



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

SUOMEN

*tuuli*ATLAS

SUOMEN TUULIATLAS 2010

-
TUULITIEDOT SUOMEN KARTALLA

Bengt Tammelin
Ilmatieteen laitos

Ilmatieteen laitos
Technical University of Denmark (Risø DTU)
Vaisala Oyj

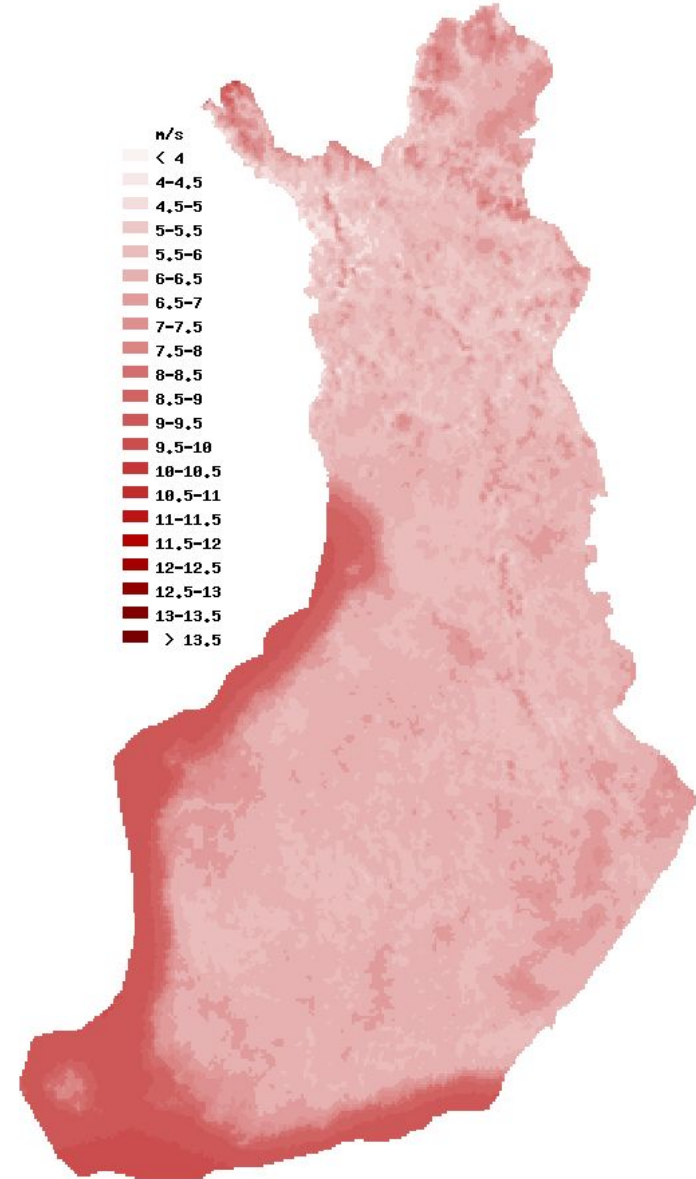
24.11.2009

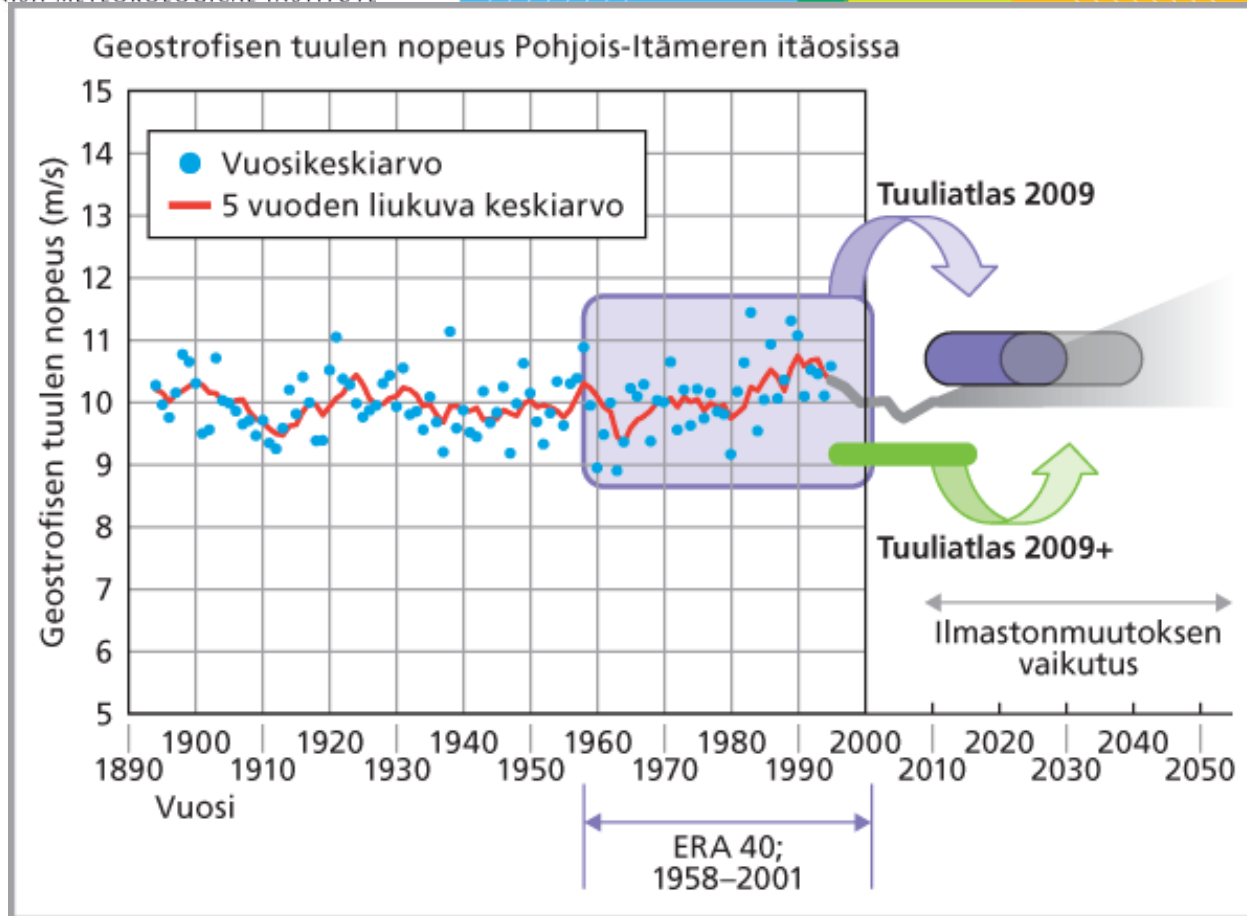


Tuuliatlas, eli tuulikartasto, on työkalu, jolla voidaan paikantaa tuulivoimatuotannon kannalta mielenkiintoiset alueet ja arvioida tuulivoimalan tuotanto (MWh).

