



Tuulivoimapuiston liittäminen kantaverkkoon

Fingrid Oyj:n ohjeet ja vaatimukset

Tuulivoimapuiston yleiset liittämiskaavat

- Tuulivoimalaitokselle asetetaan lähtökohtaisesti samat liittämiskaavat kuin muullekin sähköntuotantolaitokselle
- Yleiset liittämiskaavat on määritetty pohjoismaisissa tuulivoimalaitosten liittämisehdoissa (Nordel Connection Code for Wind Turbines, November 2006).
- Liittämiskaavat Suomen voimajärjestelmään liittyvälle tuulivoimalalle on täsmennetty yleisissä liittämisehdoissa (YLE2007) ja voimalaitoksille asetetuissa järjestelmäteknisissä liittämiskaavissa (VJV2007)
 - Tuulivoimatuotannon erityispiirteistä johtuen tuulivoimalaitoksille on asetettu lisäliittämiskaavia, jotka liittyvät lähinnä tuulivoimalan tehon- ja jännitteensäätöön sekä pysäytykseen
 - Suomessa tuulivoimakaavat ovat voimassa yli 10 MVA tuulivoimapuistoille tai useammille yksittäisille tuulivoimaloille, joiden yhteenlaskettu teho kantaverkkoliittämispisteessä ylittää 10 MVA

Tuulivoimapuiston liittäminen kantaverkkoon

- Liityntä 400 kV jännitteiseen verkkoon, kun
 - Tuulivoimapuisto ≥ 250 MVA on liitettävä 400 kV verkkoon
- Liityntä 110 kV jännitteiseen verkkoon, kun
 - Tuulivoimapuisto ≤ 250 MVA ja tuulivoimapuisto voidaan liittää 110 kV verkkoon
 - Verkon siirtokyvyn riittävyys on tarkistettava
- Fingrid tekee tarvittavat kantaverkon verkkotarkastelut yhdessä hankevastaavan kanssa.
 - Ennen YVA-prosessin aloittamista on selvitettävä verkkoliitynnän edellytykset
 - Liittyjä vastaa verkkoliityntänsä aiheuttamista kustannuksista
 - Liitynnän siirtokyvyn parantamisesta aiheutuvista kustannuksista vastaa Fingrid
- Kantaverkkoon liitettävän tuulivoiman tulee sijaita voimajärjestelmän kannalta riittävästi maantieteellisesti hajautettuna

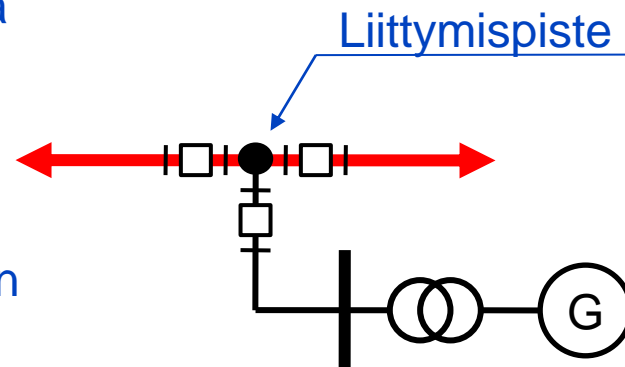
Voimalaitoksen liittäminen, YLE 2007

Enintään 5 MVA voimalaitos

- Voidaan liittää suoraan kantaverkon voimajohtoon
- Varustettava eroonkytkentäreleistyksellä
- Fingrid varustaa runkojohdon tahdissaolovalvontareleillä. Kustannuksista vastaa liittyjä.

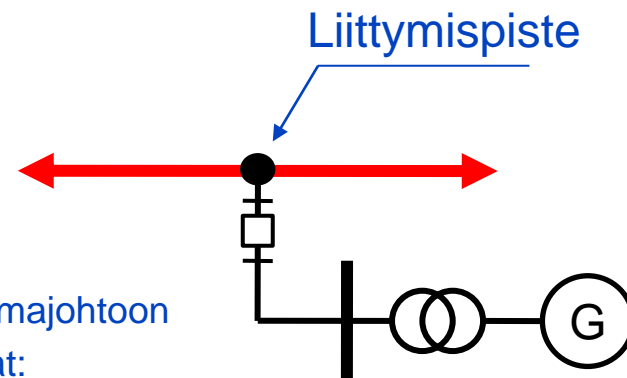
Yli 5 MVA voimalaitos

- Kyseinen voimalaitos on liitettävä kytkinlaitokseen tai sellainen on tarvittaessa rakennettava (vähintään kolmen katkaisijalähdön asema)
- Varustettava eroonkytkentäreleistyksellä, kun voimalaitoskiskoon liittyy kaksi voimajohtoa ("sisäänveto"-tapaus)



Enintään 25 MVA tuulipuisto, jonka oikosulkuvirran syöttö on korkeintaan 1,2-kertainen nimellisvirtaan nähden

