



# **Laajamittainen tuulivoima - haasteita kantaverkkoyhtiön näkökulmasta**

Kaija Niskala

Säteilevät naiset seminaari

Säätytalo 17.3.2009

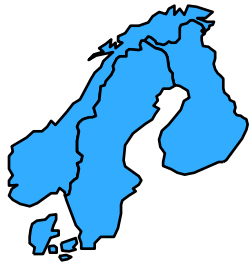
# Kantaverkkoyhtiölle tulevia haasteita

- tuulivoimalaitoksen liityntä
- tehotasapainon ylläpito
- siirtokapasiteetin riittävyys
- syöttötariffijärjestelmä

# Tuulivoima maailmalla ja Suomessa



~100 000 MW



4 400 MW / 10 TWh



140 MW / 0,2 TWh

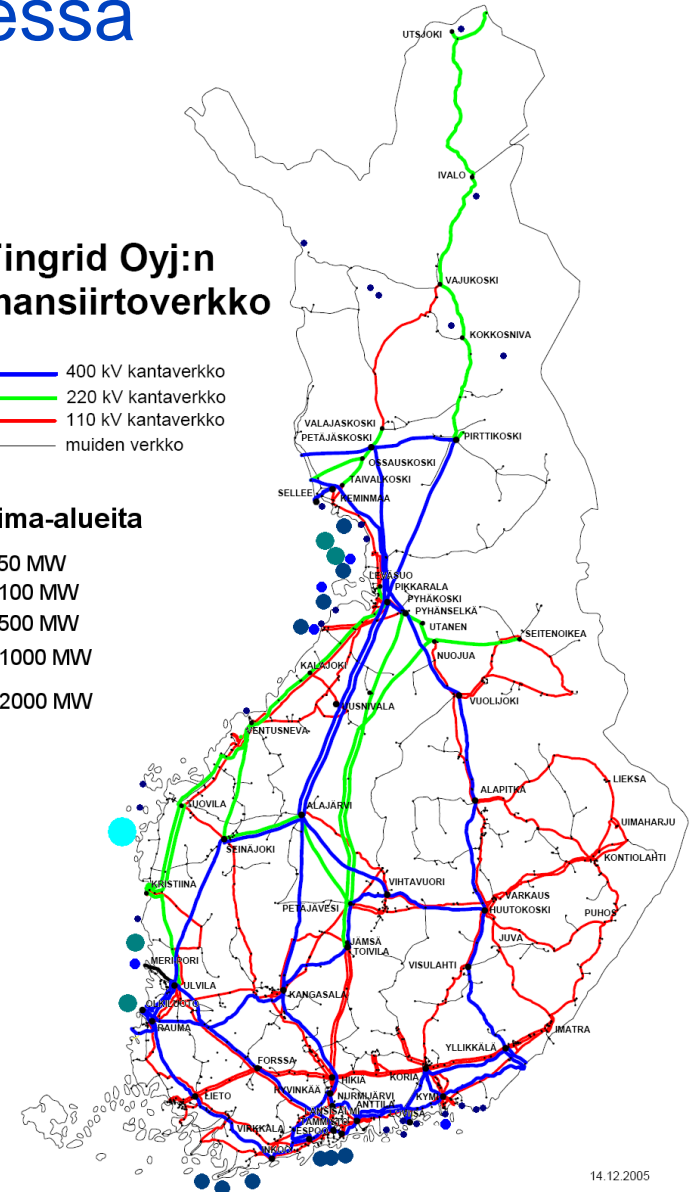
- esiselvityksiä Suomessa jopa 5000 MW
- potentiaali 5000-9500 MW (tekninen, maankäyttö huomioiden)
- TEM energiastrategia: 2000 MW vuonna 2020 (n. 6% kulutusenergiasta)

## Fingrid Oyj:n voimansiirtoverkko

- 400 kV kantaverkko
- 220 kV kantaverkko
- 110 kV kantaverkko
- muiden verkko

## Tuulivoima-alueita

- ≤ 50 MW
- ≤ 100 MW
- ≤ 500 MW
- ≤ 1000 MW
- ≤ 2000 MW



# Tuulivoimapuiston yleiset liittämiskaavat

- tuulivoimalaitokselle asetetaan lähtökohtaisesti samat liittämiskaavat kuin muullekin sähköntuotantolaitokselle
- yleiset liittämiskaavat pohjoismaisissa tuulivoimalaitosten liittämiskaavoissa
  - Nordel Connection Code for Wind Turbines, November 2006  
[www.nordel.org](http://www.nordel.org)
- liittämiskaavat Suomen voimajärjestelmään liittyvälle tuulivoimalalle
  - tuulivoimakaavat ovat voimassa yli 10 MVA tuulivoimapuistoille tai useammalle yksittäisille tuulivoimaloille, joiden yhteenlaskettu teho kantaverkon liittämispisteessä ylittää 10 MVA
  - tuulivoimatuotannon erityispiirteistä johtuen voimalaitoksille on asetettu lisäliittämiskaavoja, jotka liittyvät lähinnä tuulivoimalan tehon- ja jännitteensäätöön sekä pysäytykseen
    - liittämiskaavat (YLE2007) ja voimalaitosten järjestelmätekniset liittämiskaavat (VJV2007) [www.fingrid.fi](http://www.fingrid.fi)

