

# Tuulivoiman tuotantotilastot

## Vuosiraportti 2007

Hannele Holttinen

ISBN 978-951-38-7167-3 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)  
ISSN 1459-7683 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2008

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 1000, 02044 VTT  
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 1000, 02044 VTT  
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland  
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

VTT, Biologinkuja 5, PL 1000, 02044 VTT  
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 7048

VTT, Biologgränden 5, PB 1000, 02044 VTT  
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 7048

VTT Technical Research Centre of Finland, Biologinkuja 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland  
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7048



Julkaisun sarja, numero ja  
raporttikoodi

VTT Working Papers 106  
VTT-WORK-106

Tekijä(t) Holttinen, Hannele		
Nimeke <b>Tuulivoiman tuotantotilastot Vuosiraportti 2007</b>		
Tiivistelmä Vuonna 2007 Suomen sähköverkkoon syötettiin 188 GWh tuulivoimalla tuotettua sähköä, mikä vastaa noin 0,2 %:a Suomen vuoden 2007 sähkönkulutuksesta. Suomen tuulivoimakapasiteetti oli 110 MW vuoden 2007 lopussa (107 laitosta). Uutta kapasiteettia rakennettiin 24 MW (11 laitosta). Suomen tuulivoimakapasiteetti on tällä hetkellä pieni verrattuna muihin EU-maihin. Euroopan tuulivoimakapasiteetti oli vuoden 2007 lopussa noin 57 000 MW, josta vuoden 2007 aikana asennettua uutta kapasiteettia oli 8 600 MW.  Suomessa tuulivoiman edistäminen tapahtuu osana kansallista energia- ja ilmastostrategiaa, jota toteutetaan Uusiutuvien energialähteiden edistämishjelman avulla. Tuulivoimaa tuetaan sähköveron palautuksen veran, 0,69 €/snt/kWh, ja lisäksi uuden teknologian tuulivoimainvestoinnit voivat saada investointitukea enimmillään 40 % investoinnista. Investointituen suuruus päätetään projektikohtaisesti.  Vuosi 2007 oli Pohjanlahdella tuulisuuodeltaan keskimääräinen, Suomenlahdella keskimääräistä tuulisempi ja Ahvenanmaalla keskimääräistä tynnempi. Ilmatieteen laitoksen laskemien tuotantoindeksien mukaan tuulivoimatuotanto oli Perämerellä 97 %, Selkämerellä 100 %, Ahvenanmaalla 94 % ja Suomenlahdella 107 % pitkän aikavälin keskimääräisestä tuotannosta. Vertailujaksona käytettiin vuosien 1987–2001 keskimääräistä tuotantoa.  Koko vuoden toiminnassa olleiden laitosten keskimääräinen huipunkäyttöaika oli vajaat 2 000 h/a. Uudet korkeat MW-laitokset tuottavat selvästi paremmin kuin 90-luvun alkupuolella rakennetut tuulivoimalaitokset. Paras laitos ylsi lähes 3 400 h/a huipunkäyttöaikaan. Tuulivoimalaitosten tekninen käytettävyys vuonna 2007 oli 94 %. Suomen tuulivoimalaitosten keski-ikä oli vuoden 2007 lopussa 7,9 vuotta.  Vuosiraportti sisältää laitosten tuotanto- ja käytettävyystietojen lisäksi yhteenvedon vika- ja seisokkiaikailastoista vuodelta 2007.		
ISBN 978-951-38-7167-3 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		
Avainnimeke ja ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		Projektinnumero 19797
Julkaisuaika Lokakuu 2008	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 44 s. + liitt. 8 s.
Projektin nimi Tuulivoiman kansainvälinen yhteistyö IEA R&D WIND 2007–2008	Toimeksiantaja(t) Tekes ja tuulivoimatuottajat	
Avainsanat wind energy, wind power, power production, statistics, production statistics, failures	Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374	



Series title, number and  
report code of publication

VTT Working Papers 106  
VTT-WORK-106

Author(s) Holttinen, Hannele		
Title <b>Wind energy statistics of Finland Yearly report 2007</b>		
Abstract Wind power production from grid connected wind turbines in Finland was 188 GWh in 2007. This corresponds to 0.2% of Finland's electricity consumption. Installed wind capacity was 110 MW at the end of the year. Number of the operating turbines was 107. Eleven new turbines, 24 MW were installed in 2007.  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 0.69 €/kWh. The amount of the investment subsidy for new technology projects 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 size of all turbines in Finland was 1 028 kW at the end of 2007 (900 kW at the end of 2006).  Year 2007 had average wind resource. The weighted production index for the four sea areas was 99%. Average capacity factor of standard wind turbines, which operated the whole year, was 22% while the best turbine yielded 39% capacity factor.  Technical availability of the standard wind power plants was 94 % in 2007. The average age of wind turbines was 7.9 years at the end of 2007.  This report contains production and availability figures of the grid connected wind turbines in Finland as well as component summary of failure statistics. There is an English list of figure and table captions and the yearly statistics table is as an appendix.		
ISBN 978-951-38-7167-3 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		
Series title and ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: <a href="http://www.vtt.fi/publications/index.jsp">http://www.vtt.fi/publications/index.jsp</a> )		Project number 19797
Date October 2008	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 44 p. + app. 8 p.
Name of project Tuulivoiman kansainvälinen yhteistyö IEA R&D WIND 2007–2008	Commissioned by Tekes and wind power producers	
Keywords wind energy, wind power, power production, statistics, production statistics, failures	Publisher VTT P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374	

## Alkusanat

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

Tuotantotilastot perustuvat tietokantaan, joka luotiin kauppa- ja teollisuusministeriön rahoittamassa projektissa ”Tuulivoiman tuotantotilastoinnin kehittäminen” vuonna 1996 ja jota kehitettiin edelleen vastaavassa projektissa 2000–2002. Tilastoituna on tuotannon lisäksi laitosten seisokkiajat ja vikaerittelyt sekä Ilmatieteen laitoksen laskemat tuotantoindeksit. Tuotantoindeksi on mitta tuulienergian määrästä kunakin kuukautena verrattuna ko. kuukauden keskimääräiseen tuulisuuteen. Lisäksi tietokannassa on laitosten teknisiä tietoja sekä sijoituspaikkakunta, lääni ja verkkoyhtiö.

Tuulivoimatilastoja käytetään kansallisessa ja kansainvälisessä energiatilastoinnissa. Tilastot helpottavat julkisen investointituen kohdentumisen ja tuloksellisuuden seuranta. Kun tuulivoimalaitoksista raportoidaan tuotannon lisäksi seisokkiajat ja tuulisuuden vaihtelu otetaan huomioon tuotantoindeksissä, voidaan tietoja käyttää arvioidun ja toteutuneen tuotannon mittaamiseen. Lisäksi tilastoaineistoa voidaan käyttää laitosten teknisen toimivuuden seurantaan, mistä on yhdessä tuotannon arvioinnin parantumisen kanssa apua uusia tuulivoimalaitoshankkeita suunniteltaessa.

Tuotantotilastot julkaistaan kuukausittain VTT:n Internet-sivulla <http://www.vtt.fi/services/cluster7/index.jsp> ja neljännesvuosittain Tuulensilmä-, Vindögat- ja Windstats-lehdissä. Vuosittain julkaistaan tämä tuulivoimatilastoinnin vuosiraportti, joka on ladattavissa pdf-formaatissa VTT:n Internet-sivuilta. Tilastokeskukselle on toimitettu vuosittain brutto- ja nettotuotannot laitoksittain osaksi Suomen ja Euroopan energiatilastoja. Adato ylläpitää Suomen sähkötilastoja, ja sen kanssa vaihdetaan tietoja kuukausituotannoista, koska Adaton tilastointi ei kata koko tuulivoimakapasiteettia Suomessa.

Kiitos tästä tuotanto- ja vikatilastoihin perustuvasta raportista kuuluu tuulivoiman tuottajille, joiden toimittamien tietojen perusteella raportti on laadittu.

# Sisällysluettelo

Alkusanat.....	5
Table and figure captions in English.....	7
1. Kuukausiraportointi.....	10
2. Tilastointiin osallistuvat laitokset.....	11
2.1 Tuulivoimalaitokset tyypeittäin.....	15
3. Määritelmät ja tunnusluvut.....	18
4. Tuulen energiasisältö.....	20
4.1 Tuotantoindeksit.....	20
4.2 Tuotantoindeksit Pohjoismaissa.....	22
5. Asennetun tehon ja tuotannon kehitys.....	23
5.1 Teho ja sähköntuotanto.....	23
5.2 Euroopan tuulivoimakapasiteetti.....	25
5.3 Laitoskoon kehitys.....	27
5.4 Tunnuslukuja.....	28
6. Tuotantovertailuja vuodesta 2007.....	31
6.1 Tuotannon tunnusluvut vuonna 2007.....	31
6.2 Tuotannon jaotteluja vuodelta 2007.....	34
7. Käyttökatkot.....	35
7.1 Tekninen käytettävyys.....	35
7.2 Käyttökatkojen erittelyt.....	36
7.3 Jäätymiset ja kylmä aika.....	39
8. Tuulivoima ja sähkön kulutus.....	41
8.1 Tuulivoiman kausivaihtelu.....	41
8.2 Tuulivoimatuotanto valtakunnan huipun aikana.....	42
Lähdeluettelo.....	44
Liitteet	
Liite 1: Tilastoinnissa käytettävät raportointilomakkeet	
Liite 2: Vuositilasto 2007	
Liite 3: Laitokset, joiden nimi on muuttunut vuoden 2006 vuosiraportista	

# Table and figure captions in English

## List of Figures:

1. *Location of wind power plants at the end of year: a) all turbines, b) turbines and wind parks marked according to size (>5 MW wind parks labelled).*
2. *Development of market shares in Finland.*
3. *Market shares of end of year capacity.*
4. *Wind production index, yearly (100% means average production 1987–2001). Average of four indices is marked with line and label. (Perämeri: Gulf of Bothnia, North. Selkämeri: Gulf of Bothnia, South. Ahvenanmaa: Åland. Suomenlahti: Gulf of Finland.)*
5. *Wind production index, monthly. 100% means average monthly production in 1987–2001. Average of four indices is marked with line and label.*
6. *Wind resource variations in Finland, Sweden and Denmark. Production index, yearly.*
7. *Development of installed capacity and total yearly wind power production in Finland.*
8. *Total 12 month's wind power production of Finland as sliding averages. Production index (dotted line) is weighted average of the four indices. Installed capacity at the end of month is marked with broken line.*
9. *Development of installed capacity and total monthly wind power production in Finland.*
10. *Development of installed capacity in Finland, Sweden, Norway and total Europe.*
11. *Development of new installed wind power capacity, including the range, separately for new (Uudet) and second-hand (Käytetyt) capacity.*
12. *Development of the size of wind turbines. Hub height (napakorkeus) and rotor diameter for all turbines at the end of year, according to the manufacturing year.*
13. *Taller turbines produce more. Average power as capacity factor calculated for all turbines, and separately for hub heights of more and less of 50 m. Only turbines with availability > 80% and operating the whole year are in the analysis. Production index (weighted) as broken line.*
14. *Production as full load hours (huipunkäyttöaika) and relative to rotor area from all turbines that operated the full year. X-axis: starting year (manufacturing year for second-hand turbines).*

15. *The best 30 wind turbines according to full-load hours. The full load hours of two previous years as lighter bars, 3 year average as a line mark.*
16. *The best 30 wind turbines according to production relative to rotor area. The two previous years as lighter bars, 3 year average as a line mark.*
17. *Produced wind energy divided to producers.*
18. *Regional distribution of wind energy production in Finland. (Ahvenanmaa: Åland. Lappi: Lapland. Länsi-Suomi: West Finland. Etelä-Suomi: South Finland.)*
19. *Technical availability as function of turbine age.*
20. *Downtime caused by component faults for the year (kääntöjärjestelmä: yaw system; jarrut: brakes; lavat: blades; liukurenkaat: slip rings; ohjausjärjestelmä: control unit; sähköjärjestelmä: electrical; pääakseli + napa: main shaft and hub; vaihde: gearbox; generaattori: generator).*
21. *Downtime caused by component faults, cumulative since 1996 (konehuone: nacelle; torni: tower; tuntematon: unknown; lämmitys: heating system).*
22. *Seasonal variation of wind power production. (Kuukausi: month; Kulutus: consumption; Keskiarvo: average; % vuosituotannosta/kulutuksesta: % of yearly production/consumption).*

List of Tables:

1. *Wind turbines in the statistics. 300 kW Kopparnäs was dismantled in 1995, Pyhäntunturi and Paljasselkä turbines were dismantled and taken in operation in Jalasjärvi and Huittinen in 2003; and Inkoo 1–2 were dismantled in 2005.*
2. *Ownership categories of wind turbines in Finland.*
3. *Turbine types in Finland.*
4. *Development of wind power capacity in Finland.*
5. *Wind power capacity installed in Europe.*
6. *Key figures from standard turbines operating the whole year. Second-hand turbines installed inland and 3 MW plants are not included, in 2007 the two 300 kW turbines not operating during 2007 are not included (nimellisteho = nominal rated capacity; laitosten lukumäärä = number of turbines; vuosituotanto = yearly production; Keskimäärin = average; Suurin = max; pienin = min; Huipunkäyttöaika = full load hours; Kapasiteettikerroin = capacity factor; tuotantoindeksi = production index).*



7. *Key figures from standard turbines operating the whole year, when taking only the turbines with technical availability more than 90%.*
8. *Downtime reported, average 5.6 % in 2000–2007. (Huolto: planned maintenance; Häiriö: unspecified (shorter) downtime; Jäätyminen: icing; Muu syy: other; Sähköverkko: grid failure; Vika: failure; Vain seisokkiaika raportoitu: only downtime reported; yhteensä: total; % ajasta: % of time; % kapasiteetista raportoitu: % of capacity reported.)*
9. *Downtime reported as component failure. (Anturit: sensors; ilmajarrut: tip brakes; kytkimet: switches; kääntömoottori: yaw motor; lapa: blade; lapakulman säätömekanismi: pitch control; liukurenkaat: slip rings; lämmitys: heating; mekaaninen jarru: mechanical brake; ohjausjärjestelmä: control system; ohjausyksikkö: control unit; pääakseli: main shaft; tehoelektronikka: power electronics; vaihdelaatikko: gearbox; vaihteen laakerit: gear bearings; vaihteen tiivisteet: gear sealing; vaihto/tasasuuntaaja: converter; verkkoonkytkentä: grid connection; komponenttia ei eritelty: component not known; % vika-ajasta: % of total failure time.)*
10. *Turbines that have reported icing time or icing related downtime. % of total downtime (Osuus häiriöajasta) only from the turbines that have reported icing. (Tuntia: hours; Laitoksia: number of turbines. Regions, see Figure 18.)*
11. *Cold time reported from wind turbines in Finland.*
12. *Wind power production during the highest peak load in Finland.*
13. *Wind power production during the highest peak load hours in Finland: average and range of production all year (koko vuosi) and during 10, 50 and 100 highest peaks.*

# 1. Kuukausiraportointi

Tilastointiin ovat osallistuneet Suomen verkkoonkytketyt yli 50 kW tuulivoimalaitokset.

Tavoitteena on tilastoida Suomen jokaisen tuulivoimalaitoksen kuukausittaiset tuotantotiedot (brutto ja netto) sekä mahdolliset seisokkiajat erittelyineen.

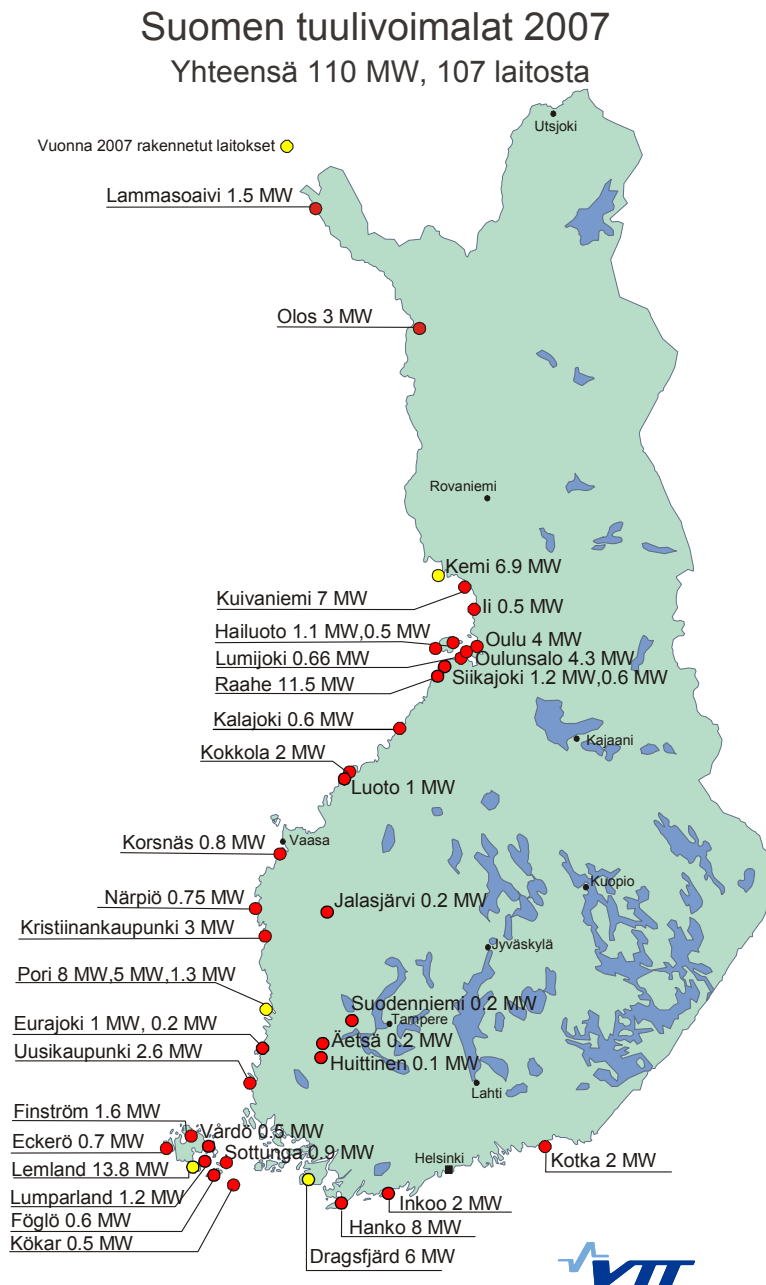
Tietokantaan lisättävien uusien laitosten seisokkiaikojen tilastointi aloitetaan niiden koekäyttövaiheen jälkeen. Koekäyttö kestää yleensä kuukaudesta muutamaan kuukauteen laitoksen verkkoonkytkennästä. Osa seisokkiajoista on jouduttu arvioimaan jälkeenpäin ja muutama laitos ei raportoi seisokkiaikoja.