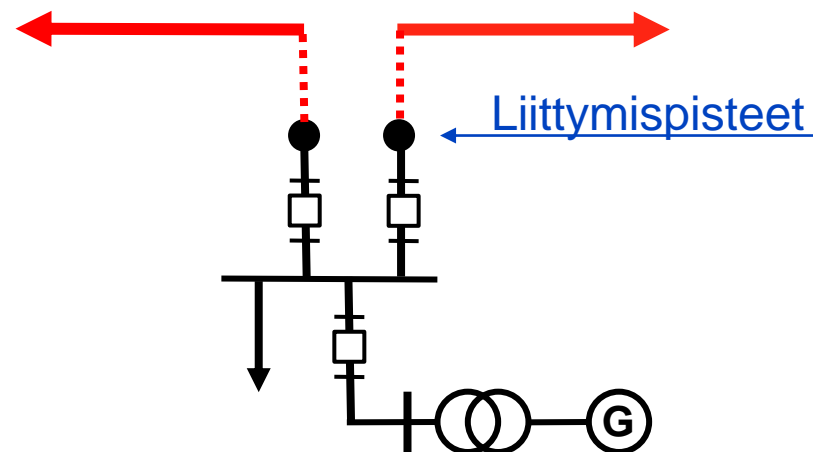
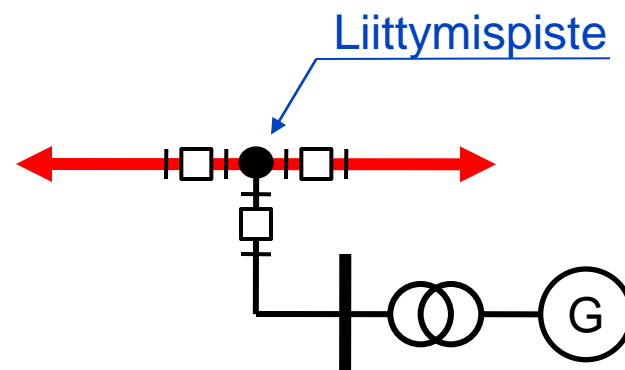
- Voidaan liittää tapauskohtaisesti harkiten suoraan kantaverkon voimajohtoon
- Ratkaisun soveltuvuutta arvioitaessa huomioidaan seuraavat seikat:
 - Vaikutukset alueen tuotannolle ja kulutukselle
 - Kanta- ja alueverkon suojauksen yhteensopivuus
 - Vaihtoehtoratkaisuiden kustannukset ja ympäristövaikutukset
- Runkojohdon ja tuulipuiston relesuojauksen täydentäminen viestiyhteydellä
 - Mahdollistaa runkojohdon pikajälleenkytkennän ja irroittaa voimalaitoksen verkosta, jos runkojohdolle syntyy vika. Näin voidaan varmistua ettei voimalaitos jää syöttämään saarekettä
 - Viestiyhteyden kustannuksista vastaa asiakas
- Fingrid varustaa runkojohdon tahdissaolovalvontareleihin. Kustannuksista vastaa liittymä.
- Samalle runkojohdolle haarana liitettävien voimalaitosten määrä riippuu luotettavan vikasuojauksen toteutettavuudesta
- Haarajohdon pituus (samat rajoitteet kuin kuorman liittymässä)
 - Korkeintaan puolet etäisyydestä lähimpään runkojohdon suojaavaan katkaisijaan
 - Jos haaralla on suojaava katkaisija, haaran pituus voi olla yhtä suuri kuin etäisyys lähimpään runkojohdon suojaavaan katkaisijaan
- Liittymissopimukseen vaatimus liittymisestä lähimpään kytkinlaitokseen mikäli alueen verkko-olosuhteet muuttuvat oleellisesti



Suuren voimalaitoksen liittäminen

Yli 25 MVA tuulivoimalaitos

- Kyseinen voimalaitos on liitettävä kytkinlaitokseen tai sellainen on tarvittaessa rakennettava (vähintään kolmen katkaisijalähdön asema)
- Varustettava eroonkytkentäreleistyksellä, kun voimalaitoskiskoon liittyy kaksi voimajohtoa ("sisäänveto"-tapaus)



