

27.9.2013

Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2013

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
2	Termit ja määritelmät	7
3	Järjestelmäteknisten vaatimusten soveltaminen	10
4	Erityistarkasteluvaatimukset	11
5	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	12
5.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin ja jatkuvan seurannan aikana	12
5.1.1	Liittyjän ja Liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	12
5.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	12
5.2	Voimalaitosten järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen.....	13
5.3	Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet.....	13
5.4	Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessin vaiheet ja aikataulu.....	13
5.4.1	Teholuokan 1 voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi	13
5.4.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi	14
6	Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen	16
6.1	Teholuokan 1 voimalaitostiedot.....	16
6.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitostiedot.....	18
6.2.1	Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu	18
6.2.2	Toimitettavat tiedot.....	18
7	Poikkeukset vaatimuksista	22
8	Mittaukset ja tiedonvaihto voimalaitoksen toiminnan aikana	23
8.1	Teholuokkaan 1 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto	23
8.2	Teholuokkiin 2 ja 3 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto	23
8.3	Teholuokkaan 4 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto	23
9	VJV-referenssipiste, suojaus, sähkön laatu ja pimeäkäynnistys	25
9.1	Teholuokan 1 voimalaitokset.....	25
9.1.1	VJV-referenssipiste	25
9.1.2	Voimalaitoksen ja voimalaitosliittynän suojausasettelut Vaatimuksien kannalta	25
9.1.3	Sähkön laatu.....	25
9.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitokset.....	26
9.2.1	VJV-referenssipiste	26
9.2.2	Pimeäkäynnistysominaisuus	26

27.9.2013

10	Voimalaitoksen toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla	27
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	27
10.2	Teholuokan 1 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla	27
10.2.1	Taajuudet ja jännitteet, joilla teholuokan 1 voimalaitoksen on pysyttävä kytkeytyneenä järjestelmään.....	27
10.2.2	Teholuokan 1 voimalaitoksen toiminta lyhytaikaisissa jännitehäiriöissä.....	29
10.2.3	Teholuokan 1 voimalaitosten toiminta taajuuden muuttuessa.....	29
10.3	Teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla	30
10.3.1	Yleisiä vaatimuksia	30
10.3.2	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä	30
10.4	Teholuokan 4 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla	31
10.4.1	Teholuokan 4 voimalaitosten toiminta jännitehäiriössä.....	31
10.4.2	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä	32
	Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset	34
11	Tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö.....	34
11.1	Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö.....	34
11.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö.....	34
11.2.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	34
11.2.2	Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika	34
11.2.3	Taajuuden ja pätötehon säädön toteutus	35
11.2.4	Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue	36
11.2.5	Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä.....	37
12	Tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti	39
12.1	Teholuokan 1 voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	39
12.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	39
12.2.1	Voimalaitoksen generaattorien ja generaattorimuuntajan mitoitus.....	39
12.2.2	Voimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti.....	39
12.2.3	Loistehokapasiteetilaskelma	40
12.2.4	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	40
13	Tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö.....	42
13.1	Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö	42
13.2	Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö	42
13.2.1	Jännitteen säädön toiminta ja käytötapa	42
13.2.2	Generaattorin jännitteensäätäjä	42

27.9.2013

13.2.3	Generaattorin jännitteensäätäjän toimintatilat ja toiminnallisuudet.....	43
13.2.4	Jännitteensäätäjän toimintatilojen muutokset	44
13.2.5	Jännitteensäätäjän ja magnetoinnin toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet.....	44
13.2.6	Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit	44
13.3	Teholuokan 4 voimalaitosten jännitteen säätö.....	44
14	Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet	45
14.1	Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	45
14.2	Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	45
14.3	Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	45
14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	45
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	46
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	47
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	47
14.4	Teholuokan 4 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	48
15	Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	50
15.1	Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	50
15.2	Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset	50
15.2.1	Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset.....	50
15.2.2	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	50
15.2.3	Eriyistarkasteluvaatimukset.....	52
15.2.4	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	52
15.3	Teholuokan 4 tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	52
	Tuulivoimalaitoksia koskevat vaatimukset	54
16	Tuulivoimalaitoksen taajuuden ja pätötehon säätö	54
16.1	Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö.....	54
16.2	Teholuokkien 2, 3 ja 4 tuulivoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö.....	54
16.2.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	54
16.2.2	Voimalaitoksen pätöteho, käynnistys ja omakäyttö	54
16.2.3	Taajuuden ja pätötehon säädön toteutus	55
16.2.4	Pätötehon rajoittaminen	55
16.2.5	Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen	56
16.2.6	Pätötehon nopea alassäätö.....	56
16.2.7	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä	56

27.9.2013

16.2.8	Säädön tarkkuus ja herkkyys	57
16.2.9	Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella.....	57
16.2.10	Tuotannon aloittaminen uudelleen sähköverkosta irtikykytyymisen jälkeen	57
17	Tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti	58
17.1	Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti	58
17.2	Teholuokan 2 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti	58
17.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus	58
17.2.2	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit	58
17.2.3	Loistehokapasiteetilaskelma	59
17.2.4	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	60
17.3	Teholuokkien 3 ja 4 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti	60
18	Tuulivoimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	61
18.1	Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö	61
18.2	Teholuokkien 2 ja 3 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö	61
18.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	61
18.2.2	Vakioloistehosäätö	62
18.2.3	Vakiotehokerroinsäätö	62
18.2.4	Vakiojännitesäätö.....	62
18.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	62
18.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	63
18.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	63
18.3	Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö	63
19	Tuulivoimalaitosten käyttöönottokokeet	64
19.1	Kaikkien tuulivoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	64
19.2	Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	64
19.3	Teholuokkien 2, 3 ja 4 tuulivoimalaitosten käyttöönottokokeet	64
19.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	64
19.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	65
19.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	66
19.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	66
20	Tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset	69
20.1	Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset	69
20.2	Teholuokkien 2 ja 3 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset	69
20.2.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	69

27.9.2013

20.2.2	Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten	69
20.2.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	69
20.2.4	Tuulivoimalaitosten dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset.....	70
20.2.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	70
20.2.6	Erytistarkasteluvaatimukset.....	71
20.2.7	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	71
20.3	Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset	72
21	Liite A: Vaatimusten todentamisprosessi voimalaitoshankkeen aikana	73
21.1	Yhteenveto sekä voimalaitoksen perustiedot.....	73
21.2	Vaihe 1: Yleisten voimalaitostietojen toimittaminen, VJV-referenssipisteen määrittäminen ja mahdollisten poikkeamien käsitteleminen	74
21.3	Vaihe 2: Projektikohtaisten voimalaitostietojen täydentäminen ja Käyttöönottokokeiden suunnittelu	75
21.4	Vaihe 3: Käyttöönottokokeiden hyväksytyt suorittaminen ja Käyttöönottokokeiden dokumentoiminen	76
21.4.1	Tahtikonevoimalaitokset.....	76
21.4.2	Tuulivoimalaitokset	77
21.5	Vaihe 4: Vaatimusten todentamisprosessin hyväksyntä	78

27.9.2013

1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää järjestelmätekniset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville voimalaitoksille. Näiden järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi voimalaitosten on noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE) sekä kantaverkkosopimuksen mukaisia tiedonvaihtoperiaatteita.

Vaatimusten lähtökohtana on pohjoismainen sääntökokoelma "Nordic Grid Code". Sähkön laadun osalta voimalaitosten suunnittelussa tulee ottaa huomioon raportissa "Fingridin 110 kV:n verkon sähkön laatu" kuvatut sähkön laatuun vaikuttavat tekijät. Raportti on saatavilla Fingridin internetsivuilta.

Järjestelmäteknisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että

- voimalaitos kestää sähköjärjestelmässä esiintyvät jännite- ja taajuusvaihtelut,
- voimalaitos tukee sähköjärjestelmän toimintaa häiriötilanteiden yhteydessä sekä toimii luotettavasti niiden aikana ja niiden jälkeen,
- voimalaitos ei verkossa ollessaan aiheuta haittaa muille sähköjärjestelmään kytketyille laitteille, ja että
- Liittymispisteen verkonhaltijalla ja Fingridillä on käytössään sähköjärjestelmän ja sen käytön suunnitteluun sekä käyttövarmuuden ylläpitoon tarvittavat tiedot voimalaitoksesta.

Luvuissa [3–10](#) esitetyt vaatimukset koskevat sekä tahtikone- että tuulivoimalaitoksia. Luvuissa [11–15](#) esitetyt vaatimukset koskevat vain niitä voimalaitoksia, joissa on suoraan verkkoon kytkettyjä tahtigeneraattoreita. Luvuissa [16–20](#) esitetyt vaatimukset koskevat vain sellaisia tuulivoimalaitoksia, joiden generaattoreiden tuottama sähköteho syötetään sähköjärjestelmään osittain tai kokonaan suuntaajan kautta. Muihin voimalaitostyyppihin kohdistuvia voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia ei tässä asiakirjassa esitetä. Jos muunlaisia voimalaitoksia aiotaan kytkeä sähköjärjestelmään, Fingrid määrittää niille vaatimukset erikseen.

27.9.2013

2 Termit ja määritelmät

Alimagnetointirajoin: Tahtigeneraattorin jännitteensäädön rajoitin, jonka tehtävä on ylläpitää riittävä generaattorin magnetointivirta, jottei tahtikäyttöä menetetä. Englanniksi under excitation limiter (UEL).

Erilliskäyttöinen voimalaitos: Voimalaitos, joka on suunniteltu toimimaan vain Sähköjärjestelmän poikkeus- tai häiriötilanteessa tai saarekekäytössä. Erilliskäytössä olevien voimalaitosten tulee täyttää Vaatimukset, mikäli ne tahdistetaan ajoittain Sähköjärjestelmään, esim. koekäyttöjen yhteydessä.

Generaattorin liitinjännite: Katso liitinjännite.

Jännitteensäätäjä: Jännitteensäätäjä ohjaa joko generaattorin liitinjännitettä tai VJV-referenssipisteen jännitettä. Englanniksi automatic voltage regulator (AVR).

Käyttöönottokokeet: Voimalaitosten järjestelmätekniisiin vaatimuksiin liittyvät voimalaitoksen käyttöönottokokeet.

Liitinjännite: Liitinjännite on generaattorikiskon jännite.

Liittyjä: Toimija, jonka voimalaitos liittyy Sähköjärjestelmään.

Liittymispiste on Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

Liittymissopimus on Liittyjän ja Liittymispisteen verkonhaltijan välinen sopimus, jossa määritellään ehdot Liittyjän liittämiseksi Liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon.

Loisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulon imaginäärikomponentti, yksikkö Mvar.

Loistehokapasiteetti: Suurin (tahtigeneraattorin liittimissä tai tuulivoimalaitoksen VJV-referenssipisteessä) mitattava loisteho, jonka voimalaitos voi yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa tuottaa tai kuluttaa. Loistehokapasiteetti riippuu tuotetusta pätötehosta.

Loistehostatiikka: Loistehostatiikka tarkoittaa voimalaitoksen tuottaman loistehon suhteellista muutosta verrattuna jännitteen muutokseen. Englanniksi slope.

Minimiteho (P_{\min}): Voimalaitoksen minimiteho on voimalaitoksen VJV-referenssipisteestä mitattu pienin mahdollinen pätöteho, jolla laitos voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa.

Mitoitusteho (P_{\max}): Voimalaitoksen mitoitusteho on voimalaitoksen VJV-referenssipisteestä mitattu suurin pätöteho, jolla laitos voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa.

Normaali käyttöjännite: Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä VJV-referenssipisteen jännite (100 %:n arvoa vastaava jännite). Suhteellisarvona ilmoitettuna normaali käyttöjännite on 1,0 p.u.

Nostomuuntaja: Tuulivoimalaitoksen kokoomakiskon ja Liittymispisteen välissä oleva muuntaja, jonka kautta tuulivoimalaitoksen tuottama teho syötetään sähköjärjestelmään.

27.9.2013

Numeerinen: Tieto ilmoitetaan digitaalisesti numeroina tietokoneella luettavassa ja edelleen muokattavissa olevassa muodossa, esimerkiksi mittausaikasarja käyttöönottokokeesta.

Näennäisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

Omakäyttöteho: Voimalaitoksen omakäyttölaitteiden kuluttama näennäisteho. Omakäyttölaitteina pidetään niitä voimalaitoksen laitteita ja koneita, jotka voimalaitoksessa tarvitaan sähkön tai sähkön ja lämmön tuottamiseen ja tuotantovalmiuden ylläpitämiseen sekä laitoksen aiheuttamien ympäristöhaittojen poistamiseen tai pienentämiseen.

p.u.: per unit, suhteellisarvo. Suuretta verrataan ennalta määrättyyn perusarvoon.

Pimeäkäynnistysominaisuus: Voimalaitoksen kyky käynnistää sähköntuotanto oman voimanlähteen avulla, ilman ulkoista sähkönsyöttöä sähköverkosta.

PSS: Lisästabilointipiiri (engl. power system stabilizer). Jännitteensäätäjän lisätoiminto, jonka tavoitteena on parantaa matalataajuisten tehoheilahtelujen vaimennusta laitostason paikallisen heilahtelun sekä Sähköjärjestelmän alueiden välisen heilahtelun osalta.

Pätöteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulon reaalikomponentti, yksikkö MW.

Reservikaasuturpiini: Reservikaasuturpiini on voimalaitos, jota käytetään vain sähköjärjestelmän häiriöistä selviytymiseen ja sähköjärjestelmän normaalitilaan palauttamiseen häiriöiden jälkeen sekä sähköjärjestelmän tehotasapainon hallintaan tilanteissa, joissa kaikki kaupallisesti saatavilla olevat resurssit on käytetty.

Statiikka: Statiikka tarkoittaa voimalaitoksen tuottaman pätötehon suhteellista muutosta verrattuna taajuuden muutokseen. Englanniksi droop.

Suuntaajakytketty voimalaitos: Voimalaitos, jonka tuottama sähköteho syötetään sähköjärjestelmään osittain tai kokonaan suuntaajan kautta.

Säädön toimintatila: Säädön toimintatila tarkoittaa erilaisia voimalaitoksen säädön tiloja, esimerkiksi vakiopätötehosäätö, taajuussäätö, vakioloistehosäätö tai vakiojännitesäätö.

Taajuussäätö: Voimalaitos säätää määritetyn statiikan perusteella tuottamaansa pätötehoa sähköjärjestelmän taajuuden mukaan. Näin voimalaitos tukee toiminnallaan sähköjärjestelmän taajuuden ylläpitoa. Englanniksi frequency control.

Tahtikonevoimalaitos: Voimalaitos, jossa on yksi tai useampi tahtigeneraattori, ja jonka tahtigeneraattorit toimivat järjestelmän tahtinopeudella, kun ne ovat kytkettysähköjärjestelmään.

Teholuokka 1: Teholuokan 1 voimalaitoksen Mitoitusteho on vähintään 0,5 MW mutta alle 10 MW.

Teholuokka 2: Teholuokan 2 voimalaitoksen Mitoitusteho on vähintään 10 MW mutta alle 25 MW.

27.9.2013

Teholuokka 3: Teholuokan 3 voimalaitoksen Mitoitusteho on vähintään 25 MW mutta alle 100 MW.

Teholuokka 4: Teholuokan 4 voimalaitoksen Mitoitusteho on vähintään 100 MW. Lisäksi teholuokkaan 4 kuuluvat ne Mitoitusteholtaan vähintään 10 MW:n voimalaitokset, jotka liittyvät Lapissa Valajaskosken ja Pirttikosken 220 kV:n sähköasemien Isoniemen ja Kokkosnivan johtolähtöjen takana sijaitsevaan sähköverkkoon.

Toimintatila: Katso Säädön toimintatila.

Tuotantoteho: Voimalaitoksen tuottama pätöteho tietyllä ajan hetkellä.

Turpiinigeneraattori: Turpiinin ja generaattorin yhdistelmä, joka muuttaa turpiinin läpi virtaavan aineen liike-energian sähköenergiaksi.

Tuuliturpiinigeneraattori: Voimantuotantoyksikkö, joka muuttaa tuulen liike-energian sähköenergiaksi..

Tuulivoimalaitos: Voimalaitos, jossa on yksi tai useampi tuuliturpiinigeneraattori.

Vaatimukset: Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2013.

VJV-referenssipiste: Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä Sähköjärjestelmän piste, jossa Vaatimukset on täytettävä.

Voimajohtoliityntä: Voimajohtoon joko kiinteästi tai kytkinlaitteen avulla liitetty johto tai sähköasema.

Voimalaitos: Voimantuotantoa varten rakennettu kokonaisuus, joka pystyy syöttämään sähkötehoa VJV-referenssipisteeseen. Voimalaitos rakentuu yhden tai useamman turpiinigeneraattorin ympärille ja sisältää voimantuotantomuodosta riippuen energian tuotantoon vaadittavan laitteiston ja järjestelmät, voimalaitostason säätö- ja automaatiojärjestelmän, voimalaitoksen sisäisen sähköverkon, generaattori-, nosto- ja omakäyttömuuntajat sekä muut voimalaitoksen apulaitteet.

YLE: Fingridin yleiset liittymisehdot.

Ylimagnetointirajoitin: Ylimagnetointirajoitin on jännitteensäädön rajoitin, jonka tehtävänä on estää generaattorin ja generaattorimuuntajan ylimagnetointi rajoittamalla magnetointivirtaa. Englanniksi over excitation limiter.

27.9.2013

3 Järjestelmätekniisten vaatimusten soveltaminen

Voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset koskevat niitä Suomen sähköjärjestelmään kytkettyjä tai kytkettäviä voimalaitoksia, joiden mitoitusteho on vähintään 0,5 MW. Vaatimukset eroavat voimantuotantomuodon, voimalaitoksen mitoitustehon ja maantieteellisen sijainnin perusteella.

Vaatimukset koskevat sähköjärjestelmään liitettäviä uusia voimalaitoksia, mutta niitä tulee soveltaa myös käytössä oleviin voimalaitoksiin silloin, kun niiden järjestelmätekniisiä ominaisuuksia muutetaan. Muutoksesta on sovittava Fingridin kanssa luvun [5.2](#) mukaisesti.

Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää ne vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa voimalaitoksen liittymissopimusta tehtäessä. Vaatimukset tulee täyttää VJV-referenssipisteessä tai vaatimuskohtaisesti määritetyssä pisteessä.

Vaatimukset eivät koske erilliskäytössä olevia voimalaitoksia, ellei niitä tahdisteta sähköjärjestelmään. Erilliskäytössä olevien voimalaitosten tulee täyttää Vaatimukset, mikäli voimalaitokset tahdistetaan ajoittain sähköjärjestelmään esimerkiksi näiden voimalaitosten koekäyttöjen yhteydessä.

Vaatimukset on porrastettu mitoitustehon mukaisesti teholuokkiin. Asiakirjassa käytetyt teholuokat on esitetty taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1. Voimalaitosten teholuokittelu mitoitustehon ja maantieteellisen sijainnin perusteella.

Teholuokka	Voimalaitoksen mitoitusteho P_{max}
Teholuokka 1	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 0,5 MW mutta alle 10 MW. ($0,5 \text{ MW} \leq P_{max} < 10 \text{ MW}$)
Teholuokka 2	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 10 MW mutta alle 25 MW. ($10 \text{ MW} \leq P_{max} < 25 \text{ MW}$)
Teholuokka 3	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 25 MW mutta alle 100 MW. ($25 \text{ MW} \leq P_{max} < 100 \text{ MW}$)
Teholuokka 4	1) Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 100 MW ($P_{max} \geq 100 \text{ MW}$) tai 2) Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 10 MW ja laitos liittyy Lapissa Valajaskosken ja Pirttikosken 220 kV:n sähköasemien Isoniemen ja Kokkosnivan johtolähtöjen takana sijaitsevaan sähköverkkoon.

27.9.2013

4 Erityistarkasteluvaatimukset

Liittyjän tulee pyytää Fingridiltä erityistarkastelutarpeen arviointia voimalaitoksen esisuunnitteluvaiheessa, jos voimalaitos kuuluu teholuokkaan 2, 3 tai 4. Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen ainakin seuraavien asioiden osalta: alisyntroninen vuorovaikutus, geomagneettisesti indusoituneet virrat ja pieni minimoikosulkuteho.

Mikäli voimalaitosliitynnän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, Liittyjän tulee suorittaa tarkastelut viimeistään voimalaitosliitynnän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Liittyjällä on vastuu erityistarkastelujen suorittamisesta ja koordinoinnista.

Mikäli erityistarkastelut osoittavat, että voimalaitoksen liittäminen edellyttää toimenpiteitä voimalaitoksen suunnittelun tai toteutuksen osalta, kyseiset toimenpiteet rinnastetaan Vaatimuksiin ja Liittyjä vastaa niiden toteuttamisesta.

27.9.2013

5 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa määritellään kaikille tahtikone- ja tuulivoimalaitoksille Vaatimusten todentamisprosessi ja jatkuva seuranta siitä, että voimalaitos täyttää vaatimukset, jotka olivat voimassa liittymissopimuksen tekohetkellä. Lisäksi tässä luvussa on määritetty Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin ja jatkuvan seurannan aikana. Täsmennykset vastuiden, velvollisuuksien ja oikeuksien osalta on kirjattu vaatimuskohtaisesti tämän asiakirjan luvuissa [6–20](#).

5.1 Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin ja jatkuvan seurannan aikana

5.1.1 Liittyjän ja Liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

Liittyjällä on vastuu Vaatimusten täyttämistä ja todentamisesta sekä niihin liittyvistä kustannuksista. Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää ne voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset, jotka ovat voimassa voimalaitoksen liittymissopimusta tehtäessä.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee määrittää voimalaitoshankkeen VJV-referenssipiste Vaatimusten mukaisesti.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus määrittää lisävaatimuksia, jos siihen on tarvetta voimalaitoksen lähellä olevan sähköverkon takia. Mahdolliset ristiriidat Vaatimusten ja Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämien lisävaatimusten välillä ratkaistaan Fingridin ja Liittymispisteen verkonhaltijan kesken.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa Liittyjän toimittamat tiedot. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi voimalaitosprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto Liittyjän ja Fingridin kanssa.

Liittyjän tulee ylläpitää voimalaitoksen Vaatimusten mukainen toiminta myös Vaatimusten todentamisprosessin hyväksytyin suorittamisen jälkeen. Mikäli Liittyjä havaitsee voimalaitoksen toiminnan olevan ristiriidassa Vaatimusten kanssa, on Liittyjä velvollinen ilmoittamaan tästä viipymättä Liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille sekä ryhtymään tarvittaviin toimenpiteisiin ristiriidan poistamiseksi.

Liittymispisteen verkonhaltija on velvollinen ilmoittamaan viipymättä Liittyjälle ja Fingridille, mikäli verkonhaltija havaitsee missä tahansa voimalaitosprojektin vaiheessa tai voimalaitoksen normaalin käytön aikana, että voimalaitos poikkeaa Vaatimuksista.

5.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet koskevat Fingridiä, kun voimalaitos liitetään Fingridin verkkoon.

Mikäli Fingrid saa tiedon tai havaitsee voimalaitoksen poikkeavan Vaatimuksista missä tahansa voimalaitosprojektin vaiheessa tai voimalaitoksen normaalin käytön aikana, voi Fingrid vaatia lisäselvitystä ja toimenpiteitä poikkeaman korjaamiseksi. Jos Vaatimuksiin

27.9.2013

liittyvät voimalaitoksen toiminnan puutteet vaikuttavat sähköjärjestelmän toimintaan, Fingridillä on järjestelmävastaavana oikeus rajoittaa voimalaitoksen toimintaa ja asettaa voimalaitoksen käyttöön liittyviä ehtoja. Fingridillä on oikeus pitää asetetut rajoitteet voimassa kunnes voimalaitoksen toiminnassa havaitut puutteet on korjattu ja voimalaitoksen kyky täyttää Vaatimukset on todennettu.

Fingridin edustajalla on oikeus osallistua Käyttöönottokokeisiin, kun voimalaitos liitetään kolmannen osapuolen sähköverkkoon.

5.2 Voimalaitosten järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

Mikäli käytössä olevaan voimalaitokseen tai sen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin vaikuttaviin laitteistoihin tai järjestelmiin tehdään muutoksia, Liittyjän tulee ennen muutosten toteuttamista ilmoittaa Liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille muutoksista ja niiden vaikutuksesta voimalaitoksen kykyyn täyttää Vaatimukset.