Vuodesta 1999 lähtien tuotanto- ja vikaraportoinnissa on käytetty Excel-tiedostoja, joiden sisältämät tiedot luetaan tilastotietokantaan automaattisesti tietokoneohjelman avulla. Vuoden 2002 aikana tilastotietokantaan lisättiin valmiudet tuulivoimaloiden käyttökustannusten tilastoimiseksi. Käyttökustannukset kysytään laitosten omistajilta vuosittain, mutta toistaiseksi niitä on saatu kerättyä vain muutamalta tuottajalta. Tilastotietojen keräämisessä käytettävät lomakkeet ovat liitteessä 1.

Kuukausittaiset laitoskohtaiset yhteenvedot ovat ladattavissa linkin <http://www.vtt.fi/services/cluster7/index.jsp> kautta avautuvalta Tuulivoimatilastotsivulta kuukauden 15. päivän jälkeen. Puuttuvia tietoja päivitetään yleensä Tuulensilmä-, Vindögat- ja Windstatlehtiin tehtävän neljännesvuosiraportoinnin yhteydessä. Pienistä sisämaan laitoksista osa raportoi tuotantonsa vain vuositasolla.

## 2. Tilastointiin osallistuvat laitokset

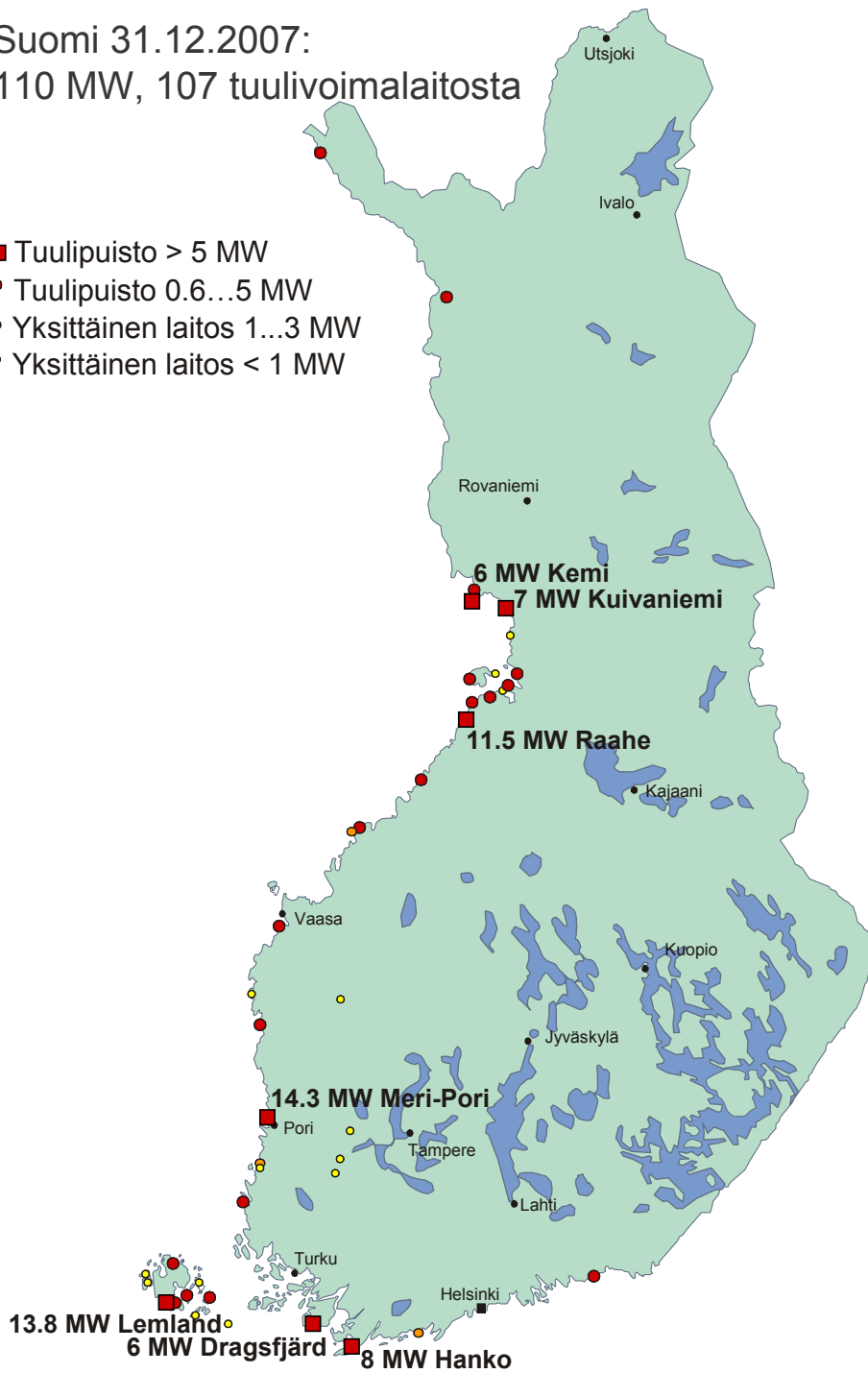
Tilastointiin osallistuivat vuonna 2007 kaikki laitokset: yhteensä 107 laitosta, 110 MW. Kemin 5 x 3 MW tuulipuistosta vain yksi laitos tuotti sähköä vuoden 2007 puolella ja näkyy 110 MW kapasiteetiluvussa. Laitosten sijainnit esitetään kuvassa 1 ja perustiedot taulukossa 1.



*Kuva 1a. Tilastointiin osallistuvien tuulivoimaloiden sijainnit vuoden 2007 lopussa. Vuoden 2007 aikana pystytettiin Poriin 1 MW, Lemland Båtskäriin 6 x 2,3 MW, Dragsfjärd Högsåraan 3 x 2 MW ja Kemiin 3 MW.*

Suomi 31.12.2007:  
110 MW, 107 tuulivoimalaitosta

- Tuulipuisto > 5 MW
- Tuulipuisto 0.6...5 MW
- Yksittäinen laitos 1...3 MW
- Yksittäinen laitos < 1 MW



*Kuva 1b. Tilastointiin osallistuvien tuulivoimaloiden sijainnit vuoden 2007 lopussa. Tuulipuistot merkitty koon mukaan, yli 5 MW tuulipuistot nimetty.*

*Taulukko 1. Vuoden 2007 tilastojen tuulivoimalaitokset siinä järjestyksessä kun ne on otettu tilastoihin mukaan. Omistusmuoto-lyhenne on selitetty taulukossa 2. Ensimmäinen laitos, 300 kW Kopparnäs, on purettu vuonna 1995, Pyhätunturin ja Paljasselän laitokset siirrettiin Jalasjärvelle ja Huittisiin vuonna 2003 ja Inkoon 1–2 laitokset purettiin vuonna 2005.*

Kunta Nimi	Aloit- tus: kk.vv	Omistaja	Omis- tusmuoto	Yhteyshenkilö	Valmis- taja	Teho kW
Korsnäs Korsnäs 1–4	11.91	Korsnäsin Tuulivoimapuisto Oy	C	Herbert Byholm	Nordtank	4 x 200
Sottunga Ormhälla	01.92	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Vestas	225
Siikajoki Säikkä 1–2	04.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	2 x 300
Kalajoki Rahja 1–2	04.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	2 x 300
Kemi Kemi 1–3	08.93	Kemin Tuulivoimapuisto Oy	C	Tarmo Malvalehto	Nordtank	3 x 300
Pori Pori 1	09.93	Pori Energia Oy	U	Timo Mäki	Nordtank	300
Hailuoto Marjaniemi 1–2	10.93	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	2 x 300
Hailuoto Marjaniemi 3	04.95	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	500
Hailuoto Huikku	04.95	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	500
Eckerö Bredvik	08.95	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Vestas	500
Kuivaniemi Vatunki 1	08.95	VAPO Oy	I	Esa Aarnio	Nordtank	500
Enontekiö Lammasoivi 1–2	10.96	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	2 x 450
Ii Laitakari 1	01.97	Iin Energia Oy	U	Kauko Torvela	Nordtank	500
Siikajoki Tauvo 1–2	04.97	Vattenfall sähköntuotanto Oy	U	Veikko Palmu	Nordtank	2 x 600
Kökar Kökar 1	10.97	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Enercon	500
Lemland Knutsboda 1,4	11.97	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Vestas	2 x 600
Lemland Knutsboda 2	11.97	Ålands Skogsägarförbund	C	Henrik Lindqvist	Vestas	600
Lemland Knutsboda 3	11.97	Ålands Vindkraft Ab	O	Henrik Lindqvist	Vestas	600
Vårdö Vårdö 1	09.98	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Enercon	500
Finström Pettböle 1–2	10.98	Ålands Vindkraft Ab	C	Henrik Lindqvist	Enercon	2 x 500
Kuivaniemi Kuivamatala 1–3	10.98	VAPO Oy	I	Esa Aarnio	NEGMicon	3 x 750
Muonio Olos 1–2	11.98	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	2 x 600
Enontekiö Lammasoivi 3	11.98	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	600
Lumijoki Routunkari	03.99	Lumituuli Oy	C	Aarne Koutaniemi	VESTAS	660
Pori Meri-Pori 1–8	06.99	Suomen Hyötytuuli Oy	U	Timo Mäki	Bonus	8 x 1 000
Oulunsalo Riutunkari T1	08.99	PVO Innopower	U	Lauri Luopajarvi	Nordex	1 300
Närpiö Öskata 1	09.99	Ab Öskata Vind Närpes Oy	C	Andreas Ek	NEGMicon	750
Kotka Kotka 1–2	09.99	Kotkan energia Oy	U	Jarmo Ritola	Bonus	2 x 1 000
Muonio Olos 3–5	09.99	Tunturituuli Oy	U	Seppo Partonen	Bonus	3 x 600
Finström Pettböle 3	10.99	Ålands Vindkraft Ab	C	Henrik Lindqvist	Enercon	600
Föglö Brättö	09.99	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Enercon	600
Uusikaupunki Hankosaari1–2	10.99	Propel Voima Oy	U	Janne Vettervik	Nordex	2 x 1 300

Kuivaniemi Vatunki 1,3,5	11.99	VAPO Oy	I	Esa Aarnio	NEGMicon	3 x 750
Oulu Vihreäsaari T1	09.01	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	1 000
Pori Meri-Pori 9	07.02	Suomen Hyötytuuli Oy	U	Timo Mäki	Bonus	2 000
Kuivaniemi Vatunki 6	12.02	VAPO Oy	I	Esa Aarnio	Vestas	2 000
Huittinen Huittinen 1	03.03*	Nordec Oy	C	Kariniemi	Nordtank	75
Lumparland Lumparland 1–2	08.03	Ålands Vindenergiandelslag	C	Henrik Lindqvist	Enercon	600
Kokkola Kokkola T1–2	06.03	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	2 x 1 000
Kristiinankaup. Kristiina T1–3	12.03	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	3 x 1 000
Oulunsalo Riutunkari T4–6	08.03	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	3 x 1 000
Eckerö Mellanön	07.04*	JG Vind	C	Henrik Lindqvist	Vestas	225
Raahe Raahe 1–5	06.04	Suomen Hyötytuuli Oy	U	Timo Mäki	Bonus	5 x 2 300
Hanko Sandö 1–4	09.04	SABA Wind Oy Ab	C	Tage Romberg	Enercon	4 x 2 000
Inkoo Barö 3	09.04	SABA Wind Oy Ab	C	Tage Romberg	Enercon	2 000
Eurajoki Olkiluoto TU-1	10.04	Teollisuuden Voima Oy	U	Jaakko Tuomisto	WinWinD	1 000
Jalasjärvi Vaasantie	07.03*	Hannu-Pekka Kivistö	C	H. Kivistö	Windworld	220
Oulu Vihreäsaari T2	12.04	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	3 000
Suodenniemi Koppelo	12.04*	Maatalousyrittäjä Pertti Tuori	C	Pertti Tuori	Vestas	225
Sottunga Kasberget	01.05*	Ålands Vindkraft Ab	C	Henrik Lindqvist	Vestas	660
Äetsä Marjamäenvuori	09.05*	Oittisen tila Oy	C	Jussi Oittinen	Vestas	225
Eurajoki Krisantie	12.05*	Ari-Matti Väkiparta	C	Ari-Matti Väkiparta	NegMicon	250
Kemi Ajos 1	12.05	Haminan Energia Oy	U	Pekka Raukko	WinWinD	3 000
Luoto Fränsviken 1	06.06	Larsmo Vindkraft	C	Jan-Erik Bång	WinWinD	1 000
Pori Meri-Pori 10	06.06	Suomen Hyötytuuli Oy	U	Timo Mäki	WinwinD	3 000
Pori Hiiskansaari	07.07	Kansallistuuli Oy	C	Markku Paju	WinWinD	1 000
Lemland Båtskär 1–6	08.07	Leovind Ab	C	Henrik Lindqvist	Enercon	6 x 2 300
Dragsfjärd Högsåra 1–3	09.07	Viawind Oy	C	Merja Paakkari	Harakosan	3 x 2 000
Kemi Ajos T5	12.07	PVO Innopower Oy	U	Lauri Luopajarvi	WinWinD	3 000

\* Ostettu käytettynä, aloitusaika ei kerro laitoksen ikää.

Tuulivoimalaitosten nimeäminen muutettiin vuoden 2008 alussa, tässä käytössä uudet nimet (liitteessä 3 on lista niistä laitoksista, joiden nimi on muuttunut). Laitoksista ilmoitetaan kunta sekä laitoksen nimi. Nimen perässä olevien numeroiden perusteella voi päätellä, kuinka monen laitoksen ryhmästä on kyse. Tästä muodostavat poikkeuksen Porin laitokset: muita laitoksia aikaisemmin rakennettu 300 kW Pori 1 sijaitsee Reposaareissa ja Meri-Pori-nimisistä laitoksista 1–4 Reposaaren Pengertiellä, 5 Reposaareissa ja laitokset 6–10 Tahkoluodossa.

Vuonna 2007 Suomeen pystytettiin 11 laitosta, yht. 24 MW. Poriin 1 MW Winwind kesäkuussa, Lemland Båtskäriin 6 x 2,3 MW Enercon heinä–syyskuussa, Dragsfjärd Högsåraan 3 x 2 MW Harakosan elo–syyskuussa ja Kemiin 5 x 3 MW Winwind loppu-

vuodesta – näistä vain yksi laitos tuotti sähköä vuoden 2007 puolella ja on mukana 2007 kapasiteettiluvussa.

Vuoden 2007 lopun kapasiteetista pisimpään käytössä olleet laitokset ovat Korsnäsin 4 laitosta, jotka ovat olleet käytössä marraskuusta 1991 lähtien.

Maailmalla tuulivoimakapasiteetin kasvaessa vanhoja pieniä laitoksia on alettu korvata uudemmilla ja suuremmilla laitoksilla. Syynä tähän on hyvätuulisten paikkojen maksimaalinen hyödyntäminen. Käytettyjä laitoksia on pystytetty Suomeen vuosina 2003–2005.

Suomessa oli ennen vuotta 2005 purettu vain muutamia tutkimuskäytössä olleita laitoksia. Vuonna 2005 purettu Inkoon Barösundin 4 MW (2 x 2 MW) laitokset vietiin takaisin Saksaan. Inkoon Kopparnäsin tutkimuslaitokset (purettu vuoden 2001 alussa) eivät osallistuneet tilastointiin. Vuoden 2001 syyskuussa purettiin Pelkosenniemen Pyhätunturilla sijainnut 220 kW tutkimuslaitos. Laitoksella oli merkittävä asema arktisen tuulivoiman tutkimus- ja kehitystyössä. Vuoden 2002 aikana purettiin Enontekiön Paljasselällä sijainnut 65 kW tuulivoimala. Lapin laitokset on sittemmin pystytetty uudelleen sisämaahan Etelä-Suomeen ja otettu uudestaan mukaan tilastointiin vuonna 2005.

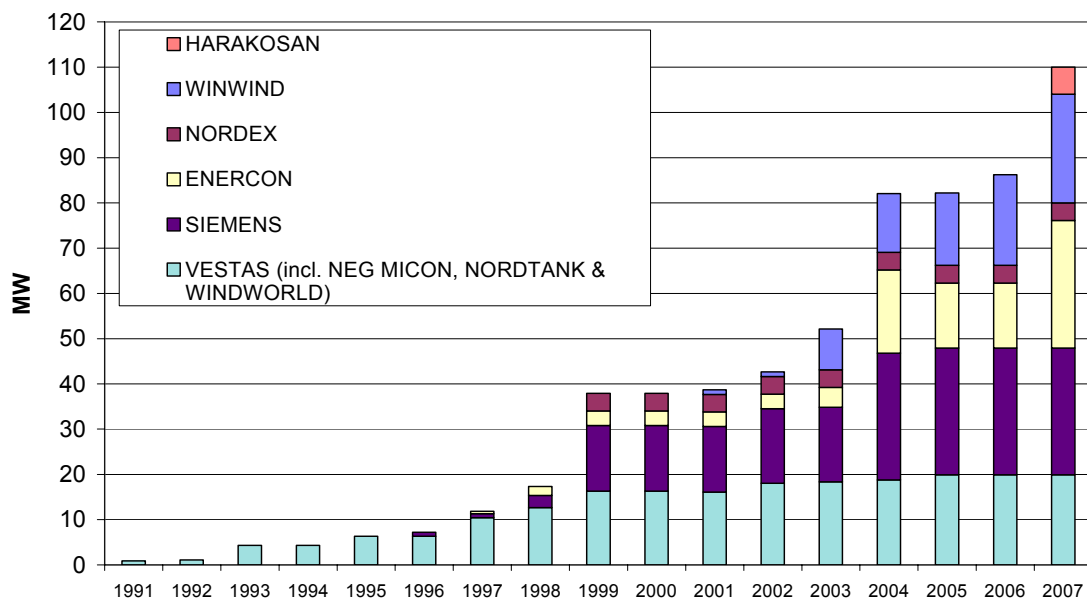
*Taulukko 2. Suomen verkkoonkytkettyjen ja tilastointiin osallistuvien tuulivoimalaitosten omistusmuodot vuoden 2007 lopussa.*

Omistusmuoto		Laitoksia		Kapasiteetti	
		lkm	%	MW	%
U	Sähköyhtiö (Utility company)	53	50 %	58,7	53 %
C	Kuluttajaomisteinen (Consumer owned company)	45	42 %	43,715	40 %
I	Teollisuus (Industry owned company)	8	7 %	7	6 %
O	Muu yritys (Other)	1	1 %	0,6	1 %
YHTEENSÄ		107	100 %	110,01	100 %

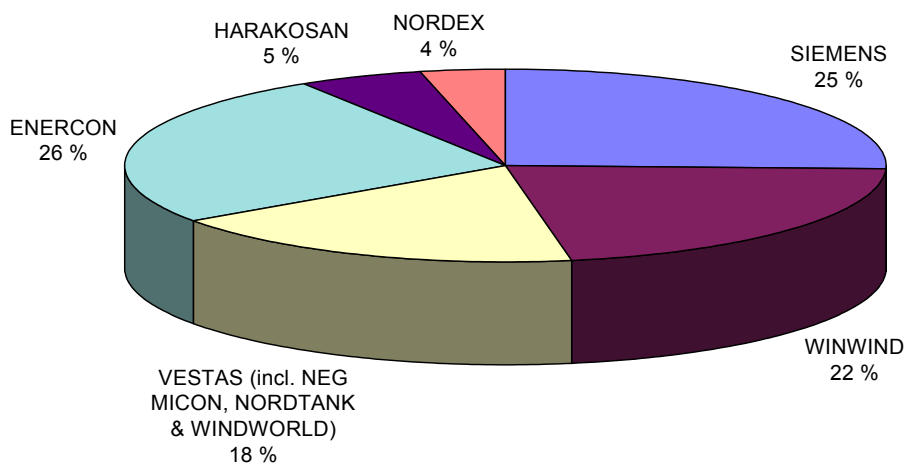
## 2.1 Tuulivoimalaitokset tyypeittäin

Tuulivoimalavalmistajien markkinaosuuksien kehittyminen Suomessa vuodesta 1991 esitetään kuvassa 2.

