimalaitoksittain on esitetty taulukkona liitteessä 2.

### 5.1 Teho ja sähköntuotanto 90-luvulla

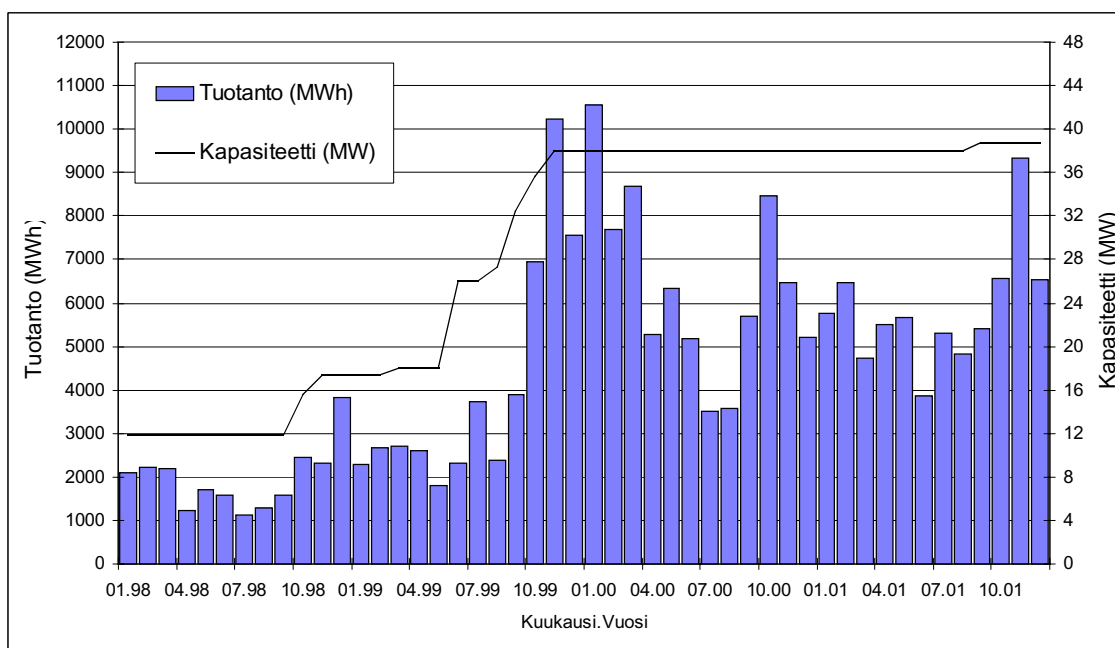
Vuoden 2001 tuulivoimatuotanto oli 69,9 GWh ja kapasiteetti vuoden lopussa 38,7 MW. Tuulivoimalaitosten kapasiteetti kasvoi vuosina 1992–98 0–5,5 MW vuosivauhtia ja tuotanto vastaavasti 0,2–6,9 GWh (taulukko 4). Vuosi 1999 on ollut tähän mennessä paras: kasvua edellisvuoteen verrattuna kapasiteetissa 20,56 MW (118 %) ja tuotannossa 25,6 GWh (109 %). Vuonna 2000 Suomessa ei rakennettu lisäkapasiteettiä. Tuotanto kasvoi vuonna 2000 27,5 GWh (56%). Tuotannon kasvu selittyy edellisen vuoden loppupuolella käyttöön otetulla kapasiteetilla. Vuoden 2001 aikana käytöstä poistettiin Pelkosenniemen Pyhätunturilla sijainnut 220 kW laitos ja Oulun Vihreäsaarella verkkoon kytkettiin 1 MW Oulu 1. Tuotannon kehitys 1992–2001 on esitetty kuvan 6 pylväinä. Samassa kuvassa näkyy myös asennettu kapasiteetti vuoden lopussa. Kuvassa 7 näkyy Suomen tuulivoimatuotanto kuukausittain sekä kapasiteetin kasvu.



Kuva 6. Asennetun tuulivoimakapasiteetin ja tuotannon kehitys Suomessa vuosina 1992 – 2001.

Taulukko 4. Suomeen rakennetun tuulivoimakapasiteetin kehittyminen vuosina 1991–2001.

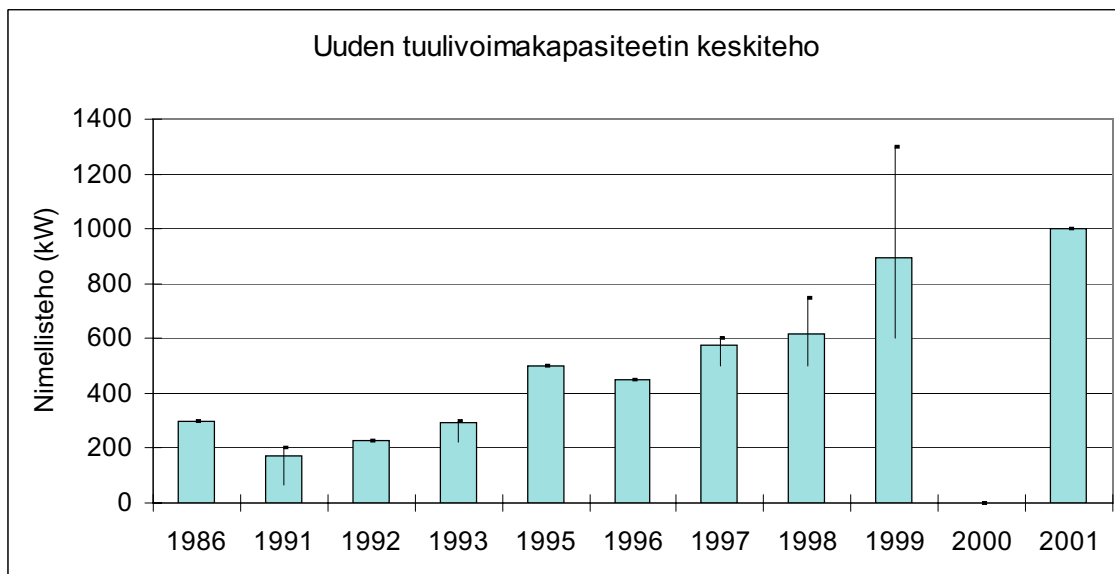
Vuosi	Uusi kapasiteetti		Käytöstä poistettu		Vuoden lopussa	
	MW	lkm	MW	lkm	MW kumul.	lkm
1991	0.865	5			1.165	6
1992	0.225	1			1.39	7
1993	3.22	11			4.61	18
1994	0	0			4.61	18
1995	2	4	0.3	1	6.31	21
1996	0.9	2			7.21	23
1997	4.6	8			11.81	31
1998	5.55	9			17.36	40
1999	20.56	23			37.92	63
2000	0	0			37.92	63
2001	1	1	0,22	1	38.7	63



Kuva 7. Tuulivoimatuotanto ja asennettu kapasiteetti Suomessa kuukausittain vuosina 1998 – 2001.

## 5.2 Laitoskoon kehitys

Asennetun uuden kapasiteetin keskiteho on kasvanut 173 kW:sta (vuonna 1991) 894 kW:iin (vuonna 1999). Vuonna 2001 asennettiin yksi 1 MW laitos Oulun Vihreäsaareen. Vuoden 2001 lopussa Suomen tuulivoimalaitosten keskikoko oli 614 kW (63 laitosta, yht. 38700 kW).



Kuva 8. Vuosittain asennetun uuden tuulivoimakapasiteetin keskitehon kehitys 1986 – 2001. Laitoskoon vaihteluväli näkyy pystysuorana viivana.

## 5.3 Tunnuslukuja

Eri vuosien tuotannon vertailemiseksi on laitosten yhteenlasketusta tuotannosta laskettu keskimääräiset tunnusluvut taulukkoon 5. Taulukossa on myös yksittäisten laitosten maksimi- ja minimiarvot (parhaiten tuottanut laitos ja huonoiten tuottanut laitos). Laskelmiin on otettu mukaan ainoastaan ne laitokset, jotka ovat olleet koko vuoden toiminnassa. Tutkimuslaitokset eivät ole mukana taulukon luvuissa.