Fingridin vastuulla on arvioida ja asettaa muutoshetkellä voimassa olevien voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten mukaisesti uudet vaatimukset muutosten kohteena oleviin laitteistoihin tai järjestelmiin.

Vaatimusten täyttämiseen liittyvien toimenpiteiden tulee olla hyväksytysti suoritettuina 12 kuukauden kuluessa hetkestä, jona muutosten toteuttaminen olemassa olevaan laitteistoon on aloitettu. Mikäli muutosprojekti edellyttää pidempää toteuttamisaikaa, Fingrid voi pidentää Liittyjän perustellusta pyynnöstä toteuttamisaikaa.

5.3 Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet

Liittyjän tulee ottaa huomioon voimalaitoksen tuotantokapasiteetin kehittyminen hankkeen eri vaiheissa sekä voimalaitoksen lopullinen mitoitus-teho. Vaiheittain etenevien voimalaitoshankkeiden osalta Vaatimukset määräytyvät voimalaitoksen lopullisen mitoitus-tehon mukaan.

Liittyjän vastuulla on todentaa, että voimalaitos täyttää Vaatimukset, kun toinen tai molemmat seuraavista ehdoista täyttyvät:

- 1) voimalaitoksen mitoitus-teho ylittää Vaatimukseen liittyvän, taulukon [3.1](#) mukaisen tehorajan,
- 2) voimalaitoksen rakenne tai toiminnallisuudet muuttuvat siten, että muutos vaikuttaa voimalaitoksen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin ja toiminnallisiin.

5.4 Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessin vaiheet ja aikataulu

5.4.1 Teholuokan 1 voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi

Liittyjän tulee todentaa voimalaitoksen vaatimusten mukainen toiminta Käyttöönottokokein ja toimittaa Liittymispisteen verkonhaltijalle Vaatimusten mukaiset tiedot Käyttöönottokokeiden jälkeen.

Liittyjän suoritettua Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet, Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa Liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten

27.9.2013

todentamisesta. Puoltavan lausunnon antamisen jälkeen Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille. Mikäli Liittymispisteen verkonhaltija antaa kielteisen lausunnon, tulee lausunto perusteluineen esittää Liittyjälle.

Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa [6](#). Vaatimusten todentaminen Käyttöönottokokein on määritetty luvuissa [14](#) ja [19](#). Mittaukset ja tiedonvaihto on määritetty luvussa [8](#).

Vaatimusten todentamiseen liittyvien toimenpiteiden tulee olla hyväksytysti suoritettuina viimeistään 12 kk kuluttua hetkestä, jona voimalaitos on ensimmäisen kerran syöttänyt pätötehoa sähköjärjestelmään.

5.4.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi

Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosten Vaatimusten todentamisprosessi suoritetaan vaiheittain. Todentamisprosessi on nelivaiheinen taulukon 5.1 mukaisesti.

Taulukko 5.1. Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja aikatauluvaatimukset teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitoksille.

Prosessin vaihe	Aikatauluvaatimus
Vaihe 1: Yleisten voimalaitostietojen toimittaminen, VJV-referenssipisteen määrittäminen ja mahdollisten poikkeamien käsitteleminen	Mahdollisimman aikaisin mutta viimeistään voimalaitoksen pääkomponenttien toimittajavalinnan jälkeen.
Vaihe 2: Projektikohtaisten voimalaitostietojen ja Käyttöönottokokeiden suunnittelu	Viimeistään 3 kuukautta ennen Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden aloittamista.
Vaihe 3: Käyttöönottokokeiden hyväksytyt suorittaminen ja Käyttöönottokokeiden dokumentoiminen	Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä hetkestä, jolloin voimalaitos on syöttänyt ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään.
Vaihe 4: Vaatimusten todentamisprosessin hyväksyntä	Todentamisprosessin hyväksyntään vaadittavat tiedot on toimitettava viimeistään kolmen kuukauden kuluessa Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden jälkeen.
	Vaatimusten todentamiseen liittyvien toimenpiteiden tulee olla hyväksytysti suoritettuina viimeistään 12 kuukauden kuluttua hetkestä, jona voimalaitos on ensimmäisen kerran syöttänyt pätötehoa sähköjärjestelmään.

Liittyjän tulee suorittaa Vaatimusten mukaiset toimenpiteet todentamisprosessin mukaisesti vaiheittain. Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, Liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen vaihekohtaisesti. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi mukaan lukien Käyttöönottokokeet voimalaitosprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto Liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille prosessin kunkin vaiheen vahvistamisen jälkeen.

27.9.2013

Liittyjän suorittama Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet kokonaisuudessaan, Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa Liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten todentamisesta. Puoltavan lausunnon antamisen jälkeen Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa todentamisprosessin mukaisesti vaiheen 4 tiedot Fingridille. Mikäli Liittymispisteen verkonhaltija antaa kielteisen lausunnon, tulee lausunto perusteluineen esittää Liittyjälle.

Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa [6](#). Vaatimusten todentaminen Käyttöönottokokein on määritetty luvuissa [14](#) ja [19](#). Mittaukset ja tiedonvaihto on määritetty luvussa [8](#). Prosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin tarvittavat taulukot on esitetty liitteessä [A](#).

27.9.2013

6 Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen**6.1 Teholuokan 1 voimalaitostiedot**

Teholuokan 1 voimalaitoksista on toimitettava taulukon [6.1](#) mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä voimalaitostiedot Liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina Käyttöönottokokeiden jälkeen. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille.

27.9.2013

Taulukko 6.1. Toimitettavat tiedot teholuokan 1 voimalaitoksista.

1 Voimalaitoksen rakenne ja sijainti
1.1 1-vaiheinen sähköpääkaavio (single line diagram)
1.2 Rakenne
Voimalaitoksen tyyppi (esim. tuulivoima, aurinkovoima, biomassa, kaasutus)
Perustiedot (esim. tuulivoimalaitoksesta tornin korkeus, roottorin halkaisija, suuntaajakäyttö yms.)
1.3 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)
2 Voimalaitoksen muuntajan/muuntajien tekniset tiedot:
2.1 Voimalaitoksen loistehokapasiteettiin vaikuttavien muuntajien lukumäärä(t)
2.2 Voimalaitoksen muuntajien mitoitusarvot
Teho [MVA]
Virta [A]
Muuntosuhde [ensiö/toisio]
Väliotto- tai käämikytkimen säätöalue ja -askel [%,%]
Väliotto- tai käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, asematieto]
3 Voimalaitoksen voimajärjestelmätekniset tiedot:
3.1 Generaattoriyksiköiden lukumäärä
3.2 Generaattoriyksiköiden toimittaja/toimittajat
3.3 Generaattoriyksiköiden tyyppi/tyypit
3.4 Generaattoriyksiköiden mitoitusarvot
Teho (näennäis) [MVA]
Mitoitusteho [MW]
Virta [A]
Jännite [V]
Taajuus [Hz]
Tahtikoneista sähköiset parametrit (resistanssit, reaktanssit ja niihin liittyvät aikavakiot) ks. taulukko 6.5
3.5 Tuotantotehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. tuulen voimakkuus, lämpötila)
3.6 Mahdollisesti käytössä olevat kompensointi- ja/tai tehokertoimen korjaamisessa käytettävät laitteet
Tyyppi/tyypit
Lukumäärä(t)
Mitoitusarvot (teho, virta, jännite, taajuus)
Mikäli hyödynnetään yliaaltojen suodatukseen, tiedot rakenteesta ja viritystaajuudesta
4 Voimalaitoksen ominaisuudet:
Seuraavat kohdat voidaan korvata esim. valmistajan laitedokumenteilla, IEC61400-21 standardin mukaisella testausdokumentaatiolla tai muulla testausdokumentaatiolla
4.1 Kuvaus loistehotuotantokapasiteetista ja generaattoreiden PQ-diagrammit
4.2 Kuvaus voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä
4.3 Kuvaus voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylitaajuudella
4.4 Kuvaus voimalaitoksen kyvystä toimia jännitehäiriöiden yhteydessä
4.5 Kuvaus voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana
4.6 Kuvaus voimalaitoksen mahdollisista säätöominaisuuksista
4.7 Kuvaus voimalaitoksen vaikutuksesta sähköön laatuun
5 Voimalaitoksen suojaustiedot:
5.1 Voimalaitoksen relesuojauskaavio
5.2 Voimalaitoksen lopulliset relesuojausasettelut
5.3 Kuvaus saarekesuojan toimintaperiaatteesta
6 Käyttöndokumentit:
6.1 Käyttöönottopöytäkirjat
6.2 Loistehosäädön lopulliset asetteluarvot ja toimintatila

27.9.2013

6.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitostiedot

6.2.1 Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu

Liittyjän on toimitettava voimalaitostietoja Liittymispisteen verkonhaltijalle teholuokan 2, 3 ja 4 voimalaitoksista luvussa [5.4.2](#) määritetyn voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti:

- 1) Todentamisprosessin vaiheessa 1 tulee toimittaa taulukon [6.2](#) mukaiset tiedot. Lisäksi tahtikonevoimalaitoksista on toimitettava taulukon [6.5](#) mukaiset tiedot.
- 2) Todentamisprosessin vaiheessa 2 tulee toimittaa taulukon [6.3](#) mukaiset tiedot.
- 3) Todentamisprosessin vaiheessa 4 tulee toimittaa taulukon [6.4](#) mukaiset tiedot.

Liittyjän tulee toimittaa nämä voimalaitostiedot Liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina voimalaitoksen todentamisprosessin mukaisesti. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille.

6.2.2 Toimitettavat tiedot

Teholuokan 2, 3 ja 4 voimalaitoksista toimitettavat tiedot on määritetty taulukoissa [6.2](#), [6.3](#) ja [6.4](#). Taulukossa [6.5](#) on määritetty tahtikonevoimalaitoksista toimitettava lisätiedot. Taulukoissa on viitattu joidenkin toimitettavien tietojen kohdalla tämän asiakirjan lukuihin, joissa aihetta ja toimitettavaa tietoa on käsitelty laaja-alaisemmin.

27.9.2013

Taulukko 6.2. Mahdollisimman aikaisin mutta viimeistään voimalaitoksen pääkomponenttien toimittajavalinnan jälkeen toimitettavat tiedot (Vaihe 1) teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitoksista.