Valmistajien markkinaosuudet Suomen koko tuulivoimakapasiteetista vuoden 2007 lopussa esitetään kuvassa 3. Suomessa käytössä olevien tuulivoimaloiden tyypit on koottu taulukkoon 3.



Kuva 2. Markkinaosuusten kehitys Suomen tuulivoimakapasiteetista vuosina 1991–2007.



Kuva 3. Tuulivoimalavalmistajien markkinaosuudet Suomen tuulivoimakapasiteetista vuoden 2007 lopussa (110 MW).



Taulukko 3. Suomessa käytössä olevat tuulivoimalaitostyyppit vuoden 2007 lopussa.

Valmistaja	Nimellisteho (kW)	Lukumäärä	Yhteensä kW
WINWIND	3 000	4	12 000
ENERCON	2 300	6	13 800
BONUS*	2 300	5	11 500
ENERCON	2 000	5	10 000
HARAKOSAN	2 000	3	6 000
BONUS*	2 000	1	2 000
VESTAS	2 000	1	2 000
NORDEX	1 300	3	3 900
BONUS*	1 000	12	12 000
WINWIND	1 000	10	10 000
NEGMICON*	750	7	5 250
VESTAS	660	2	1 320
BONUS*	600	6	3 600
ENERCON	600	4	2 400
VESTAS	600	4	2 400
NORDTANK*	600	2	1 200
ENERCON	500	4	2 000
NORDTANK*	500	4	2 000
VESTAS	500	1	500
BONUS*	450	2	900
NORDTANK*	300	10	3 000
NEGMICON*	250	1	250
VESTAS	225	4	900
WINDWORLD	220	1	220
NORDTANK*	200	4	800
NORDTANK*	75	1	75
		107	110 015

\*Bonus on siirtynyt Siemensin omistukseen vuoden 2005 lopussa, Nordtank on ollut osa NEG Miconia ja vuodesta 2003 siirtynyt Vestaksen omistukseen.

### 3. Määritelmät ja tunnusluvut

Koska tuulivoimalaitokset ovat erikokoisia, niiden tuotantoja ei voi suoraan verrata toisiinsa. Tuulivoimalaitosten tuotantolukuja 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 1 000 kWh/m<sup>2</sup> tai huipunkäyttöaika on yli 2 400 h, on laitos tuottanut erittäin hyvin. Heikot tunnusluvut johtuvat huonoista tuulisuusolosuhteista, suuresta häiriötuntimäärästä tai teknisistä vioista. Heikot tuuliolosuhteet voivat johtua huonosta sijoituspaikasta tai keskimääräistä heikkotuulisemmasta vuodesta. On myös huomioitava, että laitos, jossa on suuri roottori suhteessa generaattorin kokoon (niin sanottu heikkojen tuulien laitos), antaa suuren huipunkäyttöajan mutta pienen tuotannon pyörähdyspinta-ala kohden, kun taas erittäin tuulisille paikoille suunniteltu laitos (suuri generaattori suhteessa roottoriin) antaa päinvastaiset tunnusluvut.

$$\text{Tuotanto roottorin pyyhkäisyypinta-ala kohti } e \text{ (kWh/m}^2\text{): } e = \frac{Tuot.(kWh)}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

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

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

**Seisokkiaika (h):** Aika, jolloin tuulivoimalaitoksella on käyttökato huollon, vian, ohimenevän häiriön tai muun pysäytyksen vuoksi. Seisokkiaikaan 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). Seisokkiaikaan lasketaan mukaan sähköverkosta aiheutuneet seisokit, jotka eivät kuitenkaan vähennä laitoksen teknistä käytettävyyttä.

$$\text{Tekninen käytettävyys (%): } \frac{tunnit - (seisokkiaika - sähköverkkohäiriöt)}{tunnit}$$

Esim. tekninen käytettävyys vuodelta 2006: tunnit saavat arvon 8 760 h. Keskimääräinen käytettävyys kaikille laitoksille: seisokkiaika yhteensä pois lukien sähköverkkohäiriöt; tunnit yhteensä kaikille laitoksille ottaen huomioon kesken vuotta aloittaneiden laitosten pienemmän tuntimäärän.

**Tuotantoindeksi (%):** Sääasemalta mitattujen tuulennopeushavaintojen perusteella laskettu tuotanto suhteessa pitkän aikavälin havainnoista laskettuun keskimääräiseen

tuotantoon. Tuulennopeushavainnot muutetaan keskitehoksi käyttäen 1 500 kW tuuli-voimalaitoksen tehokäyrää. Lämpötilan muutoksista johtuvan ilman tiheyden vaihtelun vaikutus tuotantoon otetaan huomioon.

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

## 4. Tuulen energiasisältö

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

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 Isosaari (17 m)
2. Ahvenanmaa ja Saaristomeri: Lemland Nyhamn (16 m)
3. Selkämeri: Kristiinankaupunki Karhusaari (36 m)
4. Perämeri: Hailuoto Marjaniemi (46 m).

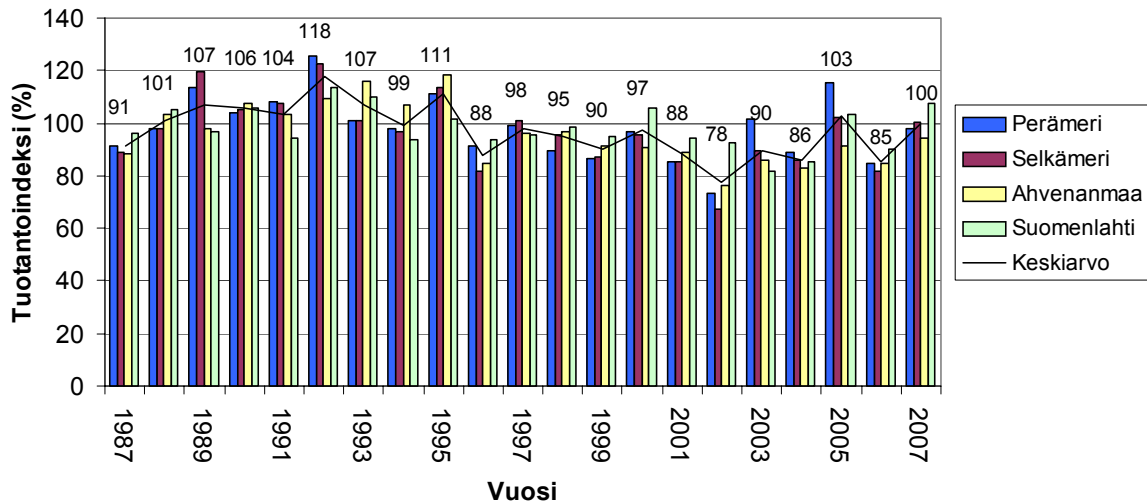
Lapin tunturialueilta ei ole saatavilla pitkän ajan keskiarvon määrittämiseen vaadittavaa havaintoaineistoa, joten Lapin alueelle tuotantoindeksiä ei voida toistaiseksi määrittää.

Ennen vuotta 2002 lasketuissa tuotantoindekseissä vertailujaksona käytettiin vuosia 1985–1995 ja indeksien laskennassa nimellisteholtaan 500 kW voimalan tehokäyrää. Vuoden 2002 aikana suoritettujen tilastoinnin kehittämishankkeen yhteydessä päivitettiin tuotantoindeksien laskenta ja laskennassa käytetty vertailujakso. Vertailujaksoa pidennettiin aiemmin käytetystä 11 vuodesta 15 vuoteen ja vertailujaksoksi valittiin 1987–2001. Indeksien laskennassa käytetään vuodesta 2002 alkaen nimellisteholtaan 1 500 kW laitosta [2]. Vuonna 2005 siirryttiin käyttämään Selkämeren indekseissä Kristiinankaupunkia Valassaarten sijaan.

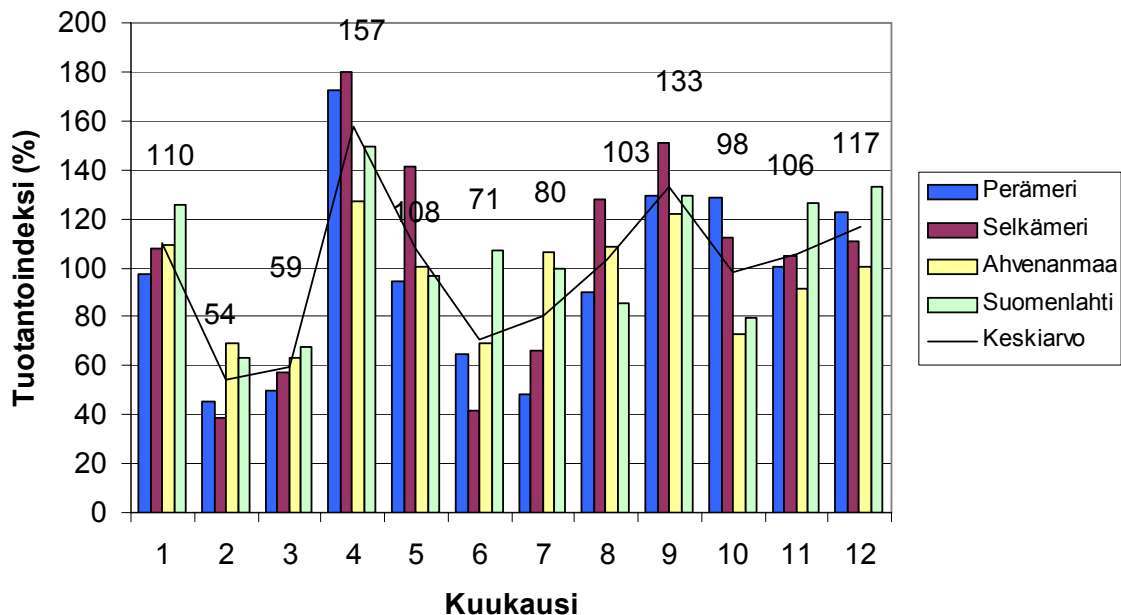
### 4.1 Tuotantoindeksit

Vuosi 2007 oli tuulisuudeltaan keskimääräinen Pohjanlahdella, Suomenlahdella keskimääräistä tuulisempi ja Ahvenanmaalla keskimääräistä tyynempi. Ilmatieteen laitoksen laskemien tuotantoindeksien mukaan tuulivoimatuotanto oli pitkän aikavälin keskimääräisestä tuotannosta. Eri merialueiden tuulisuutta kuvaavat Ilmatieteen laitoksen laskemat tuotantoindeksit vuonna 2007 olivat seuraavat: Perämerellä 97 %, Selkämerellä 100 %, Ahvenanmaalla 94 % ja Suomenlahdella 107 % pitkän aikavälin keskimääräisestä tuotannosta. Vuosittaiset tuotantoindeksit sekä niiden keskiarvo esitetään kuvassa 4. Tuo-

tantoindeksien keskiarvo vuonna 2007 oli 100 %. Indeksien tuotannolla painotettu keskiarvo, jossa on huomioitu, millä indeksialueilla tuotettiin tuulivoimaa, oli 99 % (asennetun kapasiteetin mukaan painotettu keskiarvo myös 99 %).



Kuva 4. Tuulivoiman tuotantoindeksit Suomen rannikolla vuosina 1987–2007. 100 % on keskimääräinen tuotanto vertailuajanjaksolla 1987–2001. Keskiarvo on merkitty viivalla ja numeroilla.

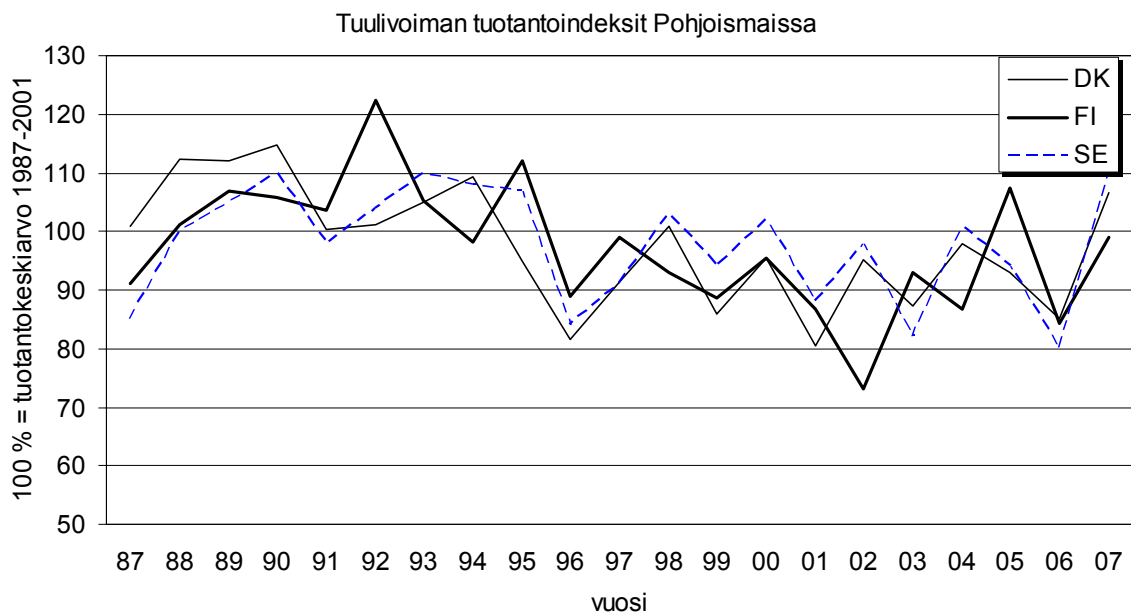


Kuva 5. Kuukausittaiset tuotantoindeksit v. 2007 neljältä sääasemalta. 100 % on keskimääräinen kuukausituotanto vertailuajanjaksolla 1987–2001. Keskiarvo on merkitty viivalla ja numeroilla.

Kuukausitason indeksit vuodelta 2007 on esitetty kuvassa 5. Tammikuu alkoi tuulisena, mutta helmi–maaliskuu oli erittäin tyyntä koko maassa. Huhtikuu ja syyskuu olivat huomattavasti keskimääräistä tuulisempia koko maassa. Toukokuu oli tuulinen Selkämerellä, kesäkuu Suomenlahdella ja heinäkuu Suomenlahdella ja Ahvenanmaalla. Elokuussa tuuli Selkämerellä ja Ahvenanmaalla. Lokakuussa tuuli hyvin Pohjanlahdella, marraskuussa Suomenlahdella ja joulukuussa oli keskimääräistä tyyntempää vain Ahvenanmaalla.

## 4.2 Tuotantoindeksit Pohjoismaissa

Tuuliolosuhteet vaihtelevat sekä eri merialueilla että eri Pohjoismaissa. Vertailu tuotantoindekseistä Ruotsin ja Tanskan kanssa esitetään kuvassa 6 [1, 3].



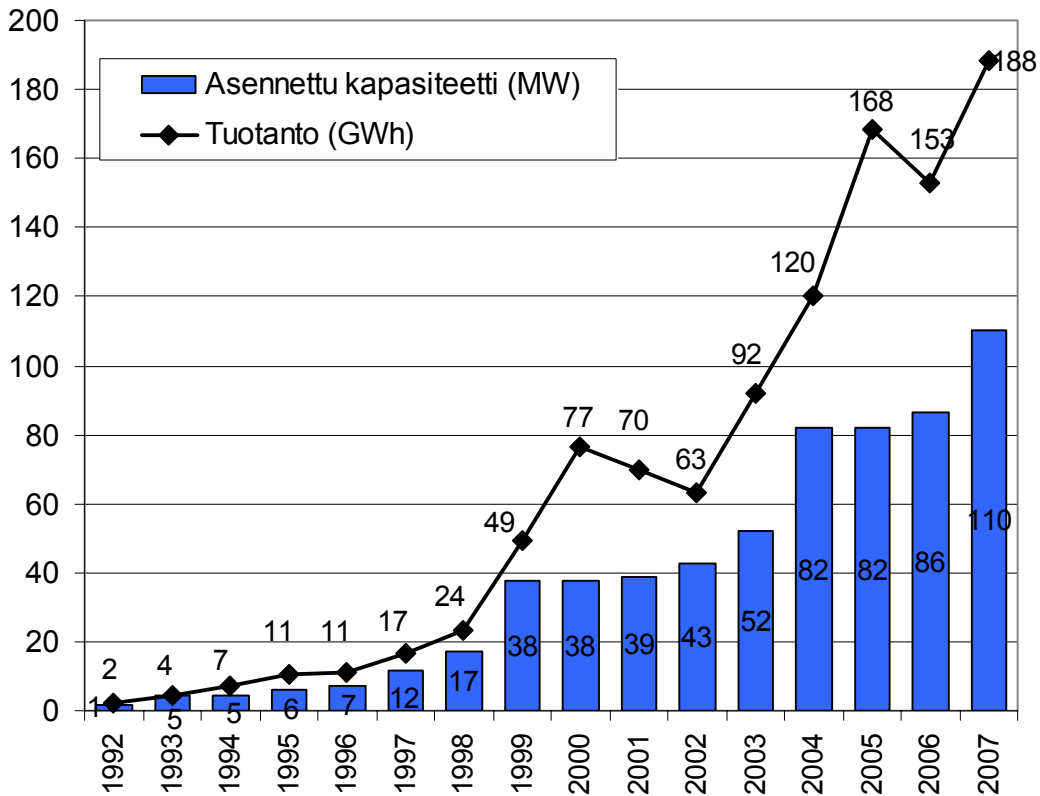
Kuva 6. Tuuliolosuhteiden vuosivaihtelu Suomessa (FI), Ruotsissa (SE) ja Tanskassa (DK). Tuulivoiman tuotantoindeksit 1987–2007.

## 5. Asennetun tehon ja tuotannon kehitys

Vuoden 2007 tuotantotilasto tuulivoimalaitoksittain on esitetty taulukkona liitteessä 2.