Tuuliatlaksessa on laskettuna
keskimääräiset kuukausittaiset ja
vuotuiset arvot 2,5x2,5 km² ruuduissa
suuntasektoreittain korkeuksille
50, 75 , 100, 125, 150, 200, 300 ja 400m

- tuulen suunnan jakauma
- keskinopeus (m/s)
- Weibull A ja k
- stabiilien tilanteiden lukumäärä
- turbulenssin intensiteetti
- ilman lämpötila (°C)
- puuskakerroin
- tuotto (MWh); 1MW, 3 MW, 5MW
- kova- ja heikkotuulinen “vuosi”





Tuuliatlasta käytetään arvioitaessa tuulivoimalan tuotantoa sen elinaikana, eli + 30-40 vuotta nykypäivästä. “Vuodet eivät ole veljeksiä”. Valittu 50 vuoden jaksolta tilastollisesti 48 kuukautta (4 kk per kalenterikuukausi) edustamaan tuulioloiltaan (keskiarvo, nopeuden ja suunnan jakauma) keskimääräistä vuotta. Ilmaston muutoksen vaikutusta tuulisuuteen tarkasteltu erikseen.

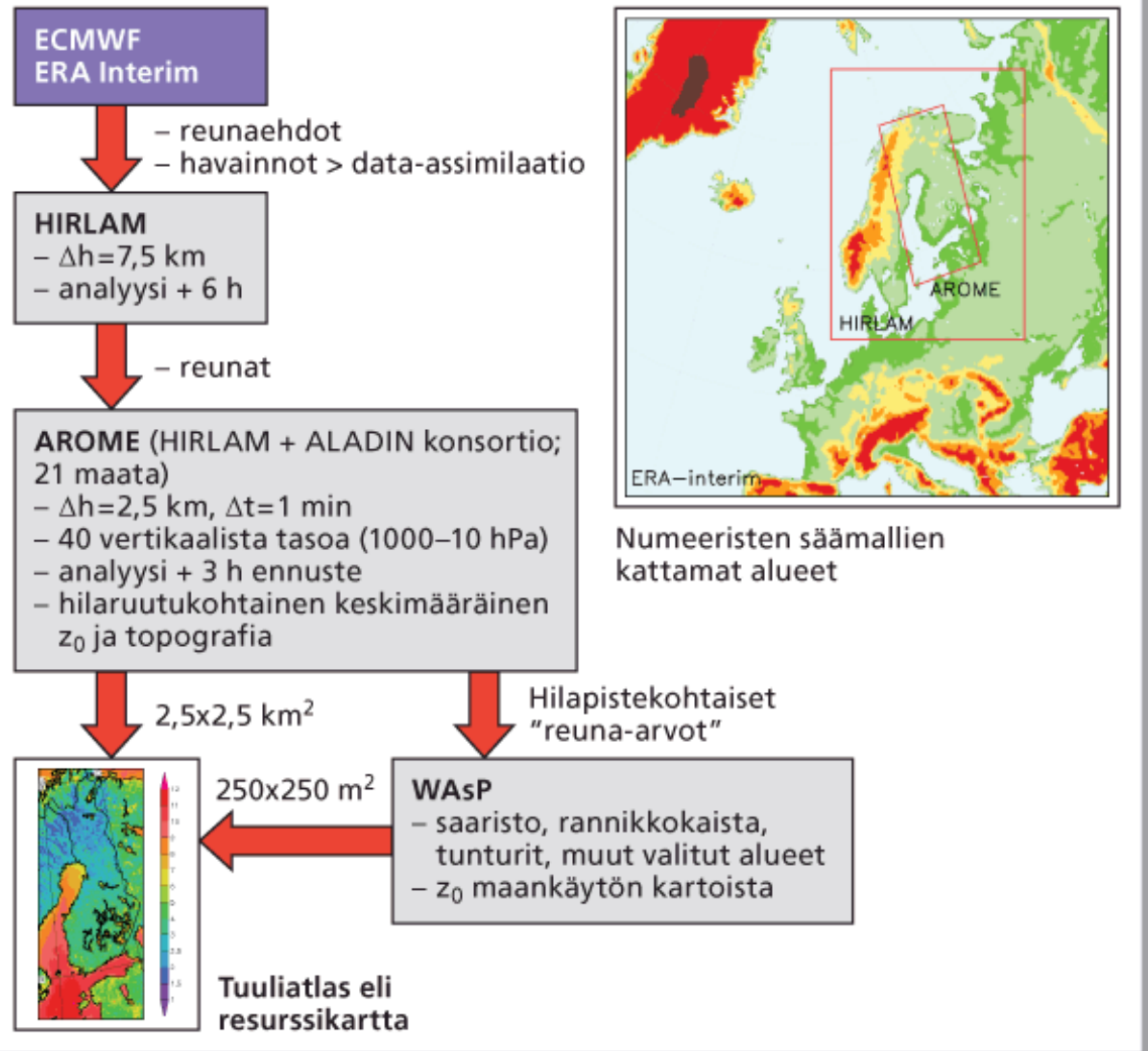


Numeerinen tuuliatlas
on tuotettu parhaan
mahdollisen mesoskaalan
säänennustusmallin avulla.

Säämallin “pyörittäminen”
IL:n supertietokoneella vei
aikaa 10 kuukautta.

Lisäksi WAsP-mallia on
ajettu sekä IL:n että Risö
DTU:n supertietokoneilla
noin 2 kk.