1	Voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettavat tiedot
1.1	Voimalaitoksen perustiedot, rakenne ja sijainti
1.1.1	1-vaiheinen sähköpääkaavio (single line diagram) Voimalaitoksen keskeisimmät komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit
1.1.2	Rakenne Voimalaitoksen tai turpiinigeneraattoreiden tyyppi (esim. tuulivoima, vesivoima, lauhdevoima) Perustiedot (esim. tuulivoimalaitoksesta tornin korkeus, roottorin halkaisija, suuntaajakäyttö yms.)
1.1.3	Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)
1.2	Voimalaitoksen loistehokapasiteetti
1.2.1	Loistehokapasiteettilaskelma (luku 12.2.3 tai 17.2.3)
1.2.2	Generaattoreiden PQ-diagrammit Generaattoreiden PQ-diagrammit sekä tiedot niiden jännite-taajuusriippuvuudesta
1.2.3	Muut loistehoon vaikuttavat komponentit (luku 17.2.2) Loistehoa tuottavat (esim. STATCOM) ja kuluttavat komponentit sekä niiden toiminta komponentteihin vaikuttavien suureiden (esim. jännite, pätöteho) funktiona
1.3	Voimalaitoksesta ja generaattoreista toimitettavat tekniset tiedot
	Tiedot on toimitettava voimalaitoksesta kokonaisuutena sekä jokaisen yksittäisen generaattorin osalta erikseen
1.3.1	Yleistiedot Turpiinigeneraattoriyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot
1.3.2	Dokumentaatio ja datalehdet näennäisteho [MVA], mitoitusteho [MW], maksimiteho [MW], minimiteho [MW], virta [A], jännite [V], taajuus [Hz] Yleistason kuvaus taajuuden ja pätötehonsäädön periaatteista; kuvaus säätöjärjestelmän toteutuksesta ja toiminnallisuuksista tai vaihtoehtoisesti yksityiskohtainen kuvaus voimalaitoksen säätäjistä (luku 11 tai 16) Yleistason kuvaus loistehon ja jännitteensäädön periaatteista; kuvaus säätöjärjestelmän toteutuksesta ja toiminnallisuuksista tai vaihtoehtoisesti yksityiskohtainen kuvaus voimalaitoksen säätäjistä (luku 13 tai 18) Voimalaitoksen käynnistysajat minimi- ja mitoitusteholle
1.3.3	Jännite- ja taajuustoiminta-alueet (luku 10.2.1) Kuvaus toiminnasta ali- ja ylijännitteellä Kuvaus toiminnasta ali- ja ylitaajuudella
1.3.4	Tiedot voimalaitoksen toiminnasta lyhytaikaisessa jännitehäiriössä (luku 10.2, 10.3 tai 10.4) Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön aikana sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit Kuvaus voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana Kuvaus voimalaitoksen tehonpalautumisesta jännitehäiriön jälkeen
1.3.5	Kuvaus voimalaitoksen toiminnasta omakäytöllä (luku 11.2.6) Voimalaitoksen omakäyttötehon suuruus, toiminta-aika omakäytöllä, mahdolliset viiveet omakäytölle siirtymisen ja verkkoon tahdistumisen suhteen sekä omakäytölle siirtymisen rajoitteet
1.3.6	Tuotantotehon muutokset Tuotantotehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä Tuotantotehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila, tuulen nopeus tms.) Tuotantotehon alarajoon johtavat käyttöolosuhteet (esim. maksituulennopeuden raja-arvo) Tuotantotehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet
1.4	Muuntajista ja muista voimalaitoksen komponenteista toimitettavat tiedot
	Tiedot on toimitettava jokaisesta loistehokapasiteettiin vaikuttavasta muuntajasta sekä jokaisesta muusta voimalaitoksen komponentista erikseen. Muut komponentit ovat sellaisia laitteita, jotka vaikuttavat voimalaitoksen toimintaan Vaatimusten kannalta (esim. kompensointilaitteet, yliaaltosuodattimet, reservitehonsyöttöyksiköt tms.)
1.4.1	Yleistiedot Lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot
1.4.2	Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet Teho [MVA], virta [A], muutosuhde [ensio/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkenäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]
1.4.3	Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet Soveltuvien osin vastaavat tiedot kuin generaattoreista (kohta 1.3) ja muuntajista (kohta 1.4) sekä kaikki ne tiedot joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, viritystaajuus)
1.5	Mallinnustiedot Yleiset voimalaitoksen mallintamiseen vaadittavat tiedot tai simulointimallit Vaatimusten mukaisesti (luku 15 tai 20)
1.6	Erytystarkastelut Vaadittavat erityistarkastelut Vaatimuksiin liittyen (luku 4)
1.7	Reaaliaikaiset mittaustiedot Kuvaus tavasta, jolla reaaliaikaisen mittaustiedon toimittaminen Fingridille toteutetaan (luku 8)
1.8	Voimalaitosprojektin alustava aikataulu Projektin alustava aikataulu ja Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden suunniteltu ajankohta. Myös mahdolliset optiot projektin laajentumiselle ja jo tiedossa olevat tulevaisuuden laajennussuunnitelmat tulee ilmoittaa.

27.9.2013

Taulukko 6.3. Viimeistään kolme kuukautta ennen Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden aloittamista toimitettavat tiedot (Vaihe 2) teholuokan 2, 3 ja 4 voimalaitoksista.

2	Voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 2 toimitettavat tiedot
2.1	Muutokset ja täsmennykset
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 vaadittuihin tietoihin
2.2	Voimalaitoksen suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun
2.2.1	Suojausasettelut (luku 9.1.2)
	Alustavat tiedot generaattoreiden ja laitostason relesuojauskaaviosta ja kuvattujen suojiin primääriasetteluista. Tiedot on toimitettava suojusta, jotka johtavat generaattorin/laitoksen verkosta irtoamiseen sekä suojusta joiden toiminta johtaa generaattorin/laitoksen pätötehon, loistehon tai jännitteen rajoittamiseen tai automaattiseen muuttamiseen
2.2.2	Kuvaus voimalaitoksen/generaattorin vaikutuksesta sähkön laatuun (luku 9.1.3)
	Kuvaus voimalaitoksen verkkoonliittymisen aiheuttamasta sähkön laadun muutoksesta sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit
2.2.3	Kuvaus mahdollisen saarekesuojan toimintaperiaatteesta
	Toimintaperiaatteet sekä rajoitteet saarekekäyttöön siirryttäessä sekä poistuttaessa saarekekäytöstä
2.3	Voimalaitoksen taajuuden ja pätötehon säätö
2.3.1	Dokumentaatio ja kuvaus (luku 11 tai 16)
	Täsmennetty dokumentaatio, soveltuvin osin siirtofunktiasolla (toiminnallinen, ei yksityiskohtainen), voimalaitoksen/generaattorin taajuuden ja pätötehon säätöjen toteutuksesta ja toimintaperiaatteista.
2.3.2	Säätäjien asettelu
	Säätäjille alustavasti aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet
2.4	Voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö
2.4.1	Dokumentaatio ja kuvaus (luku 13 tai 18)
	Täsmennetty dokumentaatio, soveltuvin osin siirtofunktiasolla (toiminnallinen, ei yksityiskohtainen), voimalaitoksen/generaattorin jännitteen ja loistehon säätöjen toteutuksesta ja toimintaperiaatteista.
2.4.2	Säätäjien asettelu
	Säätäjille alustavasti aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet
2.5	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot
	Projektiokohtaiset dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit Vaatimusten mukaisesti (luku 15 tai 20)
2.6	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot
2.6.1	Käyttöönottosuunnitelma (luku 14.3.1 tai 19.3.1)
	Yksityiskohtainen käyttöönottosuunnitelma mukaan lukien käyttöönottokoesuunnitelma, alustavat voimalaitostoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä Vaatimusten todentamiseksi on toimitettava Fingridin kommentoitavaksi.
2.6.2	Käyttöönoton alustava aikataulu (luku 14.3.1 tai 19.3.1)
	Käyttöönoton alustava aikataulu, myöhemmät muutokset alustavaan aikatauluun tulee ilmoittaa Liittymispisteen verkkohaltijalle ja Fingridille.
2.6.3	Mittausjärjestelyt (luku 14.3.1 tai 19.3.1)
	Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista

Taulukko 6.4. Todentamisprosessin hyväksyntään vaadittavat tiedot on toimitettava viimeistään kolmen kuukauden kuluessa Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden jälkeen (Vaihe 4) teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitoksista.

3	Voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 4 toimitettavat tiedot
3.1	Muutokset ja täsmennykset
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheissa 1 & 2 vaadittuihin tietoihin
3.2	Käyttöönottokokeiden tulokset
	Vaatimuksiin liittyvien kokeiden käyttöönottoraportti ja sekä käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku 14.3.3 tai 19.3.3)
3.3	Todennetut mallinnustiedot
	Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit (luku 15 tai 20)
3.4	Säätäjien lopulliset asetteluarvot
	Voimalaitoksen/generaattoreiden pätötehon ja taajuuden säätäjien sekä loistehon ja jännitteen säätäjien lopulliset asetteluarvot
3.5	Suojauksen lopulliset asetteluarvot
	Voimalaitoksen/generaattoreiden ja voimalaitosliittymän suojausten lopulliset asetteluarvot

27.9.2013

Taulukko 6.5. Mahdollisimman aikaisin, mutta viimeistään voimalaitoksen pääkomponenttien toimittajavalinnan jälkeen toimitettavat tiedot teholuokkien 2, 3 ja 4 tahtikonevoimalaitosten kaikista generaattoreista.

1 Mitoitusarvot		
1.1	Mitoitusjännite U_r	[kV]
1.2	Jännitealue	[p.u.]
1.3	Näennäisteho S_r	[MVA]
1.4	Mitoitusteho P_{max}	[MW]
1.5	Mitoitusvirta I_r	[A]
1.6	Mitoitustehokerroin $\cos \phi_r$	
1.7	Mitoituspyörimisnopeus n	[1/min]
1.8	Mitoitusmagnetointijännite U_e	[V]
1.9	Mitoitusmagnetointivirta I_f	[A]
2 Impedanssit		
2.1	Staattori-resistanssi R	[p.u.]
2.2	Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d	[p.u.]
2.3	Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d (kyllästynyt)	[p.u.]
2.4	Poikittainen tahtireaktanssi X_q	[p.u.]
2.5	Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d'	[p.u.]
2.6	Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d' (kyllästynyt)	[p.u.]
2.7	Poikittainen muutosreaktanssi X_q'	[p.u.]
2.8	Pitkittäinen alkureaktanssi X_d''	[p.u.]
2.9	Poikittainen alkureaktanssi X_q''	[p.u.]
2.10	Staattorin hajareaktanssi X_l	[p.u.]
2.11	Nollareaktanssi X_0	[p.u.]
2.12	Vastareaktanssi X_2	[p.u.]
3 Aikavakiot		
3.1	Tasakomponentin aikavakio T_a	[s]
3.2	Pitkittäinen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{do}'	[s]
3.3	Poikittainen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{qo}'	[s]
3.4	Pitkittäinen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{do}''	[s]
3.5	Poikittainen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{qo}''	[s]
3.6	Pitkittäinen muutosaikavakio T_d'	[s]
3.7	Poikittainen muutosaikavakio T_q'	[s]
3.8	Pitkittäinen alkuaikavakio T_d''	[s]
3.9	Poikittainen alkuaikavakio T_q''	[s]
4 Mekaaniset parametrit		
4.1	Hitausvakio (generaattori + turpiini) H	[s]
4.2	Generaattorin hitausmomentti J_g	[kgm ²]
4.3	Kunkin turpiinin hitausmomentti $J_{t1}, J_{t2}, J_{t3}, \dots$	[kgm ²]
4.4	Magnetointikoneen (jos käytössä) hitausmomentti J_{exc}	[kgm ²]
4.5	Edellä annettujen turpiinigeneraattorien osien väliset jousivakiot $K_{t1_t2}, K_{t2_t3}, \dots, K_{tx_g}, K_{g_exc}$	[Nm/Rad]

27.9.2013

7 Poikkeukset vaatimuksista

Liittyjällä on mahdollisuus poiketa Vaatimuksista tässä luvussa määritettyjen ehtojen täytyessä. Liittyjän tulee pyytää mahdollisuutta poiketa Vaatimuksista kirjallisesti Fingridiltä viimeistään silloin jos voimalaitoksen pääkomponenttien hankintavaiheessa ilmenee tarve poiketa vaatimuksista. Samanaikaisesti Liittyjän on välitettävä tieto poikkeaman pyytämisestä Liittymispisteen verkonhaltijalle.

Fingrid voi myöntää mahdollisuuden poiketa Vaatimuksista, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät:

- 1) vaatimuksista poikkeaminen ei vaaranna sähköjärjestelmän käyttövarmuutta;
- 2) vaatimuksista poikkeaminen ei rajoita sähköjärjestelmän siirtokapasiteettia;
- 3) voimalaitos ei aiheuta häiriötä sähköjärjestelmään kytkeytyneille toisille osapuolille;
- 4) voimalaitos tukee sähköjärjestelmän toimintaa häiriötilanteiden yhteydessä sekä toimii luotettavasti niiden aikana ja niiden jälkeen;
- 5) poikkeama on teknistaloudellisesti perusteltu; ja
- 6) poikkeama voidaan myöntää vastaisuudessa vastaavanlaisessa tilanteessa tasapuolisesti ja syrjimättä tulevia voimalaitoshankkeita.

Fingrid hyväksyy, hyväksyy velvoittavien lisäehtojen myötä tai hylkää pyydetyn poikkeaman. Fingrid on velvollinen toimittamaan tiedon päätöksestä perusteluineen Liittyjälle ja Liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 60 työpäivän kuluessa pyynnön vastaanottamisesta. Mikäli Fingrid hylkää pyydetyn poikkeaman, voimalaitos ei voi liittyä Suomen sähköjärjestelmään.

Mikäli Liittyjä pyytää poikkeamaa, kun voimalaitos liitetään kolmannen osapuolen sähköverkkoon, tulee Fingridin kuulla päätöstä tehdessään Liittymispisteen verkonhaltijaa.