### 5.1 Teho ja sähköntuotanto

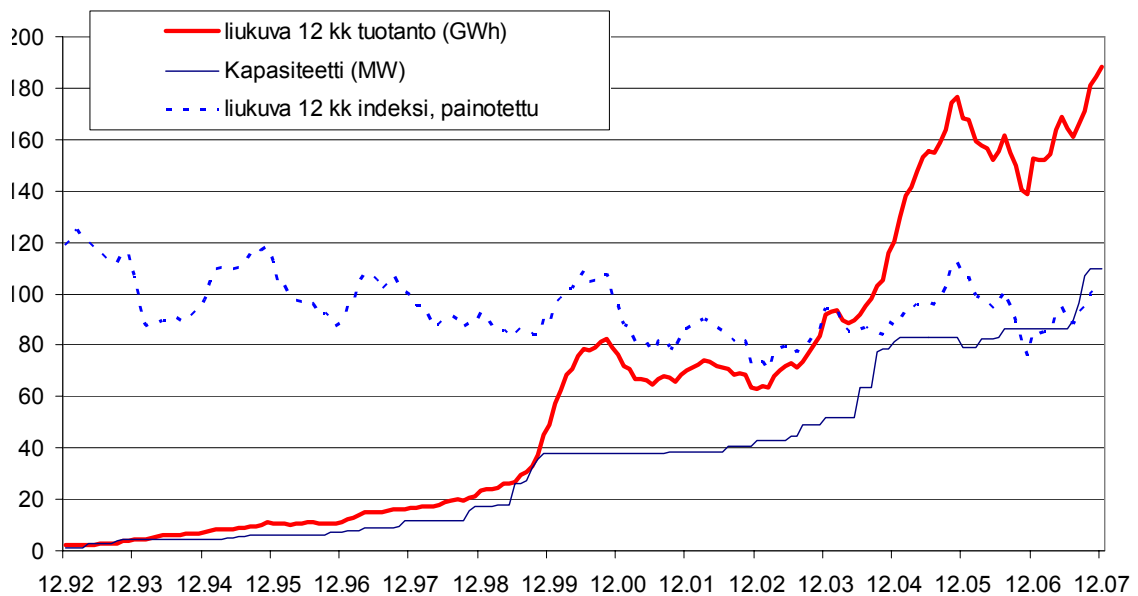
Suomen tuulivoimalaitosten yhteenlaskettu tuotanto vuonna 2007 oli 188 GWh. Suomen kokonaistuulivoimakapasiteetti vuoden 2007 lopussa oli 110 MW. Tuulivoimakapasiteetin kasvun osalta vuosi 2004 on ollut tähän mennessä paras: kasvua oli edellisvuoteen verrattuna 30 MW (57 %) ja tuotannossa 30 GWh (31 %). Vuonna 2007 pystytettiin 24 MW (kasvua 28 %). Tuotanto kasvoi 36 GWh (23 %), osittain kasvu tuli siitä että vuosi 2007 oli hyvä tuulivuosi verrattuna vuoteen 2006. Tuotannon kehitys 1992–2007 esitetään käyränä kuvassa 7. Samassa kuvassa näkyy myös asennettu kapasiteetti vuoden lopussa. Asennetun kapasiteetin kehitys näkyy taulukossa 4. Tuotantotilastoinnissa käytetään suurimmasta osasta voimaloita nettotuotantoja.



Kuva 7. Asennetun tuulivoimakapasiteetin ja tuotannon kehitys Suomessa vuosina 1992–2007.

Taulukko 4. Suomen tuulivoimakapasiteetin kehitys vuosina 1991–2007.

Vuosi	Uusi kapasiteetti		Käytöstä poistettu		Vuoden lopussa	
	MW	lkm.	MW	lkm.	MW kumul.	lkm.
1991	0,865	5			1,2	6
1992	0,225	1			1,4	7
1993 Energia-laitos	3,22	11			4,6	18
1994	0	0			4,6	18
1995 Muu	2	4	0,3	1	6,3	21
1996	0,9	2			7,2	23
1997	4,6	8			11,8	31
1998	5,55	9			17,4	40
1999	20,56	23			37,9	63
2000	0	0			37,9	63
2001	1	1	0,22	1	38,7	63
2002	4	2	0,065	1	42,6	64
2003	9,5	12			52,1	76
2004	29,95	16			82,1	92
2005	4,135	4	4	2	82,2	94
2006	4	2			86,2	96
2007	11	24			110,2	107

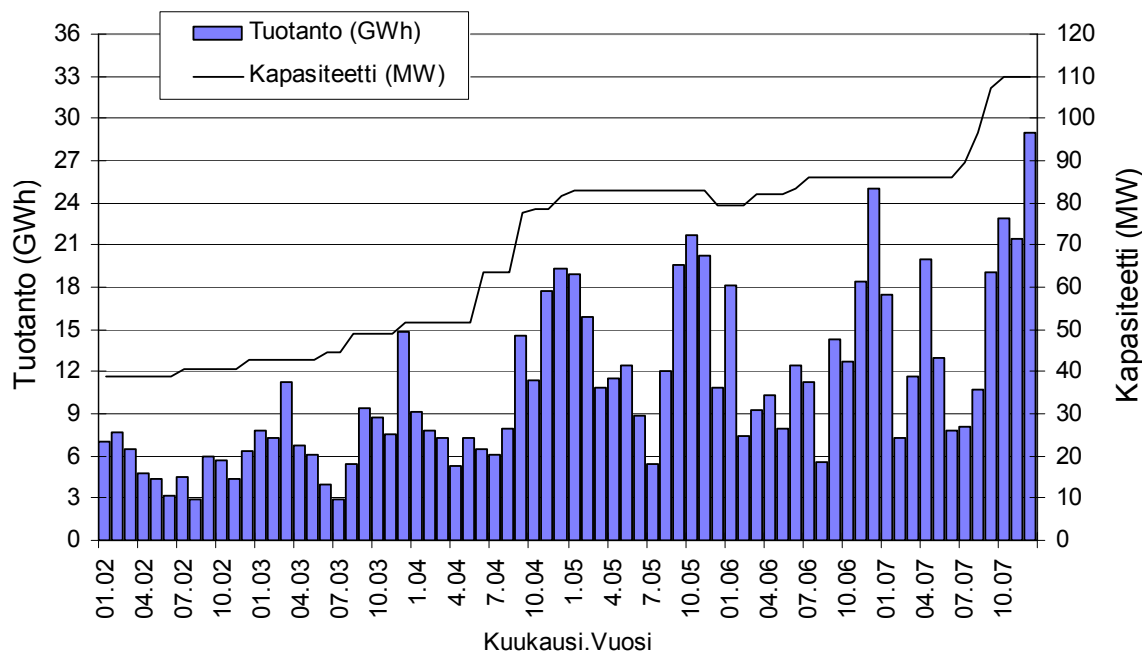


Kuva 8. Suomen tuulivoiman vuosituotanto 1992–2007 kuukausittain liukuvana 12 kk summana. Kuukauden lopussa asennettu kapasiteetti näkyy ohuempana viivana. Neljästä tuotantoindeksistä on painotettu keskiarvo sen mukaan, mille alueille on asennettu tuulivoimakapasiteettia.



Kuvassa 8 vuosituotannot esitetään liukuvana 12 kk summana. Vuoden 2007 tuotanto oli samalla suurin tähän mennessä saavutettu 12 kk tuulivoimatuotanto. Kuvaan on piirretty myös tuotantoindeksit samanlaisina liukuvina 12 kk arvoina. Tuotantoindekseistä on laskettu yksi luku kuvaamaan Suomea siten, että neljää indeksiä on painotettu asennetun kapasiteetin mukaan.

Kuvassa 9 näkyy Suomen kuukausittainen tuulivoimatuotanto sekä kapasiteetin kasvu neljän viimeisen vuoden ajalta. Koko Suomen tuulivoimaloiden kuukausituotanto vaihteli välillä 8 ja 29 GWh vuonna 2007.



Kuva 9. Tuulivoiman tuotanto ja kapasiteetin kehitys Suomessa kuukausittain vuosina 2002–2007.

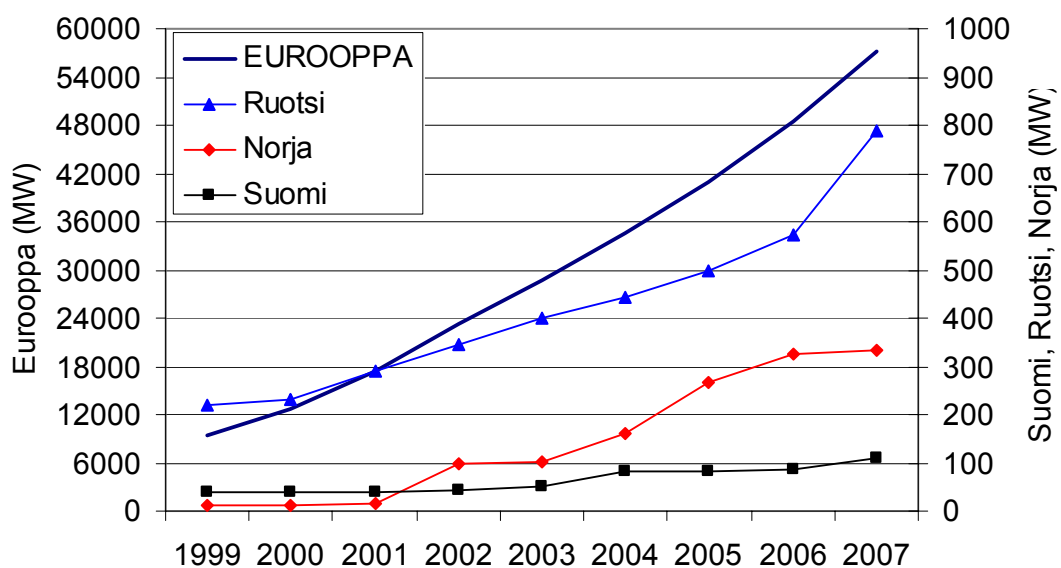
## 5.2 Euroopan tuulivoimakapasiteetti

Euroopan tuulivoimakapasiteetti vuoden 2007 lopussa oli noin 57 000 MW (EU:n alueella 56 500 MW), josta vuoden 2006 aikana rakennettiin 8 600 MW eli 15 %. Maailman tuulivoimakapasiteetti vuoden 2007 lopussa oli noin 94 000 MW. Taulukossa 5 on esitetty Euroopan tuulivoimakapasiteetin kehitys maittain vuosina 2000–2007. Suomi on Euroopan sijalla 17 asennetussa tuulivoimakapasiteetissa. Vuonna 2007 Euroopassa rakennetusta tuulivoimakapasiteetista valtaosa rakennettiin Saksaan ja Espanjaan (yli 5 000 MW).

Kuvassa 10 on esitetty tuulivoimakapasiteetin kehitys Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa. Samaan kuvaan on myös merkitty Euroopan tuulivoimakapasiteetin kehitys.

Taulukko 5. Euroopan tuulivoimakapasiteetti [4].

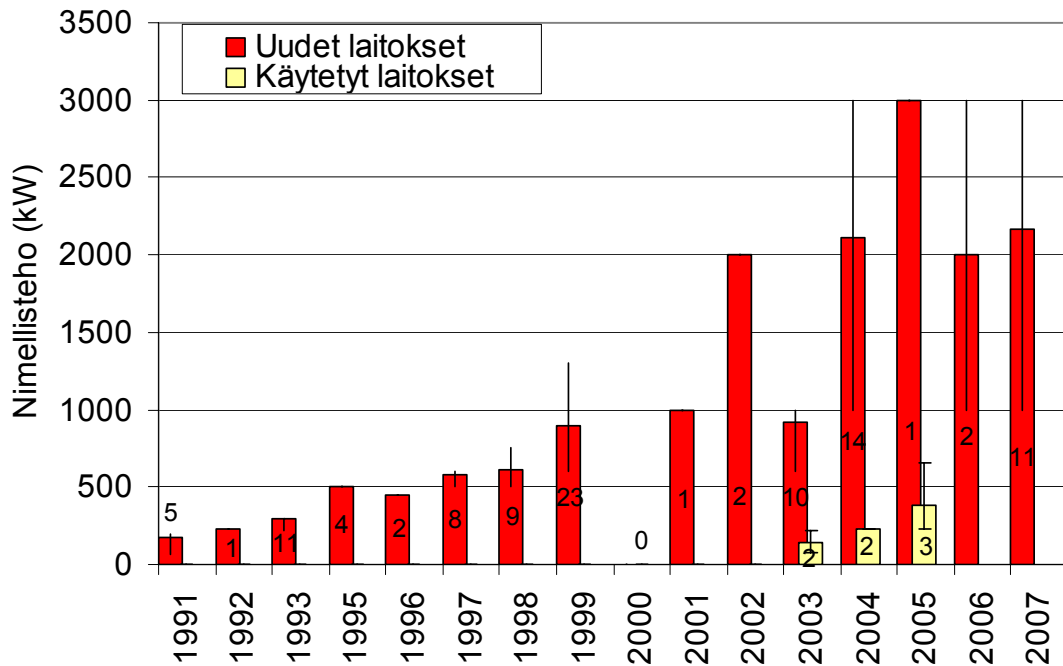
MW	Kapasiteetti vuoden lopussa							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Saksa	6 113	8 754	11 994	14 609	16 629	18 428	20 622	22 247
Espanja	2 235	3 337	4 825	6 203	8 263	10 027	11 615	15 145
Tanska	2 300	2 417	2 889	3 115	3 118	3 122	3 136	3 125
Italia	427	697	788	904	1 265	1 717	2 123	2 726
Ranska	66	78	148	253	390	757	1 567	2 454
Britannia	406	474	552	648	907	1 353	1 963	2 389
Portugali	100	125	195	296	522	1 022	1 716	2 150
Hollanti	446	493	693	910	1 079	1 219	1 560	1 746
Itävalta	77	94	140	415	606	819	965	982
Kreikka	189	272	297	375	473	573	746	871
Irlanti	118	125	137	191	339	496	745	805
Ruotsi	231	290	345	399	442	500	572	788
Norja	13	17	97	101	160	267	325	333
Belgia	13	31	35	68	96	167	193	287
Puola	5	22	27	63	63	73	152	276
Tshekki	7	5	3	9	17	26	50	116
Suomi	38	39	43	52	82	82	86	110
Bulgaria	0	0	0	0	1	10	36	70
Unkari	0	1	2	2	3	17	61	65
Viro	0	2	2	2	3	30	32	58
Liettua	0	0	0	0	7	7	48	50
Luxemburg	15	15	17	22	35	35	35	35
Latvia	0	2	24	26	27	27	27	27
Sveitsi	3	5	5	5	9	12	12	12
Muu Eurooppa	10	47	70	136	104	109	176	269
<b>EUROOPPA</b>	<b>12 812</b>	<b>17 342</b>	<b>23 212</b>	<b>28 804</b>	<b>34 640</b>	<b>40 895</b>	<b>48 563</b>	<b>57 136</b>



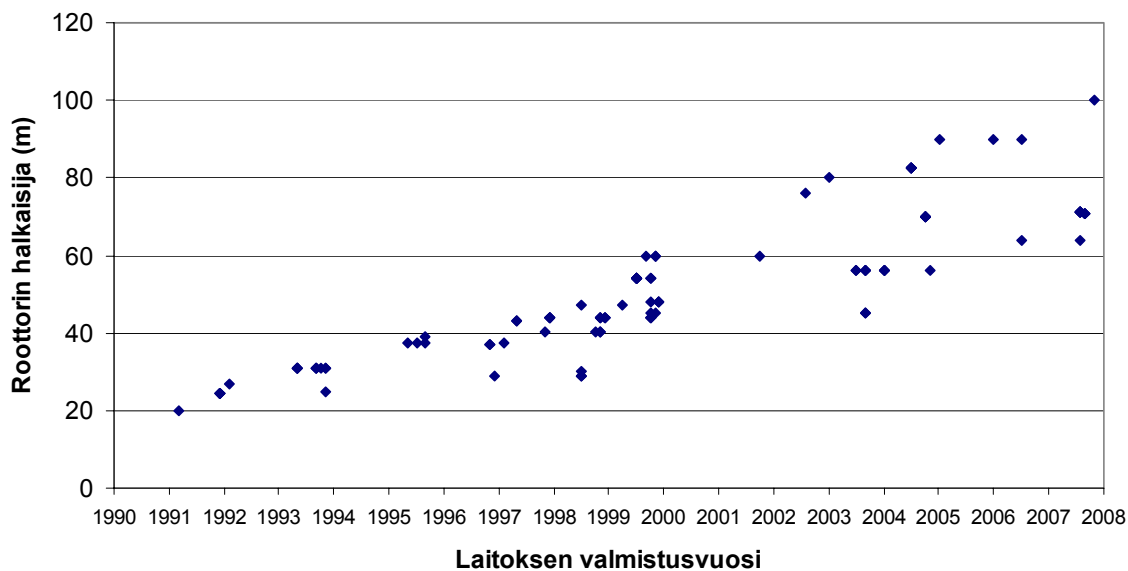
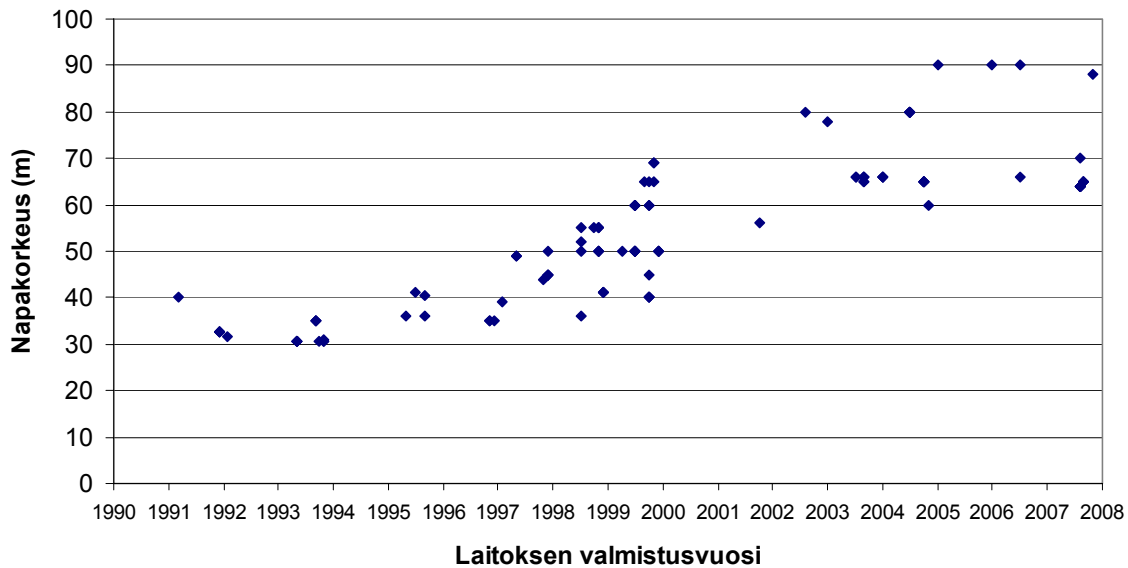
Kuva 10. Tuulivoimakapasiteetin kehitys Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Euroopassa.

### 5.3 Laitoskoon kehitys

Asennetun uuden kapasiteetin keskiteho on kasvanut 170 kW:sta (vuonna 1991) 2 200 kW:iin vuonna 2007. Vuodesta 2003 käytettynä ostettujen laitosten huomattavasti pienemmät laitoskoot vaikuttavat jonkin verran keskitehoon; ne on eritelty kuvassa 11. Vuoden 2007 lopussa Suomen tuulivoimalaitosten keskikoko oli 1 028 kW (107 laitosta, yht. 110 MW). Ilman käytettynä ostettuja laitoksia keskiteho oli 1 081 kW (100 laitosta, yht. 108 MW). Vuoden 2007 lopussa olevien laitosten korkeus ja roottorin halkaisija näkyvät kuvassa 12.



