

VOIMALAITOSTEN JÄRJESTELMÄTEKNISET VAATIMUKSET (VJV 2007) LIITE 5

**Lisävaatimukset yli 100 MVA
tuulivoimalaitoksille sekä laitoksille jotka
kytkeytyvät Lapin sähköverkkoon**

Joulukuu 2011

1 Suomen voimajärjestelmässä huomioitavat erityispiirteet

1.1 Voimajärjestelmän dynamiikka ja siirtokyky

Voimajärjestelmän siirtokyvyn rajoittuminen dynaamisista muutosilmiöistä johtuen on tyypillistä voimajärjestelmälle, jossa siirtoetäisyydet ovat pitkiä. Suomessa sekä 400 kV:n pääsiirtoverkon että Lapin 220 kV:n verkon siirtokykä rajoittavat voimajärjestelmän dynaamisiin muutosilmiöihin liittyvät jännite-, taajuus- ja kulmastabiilisuus. Koska dynaamisten muutosilmiöiden kannalta voimajärjestelmän ja siihen kytkeytyvien voimalaitosten yhteinen toiminta on määräävässä asemassa, voimalaitosten ja erityisesti niiden säätöjärjestelmien suunnittelussa on huomioitava voimalaitoksen vaikutus voimajärjestelmän dynamiikkaan ja vastaavasti siirtokyvyn.

Jotta voimajärjestelmän kyky sekä siirtää järjestelmään liitettävä teho että ylläpitää olemassa oleva siirtokyky saadaan varmistettua, osana kappaleen 2.1 määrittelyn mukaisia voimalaitosprojekteja voimalaitoksen säädön suunnittelun ja sen toiminnan todentamiseen liittyen tulee suorittaa kappaleessa 3 kuvattuja toimenpiteitä.

1.2 400 kV siirtoverkon sarjakompensoinnin mahdollinen vaikutus voimalaitoksen toimintaan

Suomen voimajärjestelmän 400 kV:n pääsiirtoverkko on sarjakompensoitu pohjois-eteläsuunnassa sekä Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin välisillä siirtoyhteyksillä. Sarjakompensoinnilla lyhennetään johdon sähköistä pituutta ja voidaan näin ollen parantaa voimajärjestelmän siirtokykä pitkien siirtoetäisyyksien yli. Liitettäessä yli 100 MVA voimalaitos voimajärjestelmään, on todennäköistä, että voimalaitos sijaitsee 400 kV:n verkon ja samalla sarjakompensoidun verkon osan lähellä. Tällöin voimalaitoksen ja sarjakompensoidun voimajärjestelmän välille voi syntyä nk. alisynkronisia vuorovaikutusilmiöitä. Alisynkroniset vuorovaikutusilmiöt voivat tietyissä tapauksissa johtaa vaimentumattomiin alisynkronisiin värähtelyihin voimalaitoksen ja sarjakompensoidun verkon välillä. Vaimentumattomat värähtelyt voivat äärimmäisissä tapauksissa johtaa laitevaurioihin, mikäli alisynkronisen vuorovaikutuksen mahdollisuutta ei ole huomioitu voimalaitoksen ja voimajärjestelmän komponenttien säätö-, suojaus- ja automaatiojärjestelmien suunnittelussa

Alisynkronisten värähtelyiden ja vuorovaikutusilmiöiden aiheuttamien riskien huomioimiseksi, osana kappaleen 2.2 määrittelyn mukaisia voimalaitosprojekteja voimalaitoksen säätö-, suojaus- ja automaatiojärjestelmään liittyen tulee arvioida ja tarvittaessa suorittaa kappaleessa 4 kuvattuja toimenpiteitä.

2 Lisävaatimusten piiriin kuuluvat voimalaitokset

2.1 Voimalaitokset, jotka mahdollisesti vaikuttavat voimajärjestelmän siirtokyvyn

- 1) yli 10 MVA laitokset, jotka on liitetty Lapin verkkoon Valajaskosken ja Pirttikosken 220 kV sähköasemien Isoniemen ja Kokkosnivan johtolähtöjen takana sijaitsevaan verkon osaan
- 2) yli 100 MVA laitokset, jotka on kytketty Suomen sähköverkkoon

2.2 Alisynkronisiin vuorovaikutuksiin mahdollisesti osallistuvat voimalaitokset

- 1) yli 100 MVA laitokset, jotka on kytketty Suomen sähköverkkoon

3 Lisävaatimukset liittyen järjestelmän siirtokykyyn

3.1 Voimalaitoksen säätöjärjestelmä ja sen dynamiikkalaskentamalli

Voimalaitoksen dynamiikkalaskentamalli on toimitettava Fingridille mahdollisimman aikaisessa vaiheessa voimalaitosprojektia, kuitenkin viimeistään voimalaitostoimittajan valinnan jälkeen. Dynamiikkalaskentamallia koskevat seuraavat vaatimukset:

- 1) Dynamiikkalaskentamallin tulee mallintaa todenmukaisesti voimalaitoksen ja sen osajärjestelmien vaste sähkömekaanisille heilahduksille eli jännitteen amplitudissa ja vaihekulmassa taajuusalueella 0.2-2 Hz tapahtuville muutoksille
 - 400 kV:n pääsiirtoverkossa sähkömekaaniset heilahtelut tapahtuvat pääsääntöisesti 0.3 - 0.4 Hz:n taajuudella
 - Lapin 220 kV:n siirtoverkossa sähkömekaaniset heilahtelut tapahtuvat pääsääntöisesti 0.6 - 0.9 Hz:n taajuudella
- 2) Dynamiikkalaskentamallin tulee olla vapaasti parametroitavissa voimalaitoksen käytännön toteutuksen sallimissa rajoissa siten, että säätäjän vastetta voidaan muuttaa joko säätäjäparametreja muuttamalla tai korkeamman tason säätäjien, kuten lisästabiloinnin tai vaimennussäädön, parametreja muuttamalla.
- 3) Säätäjän asetteluun liittyvät yksityiskohdat tulee dokumentoida kattavasti tai vaihtoehtoisesti Fingridin edustajalle tulee järjestää asianmukainen koulutus säätäjän asettelusta. Dokumentaation tai annetun koulutuksen perusteella Fingridin edustajan tulee kyetä toteuttamaan itsenäisesti siirtokykyyn liittyviä säätäjätarkasteluja voimalaitosprojektiin liittyen sekä myöhemmässä verkon kehitysvaiheessa muihin voimalaitos, SVC tai HVDC projekteihin liittyen.
- 4) Säätäjän vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä voimalaitosliittyjän, laitostoimittajan ja verkko-operaattorin kesken, jotta mahdolliset voimalaitoksen aiheuttamat haitalliset vaikutukset järjestelmän siirtokykyyn voidaan välttää.

3.2 Käyttöönottokokeet

Osana VJV2007 liitteen 2 kappaleessa 11.2 esitettyjä käyttöönottokokeita, kappaleen 2.1 mukaiselle voimalaitoksille tulee suorittaa kokeita, joissa säätäjän vaste sähkömekaanisille heilahteluille ja dynamiikkalaskentamallin toiminta todennetaan perusteellisesti. Käyttöönottokokeiden sisältö ja laajuus tulee erikseen sopia Fingridin ja liityntäpisteen verkonhaltijan kanssa. Käyttöönottokokeissa on huomioitava seuraavat seikat:

- 1) Käyttöönottokokeiden aikana voimalaitoksen säätäjien vaste järjestelmätaajuisten heilahteluiden taajuusalueella tulee todentaa. Tämä voidaan toteuttaa kytkentätilanteita muuttamalla tai syöttämällä erikseen heilahtelua jäljittelevä signaali voimalaitoksen säätäjille (nk. test signal injection).
- 2) Mikäli käyttöönottokokeet tai dynamiikkalaskentamallin todentaminen kokeiden tulosten perusteella epäonnistuu, jatketaan kokeita kunnes voimalaitoksen ja sitä kuvaavaan dynamiikkalaskentamallin vastaavuus voidaan osoittaa.
- 3) Käyttöönottokokeiden aikana voimalaitoksen ja sen säätäjän toiminta tulee tallentaa kattavasti käyttäen mittalaitteita, joiden näytteenottotaajuus on riittävä säätäjän vasteen analysointiin yksityiskohtaisesti.

3.3 Voimalaitoksen jatkuva seuranta

Voimalaitokselle tulee asentaa laitteisto, joka mahdollistaa voimalaitoksen ja sen säätäjien vasteen tarkkailun voimajärjestelmän muutoksissa ja heilahteluissa. Lisäksi voimalaitokselle tulee asentaa häiriötallennin (transient fault recorder) sekä heilahtelutallennin (swing recording system).

- 1) Tallennusjärjestelmän tulee tallentaa kattavasti voimalaitoksen ja sen säätäjän toiminta näyteenottotaajuudella, joka on riittävä voimalaitoksen ja säätäjän vasteen analysointiin.
- 2) Häiriötallentimen (transient fault recorder) näytteistystaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.
- 3) Heilahtelutallentimen (swing recording system) näytteistystaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
- 4) Kaikki tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid pääsee nopeasti käsiksi tallennettuun dataan, joko suoran tietoliikenneyhteyden kautta tai voimalaitoksen operaattorin avustuksella.
- 5) Tallennusjärjestelmien havahtumisarvot tulee asetella yhteistyössä Fingridin kanssa

4 Lisävaatimukset liittyen alisykronisten värähtelyihin

Tarkastelut liittyen heikosti vaimenevien alisykronisten värähtelyjen mahdollisuudesta sarjakompensoidun siirtoverkon ja voimalaitosten välillä tulee analysoida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa voimalaitosprojektia.

- 1) Tarkastelun tavoitteena on arvioida ja selvittää tarvetta mahdollisille toimenpiteille haitallisten aliharmonisten vuorovaikutusten estämiseksi. Vastatoimet voivat olla esimerkiksi erillisiä säätöjärjestelmän toiminnallisuuksia tai suojalaitteita.
- 2) Mikäli alustavat arviot osoittavat, että alisykroniset vuorovaikutusilmiöt voivat johtaa heikosti vaimeneviin alisykronisiin värähtelyihin voimalaitoksen ja sarjakompensoidun siirtoverkon välillä, Fingridille tulee toimittaa tarkemmat erikseen määritettävät tiedot voimalaitoksen alisykroniseen vasteeseen liittyvistä ominaisuuksista ja tarvittaessa alisykronisten värähtelyjen analysointiin soveltuva laskentamalli PSCAD EMT-laskentaohjelmistolle. PSCAD EMT-ohjelmistolle toimitettavan laskentamalliin liittyvistä yksityiskohdista tulee sopia erikseen Fingridin kanssa.
- 3) Tarkastelun yksityiskohdat tulee sopia Fingridin kanssa ja tarkastelut tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä voimalaitosliittyjän, laitostoimittajan ja Fingridin kesken, jotta alisykronisiin värähtelyihin liittyvien riskien osalta oikeat toimenpiteet voidaan suorittaa jo voimalaitoksen suunnitteluvaiheessa.