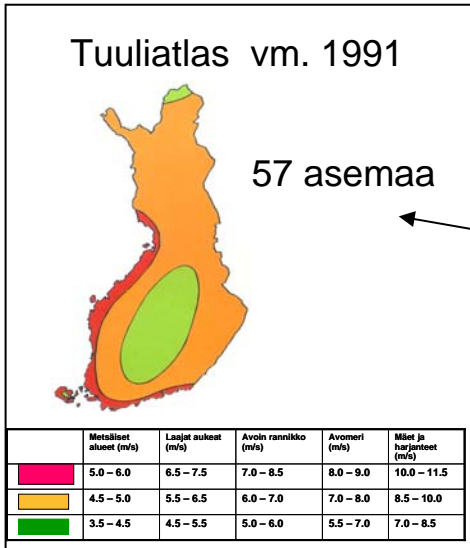
Numeerisen Tuuliatlaksen malliajot; 48 + 24 eli 72 valittua kuukautta



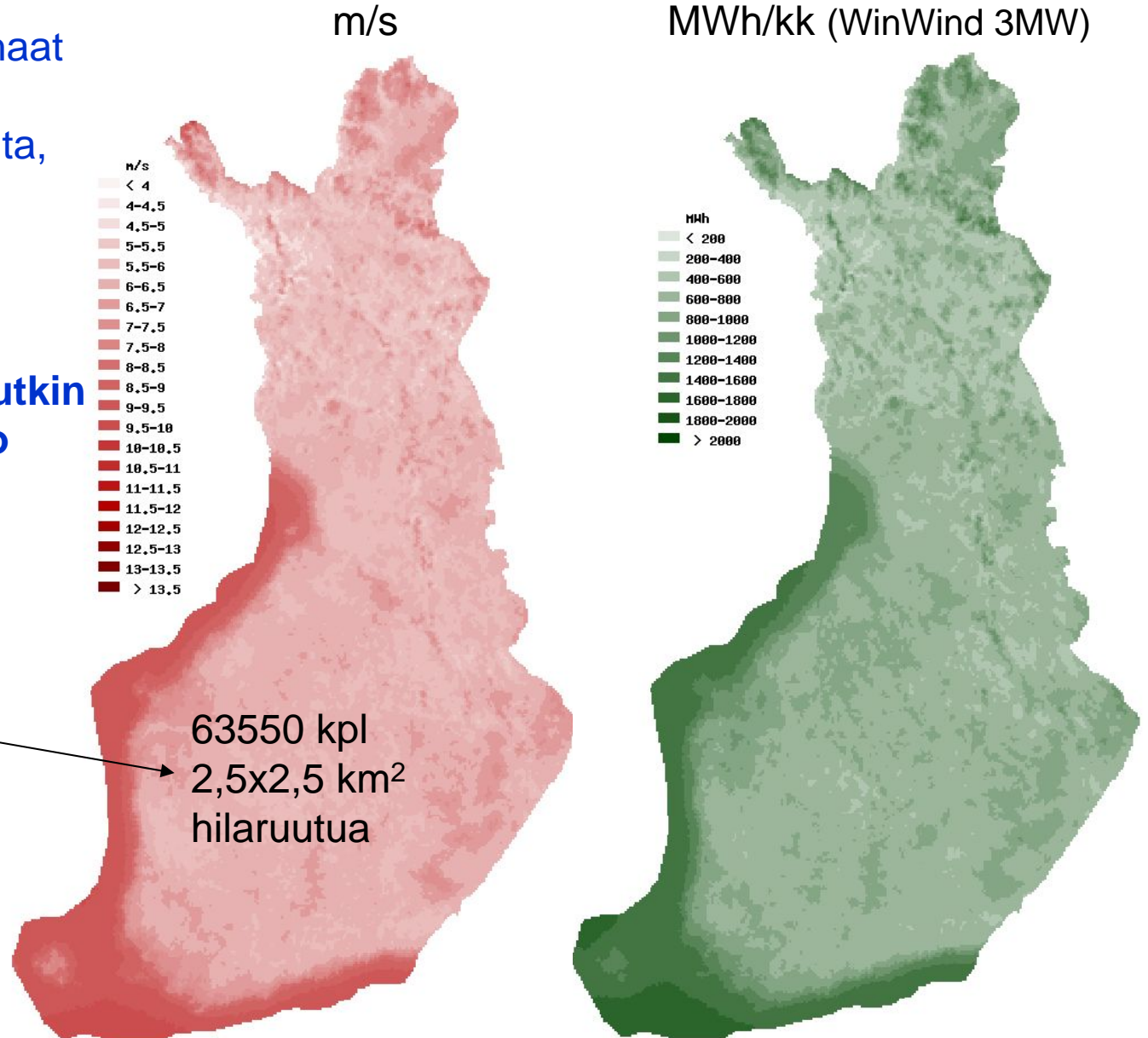


Tuulivoiman kannalta parhaat tuuliolot löytyvät Saaristomeren eteläpuolelta, Selkämeren eteläosista, Merenkurkusta ja Suomenlahdelta.

Uuden kartan avulla muutkin tuuliset alueet on helppo löytää!