27.9.2013

8 Mittaukset ja tiedonvaihto voimalaitoksen toiminnan aikana

8.1 Teholuokkaan 1 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto

Liittyjän tulee toimittaa vähintään 1 MW:n voimalaitoksista reaaliaikainen tehomittaustieto Fingridille. Mittaustiedot voidaan toimittaa tuottajakohtaisena summana teholuokkaan 1 kuuluvien laitosten osalta. Mittausten tulee olla Fingridin käytettävissä, kun voimalaitos aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa tai velvoittaa Liittyjää toimittamaan reaaliaikaiset mittaustiedot Fingridille Liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon liittyneistä voimalaitoksista.

Samana päivänä kun voimalaitos aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään, Liittyjän tulee ilmoittaa asiasta sekä Liittymispisteen verkonhaltijalle että Fingridin Kantaverkkokeskukseen. Ilmoitus tulee tehdä ennen pätötehon syötön aloittamista.

8.2 Teholuokkiin 2 ja 3 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto

Samana päivänä ja ennen kun voimalaitos aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään, Liittyjän tulee ilmoittaa asiasta sekä Liittymispisteen verkonhaltijalle että Fingridin Kantaverkkokeskukseen.

Liittyjän vastuulla on ilmoittaa Fingridille ja Liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan yhteystiedot, viimeistään kun voimalaitos aloittaa pätötehon syötön Suomen sähköjärjestelmään. Liittyjä vastaa siitä, että käytöstä vastaava toimija on tavoitettavissa 24 tuntia päivässä 7 päivänä viikossa.

Fingridin verkkoon liittyvien voimalaitosten tiedonvaihdosta ja toimitettavista tiedoista sovitaan Kantaverkkosopimuksessa.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa tai velvoittaa Liittyjää toimittamaan reaaliaikaiset mittaustiedot Fingridille Liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon liittyneistä voimalaitoksista.

Liittyjän on toimitettava Fingridille reaaliaikaiset pätö- ja loistehomittaukset, tuntikohtaiset energiamittaustiedot sekä kytkinlaitteiden tilatiedot teholuokan 2 ja 3 voimalaitoksista. Mittausten tulee olla Fingridin käytettävissä, kun voimalaitos aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään.

Voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on muutettava 15 minuutissa voimalaitoksen pätö- tai loistehonsäädön toimintatilaa tai asetteluarvoa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus sitä pyytää.

8.3 Teholuokkaan 4 kuuluvien voimalaitosten mittaukset ja tiedonvaihto

Teholuokan 4 voimalaitosten on täytettävä samat vaatimukset mittausten ja tiedonvaihdon osalta kuin teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten, mutta lisäksi niihin on asennettava häiriö- ja heilahtelutallentimet. Tämä häiriö- ja heilahtelutallentimista koostuva tallennusjärjestelmä mahdollistaa voimalaitoksen ja sen säätäjien toiminnan

27.9.2013

tallentamisen sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteissa. Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- 1) Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.
- 2) Heilahtelutallentimen näytteenottotaajuuden tulee olla korkea (1 kHz) ja tallennustaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
- 3) Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön Liittyjälle.
- 4) Tallennusjärjestelmien käynnistymisarvot VJV-referenssipisteeseen liittyvien suureiden osalta tulee asetella yhteistyössä Fingridin kanssa.

27.9.2013

9.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitokset

Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitoksia koskevat suojausasettelujen ja sähkön laadun osalta samat vaatimukset kuin teholuokan 1 voimalaitoksia, mutta VJV-referenssipiste määritellään eri tavoin ja lisäksi näissä teholuokissa pimeäkäynnistysominaisuuteen kohdistuu vaatimus.

9.2.1 VJV-referenssipiste

Tahtikonevoimalaitoksen VJV-referenssipiste on se voimalaitoksen generaattorimuuntajan yläjännitepuolella oleva kohta, joka on sähköisesti lähimpänä voimalaitoksen Liittymispistettä.

Tuulivoimavoimalaitoksen VJV-referenssipiste on se voimalaitoksen nostomuuntajan yläjännitepuolella oleva kohta, joka on sähköisesti lähimpänä voimalaitoksen Liittymispistettä.

Liittymispisteen verkonhaltija määrittää VJV-referenssipisteen. Voimalaitos on suunniteltava siten, että se täyttää sille asetetut Vaatimukset VJV-referenssipisteessä tai vaatimuskohtaisesti erikseen määritetyssä sähköisessä pisteessä.

9.2.2 Pimeäkäynnistysominaisuus

Mikäli Suomen kantaverkkoon kytkettävä voimalaitos on kohtuullisin kustannuksin varustettavissa pimeäkäynnistysominaisuudella, Liittyjän tulee ilmoittaa siitä Fingridille voimalaitoksen esisuunnitteluvaiheessa. Pimeäkäynnistysominaisuuden hyödyntämisestä ja kustannusten kattamisesta sovitaan Fingridin ja Liittyjän kesken erikseen.

27.9.2013

10 Voimalaitoksen toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla

10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

Suomen kantaverkon nimellisjännitteet ovat 110 kV, 220 kV ja 400 kV. Liittynnän suunnittelun lähtökohtana käytettävät kantaverkon normaalit liittymispisteen jännitteet ovat vastaavasti 118 kV, 233 kV ja 410 kV.

Fingridin sähköverkossa jännitteen vaihtelualueet normaalitilanteessa sekä häiriö- ja poikkeustilanteessa ovat seuraavat. Nimellisjännitteeltään 400 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 395–420 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 360–420 kV. Nimellisjännitteeltään 220 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 215–245 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 210–245 kV. Nimellisjännitteeltään 110 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 105–123 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 100–123 kV. Mitoituksen perustana käytettävä Liittymispisteen normaali käyttöjännite (100 %:n arvoa vastaava jännite) vaihtelee Liittymispisteittäin ja Liittyjän on aina kysyttävä se Liittymispisteen verkonhaltijalta.

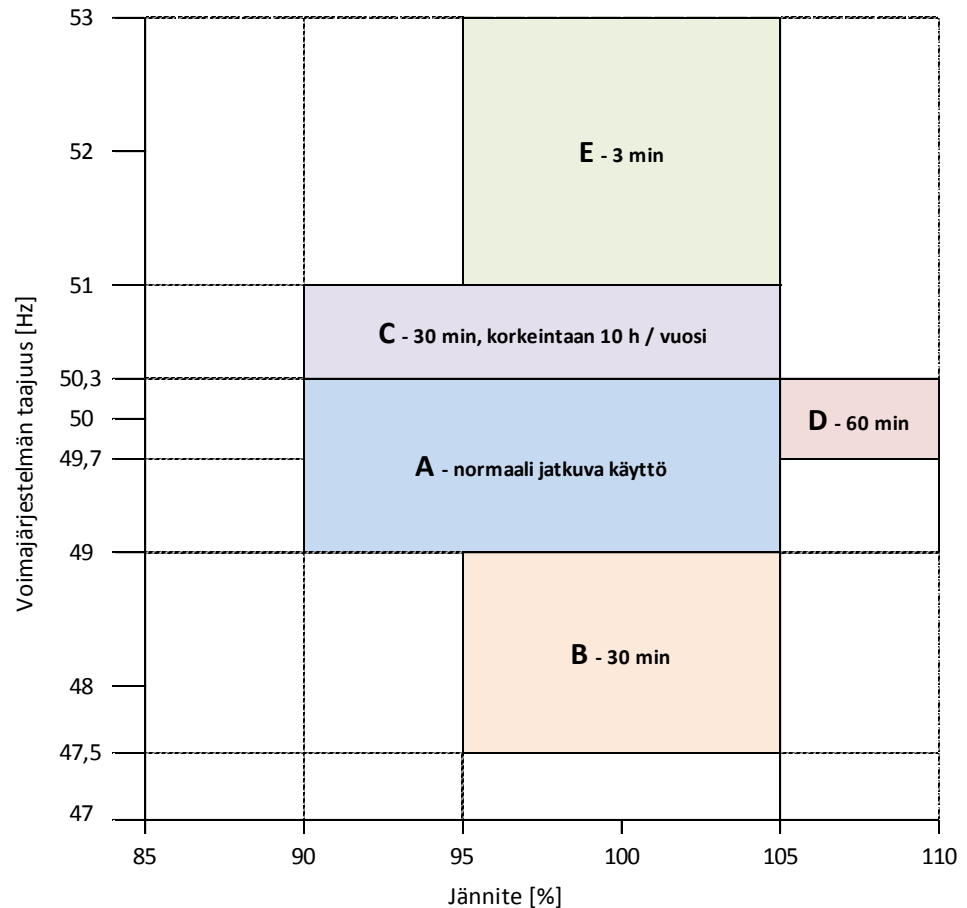
Pohjoismaisen sähköjärjestelmän taajuus on normaalisti 49,9–50,1 Hz. Sähköverkon taajuus voi vaihdella 49,5–50,5 Hz tai poikkeuksellisesti jopa 47,5–53 Hz.

10.2 Teholuokan 1 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla

10.2.1 Taajuudet ja jännitteet, joilla teholuokan 1 voimalaitoksen on pysyttävä kytkeytyneenä järjestelmään

Voimalaitoksen on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti, kun VJV-referenssipisteen jännite on 90–105 % ja taajuus on 49,0–50,3 Hz. Jos VJV-referenssipisteen jännite, taajuus tai molemmat poikkeavat näistä arvoista, on voimalaitoksen pysyttävä sähköjärjestelmässä vähintään kuvassa [10.1](#) määritetyt ajat. Voimalaitoksen teho saa alentua kuten kuvan [10.1](#) selityksissä on esitetty.

27.9.2013



A:	Normaali jatkuva käyttö	Voimajärjestelmän jännitteestä ja/tai taajuudesta johtuvaa pätehon tai loistehon tuotantokyvyn alenemista ei sallita
B:	30 min yhtäjaksoinen käyttö	Tehonalenema sallittu siten, että suurin sallittu alenema 49 Hz:n tasolla on 0 % ja 47,5 Hz:n tasolla 15 % (välille jäävällä taajuusalueella sallittu alenema määrytyy lineaarisesti rajataajuuksilla sallittujen alenemien perusteella)
C:	30 min yhtäjaksoinen käyttö yhteensä korkeintaan 10 tunnin ajan vuosittain	10 % tehonalenema sallitaan mikäli se ei aseta rajoituksia jatkaa toimintaa täydellä teholla taajuuden palaututtua alle 50,3 Hz:n tason
D:	60 minuutin yhtäjaksoinen käyttö	Tehon sallitaan alenevan enintään 10 % täydestä tehosta
E:	3 minuutin yhtäjaksoinen käyttö	Voimakas tehonalenema sallittu

Yllä mainittujen toiminta-alueiden ulkopuolella käyttöä tulee jatkaa teknologian sallimissa rajoissa, välitön irtikytkeytyminen ei ole sallittua

Kuva 10.1. Kuvassa on esitetty, miten kauan voimalaitosten on pysyttävä verkossa erilaisilla VJV-referenssipisteen taajuuksilla ja jännitteillä. Jatkuvan toiminta-alueen 100 %:n jännite on 400 kV:n verkossa aina 400 kV. Muilla jännitteillä 100 %:n arvoa vastaava jännite on kysyttävä Liittymispisteen verkonhaltijalta.