*Taulukko 5. Standardilaitosten yhteenlasketusta tuotannosta laskettuja tunnuslukuja vuosilta 1994 – 2000. Taulukossa näkyvät myös yksittäisten laitosten suurimmat ja pienimmät tunnusluvut. Laskelmissa mukana koko kalenterivuoden toiminnassa olleet laitokset, pois lukien tutkimuslaitokset 2 kpl.*

<b>Vuosi</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
Laitosten lukumäärä	15	15	19	21	29	38	61	61
Vuosituotanto (MWh)	6707	8123	10049	13553	21063	30666	76225	69359
Eniten tuottaneen laitoksen tuotanto	694	812	1085	1312	1477	1387	2960	2650
Vähiten tuottaneen laitoksen tuotanto	307	385	263	349	299	275	307	164
<b>Huipunkäyttöaika keskimäärin (h)</b>	<b>1666</b>	<b>2018</b>	<b>1668</b>	<b>1929</b>	<b>1828</b>	<b>1765</b>	<b>2025</b>	<b>1780</b>
Suurin huipunkäyttöaika	2314	2706	2170	2623	2954	2775	2842	2918
Pienin huipunkäyttöaika	1032	1370	1131	1224	1136	1166	1218	821
<b>Tuotanto pyyhkäisyypinta-alaa kohti</b>	<b>670</b>	<b>813</b>	<b>663</b>	<b>790</b>	<b>727</b>	<b>730</b>	<b>856</b>	<b>742</b>
Suurin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	920	1076	953	1126	1158	1088	1154	1157
Pienin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	410	545	450	486	452	463	484	345
<b>Kapasiteettikerroin keskimäärin</b>	<b>0,19</b>	<b>0,23</b>	<b>0,19</b>	<b>0,22</b>	<b>0,21</b>	<b>0,20</b>	<b>0,23</b>	<b>0,20</b>
Suurin kapasiteettikerroin	0,26	0,31	0,25	0,30	0,34	0,32	0,32	0,33
Pienin kapasiteettikerroin	0,12	0,16	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,09
Tekninen käytettävyys keskimäärin	98,1 % 96,7 % 94,1 % 96,6 % 94,3 % 93,3 %							
Tuotantoindeksi keskimäärin*	82 %	99 %	78 %	93 %	89 %	84 %	84 %	80 %

\*Laitosten tuotannolla painotettu keskiarvo Perämeren, Selkämeren, Suomenlahden ja Ahvenanmaan tuotantoindekseistä

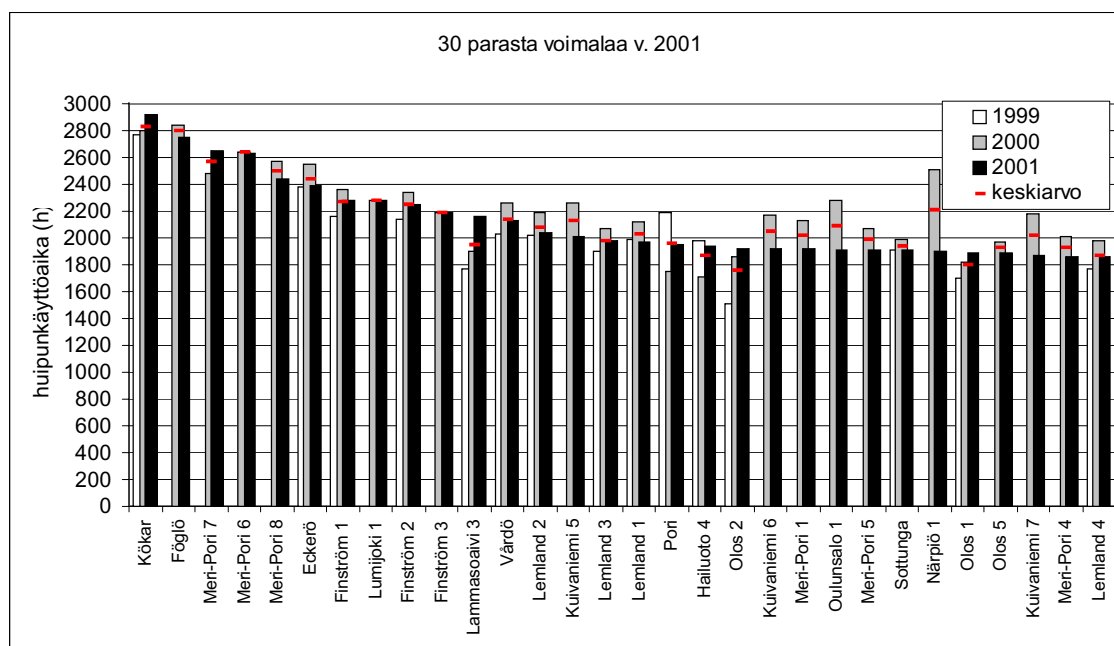
Vuoden 2001 keskimääräiset tunnusluvut ovat huonompia kuin vuoden 2000 tunnusluvut. Tämä johtuu edellisvuotta heikommista tuuliolosuhteista.

Yhdeksän parhaan laitoksen tuotanto ylitti 2200 tunnin huipunkäyttöajan, näillä laitoksilla tuotanto suhteessa roottorin pyörimispinta-alaan oli yli 850 kWh/m<sup>2</sup>.

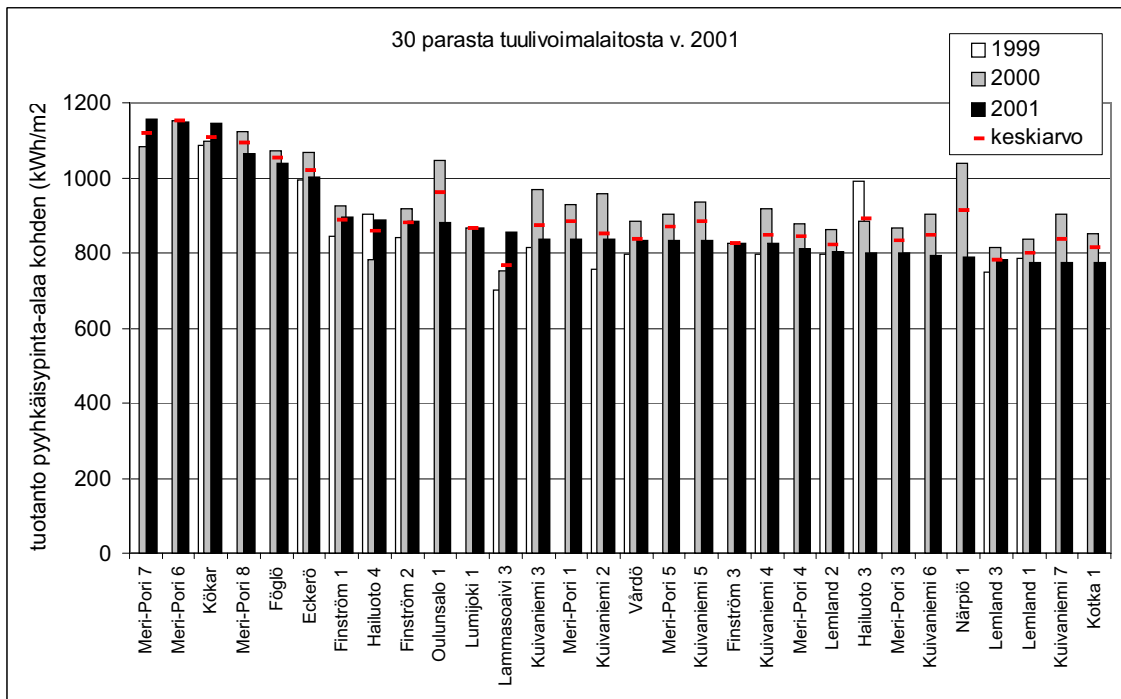
## 6. Tuotantovertailuja

### 6.1 Tuotannon tunnusluvut vuonna 2000

Eri nimellistehoisten tuulivoimalaitosten tuotannon vertailemiseksi on laitosten vuosituotannon tunnusluvut esitetty kuvina (kuvat 9–10). Parhaat laitokset ovat yltäneet yli 2400 h huipunkäyttöaikaan ja yli 1000 kWh/m<sup>2</sup> tuotantoon pyyhkäisyypinta-alaa kohti (Ahvenanmaan Föglö, Kökar ja Eckerö ja Selkämeren Meri-Pori). Kuvissa on esitetty myös vuosien 1999 ja 2000 tuotannosta lasketut tunnusluvut niille laitoksille, jotka oli asennettu näiden vuosien alussa. Vuosi 2001 oli keskimääräinen Ahvenanmaalla. Suomenlahdella ja Perämerellä vuosi 2001 oli keskimääräistä tyynempi. Perämeren normaalia heikommät tuuliolosuhteet ja vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset laskivat usean Perämerellä sijaitsevan aikaisemmin erittäin hyvin tuottaneen laitoksen sijoitusta.



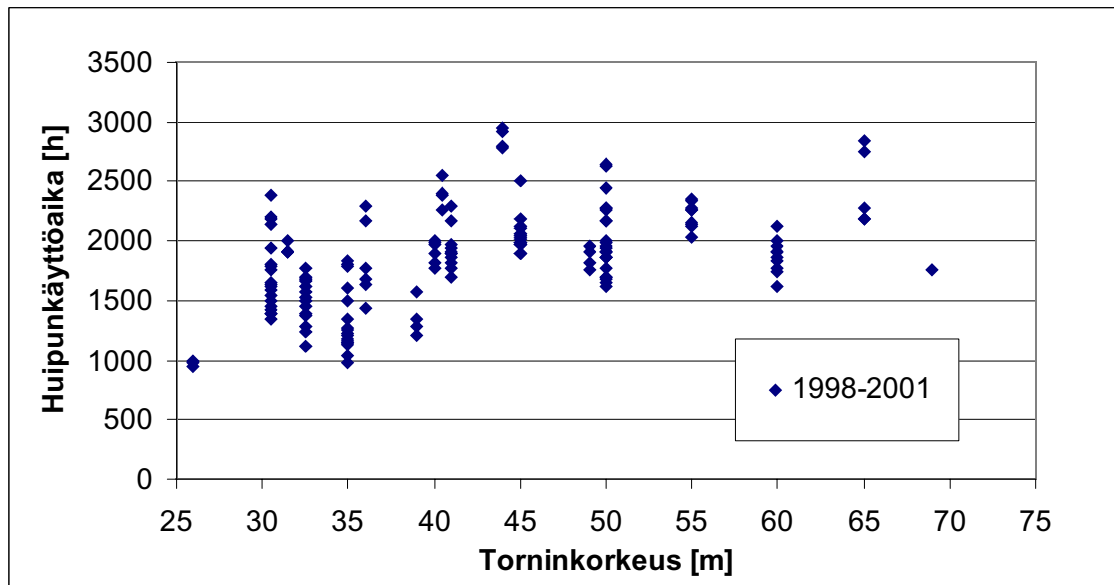
Kuva 9. Suomen 30 parasta tuulivoimalaitosta vuoden 2001 huipunkäyttöajan mukaisessa järjestyksessä. Vertailun vuoksi on merkitty myös vuosien 2000 ja 1999 huipunkäyttöajat sekä vaakasuoralla viivalla kolmen vuoden keskiarvo.