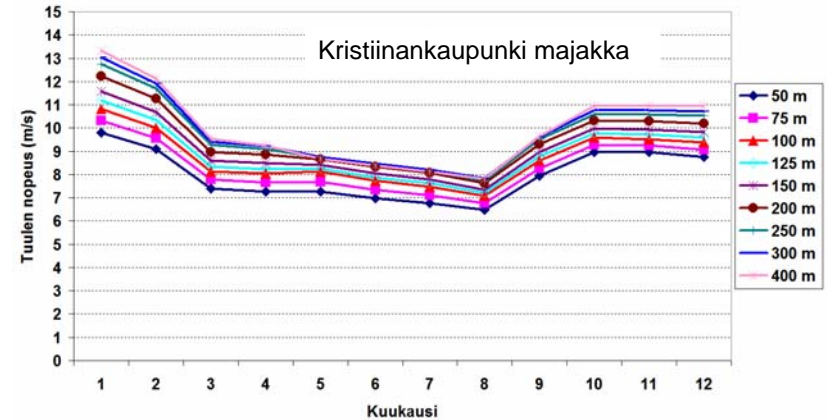
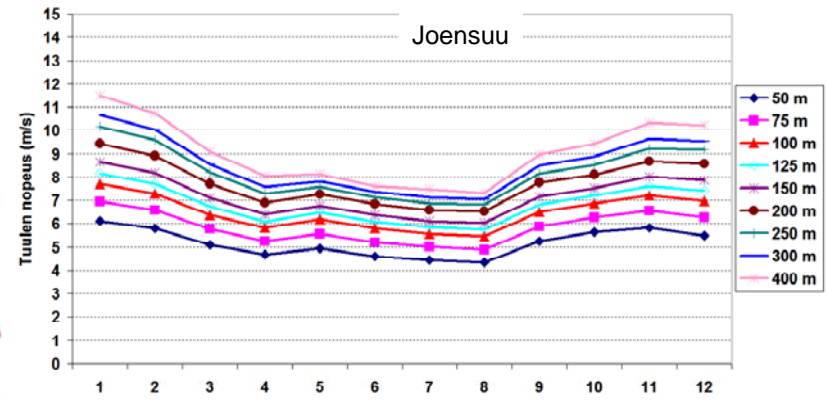
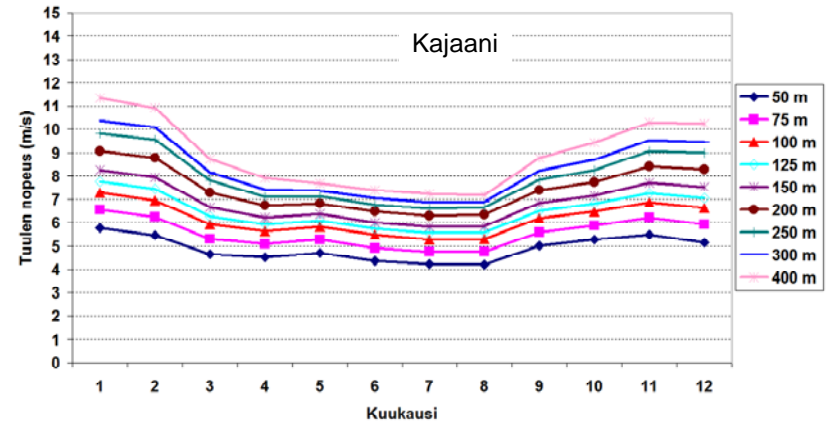
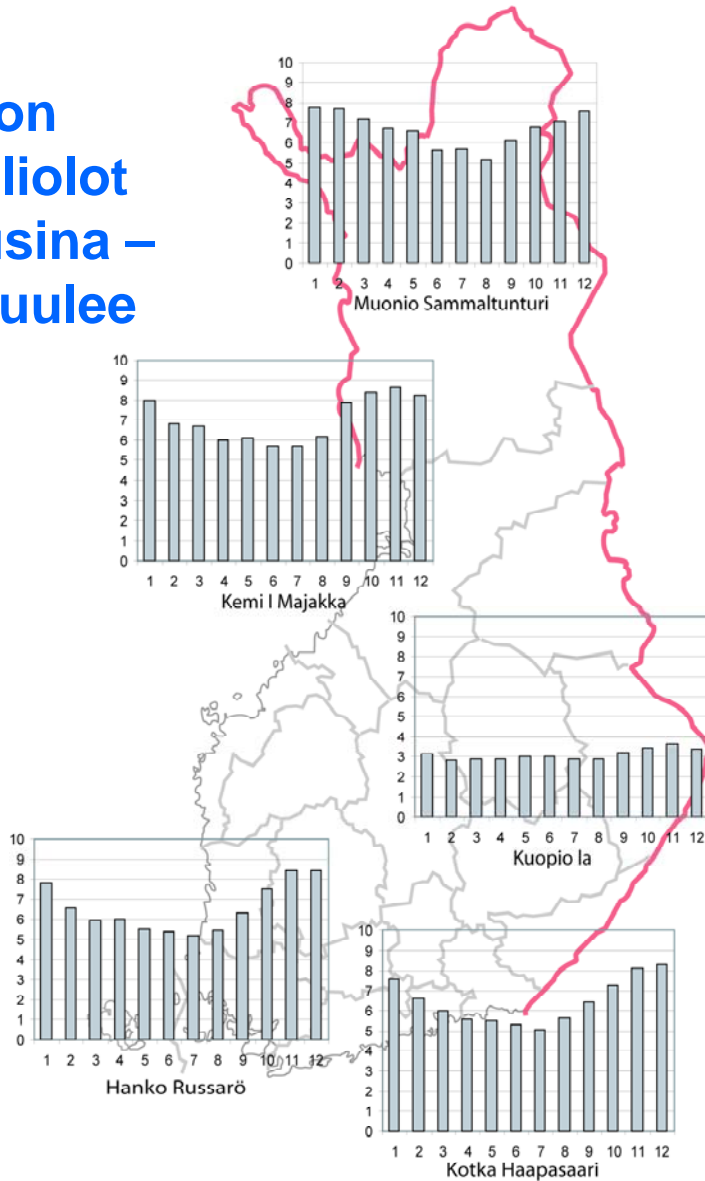
25.11.09





Suomessa on parhaat tuuliolot talvikuukausina – eli talvella tuulee

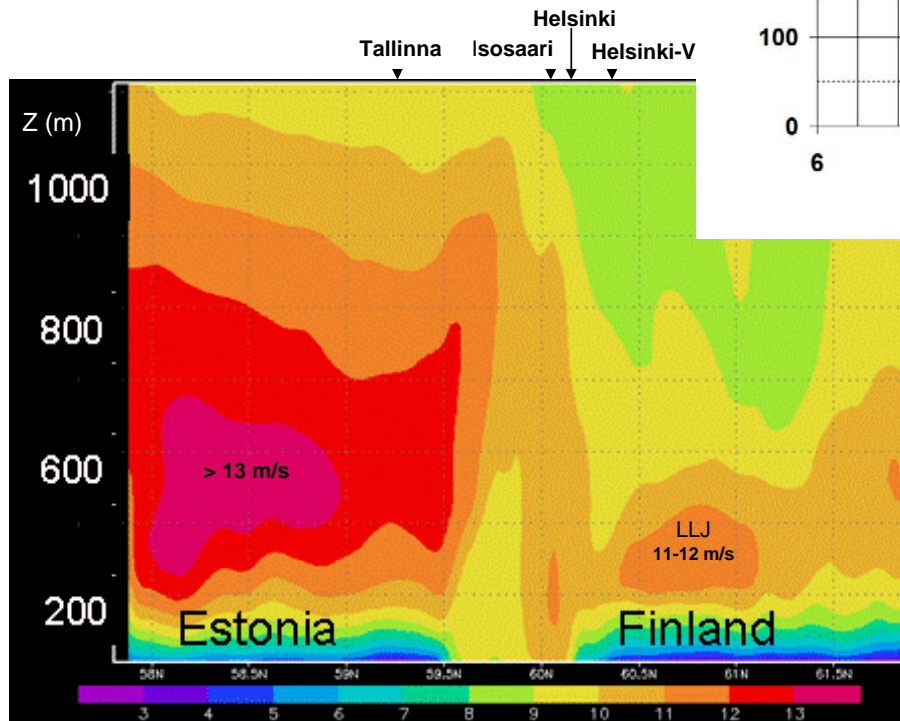
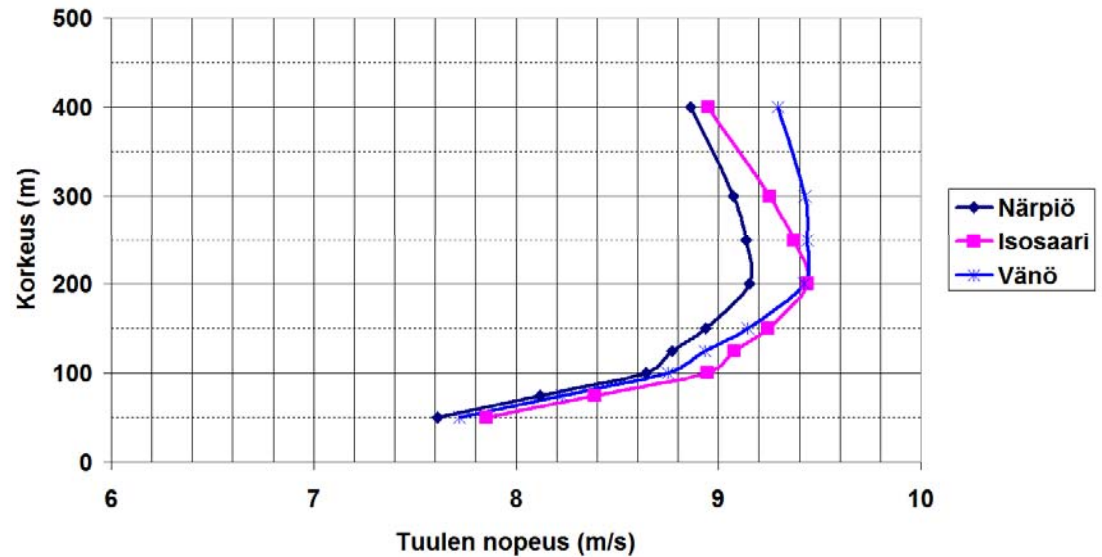
Sisämaassa tuuli heikkoa lähellä pintaa (säasemilla), mutta voimistuu nopeasti ylöspäin mentäessä