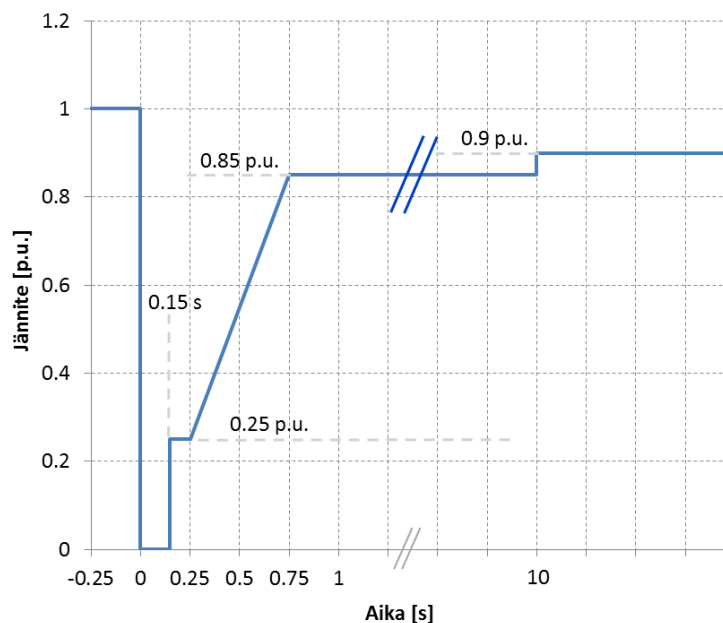
27.9.2013

10.2.2 Teholuokan 1 voimalaitoksen toiminta lyhytaikaisissa jännitehäiriöissä

Voimalaitosten tulee pystyä jatkamaan toimintaansa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. *Tahtikonevoimalaitokset* omakäyttöineen on tämän takia suunniteltava siten, että ne kestävät kuvan [10.2](#) mukaisen lyhytaikaisen VJV-referenssipisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta ja menettämättä tahtikäyttöään. *Suuntaajakytketyt voimalaitokset* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että ne kestävät kuvan [10.2](#) mukaisen lyhytaikaisen VJV-referenssipisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten sähköjärjestelmään syöttämä virta ja sen riippuvuus VJV-referenssipisteen tai turpiinigeneraattorin jännitteen tasosta jännitehäiriöiden aikana tulee sopia erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Kuvaus toiminnallisuudesta on toimitettava osana voimalaitostietoja.

Laitoksen tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten laitoskohtaisten tai järjestelmätaajuisten sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.



Kuva 10.2. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava VJV-referenssipisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen teholuokkien 1, 2 ja 3 voimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1.0 p.u. on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0 p.u. 150 millisekunnin ajan.

10.2.3 Teholuokan 1 voimalaitosten toiminta taajuuden muuttuessa

Voimalaitoksen tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti taajuuden muutosnopeuden ollessa alle 2 Hz/s. Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan vähintään 1,25 sekunnin ajan, kun taajuuden muutosnopeus on tasan 2 Hz/s. Taajuuden muutosnopeuden ylittäessä 2 Hz/s, saa voimalaitos kytkeytyä irti järjestelmästä kaikissa muissa tapauksissa paitsi luvun [10.2.2](#) kuvaaman lyhytaikaisen jännitehäiriön aikana.

27.9.2013

Taajuuden muutosnopeuden mittausta ei saa reagoida järjestelmässä tapahtuvien häiriöiden aiheuttamiin äkillisiin muutoksiin jännitteen käyrämuodossa.

10.3 Teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla

10.3.1 Yleisiä vaatimuksia

Teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin teholuokan 1 voimalaitosten. Lisäksi niiden on kyettävä palauttamaan pätöteho nopeasti lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen.

Kuvassa [10.2](#) määrittelyn mukaisen lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen voimalaitoksen tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso yhden sekunnin kuluessa. Jos tehon palautuminen kestää kauemmin kuin yhden sekunnin, on toiminta hyväksyttävä Fingridillä. Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.

Mikäli pätötehon palautuminen riippuu VJV-referenssipisteen jännitteen tasosta, kyseinen riippuvuus ja kuvaus sen mahdollisesta vaikutuksesta tehonpalautumiseen on toimitettava Fingridille ja Liittymispisteen verkonhaltijalle.

10.3.2 Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä

Voimalaitoksen sähköntuotantolaitteiston toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä tulee toimittaa laskelma Liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelman tulee kuvata voimalaitoksen dynaaminen toiminta taulukossa [10.1](#) esitettyjen jännitehäiriöiden yhteydessä.

Voimantuotantoprosessin asettamat rajoitteet sähköntuotannolle tulee huomioida laskelmassa, mutta laskelmassa ei tarvitse kuvata koko voimantuotantoprosessia.

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen VJV-referenssipisteen jännite on 1 p.u..
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa VJV-referenssipisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- VJV-referenssipisteestä katsottuna sähköjärjestelmästä tehdään sijaiskytkentä, jossa on sarjaan kytkettynä sähköjärjestelmän oikosulkutehoa kuvaava impedanssi ja ideaalinen jännitelähde.
- Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa [10.1](#) esitetyt oikolukutehot Liittyjälle.
- Kuvaus laskennassa käytetystä mallista mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkoavaioesitykset on toimitettava osana laskelmaa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

27.9.2013

Taulukko 10.1. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot.

Lähtötieto	Häiriö 1	Häiriö 2
Jännitehäiriön kesto	150 ms	250 ms
VJV-referenssipisteen jäännösjännite häiriön aikana	0 p.u.	0,25 p.u.
Oikosulkutehotaso ennen häiriötä	Normaali	Normaali
Oikosulkutehotaso häiriön jälkeen	Minimi	Normaali

10.4 Teholuokan 4 voimalaitosten toiminta erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla

Teholuokan 4 voimalaitosten toimintaa erilaisilla jännitteillä ja taajuuksilla koskevat muuten samat vaatimukset kuin teholuokan 2 ja 3 voimalaitoksia, mutta toiminta jännitehäiriöissä ja laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriöissä ovat erilaiset ja ne on esitetty tässä luvussa.

10.4.1 Teholuokan 4 voimalaitosten toiminta jännitehäiriössä

Voimalaitosten tulee pystyä jatkamaan toimintaansa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. *Tahtikonevoimalaitokset* omakäyttöineen on tämän takia suunniteltava siten, että ne kestävät kuvan [10.3](#) mukaisen lyhytaikaisen VJV-referenssipisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta ja menettämättä tahtikäyttöään. *Suuntaajakytketyt voimalaitokset* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että ne kestävät kuvan [10.3](#) mukaisen lyhytaikaisen VJV-referenssipisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

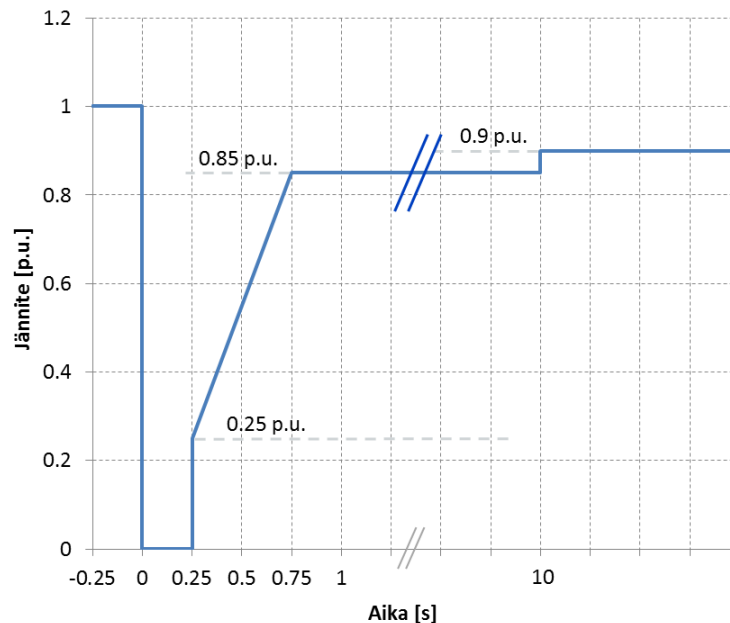
Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten sähköjärjestelmään syöttämä virta ja sen riippuvuus VJV-referenssipisteen tai turpiinigeneraattorin jännitteen tasosta jännitehäiriöiden aikana tulee sopia erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Kuvaus toiminnallisuudesta on toimitettava osana voimalaitostietoja.

Laitoksen tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten laitoskohtaisten tai järjestelmätaajuuksien sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

Kuvassa [10.3](#) määrittelyn mukaisen lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen voimalaitoksen tulee palauttaa häiriötä edeltänyt tehotaso yhden sekunnin kuluessa. Jos tehon palautuminen kestää kauemmin kuin yhden sekunnin, on toiminta hyväksyttävä Fingridillä. Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.

Mikäli tehonpalautuminen riippuu VJV-referenssipisteen jännitteen tasosta, kyseinen riippuvuus ja kuvaus sen mahdollisesta vaikutuksesta tehonpalautumiseen on toimitettava Fingridille ja Liittymispisteen verkonhaltijalle.

27.9.2013



Kuva 10.3. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava VJV-referenssipisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen teholuokan 4 voimalaitoksen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1.0 p.u. on jännite ennen häiriötä. Jännitteen arvo on 0 p.u 250 millisekunnin ajan.

10.4.2 Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä

Voimalaitoksen sähköntuotantolaitteiston toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä tulee toimittaa laskelma Liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa ei tarvitse kuvata voimantuotantoprosessia, mutta prosessin asettamat rajoitteet sähköntuotannolle tulee huomioida laskelmassa. Laskelman tulee kuvata voimalaitoksen dynaaminen toiminta taulukossa [10.2](#) kuvattujen jännitehäiriöiden yhteydessä.

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen VJV-referenssipisteen jännite on 1.0 p.u..
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa VJV-referenssipisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Voimalaitoksesta katsottuna VJV-referenssipisteen takana olevasta sähköjärjestelmästä tehdään sijaiskytkentä, jossa on sarjaan kytkettynä sähköjärjestelmän oikosulkutehoa kuvaava impedanssi ja ideaalinen jännitelähde. Mikäli voimalaitoksen liityntäpiste on 400 kV:n jännitetasossa tai sähköisesti lähellä 400 kV:n siirtoverkkoa, on sähköjärjestelmän mallintamisesta sovittava Fingridin kanssa.

27.9.2013

- Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa [10.2](#) esitetyt oikosulkutehot Liittyjälle.
- Kuvaus laskennassa käytetystä mallista mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohko-kaavioesitykset on toimitettava osana laskelmaa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

Taulukko 10.2. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot.

Lähtötieto	Häiriö 1	Häiriö 2
Jännitehäiriön kesto	150 ms	250 ms
VJV-referenssipisteen jäännösjännite häiriön aikana	0 p.u.	0,0 p.u.
Oikosulkutehotaso ennen häiriötä	Normaali	Normaali
Oikosulkutehotaso häiriön jälkeen	Minimi	Normaali

27.9.2013

Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset

11 Tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö

11.1 Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö

Voimalaitoksella tulee olla pätötehon säätöön, tehotason ylläpitoon ja pyörimisnopeussäätöön vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun [11.2](#) kuvauksen mukaisesti.

11.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 tahtikonevoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö

11.2.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

Fingridillä on oikeus vaatia voimalaitoksia säätämään tässä asiakirjassa esitettyjen tehonsäätöön liittyvien ominaisuuksien puitteissa, mikäli sähköjärjestelmää ei kyetä häiriön jälkeen palauttamaan normaalitilaan.

11.2.2 Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika

11.2.2.1 Minimiteho

Voimalaitoksen minimitehon tulee olla mahdollisimman pieni. Voimalaitoksen suunnittelun perustana tulee käyttää seuraavia minimitehoja:

- vesi-, kaasuturpiini- ja moottorivoimalaitokset: 10 % mitoitustehosta,
- sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitokset sekä muut voimalaitokset: 40 % mitoitustehosta.

Voimalaitoksen minimiteho ja voimalaitoksen kyky toimia lyhytaikaisesti minimitehonsa alapuolella tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

Mikäli voimalaitos koostuu useista generaattoreista, eikä minimiteho jakaudu tasaisesti generaattoreiden välillä, koko voimalaitoksen minimitehon lisäksi on ilmoitettava yksittäisten generaattoreiden minimitehot.

11.2.2.2 Mitoitusteho ja lyhytaikainen ylikuormitettavuus

Voimalaitoksen mitoitustehon ja lyhytaikaisen ylikuormitettavuuden riippuvuus ulkoisista tekijöistä, kuten ulkoilman tai meriveden lämpötilasta tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

Laitosten säätö on toteutettava siten, että voimalaitoksen lyhytaikaista ylikuormituskykyä voidaan hyödyntää tehokkaasti. Voimalaitoksen lyhytaikaiseen ylikuormituskykyyn liittyvät tiedot tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

27.9.2013

11.2.2.3 Käynnistysaika

Vesi-, kaasuturpiini- ja moottorivoimalaitoksilla pitää olla valmius käynnistyä täyteen tehoon 15 minuutissa. Arviot tyypillisistä käynnistysajoista minimi- ja mitoitusteholle tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

Sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten sekä muiden voimalaitosten suhteen vaatimuksia käynnistysajan suhteen ei ole kuin luvussa [11.2.5](#) esitetyt vaatimukset omakäytöltä paluun yhteydessä. Arvio käynnistysajoista laitoksen eri käynnistysvalmiustiloissa tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

11.2.3 Taajuuden ja pätötehon säädön toteutus

11.2.3.1 Yleiset säätäjävaatimukset

Voimalaitokset tulee varustaa turpiinisäätäjällä ja siihen liittyvällä pyörimisnopeuden säädöllä, joilla teho ja tehon muutosnopeus voidaan asetella.