Kuva 10. Suomen 30 parasta tuulivoimalaitosta järjestettynä vuoden 2001 ominaistuotannon (tuotanto pyyhkäisy-pinta-alaa kohden) mukaan. Vertailun vuoksi on merkitty myös vuosien 2000 ja 1999 ominaistuotannot sekä vaakasuoralla viivalla kolmen vuoden keskiarvo.

Kuvassa 11 on vertailtu huipunkäyttöaika suhteessa tornin korkeuteen. Mukana tarkastelussa on kokovuoden käytössä olleet laitokset, joiden vuotuinen käytettävyys oli yli 90%. Laitoksista joiden tornin korkeus on 30-50 metriä on Suomessa eniten käyttökokemusta.

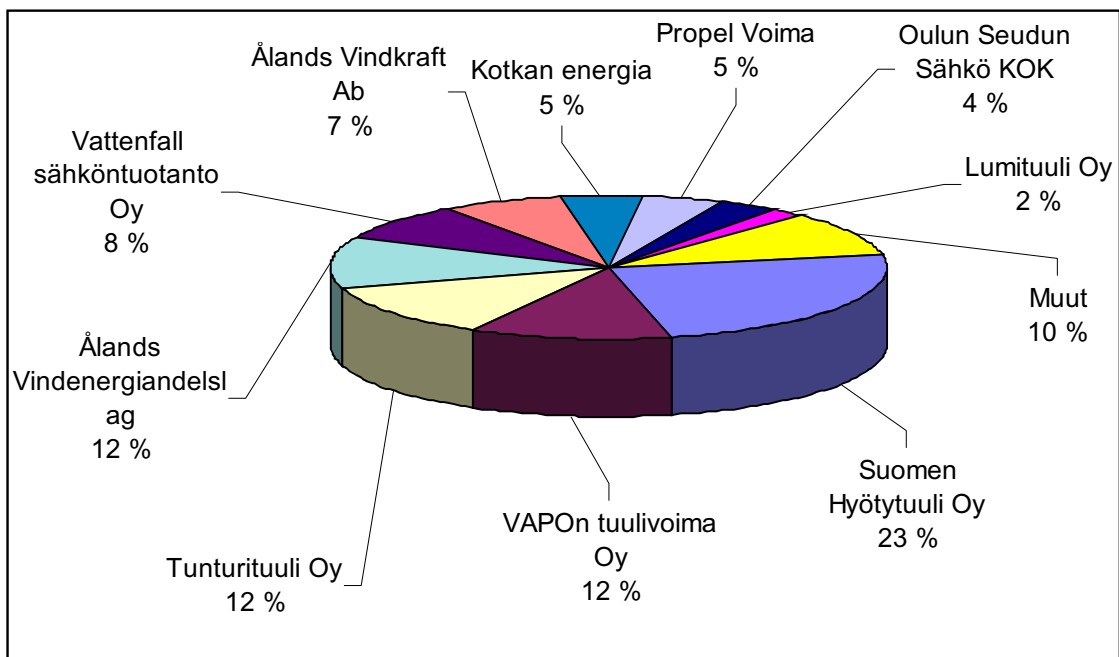




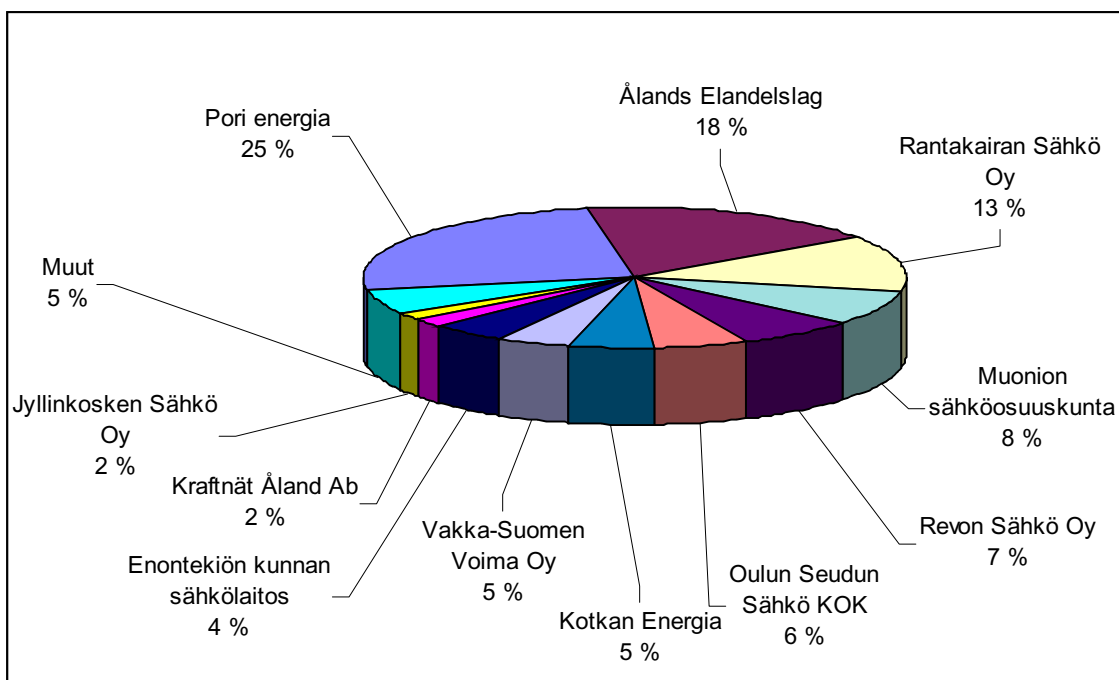
Kuva 11. Laitosten huipunkäyttöajat suhteessa tornin korkeuteen. Mukana tarkastelussa vain koko vuoden käytössä olleet laitokset, joiden käytettävyys on ollut yli 90%.

## 6.2 Tuotannon jaotteluja vuodelta 2001

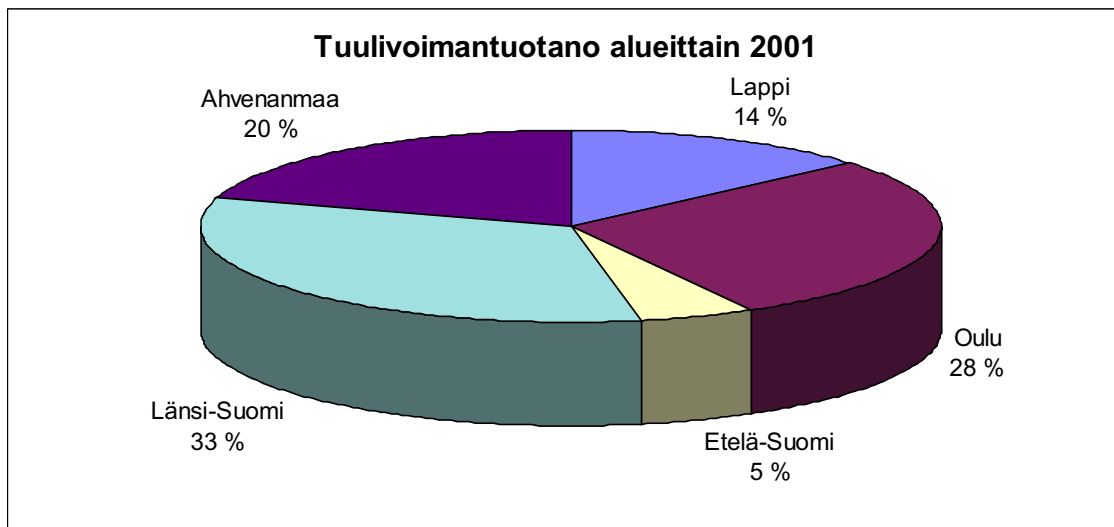
Tuulivoimatuotanto vuonna 2001 jaoteltuna omistajien mukaan on esitetty kuvassa 12. Suurimmat tuulivoimatuottajat olivat Suomen Hyötytuuli Oy (23 % Suomen tuulisähköstä) ja VAPOn tuulivoima Oy (12 %) Kuvassa 13 on esitetty ne jakeluverkkoyhtiöt, joiden verkkoon tuulivoimaa on vuonna 2001 syötetty. Tuulivoimatuotannon jakautuminen lääneittäin on esitetty kuvassa 14. Oulun läänissä tuotettiin vuonna 2000 Suomen tuulisähköstä 29 %, Länsi-Suomessa 34 % ja Ahvenanmaalla 19 %.



Kuva 12. Tuulivoimatuottajien osuudet tuulivoimatuotannosta vuonna 2001 (yhteensä 69,9 GWh).



Kuva 13. Jakeluverkkoyhtiöiden osuudet tuulivoiman tuotannosta vuonna 2001 (tuulivoimatuotanto yhteensä 69,9 GWh).