Alemman ilmakehän suhkuvirtaukset ovat yleisiä ja niiden vaikutuksesta tuulen keskinopeus kasvaa 150-250 m korkeudella.

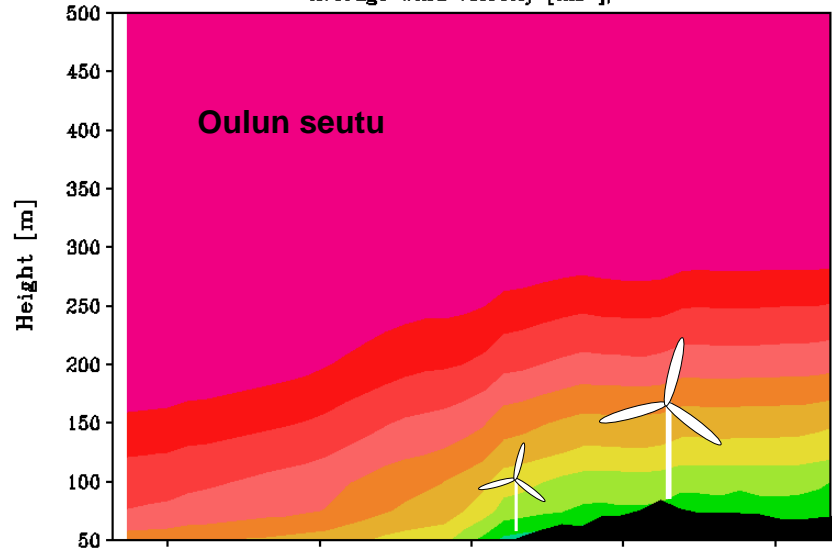
AROME, Tuuliatlaksen merelliset hilapisteet Isosaari, Vänö, Närpiö
Tuuliprofiilit : Toukokuu



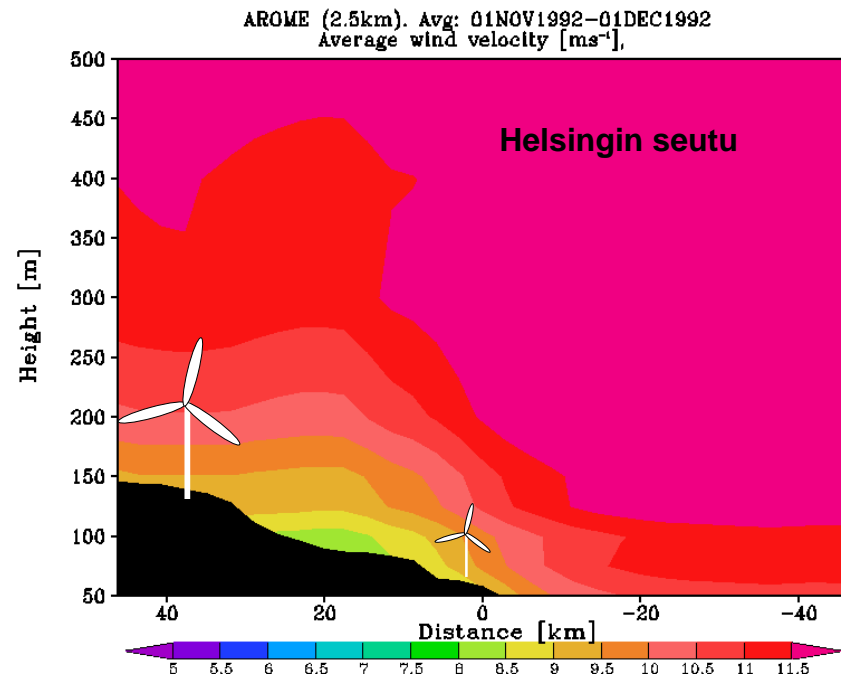
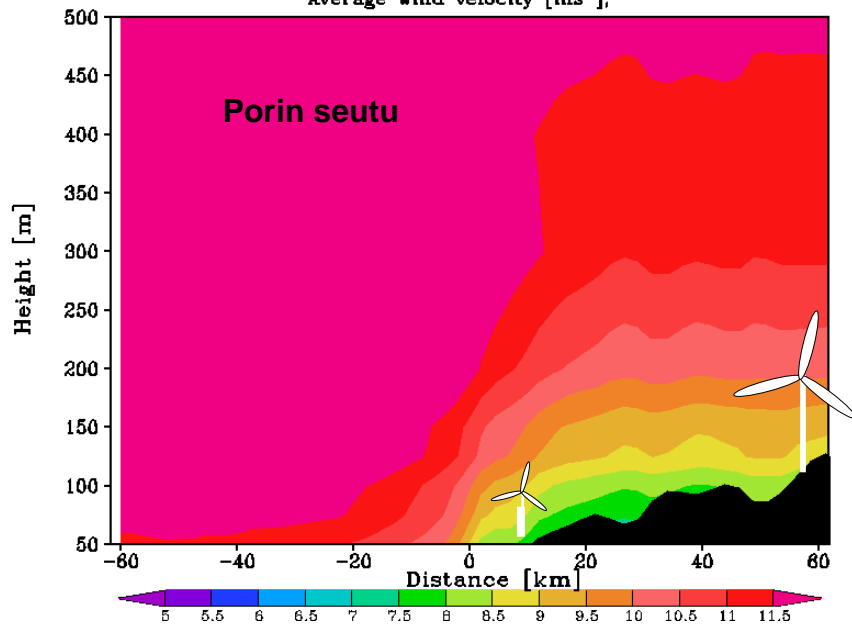
Alemman ilmakehän suihkuvirtaukset eivät näy sääasemien tuulimittauksissa, joten niiden vaikutusta tuulen nopeuden pystysuoraan jakaumaan ole voitu ottaa huomioon vuoden 1991 Tuuliatlaksessa.