# Tuulivoimapuiston liittäminen kantaverkkoon

- liityntä 400 kV jännitteiseen verkkoon, kun
  - tuulivoimapuisto  $\geq 250$  MVA
  - tuulivoimapuisto 100-250 MVA ja tuulivoimapuistoa ei ole verkkotekniset näkökulmat huomioiden järkevää liittää 110 kV verkkoon
- liityntä 110 kV jännitteiseen verkkoon, kun
  - tuulivoimapuisto 100-250 MVA ja tuulivoimapuisto on verkkotekniset näkökulmat huomioiden järkevää liittää 110 kV verkkoon
  - tuulivoimapuisto  $\leq 100$  MVA. Verkon siirtokyvyn riittävyys on tarkistettava
- Fingrid tekee tarvittavat kantaverkon verkkotarkastelut yhdessä hankevastaavan kanssa.
  - selvitys verkkoon liittymisestä tehdään ennen YVA-prosessin aloittamista
- sovittu muuhun alueverkkoon liittymisestä: samat vaatimukset, mikäli yhden liittymispisteen taakse liittyy yli 10 MVA tuulivoimaa tai muuta tuotantoa

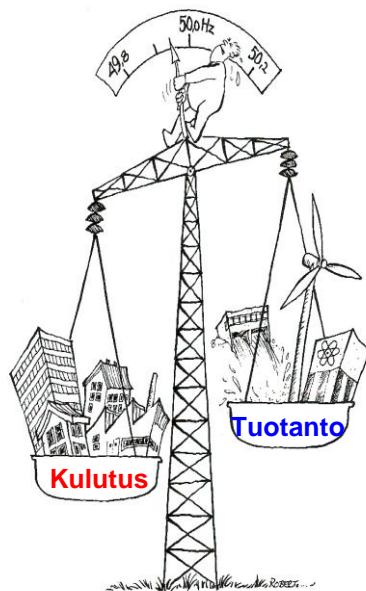
# Tuulivoimapuistoliitynnän kustannusten jako liittyäessä kantaverkkoon

- Fingrid määrittää kokonaisuuden (ympäristönäkökulma, verkon rakenne, muut voimalaitokset, suunnitellut vahvistukset ym.) kannalta teknisesti ja taloudellisesti hyväksyttävät liityntäpisteet tai -pisteet
- liittyjä vastaa liityntäyhteytensä kustannuksista
- liittyjä maksaa kantaverkkoliityntänsä kustannukset
- Fingrid vastaa tarvittavista kantaverkon ja voimajärjestelmän vahvistuskustannuksista

# Tuotannon ja kulutuksen oltava joka hetki tasapainossa - myös tulevaisuudessa

## Kulutus

- Kulutus vaihtelee tulevaisuudessakin sääolosuhteiden ja ajankohdan mukaan.
- Kulutuksen markkinaehtoinen joustavuus ja energian säästö lisääntyvät, jos hintamekanismi toimii.
- Onko sähkön käyttöä kuitenkin säännösteltävä tulevaisuudessa? Onko sähkön säännöstely hyväksyttävää nyky-yhteiskunnassa?



Miten löytyy tasapaino - joka hetki?

## Tuotanto

**Konv. lauhdevoima** - säätövoimaa, mutta kuka investoi?

**Tuulivoima** - tuotanto riippuu tuulesta

**Vastapainetuotanto** (ml uusiutuvat) - ajaa lämpökuorman mukaan

**Vesivoima** - loistavaa säätövoimaa. Valtaosa Suomen säädöstä Norjan ja Ruotsin vesivoimalla.

**Ydinvoima** - ajaa täysillä

**Tuonti/vienti** - tasapainottaa maan tasetta markkinatilanteen mukaan.

## Tehotasapaino - tuulivoiman säätötarve

- arvio tänään: yhden tunnin sisällä tapahtuva tuulivaihtelu aiheuttaa tehomuutoksen, jonka vaikutukseksi arvioidaan 25 % kokonaistehosta =>  $25 \% * 2000 \text{ MW} = 500 \text{ MW}$
  - tuulivoimalaitosten pysähtyminen myrskyn johdosta voi aiheuttaa kaikkien alueen tuulivoimalaitosten putoamisen pois verkosta
- => maantieteellisesti hajautettu tuulivoima edesauttaa voimajärjestelmän hallintaa ja laskee merkittävästi investointitarvetta voimajärjestelmään