*Kuva 14. Tuulivoimantuotannon alueellinen jakautuminen Suomessa. Läänien osuudet tuulivoiman tuotannosta 2001 (yhteensä 69,9 GWh).*

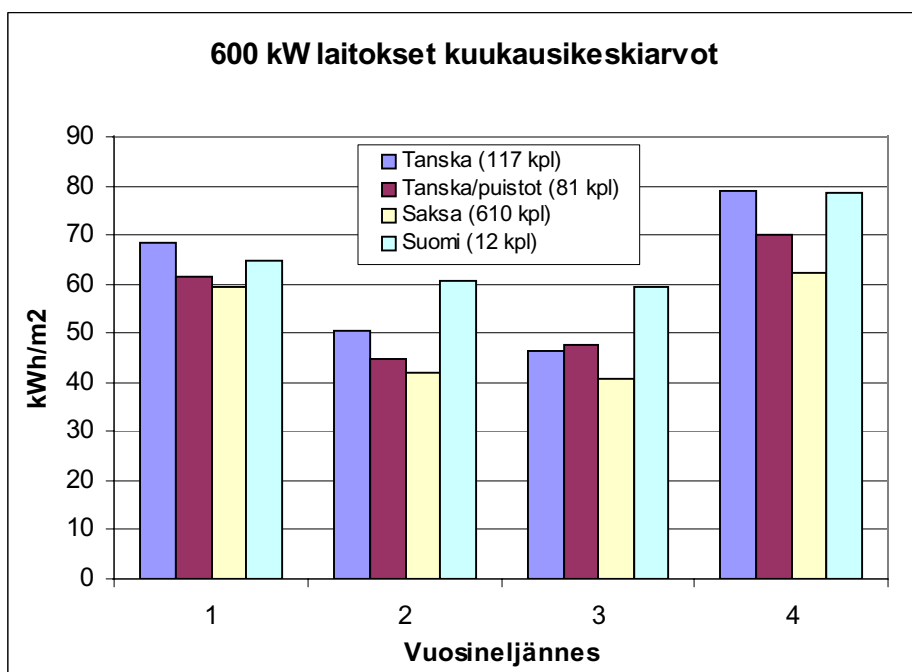
### 6.3 Euroopan tuulivoimakapasiteetti

Taulukossa 6 on esitetty Euroopan tuulivoimakapasiteetti ja sen vuotuinen lisäys vuosina 1999-2001. Vuonna 2001 Euroopassa rakennetusta tuulivoimakapasiteetista valtaosa rakennettiin Saksaan ja Espanjaan. Vuosi 2001 oli Tanskassa tuulivoiman osalta aikaisempia vuosia hiljaisempi. Euroopan tuulivoimakapasiteetti vuoden 2001 lopussa oli 17319 MW, josta vuoden 2001 aikana rakennettiin 4497 MW. Kasvua edellisestä vuodesta oli 35%.

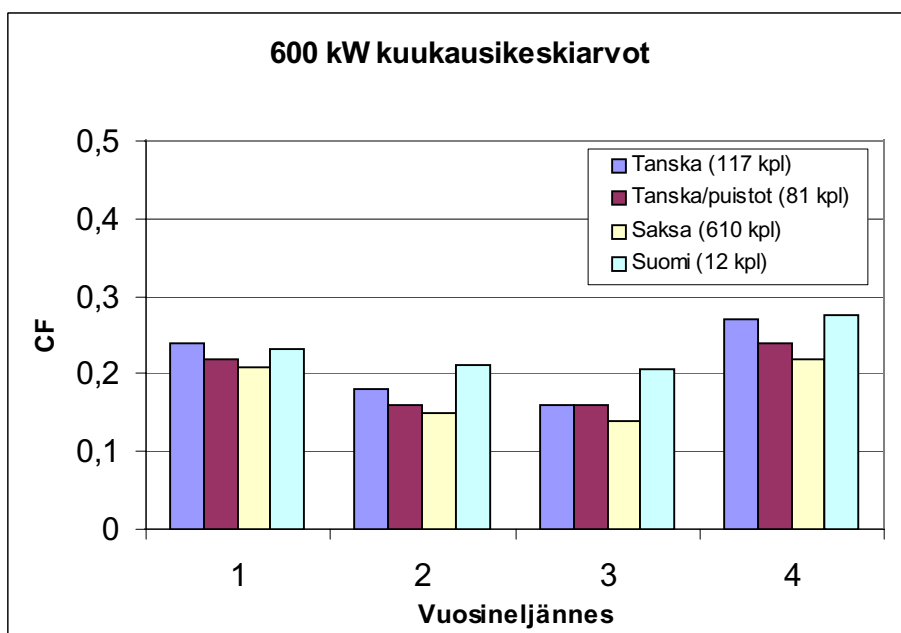
Taulukko 6. Euroopan tuulivoimakapasiteetti [3].

MW	Kapasiteetti vuoden lopussa			Uusi kapasiteetti		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Saksa	4442	6113	8754	1568	1671	2641
Espanja	1812	2235	3337	932	423	1102
Tanska	1738	2300	2417	325	562	117
Italia	277	427	697	80	150	270
Hollanti	433	446	493	54	13	47
Britannia	362	406	474	24	44	68
Ruotsi	220	231	290	44	11	59
Kreikka	158	189	272	103	31	83
Irlanti	74	118	125	10	44	7
Portugali	61	100	125	10	39	25
Itävalta	34	77	94	9	43	17
Ranska	25	66	78	4	41	12
Suomi	38	38	39	21	0	1
Belgia	11	13	31	1	2	18
Puola	0	5	22	0	5	17
Turkki	9	19	19	0	10	0
Norja	13	13	17	4	0	4
Luxemburg	6	10	15	1	4	5
Tsekki	0	12	12	0	12	0
Sveitsi	3	3	7	0	0	4
Romania	0	1	1	0	1	0
<b>Yhteensä</b>	<b>9716</b>	<b>12822</b>	<b>17319</b>	<b>3190</b>	<b>3106</b>	<b>4497</b>

Kuvissa 15 ja 16 on kuukausikeskiarvot vuosineljänneksittäin kapasiteetikertoimille ja tuotannolle roottorin pyyhkäisyypinta-alaa kohti 600 kW tuulivoimaloille Tanskassa, Saksassa ja Suomessa. Kuviin mukaan otettujen laitosten häiriöaika on ollut alle 10 % jokaisena vuosineljänneksen kuukautena. Kuvissa näkyy myös keskiarvot tilastoinnissa mukana olleiden laitosten määrästä. Toinen ja kolmas vuosineljännes olivat Suomessa vertailumaita tuulisempia.



Kuva 15. Vuoden 2001 kuukausikeskiarvot vuosineljänneksittäin. Tuotanto roottorin pyyhkäisyypinta-alaa kohti 600 kW laitoksille [4].



Kuva 16. Vuoden 2001 kapasiteettikertoimien kuukausikeskiarvot 600 kW laitoksille vuosineljänneksittäin [4].

## 7. Käyttökatkot

Laitosten keski-ikä oli vuoden lopussa 4,8 vuotta.

### 7.1 Tekninen käytettävyys

Vuonna 2001 standardilaitosten keskimääräinen tekninen käytettävyys oli 93,5 % (vuonna 2000 94,3 %). Käytettävyyttä laskivat useat pitkäsi venyneet vaihdelaatikkojen vaihdot. Lisäksi käytettävyyttä laskivat lukuisat hydraulikkaviat. Vuosina 1996–97 käytettävyydet olivat 97–98 %. Vuodesta 1998 lähtien on vuosittain tapahtunut useita aikaavieviä komponenttien rikkoutumisia, jotka ovat laskeneet keskimääräisen käytettävyyden 94% tasolle.

Vuonna 2001 62 % (16538 h) vikojen aiheuttamista käyttökatoista aiheutui vaihdelaatikoiden vaihdoista ja korjauksista. Lukumääräisesti vaihdelaatikoihin liittyviä vikoja oli 13 kappaletta. Vaihdelaatikon vaihtoaika vaihteli 15 vuorokaudesta 4 kuukauteen. Seitsemällä laitoksella tekninen käytettävyys putosi alle 80 %:iin. Lisäksi kahdella laitoksella käytettävyys oli 80–90 %. Vuonna 2000 voimansiirtoon liittyvien osien (vaihdelaatikko, vaihteen hammaspyörät ja akseli) kulumisista ja pääakselin laakereiden vaihdoista seurasi 72 % (15245 h) vikojen aiheuttamista käyttökatoista.

Teknisessä käytettävyydessä ei ole otettu huomioon sähköverkon aiheuttamia käyttökatoja. Muut häiriöt (vuosihuollot, korjaukset ja häiriöt jolloin tuulivoimala ei ole ollut valmiustilassa) on otettu huomioon käytettävyyttä vähentävinä (kts. luku 3)

### 7.2 Käyttökatojen erittelyt

Taulukossa 7 on esitetty raportoidut käyttökatkot vuodesta 1996 lähtien. Käyttökatojen aiheuttamat häiriöajat on jaoteltu taulukossa häiriön syyn mukaan. Huollot ovat suunniteltuja huoltoja, jotka tuulivoimalaitoksissa tehdään yleensä puolivuositain. Kohtaan häiriöt on kerätty ne keskeytykset, joissa toimenpiteeksi on riittänyt voimalan uudelleenkäynnistys. Kohdassa muu syy on esim. tutkimuksen tai esittelyn vuoksi aiheutunut häiriöaika. Vika tarkoittaa niitä tapauksia, joissa on jouduttu tekemään korjaustoimenpiteitä. Sähköverkosta aiheutuneet häiriöt eivät alenna laitoksen käytettävyyttä. Samoin osa jäätymishäiriöistä on aiheuttanut ainoastaan alentuneen tuotannon, jolloin laitoksen käytettävyys ei ole alentunut.