AROME (2.5km). Avg: 01NOV1992-01DEC1992
Average wind velocity [ms^{-1}],



**Sisämaasta 20-40 km:n
päässä rannikosta löytyy
vastaavia tuulioloja, kuin
mihin vanhat voimalat
lähellä rantaviivaa on
sijoitettu.**





SUOMEN *tuuli*ATLAS

TUULIATLAS-KARTTALIITYMÄ

TUULEN KESKINOPEUSKARTAT

TUULIVOIMALAN TUOTANTOKARTAT

TUULIATLAKSEN MALLINNUS

MALLINNUKSEN TARKKUUS

TUULISUUS SUOMESSA

TUULIVOIMA

TUULIVOIMALAN MITOITUS

TUULIATLAKSEN KÄYTTÖOHJE

TUULIATLAKSEN TOTEUTTAJAT

Tuuliatlas - tuulitiedot Suomen kartalla

Suomen tuuliatlas, tuulienergiakartasto, on tärkeä apuväline arvioitaessa mahdollisuuksia tuottaa tuulen avulla sähköä. Sen avulla voidaan vertailla tuuliolojen vuotuista ja kuukausittaista vaihtelua joko koko Suomessa tai tietyillä rajatuilla alueilla.

Karttaliittymä on ennen kaikkea kaavoituksen, aluesuunnittelun ja voimalarakentamisen suunnittelun työväline.

Tuulienergiakartaston pohjana on numeerinen säämalli. Säämallilla on simuloitu 72 kuukauden todelliset säätilanteet. Simuloidut kuukaudet on valittu tarkastelemalla Suomen tuulioloja viimeisten 50 vuoden ajalta. Vuosina 1989-2007 tuulioloissa ei ole ollut merkittäviä muutoksia. Tuuliatlas edustaa siis mahdollisimman hyvin aikavälin 1989-2007 keskimääräisiä tuulioloja.

Säämallilla on tarkasteltu Suomen tuuliolosuhteita eri korkeuksilta 50 metristä 400 metriin kautta koko maan 2,5 x 2,5 neliökilometrin alueilta. Rannikolla, saaristossa, tunturialueilla ja valituilla sisämaa-alueilla tuulen keskinopeus annetaan tarkemmalla 250x250 neliömetrin resoluutiolla.

Tuuliatlas koostuu

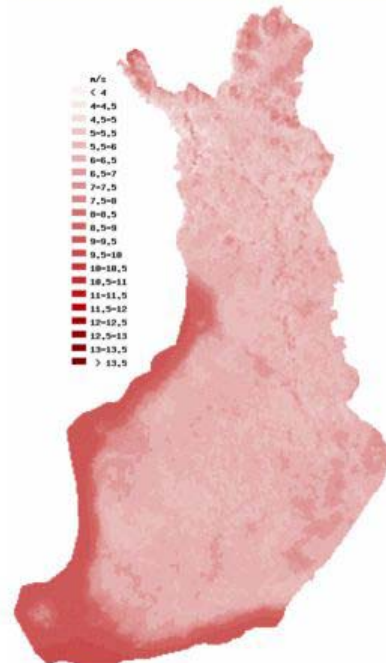
- näillä Tuuliatlas.fi-sivuilla julkaistuista staattisista kartoista ja taustatiedoista sekä
- dynaamisesta Tuuliatlas-karttaliittymästä, jonka hilaruutujen kautta voi tarkastella kunkin mallinnetun pisteen tuulisuustietoja.

Tuulen keskinopeus ja Tuulivoimalan tuotanto -otsakkeiden alta löytyvät staattiset kartat kuvaavat tuulen nopeuden (m/s) ja nimellisteholtaan 3 MW tuulivoimalan tehokäyrällä lasketun energiätuotannon (MWh) kuukausittaista ja vuotuista keskimääräistä jakaamaa eri korkeuksilla. Tulokset perustuvat tuuliatlaksen mallinnukseen, josta selitys ohessa. Mallinnuksen tarkkuus -osiosta löytyvät mallinnuksen epävarmuustekijät.

Tuuliatlaksen julkistustilaisuus tiistaina 24.11.2009 klo 9.00.

Motivan seminaari 25.11.2009.

Sekä Tuuliatlas.fi-esittelysivusto että Tuuliatlas-karttaliittymä avataan julkisuuteen keskiviikkona 25.11. klo 17. Sitä ennen sivustot ovat testikäytössä salasanan takana.





TUULEN KESKINOPEUSKARTAT

TUULIVOIMALAN TUOTANTOKARTAT

TUULIATLAKSEN MALLINNUS

MALLINNUKSEN TARKKUUS

TUULISUUS SUOMESSA

TUULIVOIMA

TUULIVOIMALAN MITOITUS

TUULIATLAKSEN KÄYTTÖOHJE

TUULIATLAKSEN TOTEUTTAJAT

Tuulen keskinopeuskartat

Tuulen aritmeettinen keskinopeus (m/s) on laskettu kullekin kuukaudelle ja vuodelle ennusteista, jotka AROME-säänennustusmalli on tuottanut kolmen tunnin välein. Kartoissa tuuliarvot on esitetty 2,5 x 2,5 neliökilometrin tarkkuudella. Tuulen nopeus on kuvattu eri värisävyillä 0,5 m/s resoluutiolla.