Kuva 11. Vuosittain asennetun tuulivoimakapasiteetin keskitehon kehitys 1991–2007 ja vuosittain asennetun kapasiteetin koonvaihtelu, erikseen uusille ja käytettynä ostetuille laitoksille. Laitosten lukumäärä näkyy numerona pylvään sisällä.



Kuva 12. Vuoden 2007 lopun tuulivoimalaitoskapasiteetti laitoksen iän mukaan, laitokorkeuden ja roottorin halkaisijan kehitys.

## 5.4 Tunnuslukuja

Eri vuosien tuotantotietojen vertailemiseksi laitosten yhteenlasketusta tuotannosta on laskettu keskimääräiset tunnusluvut taulukkoon 6. Taulukossa ovat myös yksittäisten laitosten maksimi- ja minimiarvot (eniten tuottanut laitos ja vähiten tuottanut laitos). Laskelmiin on otettu mukaan ainoastaan ne laitokset, jotka ovat olleet koko vuoden toiminnassa. Vuoden 2007 luvuissa eivät ole mukana 3 MW:n laitokset eivätkä koko vuoden poissa toiminnasta olleet Kalajoen kaksi 300 kW:n laitosta. Kesällä 2004 tulipalossa tuhoutunut laitos ei ole mukana vuoden 2004 luvuissa. Lapin tutkimuslaitokset eivät ole

mukana (vuoteen 2001), eivät myöskään Etelä-Suomen sisämaahan pystytetyt alle 300 kW:n laitokset. Taulukossa 6 esitetyt painotetut tuotantoindeksit ovat vertailukelpoisia, eli tässä on käytetty samaa indeksin vertailujaksoa 1987–2001 ja Selkämeren aseman tietoja kaikille vuosille.

*Taulukko 6. Koko vuoden toiminnassa olleiden voimalaitosten tuotantoluvuista laskettuja tunnuslukuja vuosilta 2000–2007. Sisämaan käytettynä ostetut laitokset sekä 3 MW:n laitokset eivät ole mukana luvuissa.*

Vuosi	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Laitosten nimellisteho yht. (MW)	38	38	39	43	51	75	75	76
Laitosten lukumäärä	61	61	62	64	73	87	87	86
Vuosituotanto yht. (MWh)	76 225	69 359	61 030	84 619	98 134	159 977	140 578	153 527
Eniten tuottaneen laitoksen tuotanto	2 960	2 650	2 406	6 578	5 697	7 035	6 420	6 784
Vähiten tuottaneen laitoksen tuotanto	307	164	221	259	258	317	196	153
<b>Huipunkäyttöaika keskimäärin (h)</b>	<b>2 025</b>	<b>1 843</b>	<b>1 580</b>	<b>1 985</b>	<b>1 942</b>	<b>2 063</b>	<b>1 789</b>	<b>1 953</b>
Suurin huipunkäyttöaika	2 842	2 918	2 622	3 89	2 848	3 518	3 210	3 392
Pienin huipunkäyttöaika	1 218	821	444	862	861	696	536	674
<b>Tuotanto pyyhkäisyypinta-alaa kohti keskimäärin (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>816</b>	<b>742</b>	<b>635</b>	<b>789</b>	<b>760</b>	<b>861</b>	<b>746</b>	<b>813</b>
Suurin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	1 154	1 157	1 028	1 450	1 256	1 551	1 415	1 495
Pienin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	484	345	183	343	342	319	246	268
<b>Kapasiteettikerroin keskimäärin</b>	<b>0.22</b>	<b>0.20</b>	<b>0.17</b>	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	<b>0.24</b>	<b>0.20</b>	<b>0.22</b>
Suurin kapasiteettikerroin	0.32	0.33	0.30	0.38	0.32	0.40	0.37	0.39
Pienin kapasiteettikerroin	0.14	0.09	0.05	0.10	0.10	0.08	0.06	0.08
Tuotantoindeksi keskimäärin*	95 %	87 %	73 %	93 %	87 %	108 %	84 %	99 %

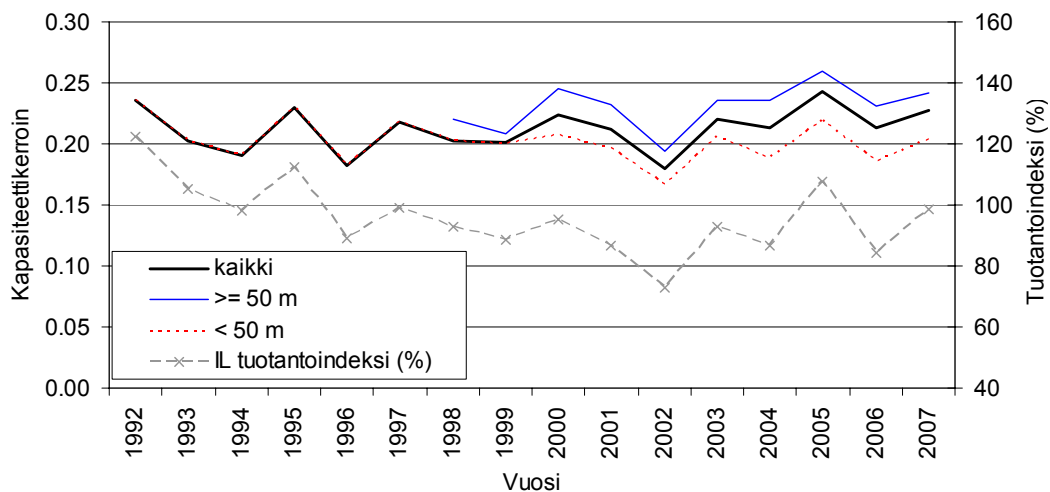
\* Laitosten tuotannolla painotettu keskiarvo Perämeren, Selkämeren, Suomenlahden ja Ahvenanmaan tuotantoindekseistä.

Keskimääräinen huipunkäyttöaika vuonna 2007 oli 1 953 h/a, ja kun otetaan vain yli 90 % käytettävyydellä toimineet laitokset, 2 035 h/a. Taulukkoon 7 on tehty sama laskenta niin, että on poistettu niiden voimaloiden tuotanto, joiden käytettävyys on ollut heikko (< 90 %). Kuvassa 13 näkyy keskimääräinen kapasiteettikerroin eri vuosina erikseen korkeille ja matalille laitoksille sekä tuotantoindeksi. Tuulivoimaloiden suorituskyvyn parantuminen selittyy toisaalta megawattiluokan korkeilla voimaloilla, toisaalta paremmin valituilla sijoituspaikoilla.

Taulukko 7. Tilastointiin osallistuvien standardilaitosten tuotantoluvuista laskettuja tunnuslukuja vuosilta 2000–2007, kun mukana ovat ainoastaan laitokset, joiden käytettävyys on ollut yli 90 %.

Vuosi	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Laitosten nimellisteho yht. (MW)	35	30	34	37	44	68	61	67
Laitosten lukumäärä	53	49	53	54	63	76	67	73
Vuosituotanto yht. (MWh)	71 766	59 512	57 049	75 719	89 672	147 697	119 369	139 794
Eniten tuottaneen laitoksen tuotanto	2 960	2 650	2 406	6 578	5 697	7 035	6 420	6 784
Vähiten tuottaneen laitoksen tuotanto	307	224	230	279	281	343	239	295
<b>Huipunkäyttöaika keskimäärin (h)</b>	<b>2 060</b>	<b>1 962</b>	<b>1 655</b>	<b>2 067</b>	<b>2 036</b>	<b>2 134</b>	<b>1 900</b>	<b>2 035</b>
Suurin huipunkäyttöaika	2 842	2 918	2 622	3 289	2 848	3 518	3 210	3 392
Pienin huipunkäyttöaika	1 341	1 118	1 021	1 341	936	1 091	797	985
<b>Tuotanto pyyhkäisypinta-alaa kohti keskimäärin (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>842</b>	<b>793</b>	<b>678</b>	<b>836</b>	<b>796</b>	<b>889</b>	<b>790</b>	<b>846</b>
Suurin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	1 154	1 157	1 028	1 450	1 256	1 551	1 415	1 495
Pienin tuotanto kWh/m <sup>2</sup>	533	471	406	586	372	455	317	391
<b>Kapasiteettikerroin keskimäärin</b>	<b>0.23</b>	<b>0.22</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.22</b>	<b>0.24</b>	<b>0.22</b>	<b>0.23</b>
Suurin kapasiteettikerroin	0.32	0.33	0.30	0.38	0.32	0.40	0.37	0.39
Pienin kapasiteettikerroin	0.15	0.13	0.12	0.15	0.11	0.12	0.09	0.11
Tuotantoindeksi keskimäärin*	95 %	87 %	73 %	93 %	87 %	108 %	84 %	99 %

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



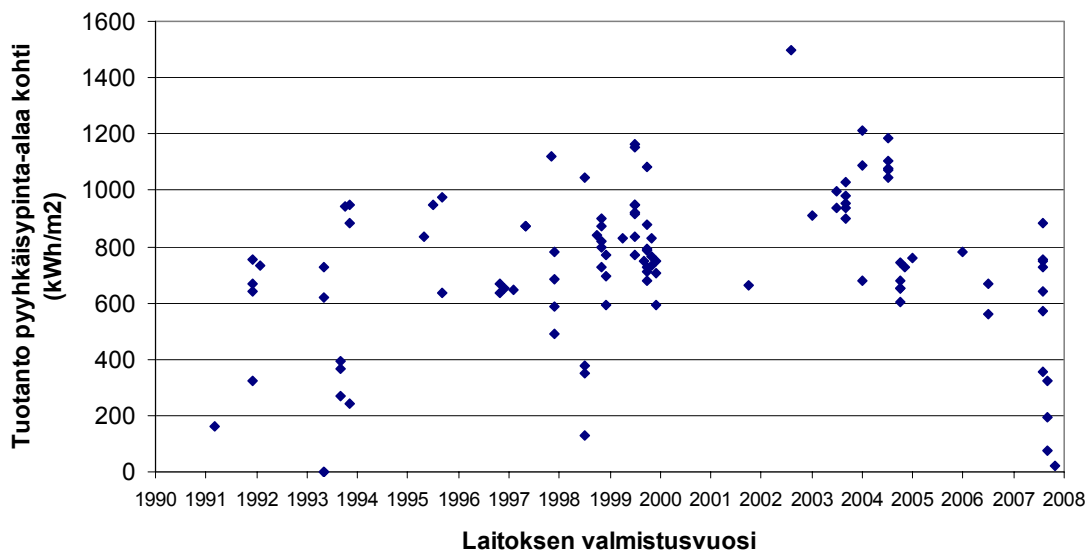
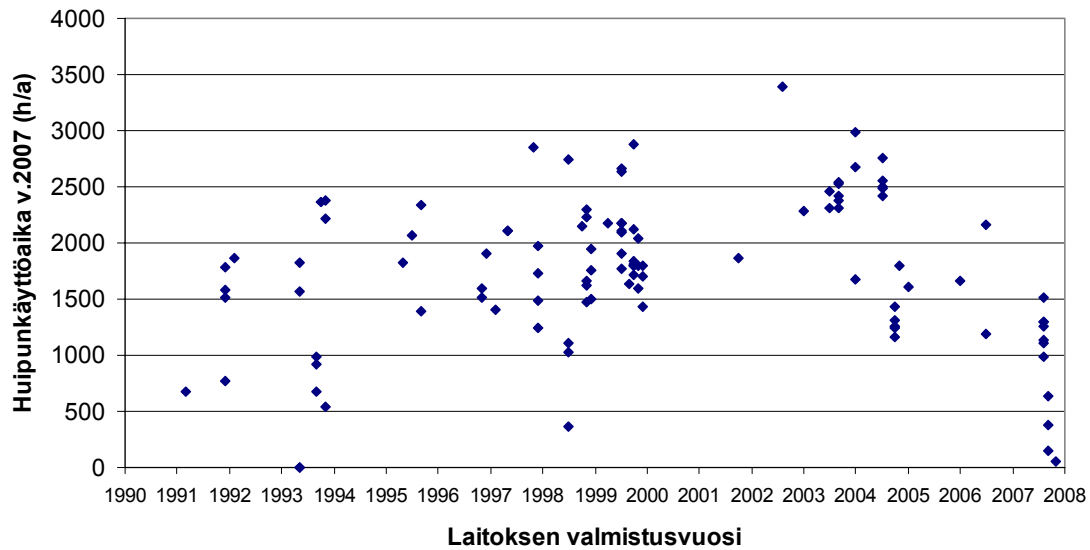
Kuva 13. Korkeammat tuulivoimalaitokset tuottavat enemmän. Laitosten keskiteho (prosenttina nimellistehosta, ns. kapasiteettikerroin) kaikista laitoksista sekä erikseen laitoksista, joiden tornin korkeus on yli 50 m ja alle 50 m. Mukana laitokset, joiden käytettävyys on ollut yli 80 % ja jotka ovat olleet tuotannossa koko vuoden.

## 6. Tuotantovertailuja vuodesta 2007

### 6.1 Tuotannon tunnusluvut vuonna 2007

Nimellisteholtaan erikokoisten tuulivoimaloiden tuotantolukujen vertailemiseksi on laskettu tunnuslukuja, joiden avulla laitosten suorituskyvyn vertaileminen helpottuu. Kuvassa 14 ovat kaikkien laitosten tuotantojen tunnusluvut laitosten iän mukaan. Kuvis- ta on nähtävissä trendi, että uusimmat laitokset tuottavat paremmin. Vuoden 2007 aika- na aloittaneet laitokset ovat ennättäneet toimia vain osan vuotta eivätkä siksi ole vertai- lukelpoisia. Uudet 3 MW:n laitokset ovat vielä vuonna 2007 toimineet heikohkolla käytet- tävyydellä ja ne ovat tilastoinnissa demonstraatio-statuksella vuoden 2007 loppuun. Hyvin tuottaneet laitokset yltyvät yli 2 400 tunnin huipunkäyttöaikaan ja yli 1 000 kWh/m<sup>2</sup> tuotan- toon pyyhkäisyypinta-alaa kohti. 30 parhaan laitoksen tunnusluvut on esitetty kuvissa 15 ja 16.

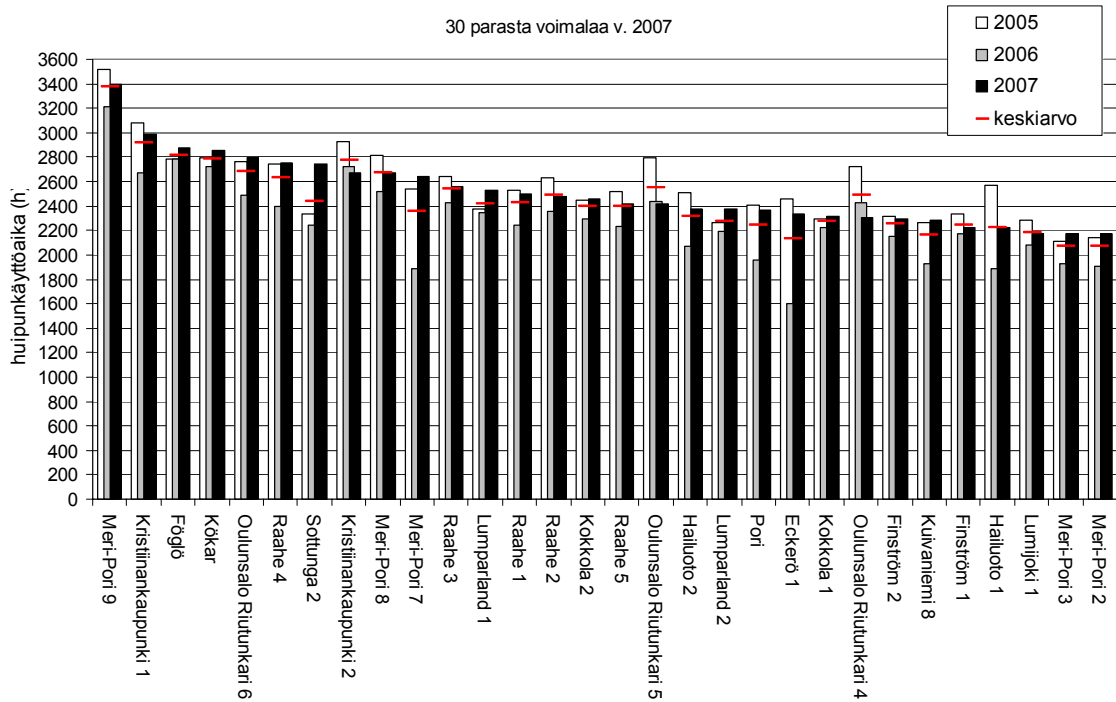
17 parasta laitosta ylitti 2400 tunnin huipunkäyttöajan rajan ja 14 laitosta 1000 kWh/m<sup>2</sup> rajan. 30 parhaan laitoksen joukosta lähes 66 % on nimellisteholtaan 1 MW tai yli – näiden laitosten osuus kaikista Suomen laitoksista on alle 50 %. Parhaat laitokset sijait- sevat Meri-Porin Tahkoluodossa, Ahvenanmaalla Kökarilla, Föglössä ja Sottungassa, Kristiinankaupungissa, Raahessa sekä Oulunsalossa. Meri-Pori 9:n tunnusluvut vuonna 2005 ovat parhaat Suomessa toistaiseksi saavutetut: 3 518 h/a ja 1 552 kWh/m<sup>2</sup>.



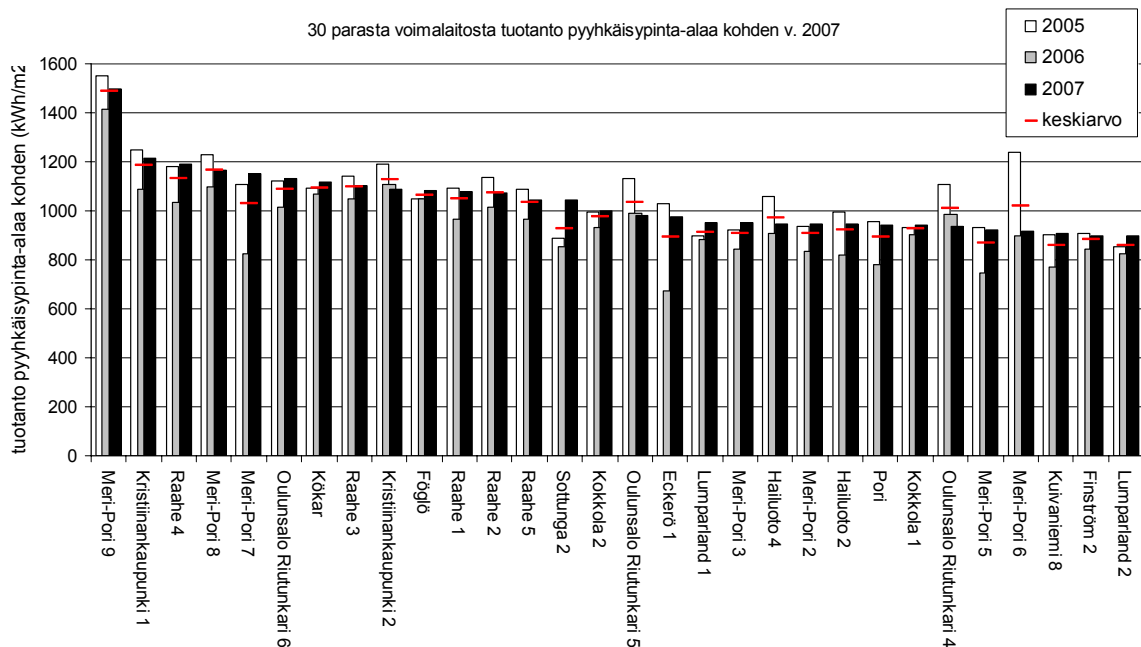
Kuva 14. Kaikkien laitosten tuotanto vuonna 2007 huipunkäyttöaikana ja suhteessa pyyhkäisyypinta-alaan (huom. vuonna 2007 aloittaneet laitokset vain osan vuotta toiminnassa).