Taulukossa 7 vuoden 2001 vikatunnit on jaoteltu eteenpäin vikaantuneen komponentin ja vian syyn mukaan, ja taulukossa näkyy myös komponenttivikojen lukumäärät.

Kuvassa 17 on esitetty vikojen aiheuttamien käyttökatojen jakautuminen eri komponenttien välille.

Vaihdelaatikoiden korjaukset ja niiden vaihdot aiheuttivat yhteensä 62% vikojen käyttökatoista. Myös kuluneiden hydraulikkaosien vaihtaminen aiheutti runsaasti käyttökatoja viime vuoden aikana. Suomeen ostettaviin voimalaitoksiin on tehtävä arktisia modifikaatioita, jotta voimalat toimisivat kylmällä ja kylmien aikojen jälkeen. Kuten vuonna 2000 myös vuonna 2001 oli paljon vikoja, jotka liittyivät näihin modifikaatioihin tai niiden puuttumiseen. Vaihteiden lämmitysjärjestelmissä sekä kääntöjärjestelmissä esiintyi pakkasen aiheuttamia vikoja. Häiriöitä, joista selvittiin ilman korjaamista, aiheuttivat eniten tuulimittarit ja ylituotanto. Lisäksi pakkasen aiheutti hydraulijärjestelmien paineakuissa häiriöitä. Myös vaihteistojen ylikuumentumiset aiheuttivat häiriöitä.

Kuvassa 18 on esitetty vikoja aiheuttaneiden komponenttien osuus käyttökatoista koko vikatilastointiajalta 1996–2001.

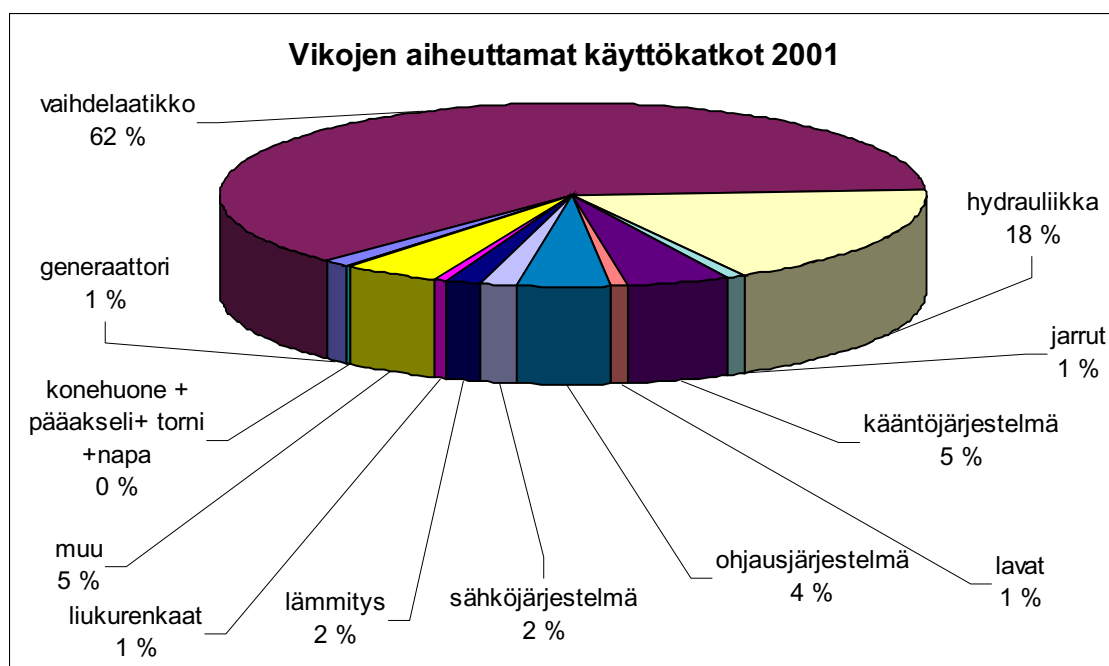
*Taulukko 7. Standardilaitosten raportoimat käyttökätkot vuosina 1996-2001. Kesken vuotta aloittaneet laitokset ovat mukana tilastossa. Osan vuotta koekäytössä olleet laitokset eivät ole mukana tarkastelussa.*

Häiriö	1996	1997	1998	1999	2000	2001
huolto	192	286	398	730	1489	1407
häiriö	977	608	1571	4377	6708	3889
jäätyminen	1208	463	168	532	589	3691
muu syy	154	185	166	63	415	53
sähköverkko	472	388	319	522	1453	583
vika	748	5688	13177	8059	21132	26645
Häiriöaika yhteensä	3751	9615	17797	16282	31786	35908
% ajasta	2,2 %	3,6 %	5,9 %	3,5 %	5,9 %	6,7 %

Häiriöaikaa keskimäärin 5,4 % vuosina 1996-2001.

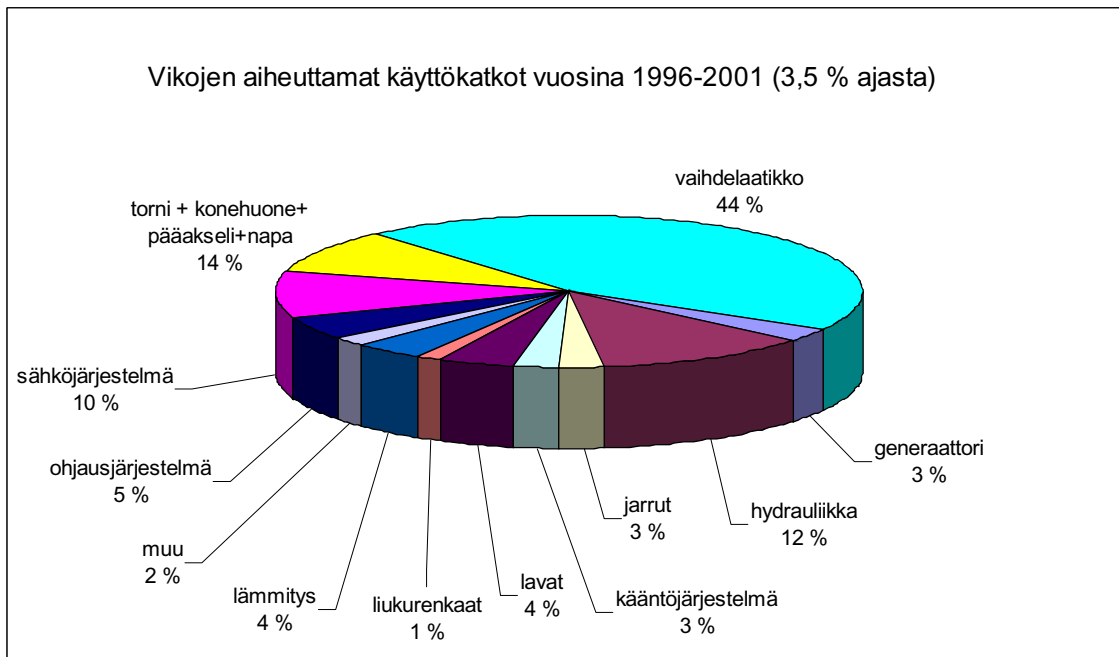
Taulukko 8. Suomen tuulivoimalaitosten viat vuonna 2001: häiriötunnit komponenttien ja vian aiheuttajien mukaan.

Komponentti	Vika h	Osuus %	Vika lkm	halkeama	jää/tumi	kuluminen	muu	ohjauksyksikön toimintavirhe	oikosulku	tulipalo	valmistusvirhe	väsyminen
anturit	606	2 %	14			359	247					
gen. Käämitys	238	1 %	1							238		
gen. Laakerit	0	0 %	0									
generaattori	46	0 %	2			46						
hydrauliikka	4731	18 %	50	107		3846	286				492	
ilmajarrut	18	0 %	1			18						
kytkimet	15	0 %	1					15				
kääntöjärjestelmä	268	1 %	4			26	238	4				
kääntömoottori	974	4 %	8			860	114					
lapa	78	0 %	1								78	
lapakulman säätömekanismi	34	0 %	1								34	
lavan pultit	114	0 %	1									114
liukurenkoot	137	1 %	5			95	27				15	
lämmitys	430	2 %	13			30	385					15
mekaaninen jarru	203	1 %	4			123	80					
muu	1204	5 %	6	18		890	296					
napa	54	0 %	2			54						
ohjauksyksikkö	534	2 %	6			48	441	45				
tehoelektronikka	340	1 %	3				90		250			
torni	10	0 %	1			10						
vaihdelaatikko	16538	62 %	13		168	12119					4251	
verkkoonkytkentä	73	0 %	4				73					
<b>Yhteensä</b>	<b>26645</b>	<b>100 %</b>	<b>141</b>	<b>125</b>	<b>168</b>	<b>18524</b>	<b>2277</b>	<b>64</b>	<b>250</b>	<b>238</b>	<b>4870</b>	<b>129</b>
%Vika-ajasta				0 %	1 %	70 %	9 %	0 %	1 %	1 %	18 %	0 %



Kuva 17. Vikojen aiheuttamien käyttökatkojen (yhteensä 26645 h) jakautuminen tuulivoimaloiden eri komponenteille vuonna 2001. Tutkimuslaitokset eivät ole mukana tarkastelussa.