Voimalaitoksen tehonsäädön tulee mahdollistaa tehon asetteleminen manuaalisesti sekä tehon säätäminen taajuusmittauksen perusteella (taajuussäätö) turpiinisäätäjällä sekä mahdollisella laitossäätäjällä.

Taajuussäätö tulee toteuttaa siten, että voimalaitos pystyy osallistumaan automaattisesti sähköjärjestelmän taajuuden tukemiseen häiriötilanteissa. Häiriötilan tehonsäätöön siirrytään taajuusreleen tai muun taajuutta mittaavan laitteen avulla. Taajuussäädön taajuusmittaus on toteutettava siten, että taajuussäätö seuraa sähköjärjestelmän taajuutta.

Mikäli taajuusmittauksen yhteyteen toteutetaan taajuusmittausta suodattavia keskiarvoistavia tai muuten mittausta hidastavia tai mittauksen luonnetta muuttavia toimintoja tai toimilaitteita, niiden vaikutuksesta taajuusmittauksen tarkkuuteen ja viiveeseen on toimitettava kuvaus osana toimitettavia tietoja. Edellä mainittujen toimilaitteiden tai toimintojen tulee olla ohitettavissa. Ohituksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko laitosta paikallisesti vai etäyhteydellä.

Voimalaitoksen tehon säätöjärjestelmä tulee toteuttaa siten, että säädön kuollut alue on mahdollisimman pieni.

11.2.3.2 Taajuussäädön toiminnallisuudet

Taajuussäädölle tulee olla aseteltavissa kuollut alue sekä lineaarinen statiikka. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädöllä on vähintään kaksi toimintatilaa: normaalitila ja häiriötila.

Mikäli teho- ja taajuussäädölle on määritetty normaali- ja häiriötilojen lisäksi muita toimintatiloja, niistä ja niiden asetteluperiaatteista on toimitettava tieto Fingridille.

11.2.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50 Hz.

27.9.2013

Taajuussäädön statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa.

Taajuussäädön kuolleen alueen tulee olla aseteltavissa välillä 0,0–1,0 Hz enintään 0,01 Hz:n portaissa.

Taajuusmittaukseen perustuvan toimintatilojen (normaalitila, häiriöttila) automaattisen vaihtumisen määrittävien kriteereiden asettelurajojen tulee olla aseteltavissa vähintään seuraavissa rajoissa:

- tilamuutokseen johtavat taajuusrajat: ± 2 Hz enintään 0,1 Hz:n portain,
- viive, jonka jälkeen tilamuutos toteutetaan: 0–60 s enintään 1 sekunnin portain,
- viive, jonka jälkeen palautuminen tilamuutoksesta toteutetaan: 0–600 s enintään 1 sekunnin portain.

Fingridin kanssa on sovittava erikseen, jos säätäjän toimintatilan automaattinen muutos toteutetaan muuten kuin taajuuspoikkeamaan perustuen.

11.2.3.4 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön asetteluarvon tarkkuuden tulee olla vähintään 1 MW.

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz ja reagointiajan tulee olla enintään 2 s.

Voimalaitoksen tehon ja taajuuden säädön tarkkuus ja herkkyys tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä. Kuvaus näistä ja niihin vaikuttavista tekijöistä tulee toimittaa osana voimalaitoksen dokumentaatiota.

11.2.3.5 Toimintatilan muutokset

Voimalaitoksen tehon- ja taajuussäädön toimintatiloja ja asetteluarvoja tulee kyetä muuttamaan sekä estämään että sallimaan. Toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko laitosta paikallisesti vai etäyhteydellä.

Kuvaus voimalaitoksen tehon- ja taajuussäädön toimintatilojen automaattiset muutokset toteuttavista toiminnallisuuksista tulee toimittaa osana voimalaitosdokumentaatiota.

11.2.4 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue

11.2.4.1 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue normaalissa käyttötilassa

Pätötehon muutosnopeusvaatimukset on määritetty suurimpana tehon muutosnopeutena, joka on saavutettava vasteena generaattorin tai voimalaitoksen pätötehon asetteluarvon muutokselle.

Normaalissa käyttötilanteessa vesi-, kaasuturpiini- ja moottorivoimalaitosten tehon muutosnopeuden tulee olla vähintään ± 40 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon

27.9.2013

muutosnopeus tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 40–100 % mitoitustehosta. Tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa kyseisen voimalaitoksen ominaisuuksien rajoittamaan suurimpaan sallittuun tehon muutosnopeuteen, kun laitoksen teho on alle 40 % mitoitustehosta.

Sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten sekä muiden kuin vesi-, kaasuturpiini- tai moottorivoimalaitosten tehon muutosnopeuden tulee olla vähintään ± 5 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon muutosnopeus tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 60–90 % mitoitustehosta. Kun laitoksen teho on alle 60 % tai yli 90 % mitoitustehosta, tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa kyseisen voimalaitoksen ominaisuuksien rajoittamaan suurimpaan sallittuun tehon muutosnopeuteen.

11.2.4.2 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue häiriötilassa

Pätötehon muutosnopeusvaatimukset häiriötilassa on määritetty vasteaikoina taajuusmittauksessa tapahtuvalle askelmaiselle vähintään 0,5 Hz:n muutokselle. Vähintään puolet vaaditusta kokonaismuutoksesta tulee saavuttaa 5 sekunnissa häiriöstä ja kokonaismuutos 30 sekunnissa häiriöstä.

Vesi-, kaasuturpiini- ja moottorivoimalaitosten tehomuutoksen tulee häiriötilanteissa olla vähintään ± 10 % mitoitustehosta. Tehomuutos tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 50–100 % mitoitustehosta. Tehomuutos voidaan rajoittaa voimalaitoksen ominaisuuksien mukaiseen suurimpaan sallittuun tehomuutokseen, kun laitoksen teho on alle 50 %, mutta tällöin tehomuutosta rajoittavat määräävät tekijät on ilmoitettava osana toimitettavia tietoja.

Sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosten sekä muiden kuin vesi-, kaasuturpiini- tai moottorivoimalaitosten välittömän tehomuutoksen häiriötilanteissa tulee olla vähintään ± 5 % mitoitustehosta. Tehomuutos tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 50–90 % mitoitustehosta. Tehomuutos voidaan rajoittaa kyseisen voimalaitoksen ominaisuuksien rajaamaan suurimpaan sallittuun tehomuutokseen, kun laitoksen teho on alle 50 %, mutta tällöin tehomuutosta rajoittavat määräävät tekijät on ilmoitettava osana toimitettavia tietoja.

11.2.5 Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä

Voimalaitos on suunniteltava siten, että se pystyy siirtymään turvallisesti omakäytölle silloin kun VJV-referenssipisteen jännitteet tai taajuudet ovat sellaiset, että voimalaitos luvun [10](#) mukaan saa siirtyä omakäytölle.

Vesivoimalaitokset ja reservikaasuturpiinivoimalaitokset on suunniteltava siten, että ne toimivat omakäytöllä vähintään kahdeksan tunnin ajan. Muut kuin vesi- ja ydinvoimalaitokset on suunniteltava siten, että ne toimivat omakäytöllä vähintään tunnin ajan, mutta ovat tämän jälkeen uudelleen käynnistettävissä ja tahdistettavissa takaisin sähköjärjestelmään mahdollisimman nopeasti tekniset reunaehdot huomioiden, kuitenkin enintään neljässä tunnissa seuraavien 12 tunnin aikana. Ydinvoimalaitosten on toimittava omakäytöllä ja oltava käynnistettävissä turvamääräysten edellyttämällä tavalla.

Seuraavat kuvaukset on toimitettava osana toimitettavia tietoja:

27.9.2013

- 1) Kuvaus voimalaitoksen omakäyttötehosta. Mikäli omakäyttöteho riippuu voimalaitoksen toimintatilasta, omakäyttötehon riippuvuus toimintatilasta on kuvattava osana toimitettavaa dokumentaatiota.
- 2) Kuvaus siitä, kuinka pitkään laitos kykenee toimimaan omakäytöllä.
- 3) Tieto viiveestä omakäytölle jäämisen ja sähköjärjestelmään tahdistumisen välillä sekä viiveeseen vaikuttavat tekijät.

27.9.2013

12 Tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti

12.1 Teholuokan 1 voimalaitosten loistehokapasiteetti

Liittymispisteen verkonhaltija asettaa loistehokapasiteettivaatimuksen teholuokan 1 voimalaitoksille.

12.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosten loistehokapasiteetti

12.2.1 Voimalaitoksen generaattorien ja generaattorimuuntajan mitoitus

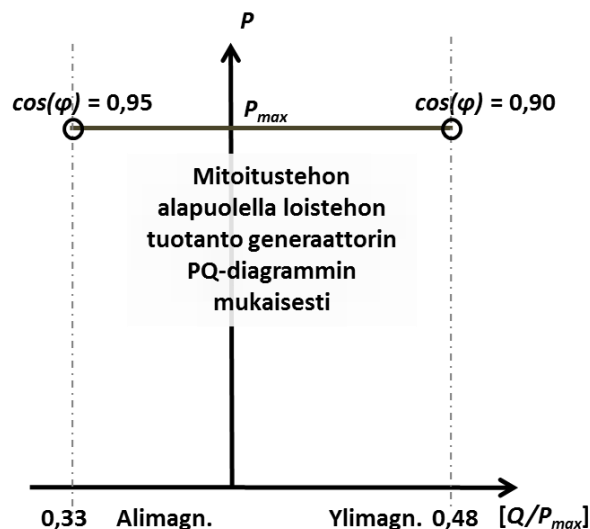
Voimalaitoksen generaattori(e)n ja generaattorimuuntajan reaktanssien tulee olla niin pieniä kuin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista, jotta voimalaitos tukee mahdollisimman tehokkaasti sähköjärjestelmän toimintaa ja stabiilisuutta.

12.2.2 Voimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti

Voimalaitoksen generaattori(e)n tulee voida toimia jatkuvasti mitoitustehollaan P_{max} kun generaattorin liittimistä mitattava tehokerroin on 0,95kap–0,9ind. Kuva [12.1](#) havainnollistaa tätä.

Generaattorin toimiessa mitoitustehoa pienemmillä tehoilla sen tulee kyetä tuottamaan tai kuluttamaan loistehoa generaattorin mitoitusjännitteellä ja -taajuudella laadittu PQ-diagrammin mukaisesti.

Voimalaitoksen tulee kyetä rajoittamaan VJV-referenssipisteen jännitteen nousua kuluttamalla VJV-referenssipisteestä loistehoa, kun referenssipisteen jännite on korkeampi kuin Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä normaali käyttöjännite. Voimalaitoksen tulee kyetä rajoittamaan VJV-referenssipisteen jännitteen laskua tuottamalla VJV-referenssipisteeseen loistehoa, kun referenssipisteen jännite on matalampi kuin Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä normaali käyttöjännite.



Kuva 12.1. Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti

27.9.2013

12.2.3 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän on toimitettava voimalaitoksen Liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen loistehokapasiteetista VJV-referenssipisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava voimalaitoksen kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa [12.1](#) määritetyillä VJV-referenssipisteen jännitetasoilla ja voimalaitoksen pätötehotasoilla.

Mikäli voimalaitoksen generaattorimuuntaja on varustettu käämikytkimellä tai väliottokytkimellä, laskelma on esitettävä generaattorimuuntajan käämi- tai väliottokytkimen keskiasennon lisäksi käämi- tai väliottokytkimen ääriaseannoilla.

Voimalaitokselle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteetilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten generaattoreiden jännitealueet ja loistehokapasiteetit.

Loistehokapasiteetilaskelmassa tulee tarpeen mukaan huomioida generaattorin lisäksi muut voimalaitoksen komponentit, jotka tuottavat ja kuluttavat loistehoa. Laskelma tehdään 50 Hz:n taajuudella.