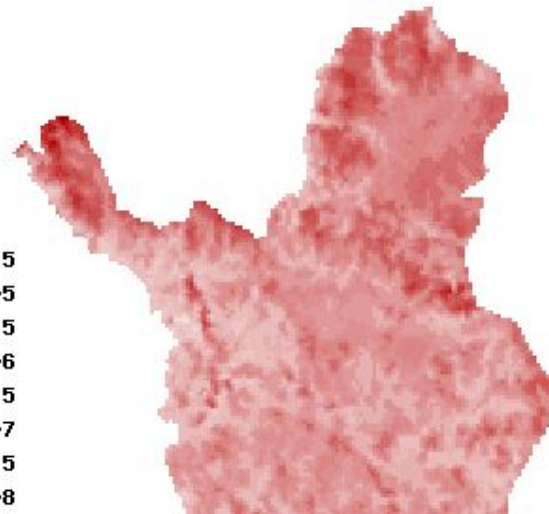
Karttoja on kolmelta eri korkeudelta: 50 m, 100 m ja 200 m maanpinnasta. Kussakin 2,5 x 2,5 neliökilometrin ruudussa maanpinnan korkeus merenpinnasta edustaa laskennallista keskikorkeutta.

Oheisesta pudotusvalikosta voi valita halutun korkeuden ja sieltä edelleen koko vuoden tai halutun kuukauden tuulennopeuskartan.

vuosi ▼ 100 m ▼ Siirry

tammikuu
helmikuu
maaliskuu
huhtikuu
toukokuu
kesäkuu
heinäkuu
elokuu
syyskuu
lokakuu
marraskuu
joulukuu
vuosi

m/s
< 4
4-4,5
4,5-5
5-5,5
5,5-6
6-6,5
6,5-7
7-7,5
7,5-8





TUULEN KESKINOPEUSKARTAT

TUULIVOIMALAN TUOTANTOKARTAT

TUULIATLAKSEN MALLINNUKSET

MALLINNUKSEN TARKKUUS

TUULISUUS SUOMESSA

Mitä tuuli on?

Geostrofinen tuuli

Rajakeros

Stabiilius eli ilman tasapainotila

Alemman ilmakehän suihkuvirtaus

Tuuliolot rannikolla

Tuuliolot tuntureilla

Ilmastonmuutos ja tuulienergia

Tuulimittaukset Suomessa

TUULIVOIMA

TUULIVOIMALAN MITOITUS

TUULIATLAKSEN KÄYTTÖOHJE

TUULIATLAKSEN TOTEUTTAJAT

Tuulisuus Suomessa

Tuulivoimalan kannalta voidaan todeta, että Suomessa tuulee eniten talvikuukausina ja selvästi vähemmän kesäkuukausina.

Suomen tuulioloihin vaikuttaa merkittävästi maantieteellinen sijaintimme ja pääasiassa Atlantilta maahamme suuntautuvat matalapaineet ja niiden kulkemat reitit.

Näistä johtuen suuren mittakaavan keskimääräinen tuulen nopeus noin kilometrin korkeudessa (geostrofinen tuuli) on verraten suuri (9-9,5 m/s), eli huomattavasti suurempi kuin eteläisessä Euroopassa (7-8,5), mutta toisaalta pienempi kuin lähempänä pohjoista Atlanttia sijaitsevilla Brittein saarilla (10-12 m/s), Norjan rannikolla (10-11 m/s) tai Tanskassa (10-10,5 m/s) ja Pohjanmeren rannikolla (10-10,5 m/s).

Tuulen suunta

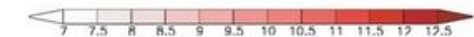
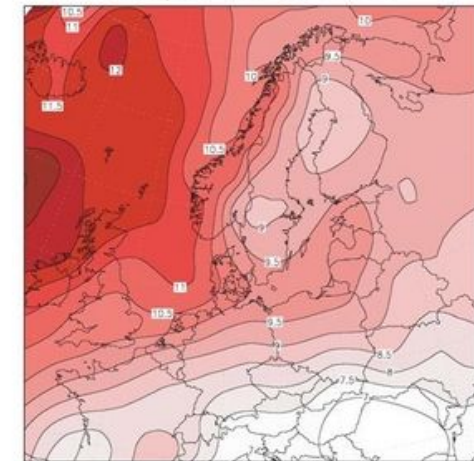
Tuulen suunta ilmoittaa ilmansuunnan josta tuuli tulee. Ilmatieteen laitoksella tuulen suuntaa mitataan 10 minuutin keskiarvona asteen resoluutiolla, ja tilastoidaan yleensä 10 asteen suuntaluokissa. ... 0-10, 10-20, ..., 350-360. Tuulienergiasovellutuksissa tuulen suunta jaetaan yleisesti kahteentoista sektoriin: 345-15 (pohjoistuuli), 15-45, 45-75, 75-105 (itätuuli), ..., 315-345.

Suomessa lounaistuulet (tuulensuuntasektori etelä-länsi) on vallitseva, ts. enemmistö tuulista tulee näiltä ilmansuunnilta.

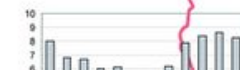
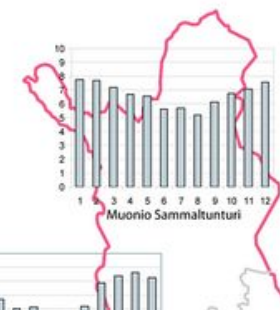
Tuulen nopeus

Suomen ilmastolle on tyypillistä ihmisen havaintokorkeudella, ja tavallisten sääasemien tuulimittarin sijoituskorkeudella, olevan tuulen nopeuden selvät vaihtelut vuodenajoin merialueilla, rannikolla ja tuntureilla, kun taas sisämaassa tuulen kuukausittainen keskinopeus vaihtelee varsin vähän. Sisämaan sääasemilla mitattu tuulen vuotuinen keskinopeus on huomattavasti pienempi kuin merisääasemilla mitattu.