Kuva 18. Vikojen aiheuttamien käyttökatkosten jakautuminen tuulivoimaloiden eri komponenteille vuosina 1996–2001. Tutkimuslaitokset eivät ole mukana tarkastelussa.

### 7.3 Jäätymiset ja kylmä aika

Vikatilastoihin rekisteröidään myös jäätymistapaukset (Taulukko 9). Osa Suomen tuulivoimalaitoksista on varustettu lapalämmitysjärjestelmillä. Tunturialueiden ulkopuolelle lapalämmitysjärjestelmiä on Porissa ja Kotkassa. Näissä laitoksissa jäätymisen on lämmitysjärjestelmälaiteiston vika eikä esiinny tilastoissa jäätymistapauksena. Laitosten ohjausjärjestelmien käyttämät tuulimittarit on yleensä lämmitettyjä. Siitäkin huolimatta niissä esiintyy joskus jäätymistä.

Vuonna 2001 jäätymistapauksia havaittiin 20:ssä ja kylmäaikaa 17:sta Suomen 63 laitoksesta, mikä on selvästi enemmän kuin edellisellä vuonna. Tämä johtuu osaltaan siitä, että talvet 99/00 ja 00/01 olivat normaalia leudompia. Yleisimpiä jäätymisen ja kylmän aiheuttamia ongelmia olivat laitoksen käynnistymättömyys johtuen vaihteistoöljyjen kangistumisesta, tuulimittarien jäätymisen ja lapoihin kerääntyvä jää. Osa laitosten jäätymistapauksista jää todennäköisesti raportoimatta, koska laitoksilla on vain kaukovalvonta, ja pienemmät jäätymistapaukset eivät aiheuta käyttökatoja, vaan ainoastaan tuotannon alenemista.

*Taulukko 9. Jäätymistapauksia ja jään aiheuttamia häiriöitä raportoineiden laitosten lukumäärät ja jäätymisaikojen pituus eri vuosina. Osuus häiriöajasta on laskettu suhteessa niiden laitosten kokonaishäiriöaikoihin, joissa jäätymistapauksia esiintyi.*

ALUE	1996		1997		1998		1999		2000		2001	
	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia
Lappi	119	2							159	8	5	1
Ahvenanmaa	12	1	55	5	23	3	49	9	7	3	44	3
Perämeri	858	4	372	5	98	2	532	7	573	7	4143	15
Selkämeri	219	5	68	4	75	2					38	1
Suomenlahti												
Koko Suomi	1208	12	495	14	196	7	581	16	739	18	4230	20
Osuus häiriöajasta	44,5 %		20,9 %		8,6 %		12,5 %		9,1 %		26 %	

Tuulivoimalaitokset seisovat, jos tuulennopeus on alle tai yli toiminta-alueen tai jos on liian kylmä. Tämä kylmäraja vaihtelee laitoksittain Suomessa välillä -15 °C ... -30 °C. Vuonna 2001 kylmäaikaa esiintyi aikaisempia vuosia enemmän Selkämeren alueella. Uudemmat laitokset eivät juurikaan kärsineet kylmä ajasta vuonna 2001. Vuonna 1999 Suomessa oli ennätyspakkaset. Tilastoihin raportoidut kylmä aika –jaksot on esitetty taulukossa 10 (huom. kylmä aika ei ole häiriöaikaa vaan osa laitoksen suunniteltua toimintaa).

*Taulukko 10. Laitosten kylmäaika eri vuosina.*

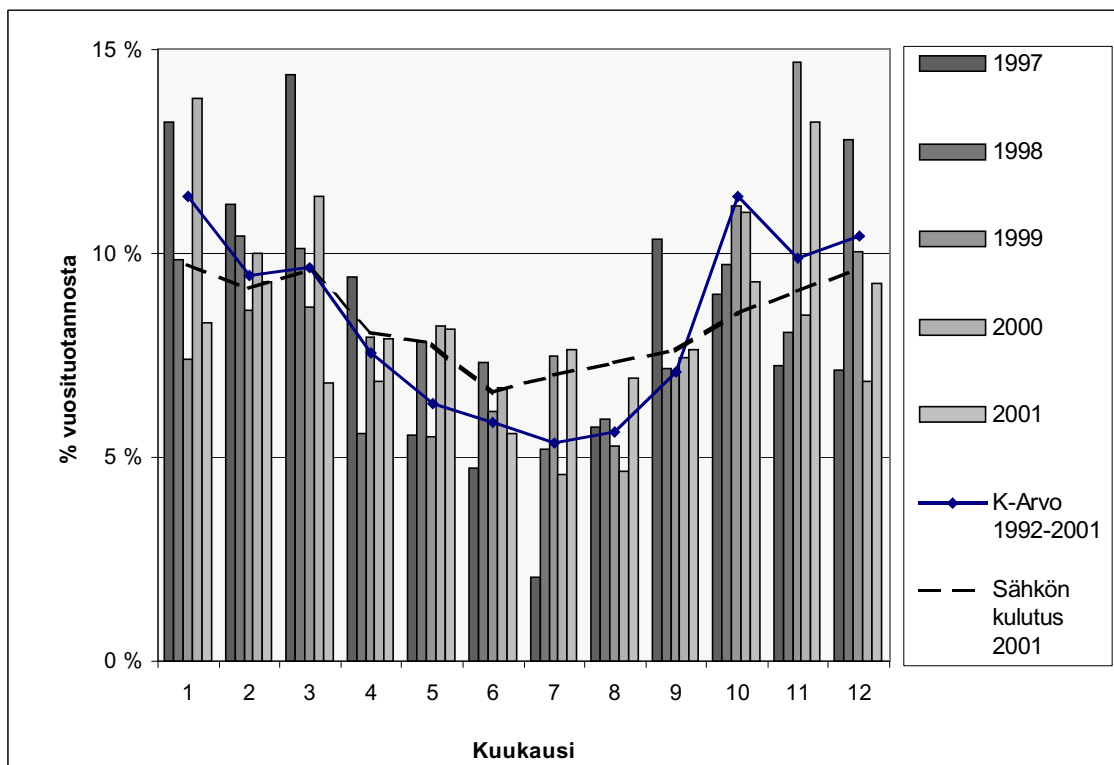
ALUE	1997		1998		1999		2000		2001	
	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia	Tuntia	Laitoksia
Lappi					450	3	32	1	100	6
Ahvenanmaa			1	1						
Perämeri	28	1	890	4	2477	8	72	1	706	4
Selkämeri	60	4	397	4	699	4	100	2	1733	7
Suomenlahti										
Koko Suomi	88	5	1288	9	3626	15	204	4	2539	17
Osuus laitosten vuoden tunneista	0,2 %		1,6 %		2,8 %		0,6 %		1,7 %	

## 8. Tuulivoima ja sähkön kulutus

Tuulivoiman tuotanto on talvella keskimäärin suurempaa kuin kesällä, kuten sähkön kulutuskin. Kun sähkön kulutuksessa on huippu, ei tuulivoimaa kuitenkaan aina ole saatavilla. Valtakunnan huipun aikaista tuulivoimatehoa voidaan käyttää hyväksi, kun arvioidaan tuulivoiman kapasiteettivaikutusta valtakunnan ja jakelusähkölaitoksen kannalta: miten paljon muuta sähköntuotantokapasiteettia voidaan jättää rakentamatta kun rakennetaan tuulivoimaa, jonka tuotanto on vaihtelevaa. Tutkimusten perusteella tuulivoiman kapasiteettivaikutus valtakunnan tasolla on tuotannon kapasiteettikertoimen suuruusluokkaa [5].

### 8.1 Tuulivoiman kausivaihtelu

Tuulivoimatuotanto on yleensä talvikuukausina huomattavasti suurempaa kuin kesäkuukausina [6]. Vuosien 1997–2001 tuotannot kuukausittain on esitetty kuvassa 19. Mukana ovat ainoastaan ne voimalaitokset, jotka ovat olleet käytössä koko vuoden (tutkimuslaitoksia ei ole mukana). Talvikuukausina (loka-maaliskuu) on tuotettu keskimäärin 60% vuotuisesta tuulivoimalla tuotetusta sähköstä. Sähkön kulutus kuvassa 19 on sähkön bruttokulutus kuukausittain suhteessa vuosikulutukseen vuonna 2001 [7].



Kuva 19. Tuulivoiman keskimääräinen kausivaihtelu: Suomen standardilaitosten yhteenlasketun tuotannon jakautuminen eri kuukausille vuosina 1997–2001. Suomen sähkön kulutuksen jakautuminen eri kuukausille vuonna 2001 näkyy katkoviivana [7].

## 8.2 Tuulivoimatuotanto valtakunnan huipun aikana

Tuulivoimalaitosten tuntitehot on kysytty valtakunnan huippujen ajalta (taulukko 11). Kaikista laitoksista ei ole ollut käytettävissä tuntitehoja, joten taulukossa on ilmoitettu kunkin vuoden kohdalla kyselyyn vastanneiden laitosten nimellisteho, ja tuotettu teho prosenttina nimellistehosta.