# Tuulivoiman säätömahdollisuudet

- tuulivoiman tuottajan toiminta sähkömarkkinoilla
  - day-ahead Elspot-markkina
  - intra-day Elbas-markkina
  - säätösähkömarkkina
- tuulivoimalla tekniset edellytykset erityisesti alassäätöön
- jos syöttötariffijärjestelmä on käytössä: tuottajan tulisi saada korvaus alassäätötilanteessa tuen menetyksestä
- säätösähkön tarve kasvaa tuulivoiman määrän lisääntyessä

# Tuulivoimatuotannon saatavuus kantaverkkoyhtiön kannalta

- huippukulutuksen aika
  - tuulivoimaa käytettävissä Suomessa 6% asennetusta tehosta 90% todennäköisyydellä (toteutunut tilasto)
  - kapasiteetin riittävyttä arvioitaessa otetaan huomioon 6% tuulivoiman nimellistehosta
- tehon riittävyys: vastuu viranomaisilla (markkinat)
  - laki tehoreservien käytettävyyden varmistamisesta 2/2011 saakka (hiililauhdelaitokset)
- tehopulatilanteen hallinta: vastuu Fingridillä
  - säätösähkö
  - taajuusohjattu reservi ja häiriöreservi
- reservikapasiteetin tarve kasvaa

# Fingridin kantaverkon vahvistushankkeita

- Uusi 400 kV yhteys Pohjois-Suomen ja Ruotsin välillä tarpeen
  - tasaa tuulivoiman vaihteluita paremmin -> säätösähkön ja reservien kokonaistarve pienenee
  - parantaa säätösähkön ja reservien hyödyntämistä Pohjoismaisella tasolla -> säätösähkön ja reservien hankinta tehostuu
  - pienentää siirtorajoituksen esiintymisriskiä -> parantaa käyttövarmuutta ja markkinoiden toimivuutta
- Länsirannikon 220 kV kantaverkon vahvistus 400 kV jännitteelle
  - pienentää sisäisten siirtorajoitusten esiintymisriskiä
  - mahdollistaa laajamittaisen tuulivoiman liittymät verkkoon
- Vahvistuksia tarvitaan 2000 MW tuulivoimalle, huomioitava myös muiden maiden tuulivoima ja muut hankkeet Suomessa

# Tuulivoiman syöttötariffi

- toimivuus sähkömarkkinoilla
  - markkinaehtoisuus
    - tuottaja vastaa itse sähkönsä myynnistä
    - markkinahinta ohjaa tuottajan ratkaisuja, ml. operatiivista tuotannonohjausta
  - tasevastuu
    - tuottaja vastaa oman tuotantotaseensa tasapainottamisesta
    - kannustaa parempiin tuotantoennusteisiin ja tasehallintaan
    - tuulivoimalle erilliset tuotantosuunnitelmat
- tärkeää kustannusten läpinäkyvyys ja niiden kohdistaminen
- kokoluokka
- todentaminen
- energiaselvitys

## Yhteenveto

- sähkön kulutus ja tuulituotanto vaihtelevat - jostain pitää löytyä säätävää tuotantoa, esim. lauhdetuotanto pidettävä riittävänä
- intra-day- (elbas) ja säätösähkömarkkinoiden riittävästä volyymista huolehdittava, jotta myös tuulituotannon vaihtelun hallinta helpottuu
- reservien hankintamahdollisuuksia tulisi lisätä (kaasuturbiinivoimalaitokset, kulutuksen jousto)
- kantaverkolle aiheutuvat verkon rakentamis- ja reservikustannukset nostavat sähkönsiirron kustannuksia ja ne tulee ottaa huomioon kokonaisvaikutuksia arvioitaessa
- 2000 MW maantieteellisesti hajautettua tuulivoimaa on mahdollista liittää Suomen voimajärjestelmään, kunhan liittynnän edellytyksiin varaudutaan ajoissa; tähän Fingrid on varautunut strategiassaan

An aerial night photograph of a city, likely Helsinki, showing a river in the foreground and a dense urban area with many lit-up buildings and streets. The sky is dark blue, and there are three white curved lines at the top of the image.

**Valot päällä valtakunnassa**



**FINGRID**