nc6 speed ANN 1971-2000



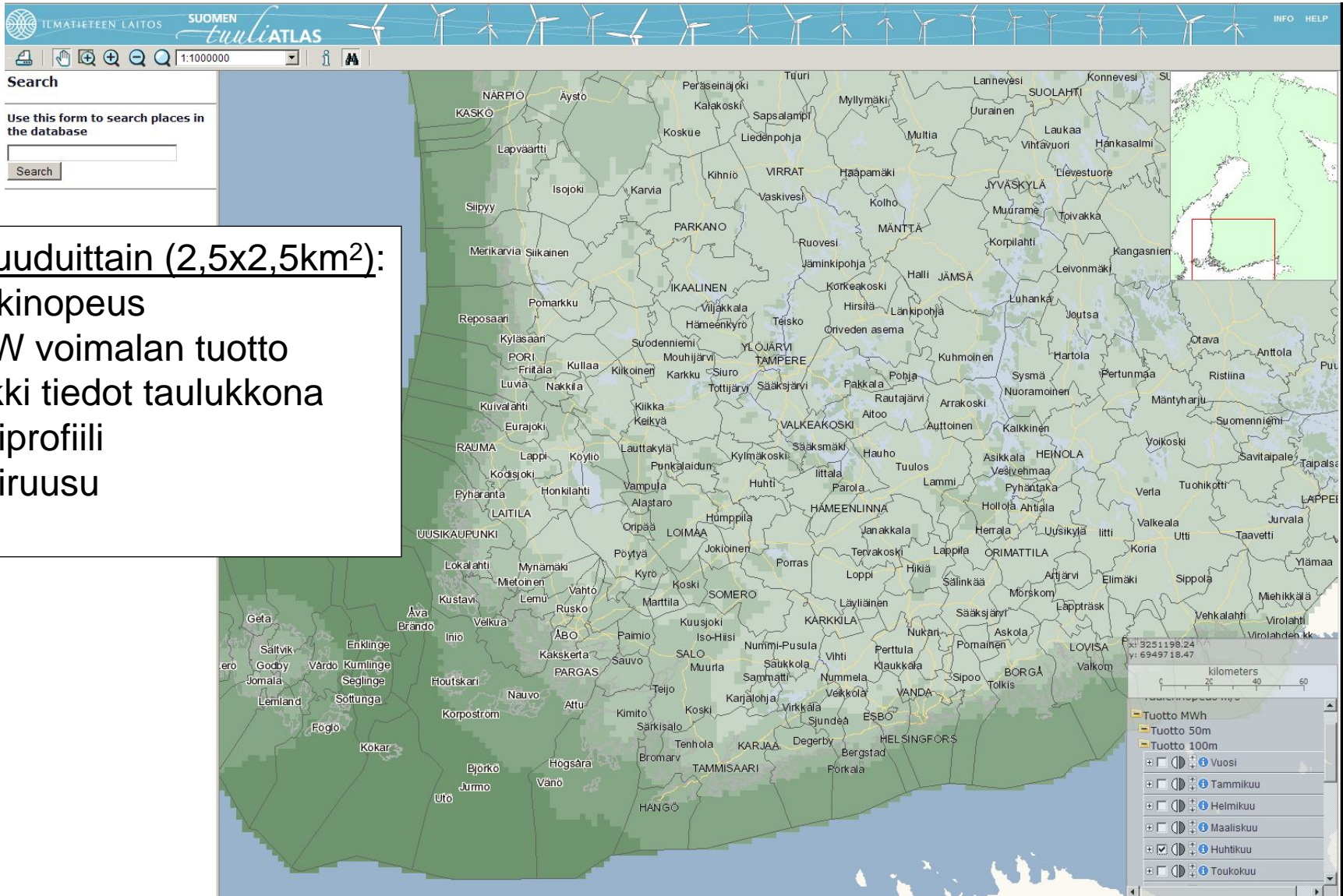
Keskimääräisen tuulennopeuden jakauma Euroopassa. Kuvassa ilmapaineenkentästä laskettu geostrofinen tuuli (m/s).





Dynaaminen web-karttaliittymä:

- kartat korkeuksilta 50, 100 ja 200 m
- vapaasti zoomattavissa
- long-lat ja yhtenäiskoordinaatisto
- ohjeistettu
- karttakäyttöliittymästä saa talletettua tuulitietoja halutulta alueelta kuvana ja geotiff -formaattissa.



Hilaruuduittain (2,5x2,5km²):

- keskinopeus
- 3MW voimalan tuotto
- kaikki tiedot taulukkona
- tuuliprofiili
- tuuliruusu



SUOMEN tuuliATLAS

TUULIATLAS-KARTTALIITTYMÄ

Tuuliatlas - tuulitiedot Suomen kartalla

Suomen tuuliatlas, tuulienergiakartasto, on tärkeä apuväline arvioitaessa mahdollisuuksia tuottaa tuulen avulla sähköä. Sen avulla voidaan vertailla tuulilojen vuotuista ja kausittaisia vaihtelua joko koko Suomessa tai tietyillä rajatuilla alueilla. Karttaliittymä on ennen kaikkea kaavoituksen, aluesuunnittelun ja voimalarakentamisen suunnittelun työväline.

Tuulienergiakartaston pohjana on numeerinen säkämalli. Säkämallilla on simuloitu 72 kuukauden todelliset säkälilanteet. Simuloidut kuukaudet on valittu tarkastelemaan Suomen tuulivoima vimeisten 50 vuoden ajalta. Vuosina 1989-2007 tuuliloissa ei ole ollut merkittäviä muutoksia. Tuuliatlas edustaa siis mahdollisimman hyvin aikavälin 1989-2007 keskimääräistä tuulivoimaa.

Säkämallilla on tarkasteltu Suomen tuulivoimaa eri korkeuksilla 50 metristä 400 metrin kautta koko maan 2,5 x 2,5 neliokilometrin alueilla. Rannikoilla, saaristossa, tunturialueilla ja valtuilla sisämaalla tuulen keskiarvo annetaan tarkemmalla 250x250 neliokilometrin resoluutiolla.

Tuuliatlas koostuu

- näillä Tuuliatlas.fi-shuilla julkaistusta staattisista kartoista ja taustatiedoista sekä
- dynamisesta Tuuliatlas-karttaliittymästä, jonka hilaruutujen kautta voi tarkastella kunkin mallinnetun pisteen tuulivoimaa.

Tuulen keskiarvo ja Tuulivoiman tuotanto -osakkeiden alta löytyvät staattiset kartat kuvanneet tuulen nopeuden (m/s) ja nimeistötietoaan 3 MW tuulivoiman tehokäytöllä lasketun energiatuotannon (MWh) kuukausittaisia ja vuotuisia keskimääräisiä jakaumaa eri korkeuksilla. Tulokset perustuvat tuuliatlaksen mallinnukseen, josta selvisy oheissa. Mallinnuksen tarkkuus -osasta löytyvät mallinnuksen epävarmuustekijät.

SUOMEN tuuliATLAS

Search

Use this form to search places in the database

Esittelysivut ja staattiset kartat:

www.tuuliatlas.fi

www.vindatlas.fi

www.windatlas.fi

Karttaliittymän osoite:

<http://tuuliatlas.fmi.fi/fi>

<http://tuuliatlas.fmi.fi/sv>

<http://tuuliatlas.fmi.fi/en>

Tuuliatlaksen internetsivut avataan 25.11.2009 klo 17:00