**Taulukko 11. Tuulivoimatuotanto valtakunnan kulutushuipun aikana.**

Talvikausi	Valtakunnan huippu	Tuulivoiman tuntiteho	% nimellistehosta	Nimellisteho
<b>91/92</b>	20.1.92 klo 09-10	634 kW	79 %	0,8 MW
<b>92/93</b>	27.1.93 klo 09-10	0 kW	0 %	0,8 MW
<b>93/94</b>	11.2.94 klo 20-21	529 kW	13 %	4,0 MW
<b>94/95</b>	31.1.95 klo 20-21	1364 kW	36 %	3,8 MW
<b>95/96</b>	9.2.96 klo 20-21	42 kW	1 %	5,3 MW
<b>96/97</b>	19.12.96 klo 08-09	1679 kW	35 %	4,8 MW
<b>97/98</b>	2.2.98 klo 08-09	1061 kW	16 %	6,5 MW
<b>98/99</b>	29.1.99 klo 08-09	3035 kW	20 %	15,47 MW
<b>99/00</b>	25.1.00 klo 08-09	6563 kW	36 %	18,15 MW
<b>00/01</b>	5.2.01 klo 08-09	1285 kW	5 %	23,9 MW
<b>01/02</b>	2.1.02 klo 16-17	3710 kW	16 %	23,1 MW

Kymmenen vuoden perusteella saadaan huipunaikaiseksi tuulivoimatuotannoksi keskiarvona 23 % (tuulivoimateholla painotettu keskiarvo 19 %).

Tarkemmin huipunaikaista tuotantoa on arvioitu kahdelta vuodelta 1999 ja 2000 käyttäen hyväksi tuulivoiman toteutuneista tuntitehoja. Koko Suomen tuulivoimatuotannolle on tehty yhteisaikasarja tunneittain siten, että Lapin ja Ahvenanmaan osuus on kummankin 10 % asennetusta kapasiteetista [8]. Vuonna 1999 oli keskimääräistä tynyempi alkuvuosi ja myös huipun aikainen tuulivoimatuotanto jäi selvästi alle keskimääräisen tuotannon. 10 suurinta huippua olivat yhden vuorokauden sisällä. Vuonna 2000 oli keskimääräistä tuulisempi alkuvuosi ja huipunaikainen tuulivoimatuotanto oli hieman keskimääräistä tuulivoimatuotantoa korkeampi. Täysin tyyntä ei huipun aikoina ollut, kun tarkastellaan koko Suomea. Alhaisimmat tuulivoimatuotannot jäävät kuitenkin huipun aikana vain muutamaankin prosenttiin nimellistehosta.

**Taulukko 12. Tuulivoimatuotanto valtakunnan kulutushuippujen aikana vuosina 1999 ja 2000. Tuotanto % asennetusta kapasiteetista sekä koko vuoden aikana että 10, 50 ja 100 suurimman kulutushuipun aikana, keskimäärin sekä vaihteluvälinä (pienin ja suurin tuulivoimatuotanto huippujen aikana).**

	<b>Koko vuonna</b> Keskiarvo min-max	<b>10 suurimman huipun aikana</b> Keskiarvo min-max	<b>50 suurimman huipun aikana</b> Keskiarvo min-max	<b>100 suurimman huipun aikana</b> Keskiarvo min-max
<b>Suomi 1999</b>	22.1 % 0.0-88.6 %	6.9 % 4.7-10.2 %	7.1 % 2.8-36.9 %	8.5 % 2.2-45.9 %
<b>Suomi 2000</b>	23.5 % 0.1-90.1 %	34.4 % 4.0-71.8 %	29.6 % 2.9-71.8 %	26.8 % 2.9-71.8 %

## Lähdeluettelo

- 1 World Market Update 2001, BTM Consult ApS-March 2002
- 2 Andersson, A., Olsson, G. Driftuppföljning av Vindkraftverk över 50 kW. Årsrapport 1999. Vattenfall, Tukholma, 2000. <http://www.elforsk.se/varme/varm-vind.html>
- 3 EWEA, Wind Directions, March 2002.
- 4 Wind Turbine Performance Summary, Wind Stats Newsletter, Vol.13, No. 2, 2000 - Vol. 14, No. 1, 2001.
- 5 Peltola, E., Petäjä, J. Tuulivoima Suomen energiahuollossa. VTT Julkaisuja 775, Espoo, 1993.
- 6 Holttinen, H. et al. Tuulivoimatuotannon vaihtelut ja niiden arviointi. VTT Tiedotteita 1800, Espoo, 1996.
- 7 SENER: Sähkön pikatilasto <http://www.energia.fi/sahko/ptil.html>
- 8 Holttinen, H. The impacts of hourly wind variations in the need for system flexibility for large scale wind power production in the Nordic countries. In Proceedings of Global Wind Power Conference, Paris 2.-5.4.2002 (in print).

OHJE: TÄYTÄ VAIN HARMAAT SOLUT (voit liikkua TAB näppäimellä)

Kuukausi / Vuosi

/ 2000

Raportoijan nimi

TUOTANTO:		(kW)	(kWh)	(kWh)	(h)	(h)	(h)
ID Tuulivoimala	Lempinimi	Teho	brutto	netto	tuotantoaika	myrsky	kylmä aika
54 Tuulivoimala 1	Mylly 1	1000	0	0		0	0
55 Tuulivoimala 2	Mylly 2	1000	0	0		0	0
- Yhteensä		2000	0	0			

HÄIRIÖAIKA:		(kW)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)
ID Tuulivoimala	Lempinimi	Teho	Häiriöaika	sähköverkko	häiriö	vika	huolto	jäätyminen
54 Tuulivoimala 1	Mylly 1	1000	0	0	0	0	0	0
55 Tuulivoimala 2	Mylly 2	1000	0	0	0	0	0	0

- huolto: etukäteen suunniteltu (puoli)vuosihuolto

häiriö: toimenpiteeksi riittää esim. manual reset

vika: vaatii osan korjauksen/vaihdon, sisältää koko häiriöajan vian huomaamisesta sen korjaami

**KOMMENTIT JA TARKENNUKSET (viat ja häiriöt, syy ja komponentti):**

ID Tuulivoimala	Lempinimi	
54 Tuulivoimala 1	Mylly 1	
55 Tuulivoimala 2	Mylly 2	

- jäätymishavainto:

vikojen ja häiriöiden vuoksi menetetty tuotanto (arvio):  kWh

muuta/lisättävää:



**Täyttöohjeita**

Tiedot siirretään automaattisesti tästä tiedostosta tietokantaan, joten on tärkeää, että tiedot laitetaan oikeisiin ruutuihin. Ei väliä, vaikka teksti ei mahtuisi näkyvään osaan.

Turkoosit ruudut ovat joko ihan pakko täyttää tai sitten se on ainakin erittäin suositeltava. Valkoiset ruudut ovat tilanteesta riippuen vapaaehtoisia.

Voimat tulevat saamaan "virallisen" nimen sijoituspaikan ja juoksevan numeron mukaan. Samaan sijoituspaikkaan kuuluvat voimat ovat osa samaa tuulipuistoa. Sen lisäksi niille voi antaa lempinimen, jonka ne yleensä saavat kastetilaisuudessa.

Mikäli samaan sijoituspaikkaan rakennetaan erilaisia voimaloita (voimalatyyppin, napakorkeuden, etc. mukaan), tulee tämä lomake täyttää useampaan kertaan.

**Projekti- ja sijoituspaikkatietoja**

Projektin aloituspvm	<input type="text"/>	(pp.kk.vvvv)
Sijoituspaikan kunta	<input type="text"/>	
Sijoituspaikan nimi	<input type="text"/>	
Sijoituspaikan lähin postinumero	<input type="text"/>	
Latitude	<input type="text"/>	(Käytetään karttasovelluksiin)
Longitude	<input type="text"/>	(Käytetään karttasovelluksiin)
Koordinaattien tarkkuus	<input type="text"/>	(Arvioi suullisesti)
Sijoituspaikan luonne (tunturi, etc.)	<input type="text"/>	
Arvioitu vuosituotanto	<input type="text"/>	MWh (Mikäli ei arvioitu laitoksittain)
Arvion tekijä	<input type="text"/>	(Täytä, vaikka olisi arvioitu laitoksittain)

**Omistajataho**

Yrityksen nimi	<input type="text"/>	
Yrityksen LY	<input type="text"/>	(Yritysten yksilöllistä tunnistamista varten)
Osoite	<input type="text"/>	
Postinro	<input type="text"/>	
Postitoimipaikka	<input type="text"/>	
Muuta	<input type="text"/>	

**Käyttäjätaho**

(Voi olla sama kuin omistajataho)

Yrityksen nimi	<input type="text"/>	
Yrityksen LY	<input type="text"/>	(Yritysten yksilöllistä tunnistamista varten)
Osoite	<input type="text"/>	
Postinro	<input type="text"/>	
Postitoimipaikka	<input type="text"/>	
Muuta	<input type="text"/>	