Fingridin liittymisvaatimukset tuulipuistoille

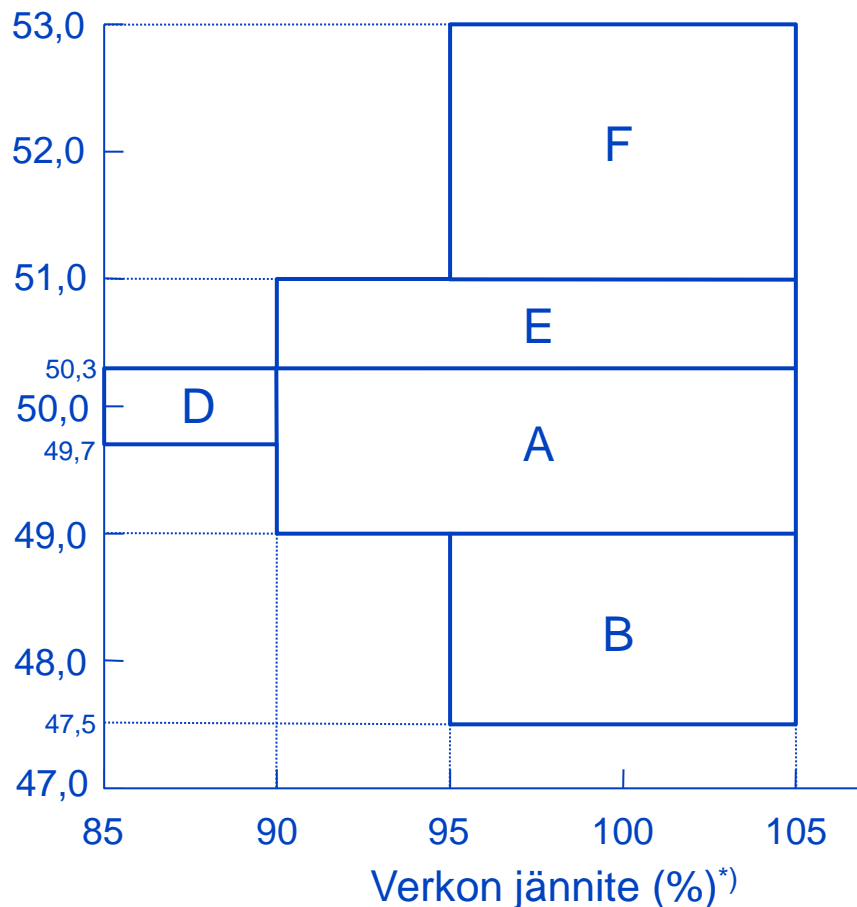
- Pätötehon säätö oltava mahdollista
- Riittävä loistehokapasiteetti
 - Tulee kyetä toimimaan nimellispätöteholla jatkuvasti tehokertoimen ollessa enintään
 - $0,95_{ind}$, kun verkkojännite on alueella 90 % - 100%
 - $0,95_{kap}$, kun verkkojännite on alueella 100 % - 105%
 - Mikäli käytetään tuulivoimalatyyppejä, joka ei itsessään täytä loistehovaatimuksia, on tuulivoimantuottajan vastuulla täyttää vaatimukset liittymispisteessä esimerkiksi SVC:n avulla
- Automaattinen jännitteensäätö oltava
 - Nollaloisteho verkon ja puiston välillä normaalitilassa, kuollut alue aseteltavissa
 - Loistehostatiikka aseteltavissa ja pystyy säätämään yllämainitun kapasiteetin puitteissa

Fingridin liittymisvaatimukset tuulipuistoille

- Mitoitusjännite ja –taajuus (sivu #9)
 - Toimintavaatimukset eri käyttötiloissa
- Verkkohäiriöiden aikaiset käyttöominaisuudet (sivu #10)
 - Jännitekuoppakestoisuus
- Käynnistäminen ja pysäyttäminen
 - Porrastettu pysäytys suurella tuulella
- Kauko-ohjaus oltava mahdollista ja mittaukset TSO:n käytettävissä
- Erilliset kokeet liittymisvaatimusten täyttymisen testaamiseksi sovitaan TSO:n kanssa
- Tuulivoimalan tai tuulipuiston simulointimalli tulee toimittaa TSO:lle osana testausohjelmaa.

Toiminta poikkeavalla jännitteellä ja taajuudella

Verkon taajuus (Hz)



A: Normaali jatkuva käyttö. Voimajärjestelmän jännitteestä ja taajuudesta johtuvaa pätötehon tai loistehon tuotantokyvyn alentumista ei sallita.

B: Vähintään 30 minuutin keskeytymätön käyttö. Pätötehon tuotannon sallitaan alenevan taajuuden lineaarisena funktiona 0 % alenemasta taajuudella 49,0 Hz 15 % alenemaan taajuudella 47,5 Hz.

D: Vähintään 60 minuutin keskeytymätön käyttö. Pätötehon tuotanto voi alentua 10 %.

E: Vähintään 30 minuutin keskeytymätön käyttö. Mahdollinen pätötehon tuotanto voi laskea vähän. (Tällaisten käyttöolosuhteiden kokonaiskesto on normaalisti enintään 10 tuntia vuodessa.)

F: Vähintään 3 minuutin keskeytymätön käyttö. Pätötehon tuotanto voi laskea, mutta voimaloiden tulee pysyä kytkettynä voimajärjestelmään.

*) 400 kV verkossa 100 % = 400 kV
 220 kV verkossa 100 % = 233 kV
 110 kV verkossa 100 % = 118 kV

Syvä jännitekuoppa

Vaatus: tuulivoimalaitoksen tulee kestää jännitekuoppa irtoamatta verkosta

≥ 110 kV liittyvät voimalaitokset

- jännitekuoppa blokkimuuntajan yläjännitepuolella

< 110 kV liittyvät voimalaitokset

- jännitekuoppa FG:n verkon lähimmässä liittymispisteessä