Kun laitosten tuotantoa verrataan roottorin pyyhkäisyypinta-alan perusteella nimellistehon sijaan, keskinäinen järjestys muuttuu jonkin verran. Ahvenanmaan Enerconin sekä Oulunsalon Nordexin laitokset putoavat listalla ja suomalais- ja tanskalaisvalmisteiset laitokset nousevat. Huipunkäyttöajan ja pyyhkäisyypinta-alan perusteella laskettuihin tunnuslukuihin vaikuttaa laitostyyppiin valittu lavan pituus suhteessa generaattorin nimellistehoon.





Kuva 15. Suomen 30 parasta tuulivoimalaitosta vuoden 2007 huipunkäyttöajan mukaisessa järjestyksessä. Vuosien 2006 ja 2005 huipunkäyttöajat näkyvät vaaleampina pylväinä ja kolmen vuoden keskiarvo vaakasuoralla viivalla.

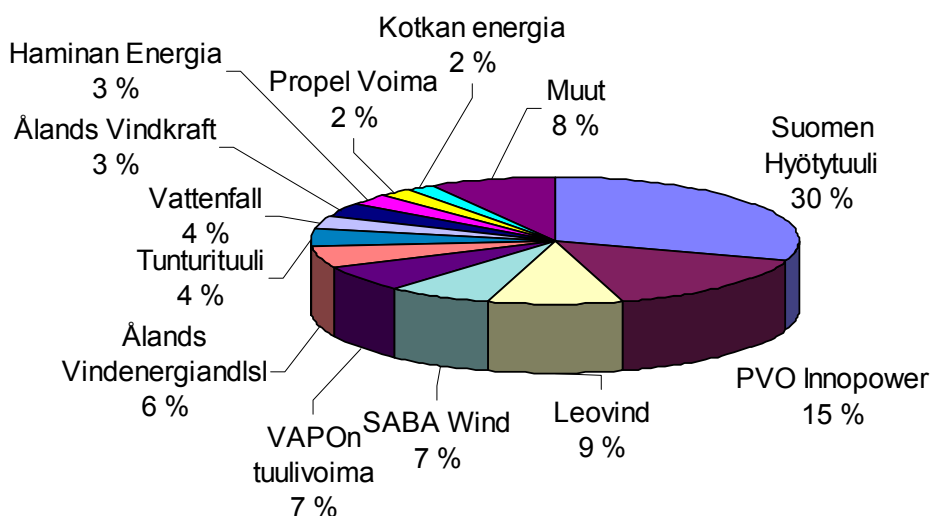


Kuva 16. Suomen 30 parasta tuulivoimalaitosta järjestettynä vuoden 2007 ominaistuotannon (tuotanto pyyhkäisy-pinta-alaa kohden) mukaan.

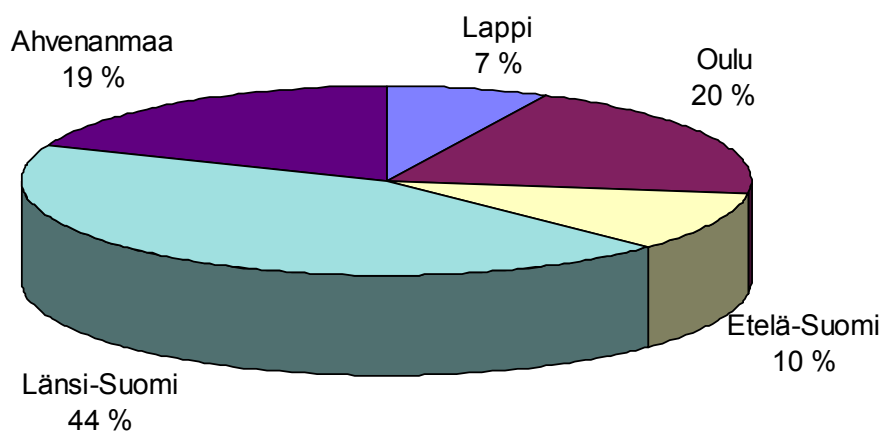
## 6.2 Tuotannon jaotteluja vuodelta 2007

Tuulivoiman tuotanto vuonna 2007 jaoteltuna omistajien mukaan on esitetty kuvassa 17. Suurimmat tuulivoimatuottajat olivat Suomen Hyötytuuli (30 % Suomen tuulisähköstä), PVO Innopower (15 %), Leovind (9 %), SaBa Vind ja VAPOn tuulivoima (7 %). Ahvenanmaalla tuotettiin lähes 20 % Suomen tuulivoimatuotannosta vuonna 2007.

Tuulivoimatuotannon jakautuminen lääneittäin on esitetty kuvassa 18. Vuonna 2007 eniten tuulisähköä tuotettiin Länsi-Suomessa (44 %) ja toiseksi eniten Oulun seudulla (20 %). Verrattuna vuoteen 2006 Ahvenanmaan osuus kasvoi (19 %).



Kuva 17. Tuulivoimatuottajien osuudet tuotetusta tuulisähköstä (yhteensä 188 GWh) vuonna 2007.



Kuva 18. Tuulivoimatuotannon alueellinen jakautuminen vuonna 2007.

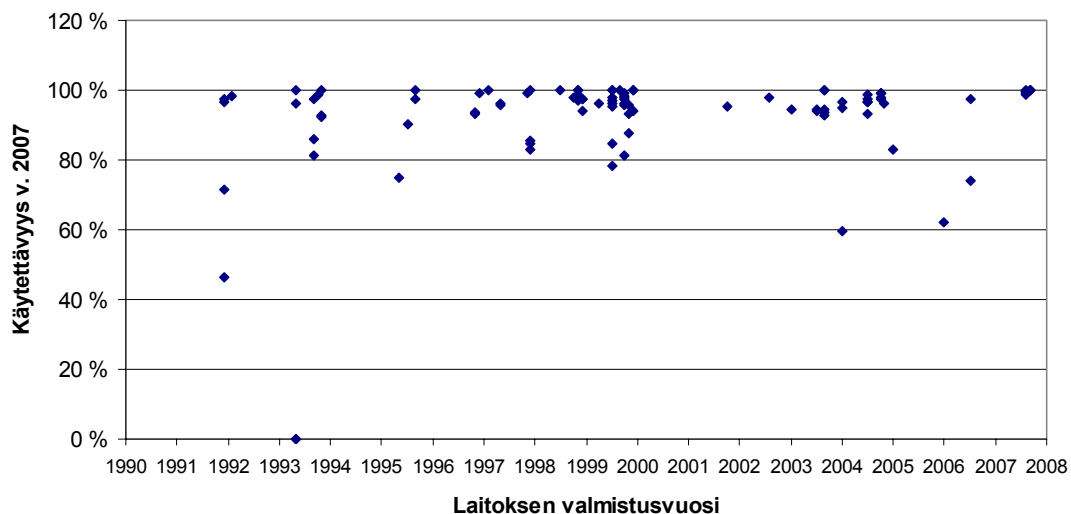
## 7. Käyttökatkot

Suomen tuulivoimaloiden keski-ikä oli vuoden 2007 lopussa 7,9 vuotta (107 laitosta). Vain osa sisämaan käytetyistä laitoksista on raportoinut seisokkeja; nämä laitokset eivät ole mukana vikatilastoissa. Vuonna 2007 vikatilastoissa ei ole mukana Kalajoen kahta 300 kW laitosta jotka olivat pois käytöstä koko vuoden eikä 3 MW:n laitoksia. Kolme laitosta ei raportoinut seisokkiaikoja vuonna 2007 ja seitsemältä laitokselta raportoitiin seisokkiajat erittelemättä vikoja.

### 7.1 Tekninen käytettävyys

Viimeisten kymmenen vuoden aikana keskimääräinen käytettävyys on vaihdellut välillä 93 ja 96 % eri vuosina. Vuonna 2007 keskimääräinen tekninen käytettävyys oli 94 % (93 % vuonna 2006). Luvussa ei ole mukana Kalajoen kahta 300 kW:n laitosta, jotka olivat pois käytöstä koko vuoden eikä 3 MW:n laitoksia. Teknisessä käytettävyydessä ei ole otettu huomioon sähköverkon aiheuttamia käyttökatoja. Muut tuotantoseisokit, kuten vuosihuollot, korjaukset ja seisokit, jolloin tuulivoimala ei ole ollut valmiustilassa, on otettu huomioon käytettävyyttä vähentävinä (ks. luku 3).

Vuonna 2007 Kalajoen vuonna 1993 pystytetyt voimalat seisoivat koko vuoden vaihteistokorjausta odotellen. Vanhimman Korsnäsin tuulipuiston yhdellä laitoksella käytettävyys oli alle 50 %. Lisäksi alle 80 %:n käytettävyyksiä oli kuudella laitoksella – kaksi näistä uusia 3 MW:n laitoksia jotka on vuoden 2007 osalta rankattu vielä demonstraatioasteella toimiviksi. Vuoden aikana sattui kuusi suurempaa vaihteistohaaveria, yksi lapavaurio, yksi generaattorivaurio ja yksi pääakselivaurio. Kaikki vuonna 2007 seisokkiaikaa raportoineet laitokset esitetään laitosiän mukaisessa järjestyksessä kuvassa 19.



Kuva 19. Tekninen käytettävyys vuonna 2007 laitosiän funktiona.

## 7.2 Käyttökatojen erittelyt

Taulukossa 8 on esitetty raportoidut käyttökätkot vuodesta 1996 lähtien. Käyttökätkojen aiheuttamat häiriöajat on jaoteltu taulukossa häiriön syyn mukaan.

- Huollot ovat suunniteltuja huoltoja, jotka tuulivoimalaitoksissa tehdään yleensä puolivuositain.
- Häiriö-kohtaan on kerätty ne keskeytykset, joissa toimenpiteeksi on riittänyt voimalan uudelleenkäynnistys. Osassa laitoksista seisokkiaika on arvioitu tunti-tehoaikasarjojen perusteella. Näistä laitoksista ei ole ollut käytettävissä vikaerittelyjä, vaan koko seisokkiaika on Häiriö-kohdassa.
- Muu syy -kohdassa on esim. tutkimuksen tai esittelyn vuoksi aiheutunut seisokkiaika.
- Vika tarkoittaa niitä tapauksia, joissa on jouduttu tekemään korjaustoimenpiteitä, ja vain näistä tehdään tilastoihin tarkempi komponenttijaottelu.
- Sähköverkosta aiheutuneet häiriöt eivät vähennä laitoksen käytettävyyttä. Samoin osa jäätymişäiriöistä on aiheuttanut ainoastaan vähentyneen tuotannon, jolloin laitoksen käytettävyys ei ole pienentynyt.

*Taulukko 8. Käyttökätkot vuosina 2000–2007. Sisämaan pienet laitokset ja 3 MW:n laitokset eivät ole mukana käyttökätkojen tilastoinnissa. Kesken vuotta aloittaneet laitokset ovat mukana tilastossa paitsi vuonna 2006–2007. Seisokkiaikaa on keskimäärin 5,6 % vuosina 2000–2007.*

Seisokin syy	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Huolto	1 489	1 407	1 301	1 092	800	840	1 275	2 233
Häiriö	6 708	3 887	3 831	9 939	9 156	9 773	10 22	9 924
Jäätyminen	589	3 691	721	642	1 605	924	1 382	1 374
Muu syy	415	53	53	3 231	378	1 262	0	72
Sähköverkko	1 453	583	343	517	469	474	317	541
Vika	21 132	26 645	8 396	9 947	19 052	22 449	35 461	30 434
Vain seisokkiaika raportoitu			343		6 601	3 538	3 398	1 293
Seisokkiaika yhteensä (h)	31 786	35 908	14 988	25 368	38 061	39 260	52 455	45 871
Seisokkiaika % ajasta	5,9 %	6,7 %	3,8 %	5,4 %	5,5 %	4,9 %	6,8 %	6,3 %
% kapasiteetista raportoitu	100 %	100 %	72 %	75 %	100 %*	96 %*	87* %	87* %

\* Osasta laitoksia vain koko vuoden tieto, osasta arvio tuntitehoaikasarjojen perusteella.

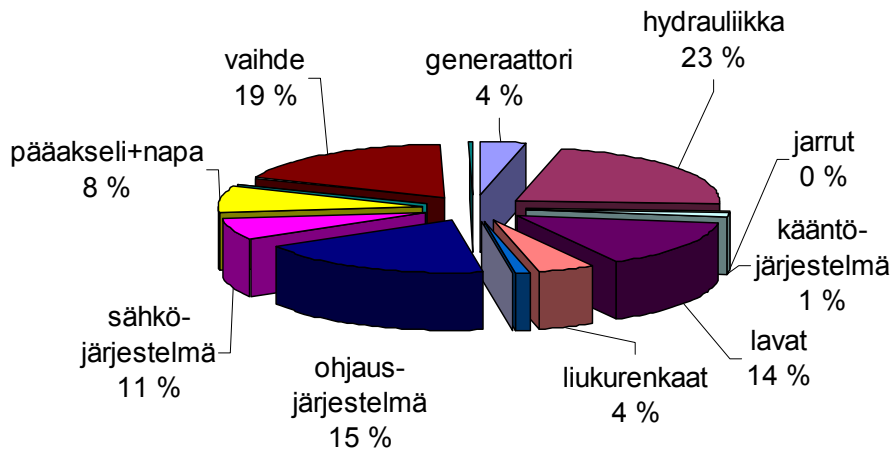
Taulukossa 9 vuoden 2007 vikatunnit ovat jaoteltuina vikaantuneen komponentin mukaan. Taulukossa on esitetty myös komponenttivikojen lukumäärät. Kuvassa 20 esitetään vikojen aiheuttamien käyttökatkojen jakautuminen eri komponenttien välille.

*Taulukko 9. Suomen tuulivoimalaitosten viat vuonna 2007: seisokkitunnit komponenttien mukaan.*

Komponentti	Vika-aika yhteensä	% vika-ajasta	Vikojen lkm
anturit	4 437	14.6 %	22
gen. käämitys	936	3.1 %	5
generaattori	161	0.5 %	3
hydrauliikka	6 793	22.3 %	26
ilmajarrut	2 081	6.8 %	8
jäähdytys	43	0.1 %	1
kääntöjärjestelmä	423	1.4 %	2
kääntömoottori	27	0.1 %	3
lapa	2 308	7.6 %	2
lapakulman säätömekanismi	2 136	7.0 %	15
liukurengaat	1 347	4.4 %	4
lämmitys	384	1.3 %	1
muu	36	0.1 %	2
ohjausjärjestelmä	575	1.9 %	3
ohjausyksikkö	714	2.3 %	3
pääakseli	66	0.2 %	1
roottorin laakerit	220	0.7 %	1
taajuusmuuttaja	242	0.8 %	2
tehoelektronikka	1 070	3.5 %	5
vaihdelaatikko	5 722	18.8 %	7
vaihto/tasasuuntaaja	45	0.1 %	2
verkkoonkytkentä	668	2.2 %	7
Yhteensä	30 434	100.0 %	125

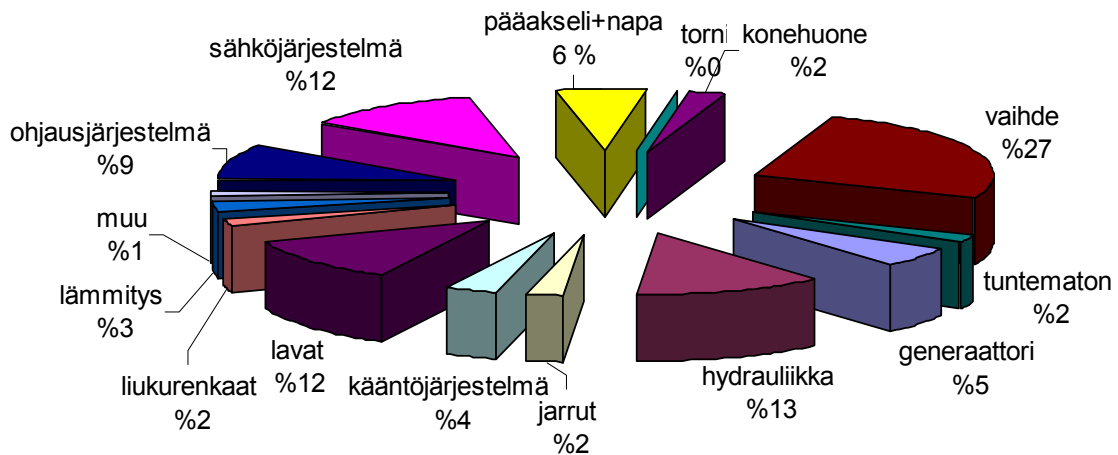
Kuvassa 21 esitetään vikoja aiheuttaneiden komponenttien prosenttiosuudet koko vika-tilastoinnin aikajaksolta 1996–2007. Vaihteistojen vikautumisesta aiheutuneet seisokit näkyvät suurimpana, koska ne on erityisesti vanhemmissa 300 kW:n laitoksissa tehty useita kuukausia kestävinä korjaustöinä.

Vikojen aiheuttamat käyttökätkot vuonna 2007  
yhteensä 30434 h, 76 laitosta (keskiarvo 4 % ajasta)



Kuva 20. Vikojen aiheuttamien käyttökätkojen jakautuminen tuulivoimaloiden eri komponenteille vuonna 2007.

Vikojen aiheuttamat käyttökätkot vuosina 1996-2007



Kuva 21. Vikojen aiheuttamien käyttökätkojen jakautuminen tuulivoimaloiden eri komponenteille vuosina 1996–2007.

### 7.3 Jäätymiset ja kylmä aika

Vikatilastoihin rekisteröidään myös jäätymistapaukset (taulukko 10). Osa Suomen tuuli-voimalaitoksista on varustettu lapalämmitysjärjestelmillä. Tunturialueiden ulkopuolella lapalämmitysjärjestelmiä on Porissa. Näissä laitoksissa jäätymisen on osittain ollut myös lämmitysjärjestelmälaitteiston vika eikä ole aina tilastoissa jäätymistapauksena. Laitosten ohjausjärjestelmien käyttämät tuulimittarit ovat yleensä lämmitettyjä. Siitäkin huolimatta niissä esiintyy joskus jäätymisiä.