**Yhteyshenkilöt**

	Yhteyshenkilö 1	Yhteyshenkilö 2	Yhteyshenkilö 3	
Etunimi	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Sukunimi	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Yritys LY	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Puhelin	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Fax	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
E-mail	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Omistajatahon edustaja	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kyllä/ei
Käyttäjä	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kyllä/ei
Sähkölaitoksen edustaja	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kyllä/ei
Kuukausiraportoija	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kyllä/ei
Muuta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Investointitietoja				
Investointituki		%		
Tuen myöntäjä		(Henkilö)		
Investointikustannukset		mk		
Voimaloiden hinta		mk		
Perustusten hinta		mk		
Tie/maanrakennuskustannukset		mk		
Pystytys		mk		
Verkkoonliitäntä		mk		
Suunnittelu, hallinto		mk		
Muuta				
Laitostietoja				
Valmistaja				
Laitostyyppi				
Laitoksien lukumäärä				
Napakorkeus				
Komponenttieroittelyä				
	Lavat	Generaattori	Vaihteisto	Torni
Valmistaja				
Komponentin tyypinimi				
Yksittäisistä laitoksista				
	Lempinimi	Verkkoon kytkemispvn	Lämmitysjärjestelmä	Arvioitu tuotanto MWt
Sijoituspaikan voimala 1				
Sijoituspaikan voimala 2				
Sijoituspaikan voimala 3				
Sijoituspaikan voimala 4				
Sijoituspaikan voimala 5				
Sijoituspaikan voimala 6				
Sijoituspaikan voimala 7				
Sijoituspaikan voimala 8				
Sijoituspaikan voimala 9				
Sijoituspaikan voimala 10				
Sijoituspaikan voimala 11				
Sijoituspaikan voimala 12				
Sijoituspaikan voimala 13				
Sijoituspaikan voimala 14				
Sijoituspaikan voimala 15				
Sijoituspaikan voimala 16				
Sijoituspaikan voimala 17				
Sijoituspaikan voimala 18				
Sijoituspaikan voimala 19				
Sijoituspaikan voimala 20				
Sijoituspaikan voimala 21				
Sijoituspaikan voimala 22				
Sijoituspaikan voimala 23				
Sijoituspaikan voimala 24				
Sijoituspaikan voimala 25				
Sijoituspaikan voimala 26				
Sijoituspaikan voimala 27				
Sijoituspaikan voimala 28				
Sijoituspaikan voimala 29				
Sijoituspaikan voimala 30				
Sijoituspaikan voimala 31				
Sijoituspaikan voimala 32				
Sijoituspaikan voimala 33				
Sijoituspaikan voimala 34				
Sijoituspaikan voimala 35				
Sijoituspaikan voimala 36				
Sijoituspaikan voimala 37				
Sijoituspaikan voimala 38				

Nimi	Teho kW	Valmistaja	Z/D m	Arvio MWh	Tuotanto MWh	t <sub>h</sub> h	e kWh/m <sup>2</sup>	CF	Häiriöaika h	Käytettävyys
Paljasselkä	65	Nordtank	26/20		65	993	206	0,11	600	93%
Korsnäs 1	200	Nordtank	32/25	380	224	1118	471	0,13	801	91%
Korsnäs 2	200	Nordtank	32/25	380	256	1279	538	0,15	36	100%
Korsnäs 3	200	Nordtank	32/25	380	248	1242	523	0,14	516	94%
Korsnäs 4	200	Nordtank	32/25	380	164	821	345	0,09	2942	67%
Sottunga	225	Vestas	30/27	450	429	1907	749	0,22	48	100%
Siikajoki 1	300	Nordtank	30/31	650	485	1618	643	0,18	289	97%
Siikajoki 2	300	Nordtank	30/31	670	537	1789	711	0,20	274	97%
Kalajoki 1	300	Nordtank	30/31	660	436	1452	577	0,17	461	95%
Kalajoki 2	300	Nordtank	30/31	660	419	1397	555	0,16	504	94%
Kemi 1	300	Nordtank	35/31	610	294	979	389	0,11	293	97%
Kemi 2	300	Nordtank	35/31	610	342	1139	453	0,13	5	100%
Kemi 3	300	Nordtank	35/31	610	312	1039	413	0,12	17	100%
Pori	300	Nordtank	30/31	700	584	1947	774	0,22	300	97%
Hailuoto 1	300	Nordtank	30/31	725	392	1307	520	0,15	3235	63%
Hailuoto 2	300	Nordtank	30/31	725	405	1349	536	0,15	3457	61%
Lammasoivi 2	450	Bonus	35/37	1100	811	1802	754	0,21	698	92%
Lammasoivi 1	450	Bonus	35/37	1100	806	1791	750	0,20	583	93%
Hailuoto 3	500	Nordtank	35/37	1195	875	1750	801	0,20	1223	86%
Hailuoto 4	500	Nordtank	37/37	1275	971	1942	889	0,22	772	91%
Kuivaniemi 1	500	Nordtank	35/37	1060	721	1442	660	0,16	498	94%
li	500	Nordtank	39/37	1030	603	1206	552	0,14	482	94%
Eckerö	500	Vestas	40/39	1200	1197	2393	1002	0,27	80	100%
Kökar	500	Enercon	44/40	1200	1459	2918	1144	0,33	76	99%
Värdö	500	Enercon	55/40	1200	1063	2127	834	0,24	166	98%
Finström 1	500	Enercon	55/40	1200	1142	2284	895	0,26	72	99%
Finström 2	500	Enercon	55/40	1200	1127	2255	884	0,26	76	99%
Siikajoki 3	600	Nordtank	49/43	1350	565	941	389	0,11	3638	58%
Siikajoki 4	600	Nordtank	45/44	1350	795	1325	548	0,15	2392	73%
Lemland 1	600	Vestas	45/44	1200	1180	1966	776	0,22	115	99%
Lemland 2	600	Vestas	45/44	1200	1222	2036	804	0,23	17	100%
Lemland 3	600	Vestas	45/44	1200	1187	1978	780	0,23	16	100%
Lemland 4	600	Vestas	50/44	1200	1116	1859	734	0,21	15	100%
Lammasoivi 3	600	Bonus	41/44	1400	1298	2164	854	0,25	46	99%
Olos 1	600	Bonus	41/44	1400	1135	1892	746	0,22	79	99%
Olos 2	600	Bonus	41/44	1400	1151	1918	757	0,22	154	98%
Olos 3	600	Bonus	41/44	1400	1064	1773	700	0,20	165	98%
Olos 4	600	Bonus	41/44	1400	1091	1819	718	0,21	255	97%
Olos 5	600	Bonus	41/44	1400	1134	1890	746	0,22	148	98%

Nimi	Teho kW	Valmistaja	Z/D m	Arvio MWh	Tuotanto MWh	t <sub>h</sub> h	e kWh/m <sup>2</sup>	CF	Häiriöaika h	Käytettävyys
Föglö	600	Enercon	65/45	1400	1650	2751	1038	0,31	228	98%
Finström 3	600	Enercon	65/45	1400	1315	2191	827	0,25	77	99%
Lumijoki 1	660	Vestas	50/47	1800	1506	2281	868	0,26	49	99%
Kuivaniemi 2	750	NEGMicon	50/44	1500	1270	1693	835	0,19	52	100%
Kuivaniemi 3	750	NEGMicon	50/44	1500	1274	1699	838	0,19	297	97%
Kuivaniemi 4	750	NEGMicon	50/44	1500	1255	1674	826	0,19	94	100%
Närpiö 1	750	NEGMicon	45/48	1600	1427	1902	788	0,22	700	92%
Kuivaniemi 5	750	NEGMicon	50/48	1500	1505	2006	832	0,23	55	99%
Kuivaniemi 6	750	NEGMicon	50/48	1500	1437	1917	794	0,22	277	97%
Kuivaniemi 7	750	NEGMicon	50/48	1500	1403	1870	775	0,21	219	98%
Pori 2	1000	Bonus	60/54	2340	1916	1916	837	0,22	274	97%
Pori 3	1000	Bonus	60/54	2340	1742	1742	760	0,20	652	93%
Pori 4	1000	Bonus	60/54	2330	1831	1831	799	0,21	254	97%
Pori 5	1000	Bonus	60/54	2320	1860	1860	812	0,21	325	96%
Pori 6	1000	Bonus	50/54	2450	1909	1909	833	0,22	517	94%
Pori 7	1000	Bonus	50/54	2670	2632	2632	1149	0,30	228	97%
Pori 8	1000	Bonus	50/54	2600	2650	2650	1157	0,30	55	99%
Pori 9	1000	Bonus	50/54	2580	2440	2440	1065	0,28	400	95%
Kotka 1	1000	Bonus	60/54	2000	1772	1772	774	0,20	302	97%
Kotka 2	1000	Bonus	60/54	2000	1624	1624	709	0,19	584	94%
Oulu 1	1000	WinWinD	56/56	2500	506	506	205	0,17	-	-
Oulunsalo 1	1300	Nordex	65/60	3000	2487	1913	880	0,22	979	89%
Uusikaupunki 1	1300	Nordex	69/60	2340	1698	1306	600	0,15	1982	77%
Uusikaupunki 2	1300	Nordex	69/60	2340	1520	1169	537	0,13	2737	69%
YHTEENSÄ	38700			85060	69929					
KESKIARVO	614				1110	1748	725	0,20	585	93 %
Maksimi	1300			3000	2650	2918	1157	0,33	3638	100 %
Minimi	65			380	65	506	205	0,09	0	58 %

Teho Nimellisteho  
 Z/D Napakorkeus ja roottorin halkaisija  
 Arvio Keskimääräinen arvioitu vuosituotanto  
 t<sub>h</sub> Huipunkäyttöaika kWh/kW  
 e Tuotanto suhteessa roottorin pyyhkäisyypinta-alaan kWh/m<sup>2</sup>  
 CF Kapasiteettikerroin (kWh/kW,h)  
 Käytettävyys Tekninen käytettävyys (häiriöajasta on vähennetty sähköverkkohäiriöt)