Yleisimpiä jäätymisen ja kylmän aiheuttamia ongelmia ovat laitoksen käynnistymättömyys, joka johtuu vaihteistoöljyjen kangistumisesta, tuulimittarien jäätymisen ja lapoihin kerääntynyt jää. Osa laitosten jäätymistapauksista jää todennäköisesti raportoimatta, koska laitoksilla on vain kaukovalvonta, minkä seurauksena pienemmät jäätymistapaukset näkyvät ainoastaan tuotannon alenemisena. Vuonna 2007 raportoitiin jäätymistapauksia jonkun verran, erityisesti Perämereltä usealta paikkakunnalta.

*Taulukko 10. Jäätymistapauksia ja jään aiheuttamia häiriöitä raportoineiden laitosten lukumäärät ja jäätymisaikojen pituus eri vuosina. Osuus seisokkijasta on laskettu suhteessa niiden laitosten kokonaisseisokkiaikoihin, joissa jäätymistapauksia esiintyi.*

		Lappi	Ahvenanmaa	Perämeri	Selkämeri	Suomenlahti	Koko Suomi	Osuus häiriöajasta
1996	Tuntia	119	12	858	219		1 208	45 %
	Laitoksia	2	1	4	5		12	
1997	Tuntia		55	372	68		495	21 %
	Laitoksia		5	5	4		14	
1998	Tuntia		23	98	75		196	9 %
	Laitoksia		3	2	2		7	
1999	Tuntia		49	532			581	12 %
	Laitoksia		9	7			16	
2000	Tuntia	159	7	573			739	9 %
	Laitoksia	8	3	7			18	
2001	Tuntia	5	44	4 143	38		4 230	26 %
	Laitoksia	1	3	15	1		20	
2002	Tuntia		26	434	411		871	15 %
	Laitoksia		2	3	5		10	
2003	Tuntia			408	301		709	27 %
	Laitoksia			1	3		4	
2004	Tuntia	1 468		55	82		1 605	25 %
	Laitoksia	8		1	3		12	
2005	Tuntia	1 527	15	35			1 577	28 %
	Laitoksia	8	3	1			12	
2006	Tuntia	1 050	601	263	197		2 111	16 %
	Laitoksia	8	12	7	1		28	
2007	Tuntia	817	22	511	46		1 396	10 %
	Laitoksia	8	1	14	1		24	

Tuulivoimalaitokset pysäytetään, mikäli suunniteltu alin käyttölämpötila alittuu. Suomessa käytössä olevien tuulivoimaloiden alimmat käyttölämpötilat ovat  $-15\text{ °C}$ ...  $-30\text{ °C}$ . Tyypillisesti uudemmilla laitoksilla alin käyttölämpötila on  $-25\text{ °C}$  ja  $-30\text{ °C}$  välillä. Matalista lämpötiloista aiheutunut seisonta-aika on nimeltään kylmäaikaa. Tilastoihin raportoidut kylmäajat on esitetty taulukossa 11. Kylmäaika ei ole häiriöaikaa vaan osa laitoksen suunniteltua toimintaa. Vuonna 2007 kylmäaikaa raportoitiin Korsnäsistä, Raahesta ja Hailuodosta.

*Taulukko 11. Tuulivoimalaitoksista raportoidut kylmäajat eri vuosina. Vuonna 2004 ei raportoitu kylmäaikaa.*

		Lappi	Ahvenan- maa	Perämeri	Selkämeri	Suomen- lahti	Koko Suomi	Osuus laitosten vuoden tunneista
1997	Tuntia			28	60		88	0,2 %
	Laitoksia			1	4		5	
1998	Tuntia		1	890	397		1 288	1,6 %
	Laitoksia		1	4	4		9	
1999	Tuntia	450		2 477	699		3 626	2,8 %
	Laitoksia	3		8	4		15	
2000	Tuntia	32		72	100		204	0,6 %
	Laitoksia	1		1	2		4	
2001	Tuntia	100		706	1 733		2 539	1,7 %
	Laitoksia	6		4	7		17	
2002	Tuntia			504	686		1 190	1,9 %
	Laitoksia			3	4		7	
2003	Tuntia			90	1 044		1 134	1,6 %
	Laitoksia			3	5		8	
2005	Tuntia				64		64	0,2 %
	Laitoksia				4		4	
2006	Tuntia			1 205	681		1 886	1,2 %
	Laitoksia			13	5		18	
2007	Tuntia			645	1 635		2 280	1,4 %
	Laitoksia			8	4		12	

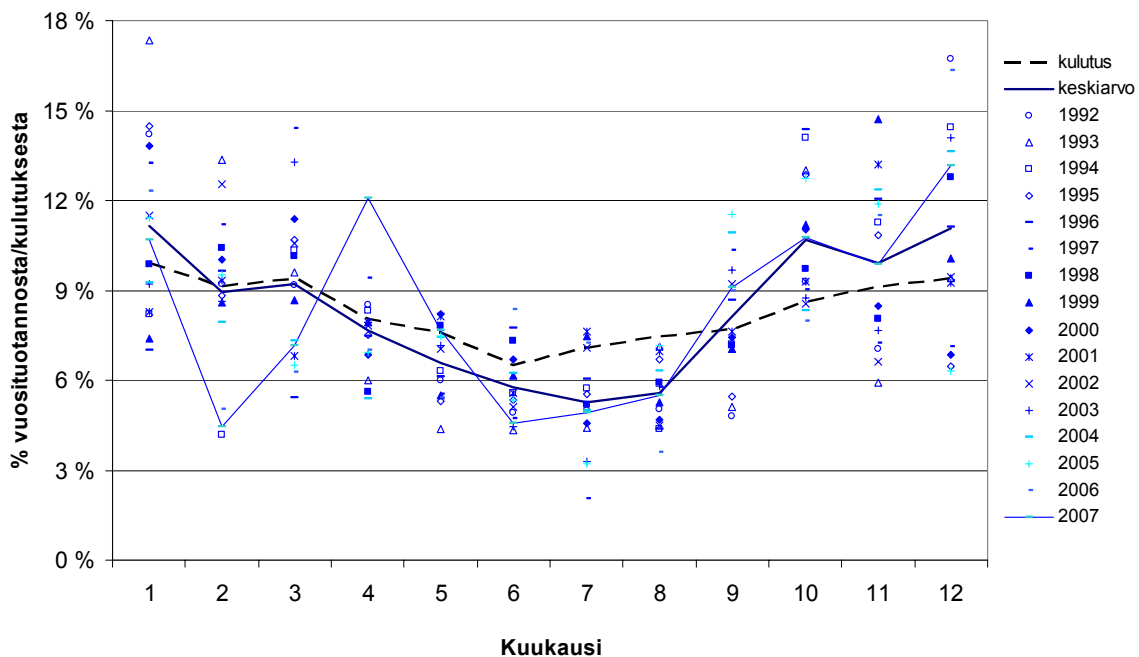


## 8. Tuulivoima ja sähkön kulutus

Tuulivoiman tuotanto on talvella keskimäärin suurempaa kuin kesällä, kuten sähkön kulutuskin. Kun sähkön kulutuksessa on huippu, ei tuulivoimaa kuitenkaan aina ole saatavilla. Tietoa valtakunnan huipunaikaisesta tuulivoimatehosta 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 keskitehon suuruusluokkaa, kun tuulivoimaosuus on pieni [5].

### 8.1 Tuulivoiman kausivaihtelu

Tuulivoimatuotanto on yleensä talvikuukausina huomattavasti suurempaa kuin kesäkuukausina [6]. Vuosien 1999–2006 kuukausittainen tuulivoiman tuotanto on esitetty kuvassa 22. Mukana ovat ainoastaan ne standardivoimalaitokset, jotka ovat olleet käytössä koko vuoden.



Kuva 22. Tuulivoiman keskimääräinen kausivaihtelu: Suomen tuulivoimalaitosten yhteenlasketun tuotannon jakautuminen eri kuukausille vuosina 1992–2007. Suomen sähkön kulutuksen jakautuminen eri kuukausille keskimäärin 1999–2007 näkyy katkoviivana [7].

Talvikuukausina (loka-maaliskuu) on tuotettu keskimäärin 60 % vuotuisesta tuulisähköstä. Sähkön kulutus kuvassa 22 on sähkön bruttokulutus kuukausittain suhteessa vuosikulutukseen, kuvassa on käytetty keskimääräisiä lukuja vuosilta 1999–2006 [7].

## 8.2 Tuulivoimatuotanto valtakunnan huipun aikana

Tuulivoimalaitosten tuntitehot on selvitetty valtakunnan sähkön kulutuksen huippujen ajalta (taulukko 12). Kaikista tuulivoimalaitoksista ei ole ollut käytettävissä tuntitehoja, joten taulukossa on ilmoitettu kunkin vuoden kohdalla kyselyyn vastanneiden laitosten nimellisteho ja tuotettu teho prosenttina nimellistehosta. Vuodesta 2005 eteenpäin Adato on kerännyt tuntiaikasarjat tuulivoimatuotannosta yli 90 % laitoksista ja tiedot on saatu suoraan Adatolta.

Neljäntoista vuoden perusteella saadaan huipunaikaiseksi tuulivoimatuotannoksi keskiarvona 18 % (tuulivoimateholla painotettu keskiarvo 20 %).

Tarkemmin huipunaikaista tuotantoa on arvioitu neljältä vuodelta 1999–2002 käyttäen hyväksi tuulivoiman toteutuneita tuntitehoja (taulukko 13). Koko Suomen tuulivoimatuotannolle on tehty yhteisaikasarja tunneittain siten, että Lapin ja Ahvenanmaan osuus on 10 % kummankin asennetusta kapasiteetista [8]. Sama analyysi on tehty vuosien 2005–2007 toteutuneista tuulivoima- ja kulutustiedoista (Adaton tuntimittauksista).

Vuonna 1999 oli keskimääräistä tyynempi alkuvuosi ja myös huipunaikainen tuulivoimatuotanto jäi selvästi alle keskimääräisen tuotannon. Kymmenen suurinta huippua olivat yhden vuorokauden sisällä. Taulukossa 12 huipunaikainen teho vuodelle 1999 on 20 %, mutta se tulee lähinnä Lapin ja Ahvenanmaan tuulivoimaloista, joiden osuus saaduista tuntitiedoista on yli 60 %, vaikka niiden osuus taulukon 13 luvuista on vain 20 %. Vuonna 2000 oli keskimääräistä tuulisempi alkuvuosi ja huipunaikainen tuulivoimatuotanto oli hieman keskimääräistä tuulivoimatuotantoa korkeampi. Myös vuoden 2006 tammikuu oli keskimääräistä tuulisempi ja kymmenen suurinta kulutushuippua ajoittuivat tammi–helmikuulle. Täysin tyyntä ei huipun aikoina ole ollut, kun tarkastellaan koko Suomea. Pienimmät tuulivoimatuotannot jäävät kuitenkin huipun aikana vain muutama prosenttiin nimellistehosta. Koko Pohjoismaiden alueella tuulivoimateho on huippujen aikana yli 10 % asennetusta kapasiteetista (lähes puolet keskimääräisestä tehosta) [8].

Taulukko 12. Tuulivoimatuotanto valtakunnan kulutushuipun aikana eri vuosina. Vuosilta 1991–1993 on tiedot vain yhdestä tuulipuistosta (talvikaudella 1991–1992 tuotanto 79 % ja 1992–1993 tuotanto 0 % nimellistehosta).

Talvi	Valtakunnan huippu	Tuulivoiman tuntiteho (MWh/h)	Tuulivoima % nimellistehosta	Ilmoittaneiden laitosten nimellisteho MW
1993–94	11.2.94 klo 20–21	0,5	13 %	4,0
1994–95	31.1.95 klo 20–21	1,4	36 %	3,8
1995–96	9.2.96 klo 20–21	0,0	1 %	5,3
1996–97	19.12.96 klo 08–09	1,7	35 %	4,8
1997–98	2.2.98 klo 08–09	1,1	16 %	6,5
1998–99	29.1.99 klo 08–09	3,4	20 %	17,4
1999–2000	25.1.00 klo 08–09	9,1	26 %	35,4
2000–01	5.2.01 klo 08–09	1,5	4 %	35,4
2001–02	2.1.02 klo 16–17	3,9	14 %	28,3
2002–03	3.1.03 klo 17–18	0,9	4 %	24,3
2003–04	11.2.04 klo 18–19	7,1	19 %	36,6
2004–05	28.1.05 klo 19–20	12,9	16 %	80,6
2005–06	20.1.06 klo 08–09	15,4	21 %	76,6
2006–07	8.2.07 klo 07–08	3,0	4 %	82,0
2007–08	4.1.08 klo 17–18	45,2	43 %	106

Taulukko 13. Tuulivoimatuotanto valtakunnan kulutushuippujen aikana vuosina 1999–2002 ja 2005–2007. Tuotanto % asennetusta kapasiteetista koko vuoden aikana, 10, 50 ja 100 suurimman kulutushuipun aikana sekä keskimäärin ja vaihteluvälinä (pienin ja suurin tuulivoimatuotanto huippujen aikana).

Vuosi	Koko vuosi Average (min–max)	During 10 peaks Average (min–max)	During 50 peaks Average (min–max)	During 100 peaks Average (min–max)
1999	22 % (0–86 %)	7 % (5–10 %)	7 % (3–37 %)	9 % (2–46 %)
2000	24 % (0–91 %)	36 % (4–72 %)	32 % (3–75 %)	29 % (3–75 %)
2001	22 % (0–86 %)	19 % (3–38 %)	19 % (3–38 %)	17 % (3–38 %)
2002	20 % (0–84 %)	17 % (7–32 %)	17 % (6–54 %)	18 % (2–70 %)
2005	23 % (0–82%)	12 % (2–22 %)	13 % (1–37 %)	12 % (1–44 %)
2006	21% (0–81 %)	30 % (19–45 %)	28 % (3–61 %)	28 % (3–69 %)
2007	23 % (0–86 %)	11 % (2–27 %)	10 % (1–27 %)	10 % (1–28 %)

## Lähdeluettelo

1. Andersson, A., Olsson, G. Driftuppföljning av Vindkraftverk över 50 kW. Årsrapport 2007. <http://www.vindenergi.org/driftuppfolj.htm>, viittauspäivämäärä 20.8.2008.
2. Laakso, T., Peltola, E. Tuulivoiman seuranta ja tilastointi. VTT Prosessit, projekti-raportti, PRO4/T7506/03, 2003.
3. Tanskan tuulivoimatilastot ja tuotantoindeksit <http://www.vindstat.dk/> sekä [http://www.naturlig-energi.dk/Pages/N\\_6\\_frame.htm](http://www.naturlig-energi.dk/Pages/N_6_frame.htm), viittauspäivämäärä 21.8.2007.
4. Euroopan tuulivoimakapasiteetti <http://www.ewea.org/>, viittauspäivämäärä 6.8.2007.
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/fi/tilastot/pikatilasto>, viittauspäivämäärä 6.8.2007.
8. Holttinen, H. The impact of large-scale wind power production on the Nordic electricity system. Doctoral thesis, Helsinki University of Technology. VTT Publications 554. Espoo, 2004. <http://virtual.vtt.fi/inf/pdf/publications/2004/P554.pdf>.

# Liite 1: Tilastoinnissa käytettävät raportointilomakkeet

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

Kuukausi / Vuosi / 2000 / Raportoijan nimi

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

**OHJE: TÄYTÄ VAIN HARMAAT SOLUT.**

Vuosi

Raporttointi

Omistavan yrityksen LY tunnus

### 1 Puiston käyttökustannukset

Käyttökustannuksiin kuuluvat	Lähde: <a href="http://www.tuulivoimayhdistys.fi/sisalto/tietoa/altener/kustan.htm">http://www.tuulivoimayhdistys.fi/sisalto/tietoa/altener/kustan.htm</a>	Kustannus [€]
Hallinnointikulut		
Vakuutukset		
Huolto- ja korjausmenot	(Kaikki mukaan lukien)	
Muut	(esim. maa-alueen vuokra)	
<b>Yhteensä</b>		<b>0</b>

### 2 Mahdolliset laitoskohtaiset suuremmat kustannukset, jotka sisältyvät huolto- ja korjausmenoihin

ID	Laitos	Vika	Kustannus [€]
5	Mylly 1		
4	Mylly 5		
.			
.			
.			
.			

### 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 suositeltavaa. Valkoiset ruudut ovat tilanteesta riippuen vapaaehtoisia.

Voimalat tulevat saamaan "virallisen" nimen sijoituspaikan ja juoksevan numeron mukaan. Samaan sijoituspaikkaan kuuluvat voimalat 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 aloituspv	<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 MW
Sijoitustaikan voimala 1				
Sijoitustaikan voimala 2				
Sijoitustaikan voimala 3				
Sijoitustaikan voimala 4				
Sijoitustaikan voimala 5				
Sijoitustaikan voimala 6				
Sijoitustaikan voimala 7				
Sijoitustaikan voimala 8				
Sijoitustaikan voimala 9				
Sijoitustaikan voimala 10				
Sijoitustaikan voimala 11				
Sijoitustaikan voimala 12				
Sijoitustaikan voimala 13				
Sijoitustaikan voimala 14				
Sijoitustaikan voimala 15				
Sijoitustaikan voimala 16				
Sijoitustaikan voimala 17				
Sijoitustaikan voimala 18				
Sijoitustaikan voimala 19				
Sijoitustaikan voimala 20				
Sijoitustaikan voimala 21				
Sijoitustaikan voimala 22				
Sijoitustaikan voimala 23				
Sijoitustaikan voimala 24				
Sijoitustaikan voimala 25				
Sijoitustaikan voimala 26				
Sijoitustaikan voimala 27				
Sijoitustaikan voimala 28				
Sijoitustaikan voimala 29				
Sijoitustaikan voimala 30				
Sijoitustaikan voimala 31				
Sijoitustaikan voimala 32				
Sijoitustaikan voimala 33				
Sijoitustaikan voimala 34				
Sijoitustaikan voimala 35				
Sijoitustaikan voimala 36				
Sijoitustaikan voimala 37				
Sijoitustaikan voimala 38				



## Liite 2: Vuositilasto 2007

Taulukko. Suomen tuulivoimatilastojen vuositilasto 2007. Koko vuoden toiminnassa olleista laitoksista on laskettu tunnusluvut. Lyhenteiden selitykset: Z napakorkeus, D roottorin halkaisija, Arvio keskimääräinen arvioitu vuosituotanto,  $t_h$  huipunkäyttöaika kWh/kW, e tuotanto suhteessa roottorin pyyhkäisy-pinta-alaan kWh/m<sup>2</sup>, CF kapasiteettikerroin (kWh/kW,h), Seis. aika seisokkiaika (sisältää myös huoltoajan), Huolto aika ennakoitua huoltoa, Käytt. tekninen käytettävyys (seisokkiajasta on vähennetty sähköverkkohäiriöt), puuttuu mikäli seisokkiaikaa ei ole raportoitu.

Kunta	Nimi	Teho kW	Valmistaja	Z m	D m	Arvio MWh	Tuotanto MWh	$t_h$ h/a	e kWh/m <sup>2</sup>	CF	Seis. aika h	Huolto-aika h	Käytt. %
Huittinen	Huittinen 1	75	Nordtank	40	20		51	676	161	8 %			
Korsnäs	Korsnäs 1	200	Nordtank	32.5	24.6	380	358	1 790	753	20 %	244		97.3 %
Korsnäs	Korsnäs 2	200	Nordtank	32.5	24.6	380	318	1 588	668	18 %	310		96.5 %
Korsnäs	Korsnäs 3	200	Nordtank	32.5	24.6	380	153	767	323	9 %	4 705		46.3 %
Korsnäs	Korsnäs 4	200	Nordtank	32.5	24.6	380	304	1 518	639	17 %	2 512		71.3 %
Jalasjärvi	Vaasantie	220	Windworld	31	25	100	120	544	244	6 %			100 %
Sottunga	Ormhälla	225	Vestas	31.5	27	450	421	1 869	735	21 %	167	10	98.1 %
Eckerö	Bredvik	225	Vestas	35	29	500	429	1 908	650	22 %	93	6	98.9 %
Vammala	Koppelo	225	Vestas	50	29		250	1 109	378	13 %			
Äetsä	Marjamäen-vuori	225	Vestas	52	29		232	1 032	352	12 %			
Eurajoki	Krisantie	250	NEGMicon	36	30		90	360	127	4 %			
Siikajoki	Säikkä 1	300	Nordtank	30.5	31	650	469	1 562	621	18 %	9		100 %
Siikajoki	Säikkä 2	300	Nordtank	30.5	31	670	549	1 829	727	21 %	330		96.3 %
Kalajoki	Rahja 1	300	Nordtank	30.5	31	660	0	0	0	0 %	8 760		0.0 %
Kalajoki	Rahja 2	300	Nordtank	30.5	31	660	0	0	0	0 %	8 760		0.0 %
Kemi	Kemi 1	300	Nordtank	35	31	610	202	674	268	8 %	1 641	14	81.3 %
Kemi	Kemi 2	300	Nordtank	35	31	610	276	921	366	11 %	1 215	14	86.1 %
Kemi	Kemi 3	300	Nordtank	35	31	610	295	985	391	11 %	212	14	97.6 %
Pori	Pori 1	300	Nordtank	30.5	31	700	710	2 367	941	27 %	124	22	98.6 %
Hailuoto	Marjaniemi 1	300	Nordtank	30.5	31	725	666	2 219	882	25 %	661	4	92.8 %
Hailuoto	Marjaniemi 2	300	Nordtank	30.5	31	725	714	2 380	946	27 %	727		92.5 %
Enontekiö	Lammas- oai vi 2	450	Bonus	35	37	1 100	716	1 590	666	18 %	582	8	93.4 %
Enontekiö	Lammas- oai vi 1	450	Bonus	35	37	1 100	684	1 520	636	17 %	551	8	93.7 %
Hailuoto	Marjaniemi 3	500	Nordtank	36	37.3	1 195	913	1 826	835	21 %	2 238		74.8 %
Hailuoto	Huikku	500	Nordtank	41	37.3	1 275	1 036	2 072	948	24 %	896	4	90.2 %
Kuiva- niemi	Vatunki 1	500	Nordtank	36	37.3	1 060	697	1 395	638	16 %	0		100 %
Ii	Laitakari 1	500	Nordtank	39	37.3	1 030	705	1 410	645	16 %	0		100 %
Eckerö	Mellanön	500	Vestas	40.5	39	1 200	1 167	2 334	977	27 %	245	14	97.4 %
Kökar	Kökar 1	500	Enercon	44	40.3	1 200	1 427	2 854	1 119	33 %	90	12	99.0 %
Vårdö	Vårdö 1	500	Enercon	55	40.3	1 200	1 071	2 142	840	24 %	188	19	97.9 %
Finström	Pettböle 1	500	Enercon	55	40.3	1 100	1 112	2 224	872	25 %	202	22	97.7 %
Finström	Pettböle 2	500	Enercon	55	40.3	1 100	1 146	2 292	898	26 %	269	22	96.9 %
Siikajoki	Tauvo 1	600	Nordtank	49	43	1 350	1 265	2 109	871	24 %	395		95.6 %
Siikajoki	Tauvo 2	600	Nordtank	49	43	1 350	1 265	2 108	871	24 %	341		96.2 %
Lemland	Knutsboda 1	600	Vestas	45	44	1 200	1 041	1 735	685	20 %	1 280	13	85.4 %
Lemland	Knutsboda 2	600	Vestas	45	44	1 200	745	1 241	490	14 %	1 509	13	82.8 %
Lemland	Knutsboda 3	600	Vestas	45	44	1 200	1 187	1 978	780	23 %	13	13	99.9 %
Lemland	Knutsboda 4	600	Vestas	50	44	1 200	892	1 487	587	17 %	1 343	13	84.7 %

Enontekiö	Lammas- oaiivi 3	600	Bonus	41	44	1 400	1 169	1 949	769	22 %	515	8	94.1 %
Muonio	Olos 1	600	Bonus	41	44	1 400	1 056	1 760	695	20 %	206	8	97.7 %
Muonio	Olos 2	600	Bonus	41	44	1 400	901	1 501	592	17 %	242	8	97.2 %
Muonio	Olos 3	600	Bonus	40	44	1 400	1 032	1 720	679	20 %	391	8	95.5 %
Muonio	Olos 4	600	Bonus	40	44	1 400	1 081	1 802	711	21 %	343	8	96.1 %
Muonio	Olos 5	600	Bonus	40	44	1 400	1 104	1 840	726	21 %	181	8	97.9 %
Föglö	Brättö	600	Enercon	65	45	1 600	1 723	2 872	1 083	33 %	84	11	99.0 %
Finström	Pettböle 3	600	Enercon	65	45	1 300	1 220	2 034	767	23 %	377	12	95.9 %
Lumpar- land	Lumparland 1	600	Enercon	65	45	1 500	1 515	2 524	952	29 %	11	11	99.9 %
Lumpar- land	Lumparland 2	600	Enercon	65	45	1 500	1 427	2 378	897	27 %	11	11	99.9 %
Lumijoki	Routunkari	660	Vestas	50	47	1 800	1 436	2 175	828	25 %	346		96.1 %
Sottunga	Kasberget	660	Vestas	55	47		1 811	2 743	1 044	31 %	10	10	99.9 %
Kuiva- niemi	Kuiva- matala 1	750	NEGMicon	50	44	1 500	1 213	1 617	798	18 %	8	8	99.9 %
Kuiva- niemi	Kuiva- matala 2	750	NEGMicon	50	44	1 500	1 245	1 660	819	19 %	8	8	99.9 %
Kuiva- niemi	Kuiva- matala 3	750	NEGMicon	50	44	1 500	1 108	1 477	729	17 %	120	8	98.6 %
Närpiö	Öskata 1	750	NEGMicon	45	48	1 600	1 592	2 123	880	24 %	1 626		81.4 %
Kuiva- niemi	Vatunki 2	750	NEGMicon	50	48	1 500	1 274	1 699	704	19 %	10	10	99.9 %
Kuiva- niemi	Vatunki 3	750	NEGMicon	50	48	1 500	1 352	1 803	747	21 %	510	10	94.2 %
Kuiva- niemi	Vatunki 5	750	NEGMicon	50	48	1 500	1 074	1 432	594	16 %	10	10	99.9 %
Pori	Meri-Pori 1	1 000	Bonus	60	54	2 340	1 910	1 910	834	22 %	212	22	98.0 %
Pori	Meri-Pori 2	1 000	Bonus	60	54	2 340	2 170	2 170	948	25 %	16	22	100 %
Pori	Meri-Pori 3	1 000	Bonus	60	54	2 330	2 174	2 174	949	25 %	27	22	99.9 %
Pori	Meri-Pori 4	1 000	Bonus	60	54	2 320	1 765	1 765	771	20 %	1 341	22	84.9 %
Pori	Meri-Pori 5	1 000	Bonus	50	54	2 450	2 108	2 108	920	24 %	367	22	97.0 %
Pori	Meri-Pori 6	1 000	Bonus	50	54	2 670	2 098	2 098	916	24 %	1 888	22	78.5 %
Pori	Meri-Pori 7	1 000	Bonus	50	54	2 600	2 639	2 639	1 152	30 %	342	22	96.1 %
Pori	Meri-Pori 8	1 000	Bonus	50	54	2 580	2 668	2 668	1 165	30 %	420	22	95.2 %
Kotka	Kotka 1	1 000	Bonus	60	54	2 000	1 802	1 802	787	21 %	229		97.4 %
Kotka	Kotka 2	1 000	Bonus	60	54	2 000	1 809	1 809	790	21 %	137		98.4 %
Kokkola	Kokkola T1	1 000	WinWinD	66	56	2 100	2 312	2 312	939	26 %	505	142	94.3 %
Kokkola	Kokkola T2	1 000	WinWinD	66	56	2 100	2 456	2 456	997	28 %	519	165	94.1 %
Oulunsalo	Riutunkari T4	1 000	WinWinD	66	56	2 200	2 304	2 304	936	26 %	692	155	92.6 %
Oulunsalo	Riutunkari T5	1 000	WinWinD	66	56	2 200	2 416	2 416	981	28 %	484	37	94.6 %
Oulunsalo	Riutunkari T6	1 000	WinWinD	66	56	2 200	2 536	2 536	1 030	29 %	631	273	93.0 %
Kristiinan- kaup.	Kristiina T1	1 000	WinWinD	66	56	2 200	2 991	2 991	1 214	34 %	287	62	96.7 %
Kristiinan- kaup.	Kristiina T2	1 000	WinWinD	66	56	2 200	2 676	2 676	1 086	31 %	432	164	95.1 %
Kristiinan- kaup.	Kristiina T3	1 000	WinWinD	66	56	2 200	1 676	1 676	681	19 %	3 537	102	59.6 %
Eurajoki	Olkiluoto TU-1	1 000	WinWinD	60	56	2 400	1 794	1 794	729	20 %	323		96.3 %
Oulu	Vihreäsaari T1	1 000	WinWinD	56	60	1 900	1 866	1 866	660	21 %	402		95.4 %
Luoto	Fränsviken 1	1 000	WinWinD	66	64	2 200	2 157	2 157	671	25 %	207		97.6 %
Pori	Hilskansaari	1 000	WinWinD	70	64	2 100	1 138						
Oulunsalo	Riutunkari T3	1 300	Nordex	65	60	3 000	2 120	1 631	750	19 %			
Uusikau- punki	Hankosaari 1	1 300	Nordex	69	60	2 340	2 339	1 800	827	21 %	608	71	93.1 %
Uusikau-	Hankosaari 2	1 300	Nordex	69	60	2 340	2 075	1 596	734	18 %	1 095	114	87.5 %

punki													
Inkoo	Barö 3	2 000	Enercon	65	70	3 500	2 859	1 429	743	16 %	86		99.0 %
Hanko	Sandö 1	2 000	Enercon	65	70	3 500	2 622	1 311	681	15 %	171		98.1 %
Hanko	Sandö 2	2 000	Enercon	65	70	3 500	2 500	1 250	650	14 %	56		99.4 %
Hanko	Sandö 3	2 000	Enercon	65	70	3 500	2 320	1 160	603	13 %	229		97.4 %
Hanko	Sandö 4	2 000	Enercon	65	70	3 500	2 502	1 251	650	14 %	82		99.1 %
Dragsfjärd	Högsåra 2	2 000	Harakosan	65	70.7	4 100	1 272						
Dragsfjärd	Högsåra 1	2 000	Harakosan	65	70.7	4 100	752						
Dragsfjärd	Högsåra 3	2 000	Harakosan	65	70.7	4 100	299						
Pori	Meri-Pori 9	2 000	Bonus	80	76	6 000	6 784	3 392	1 495	39 %	211	62	97.7 %
Kuiva- niemi	Vatunki 6	2 000	Vestas	78	80	4 500	4 566	2 283	908	26 %	476	10	94.6 %
Lemland	Båtskär 4	2 300	Enercon	64	71	6 500	3 494						
Lemland	Båtskär 1	2 300	Enercon	64	71	6 500	2 975						
Lemland	Båtskär 2	2 300	Enercon	64	71	6 500	2 979						
Lemland	Båtskär 3	2 300	Enercon	64	71	6 500	2 884						
Lemland	Båtskär 5	2 300	Enercon	64	71	6 500	2 256						
Lemland	Båtskär 6	2 300	Enercon	64	71	6 500	2 548						
Raahe	Raahe 1	2 300	Bonus	80	82.4	5 200	5 752	2 501	1 079	29 %	226	50	97.4 %
Raahe	Raahe 2	2 300	Bonus	80	82.4	5 200	5 711	2 483	1 071	28 %	288	50	96.7 %
Raahe	Raahe 3	2 300	Bonus	80	82.4	5 200	5 884	2 558	1 103	29 %	314	50	96.4 %
Raahe	Raahe 4	2 300	Bonus	80	82.4	5 200	6 332	2 753	1 187	31 %	122	50	98.6 %
Raahe	Raahe 5	2 300	Bonus	80	82.4	5 200	5 567	2 420	1 044	28 %	578	98	93.4 %
Oulu	Vihreäsaari T2	3 000	WinWinD	90	90		4 835	1 612	760	18 %	1 498	4	82.9 %
Kemi	Ajos 1	3 000	WinWinD	90	90		4 983	1 661	783	19 %	3 299		62.3 %
Pori	Meri-Pori 10	3 000	WinWinD	90	90		3 552	1 184	558	14 %	2 271	2	74.1 %
Kemi	Ajos T5	3 000	WinWinD	88	100		171						
	<b>Yhteensä</b>	<b>110 015</b>				<b>218 560</b>	<b>188 408</b>				<b>70 229</b>	<b>2 239</b>	
	<b>Keskimäärin</b>	<b>1 028</b>		<b>54</b>	<b>51</b>	<b>2 230</b>	<b>1 761</b>	<b>1 835</b>	<b>764</b>	<b>21 %</b>	<b>798</b>	<b>36</b>	<b>91 %</b>
	<b>Maksimi</b>	<b>3 000</b>		<b>90</b>	<b>100</b>	<b>6 500</b>	<b>6 784</b>	<b>3 392</b>	<b>1 495</b>	<b>39 %</b>	<b>8 760</b>	<b>273</b>	<b>100 %</b>
	<b>Minimi</b>	<b>75</b>		<b>31</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>



## Liite 3: Laitokset, joiden nimi on muuttunut vuoden 2006 vuosiraportista

Laitokset joilla nimi muuttunut 2008 / New names for the wind turbines in 2008

<b>Kunta, Laitos</b>	<b>Vanha laitosnimi</b>	<b>Kunta, Laitos</b>	<b>Vanha laitosnimi</b>
Dragsfjärd, Högsåra 1	Dragsfjärd 1	Oulu, Vihreäsaari T1	Oulu 1
Dragsfjärd, Högsåra 2	Dragsfjärd 2	Oulu, Vihreäsaari T2	Oulu 2
Dragsfjärd, Högsåra 3	Dragsfjärd 3	Oulunsalo, Riutunkari T3	Oulunsalo 1
Eckerö, Bredvik	Eckerö 2	Oulunsalo, Riutunkari T4	Oulunsalo 2
Eckerö, Mellanön	Eckerö 1	Oulunsalo, Riutunkari T5	Oulunsalo 3
Eurajoki, Krisantie	Eurajoki 2	Oulunsalo, Riutunkari T6	Oulunsalo 4
Eurajoki, Olkiluoto TU-1	Eurajoki 1	Pori, Hilskansaari	Meri-Pori 11
Finström, Pettböle 1	Finström 1	Pori, Pori 1	Pori
Finström, Pettböle 2	Finström 2	Siikajoki, Säikkä 1	Siikajoki 1
Finström, Pettböle 3	Finström 3	Siikajoki, Säikkä 2	Siikajoki 2
Föglö, Bråttö	Föglö	Siikajoki, Tauvo 1	Siikajoki 3
Hailuoto, Huikku	Hailuoto 4	Siikajoki, Tauvo 2	Siikajoki 4
Hailuoto, Marjaniemi 1	Hailuoto 1	Sottunga, Kasberget	Sottunga 2
Hailuoto, Marjaniemi 2	Hailuoto 2	Sottunga, Ormhälla	Sottunga 1
Hailuoto, Marjaniemi 3	Hailuoto 3	Uusikaupunki, Hankosaari 1	Uusikaupunki 1
Hanko, Sandö 1	Hanko 1	Uusikaupunki, Hankosaari 2	Uusikaupunki 2
Hanko, Sandö 2	Hanko 2	Vammala, Koppelo	Suodenniemi 1
Hanko, Sandö 3	Hanko 3	Värdö, Värdö 1	Värdö
Hanko, Sandö 4	Hanko 4	Äetsä, Marjamäenuori 1	Äetsä 1
Ii, Laitakari 1	Ii		
Inkoo, Barö 1	Inkoo 1		
Inkoo, Barö 2	Inkoo 2		
Inkoo, Barö 3	Inkoo 3		
Jalasjärvi, Vaasantie	Jalasjärvi 1		
Kalajoki, Rahja 1	Kalajoki 1		
Kalajoki, Rahja 2	Kalajoki 2		
Kemi, Ajos 1	Kemi 4		
Kemi, Ajos T5	Kemi 5		
Kokkola, Kokkola T1	Kokkola 1		
Kokkola, Kokkola T2	Kokkola 2		
Kristiinankaupunki, Kristiina T1	Kristiinankaupunki 1		
Kristiinankaupunki, Kristiina T2	Kristiinankaupunki 2		
Kristiinankaupunki, Kristiina T3	Kristiinankaupunki 3		
Kuivaniemi, Kuivamatala 1	Kuivaniemi 2		
Kuivaniemi, Kuivamatala 2	Kuivaniemi 3		
Kuivaniemi, Kuivamatala 3	Kuivaniemi 4		
Kuivaniemi, Vatunki 1	Kuivaniemi 1		
Kuivaniemi, Vatunki 2	Kuivaniemi 5		
Kuivaniemi, Vatunki 3	Kuivaniemi 6		
Kuivaniemi, Vatunki 5	Kuivaniemi 7		
Kuivaniemi, Vatunki 6	Kuivaniemi 8		
Kökar, Kökar 1	Kökar		
Lemland, Båtskär 1	Lemland 5		
Lemland, Båtskär 2	Lemland 6		
Lemland, Båtskär 3	Lemland 7		
Lemland, Båtskär 4	Lemland 8		
Lemland, Båtskär 5	Lemland 9		
Lemland, Båtskär 6	Lemland 10		
Lemland, Knutsboda 1	Lemland 1		
Lemland, Knutsboda 2	Lemland 2		
Lemland, Knutsboda 3	Lemland 3		
Lemland, Knutsboda 4	Lemland 4		
Lumijoki, Routunkari	Lumijoki 1		
Luoto, Fränsviken 1	Luoto 1		
Närpiö, Öskata 1	Närpiö 1		