VJV-referenssipisteen jännitetasoilla toimintapisteet 0,85 p.u. ja 0,875 p.u. ovat lyhytaikaisia, ja näissä toimintapisteissä voimalaitoksen on kyettävä toimimaan vähintään 10 sekunnin ajan.

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

VJV-referenssipisteen jännite [p.u.]	0,85	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1
Tehotaso 1	Minimiteho										
Tehotaso 2	$P = 0,75 \times P_{\max}$										
Tehotaso 3	Mitoitusteho										

Toimintapisteet 0,85 p.u. ja 0,875 p.u. ovat hetkellisiä eli näille ilmoitettava loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan

Mikäli voimalaitoksen komponentit poikkeavat suunnitellusta, voimalaitoksen loistehokapasiteettiin liittyvä laskelma tulee päivittää ja toimittaa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä voimalaitoksen loistehokapasiteetti VJV-referenssipisteessä tulee todentaa Käyttöönottokokeiden yhteydessä luvussa [14](#) kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

12.2.4 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Generaattorin ja voimalaitoksen jännitteensäädön rajoittimet tulee suunnitella ja asetella siten, että niiden toiminta rajoittaa mahdollisimman vähän voimalaitoksen kykyä tuottaa ja kuluttaa loistehoa.

Loistehokapasiteetin rajoittamiseksi käytettävien magnetoinnin lisäsäätöjen, rajoittimien ja magnetoinnin toimintaan liittyvien suojiin tulee olla koordinoitu siten, että generaattorin

27.9.2013

loistehokapasiteetti tulee hyödynnettyä tehokkaasti ilman generaattorin verkosta irtikykytymisen riskiä.

27.9.2013

13 Tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö

13.1 Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan VJV-referenssipisteessä mitatulla tehokertoimella 1,0 tai vaihtoehtoisesti voimalaitoksen tulee kyetä tukemaan VJV-referenssipisteen jännitettä loistehokapasiteettinsa avulla seuraavasti:

- Voimalaitos tuottaa loistehoa sähköjärjestelmään kun VJV-referenssipisteen jännite laskee.
- Voimalaitos kuluttaa loistehoa sähköjärjestelmästä kun VJV-referenssipisteen jännite nousee.

13.2 Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten jännitteen säätö

13.2.1 Jännitteen säädön toiminta ja käytötapa

Voimalaitoksen generaattoreilla on oltava generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädön toiminta on jatkuvaa ja säädön toiminnan vaikutuksesta loistehon muutokset VJV-referenssipisteessä tapahtuvat portaattomasti.

Säädön tulee mahdollistaa luvussa [12](#) määritetyn voimalaitoksen loistehokapasiteetin hyödyntäminen voimalaitoksen tuottaessa pätötehoa sähköjärjestelmään. Säädön toiminta ei saa häiriintyä verkon jännitteen ja taajuuden muutoksista tai lyhytaikaisista jännitehäiriöistä.

Generaattorin jännitteensäädön ensisijainen käytötapa on liitinjännitteen vakiojännitesäätö. Mikäli alueellisen tai paikallisen jännitteensäädön tarpeista tai muista vastaavista järjestelmän käyttöön liittyvistä syistä on perusteltua käyttää muuta säätötapaa tai ylempää laitostason säätöä, tulee säädön tarvittaessa pystyä vastaamaan jännitteen muutoksiin kuten generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö. Muun kuin vakiojännitesäädön käyttämisestä voimalaitoksen ensisijaisena jännitteen säädön käytötapana on sovittava erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Säädön toimintatilan ja toimintapisteen muutosten tulee tapahtua ilman merkittäviä äkillisiä muutoksia tai toistuvia ja merkittäviä heilahteluita laitoksen tuottamassa lois- tai pätötehossa.

13.2.2 Generaattorin jännitteensäätäjä

Sähköjärjestelmän käyttövarmuuden turvaamiseksi jännitteensäätäjä tulee toteuttaa kaksikanavaisena. Kummassakin kanavassa tulee olla automaattinen generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö ja sen varajärjestelmänä magnetointivirran vakiovirtasäätö. (Viimeksi mainitusta käytetään myös nimitystä magnetointivirran käsisäätö.)

Jännitteensäätäjä on mitoitettava siten, että sen kattojännite on staattisella magnetoinnilla vähintään kaksi kertaa ja harjattomalla magnetoinnilla vähintään 1,6 kertaa generaattorin

27.9.2013

mitoituskuormitusta¹ vastaava magnetointijännite ottaen huomioon kuitenkin muut jänniteensäädölle asetettavat vaatimukset. Kattojännite tulee kyetä ylläpitämään vähintään 10 sekunnin ajan.

Kun tyhjäkäyvän ja verkosta irti olevan generaattorin jänniteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan askelmaisesti ylöspäin 95 prosentista 105 prosenttiin, on askelvasteen oltava seuraavanlainen:

- 1) Staattisella magnetoinnilla askelvasteen nousuajan nollassa 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–0,3 sekuntia,
- 2) Harjattomalla magnetoinnilla askelvasteen nousuajan nollassa 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–0,5 sekuntia.

Kun tyhjäkäyvän ja verkosta irti olevan generaattorin jänniteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan askelmaisesti alaspäin 105 prosentista 95 prosenttiin, on askelvasteen oltava seuraavanlainen:

- 1) Staattisella magnetoinnilla askelvasteen nousuajan nollassa 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–0,3 sekuntia,
- 2) Harjattomalla magnetoinnilla askelvasteen nousuajan nollassa 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–0,8 sekuntia.

Jänniteensäätäjä tulee asettaa siten, että askelvaste ei värähtele. Edellä määritellyissä askelvasteissa ylitys saa olla korkeintaan 15 % mitatusta liitinjännitteen kokonaismuutoksesta.

13.2.3 Generaattorin jänniteensäätäjän toimintatilat ja toiminnallisuudet

Jänniteensäätäjän tulee kyetä toimimaan generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäädöllä. Lisäksi jänniteensäätäjällä voi olla muita toimintatiloja, kuten esimerkiksi vakioloistehonsäätö tai vakiotehokerroinsäätö.

Säätöjärjestelmään tulee kuulua jänniteensäätäjän ja mahdollisen lisästabiloinnin lisäksi generaattoria ylikuormitukselta suojaavat toiminnallisuudet.

Vakiojännitesäädön asetteluarvon tulee olla aseteltavissa suhteessa generaattorin jännitteelle määritettyjen (jatkuva toiminta) raja-arvojen mukaisesti enintään 0,01 p.u.:n portaissa.

Jännitesäädön loistehostatiikan tulee olla lineaarinen sekä aseteltavissa alueella 1–10 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa. Asetteluarvo voidaan asettaa positiivisena tai negatiivisena.

Mikäli voimalaitokselle toteutetaan vakioloistehonsäätö, asetteluarvon tulee olla aseteltavissa enintään 1 Mvarin portaissa.

¹ Ollessaan mitoituskuormituksella generaattori tuottaa Mitoitustehonsa verran pätötehoa ja Loistehokapasiteettinsa verran loistehoa.

27.9.2013

13.2.4 Jännitteensäätäjän toimintatilojen muutokset

Jännitteensäätäjän toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko laitosta paikallisesti vai etäyhteydellä.

13.2.5 Jännitteensäätäjän ja magnetoinnin toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

Generaattorin virranrajoittimilla tulee olla käänteinen aikakarakteristika, jotta generaattorin jännitteensäätölaitteiden ylikuormitusalueita voidaan hyödyntää erilaisissa käyttötilanteissa.

Rajoittimien toiminnan tulee ohjata mahdollisimman suoraan ja viiveettömästi jännitteensäätäjän toimintaa mahdollisten voimakkaiden yli- tai alijännitteiden välttämiseksi voimalaitoksen VJV-referenssipisteessä.

Alimagnetoinnin rajoittimen toiminta tulee koordinoita virtarajoittimien (staattori, roottori, magnetointi) sekä magnetoinnin menettämissuojauksen (englanniksi loss of excitation, LOE) ja mahdollisen lisästabilointipiirin (PSS) kanssa.

Ylimagnetoinnin rajoittimen toiminnan tulee koordinoita virtarajoittimien sekä ylivirtasuojien (staattori, roottori, magnetointi) ja mahdollisen lisästabilointipiirin kanssa.

13.2.6 Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit

Mikäli loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnetään erillisiä, osaksi voimalaitosta toteutettavia kompensointilaitteita, niiden toiminta on koordinoitava voimalaitoksen generaattoreiden säätäjien toiminnan kanssa.

13.3 Teholuokan 4 voimalaitosten jännitteen säätö

Teholuokan 4 voimalaitosten on täytettävä samat vaatimukset kuin teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten. Teholuokan 4 voimalaitosten generaattoreilla on lisäksi oltava lisästabilointipiirit (PSS).

Lisästabiloinnin rakenteen tulee olla sellainen, että piiri voidaan virittää vaimentamaan generaattorin ja sähköjärjestelmän välisiä heilahteluja 0,2–2,0 Hz:n taajuuksilla. Lisästabilointipiiri tulee virittää siten, että se parantaa voimalaitoksen ja sähköjärjestelmän välisen niin kutsutun laitospäätökohtaisen heilahtelutaajuuden vaimennusta. Lisästabilointipiiri ei saa vahvistaa 0,3 Hz:n järjestelmätaajuuksia heilahteluja. Lisästabilointipiirin virittämisestä järjestelmätaajuuksien heilahteluiden vaimentamiseksi tulee sopia erikseen Fingridin kanssa.

Lisästabiloinnin on oltava poiskytkettävissä ja lisästabilointisignaalin suuruutta on rajoitettava rajoittimilla, joiden asetelut voidaan valita.

Lisästabilointipiirin Vaatimusten mukainen toiminta tulee todentaa Käyttöönottokokeiden yhteydessä.

27.9.2013

14 Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet

14.1 Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa voimalaitoksen toimivan sille asetettujen Vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti voimalaitoksen käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla Käyttöönottokokeilla.

14.2 Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet

Liittyjän on toimitettava Liittymispisteen verkonhaltijalle kokeista käyttöönottopöytäkirja, johon on dokumentoitu mittauksin todennetut suureet sekä mittausten ajankohta.

Liittyjän vastuulla on todentaa Käyttöönottokokein teholuokan 1 tahtikonevoimalaitoksen seuraavat Vaatimusten mukaiset ominaisuudet:

- 1) voimalaitoksen käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon VJV-referenssipisteessä,
- 2) voimalaitoksen mitoitus-teho,
- 3) voimalaitoksen loistehokapasiteetti,
- 4) jännitteen tai loistehosäädön toiminta, mikäli Liittymispisteen verkonhaltija tätä edellyttää, ja
- 5) sähkön laatu.

Vaikka ensisijainen todentamistapa on käyttöönottokokeet, on kohtien 2, 3 ja 5 käyttöönottomittaukset mahdollista korvata tyyppitestausraportilla tai vastaavalla toiminnallisuuden todentavalla asiakirjalla, mikäli kohtiin liittyvien kokeiden suorittaminen ei ole mahdollista esim. tuotantoon vaikuttavista olosuhteista tai sähköverkon käyttötilanteen takia.

14.3 Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet

14.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

Käyttöönottokokeet tulee suorittaa yhteistyössä Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Fingridin edustajilla on oikeus osallistua kaikkiin Käyttöönottokokeisiin.

Liittyjän on laadittava voimalaitoskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa Vaatimusten toiminnallisuuksien testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottokoesuunnitelma, alustavat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Kuvauksen käytännön järjestelyistä tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava Liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 3 kuukautta ennen Käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

27.9.2013

Liittyjän on käyttöönottoon liittyvien suunnitelmien laatimisen ja toimittamisen yhteydessä sovittava tapaaminen Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Tapaamisen ajankohdan on oltava viimeistään 2 kuukautta ennen Käyttöönottokokeita. Tapaamisessa Liittyjän tulee sopia lopullinen käyttöönottokoesuunnitelma, aikataulu ja käytännön järjestelyt Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovittavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

Järjestelmävastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa Käyttöönottokokeiden aikataulua, mikäli kokeiden suorittaminen suunniteltuna ajankohtana ei ole sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen mahdollista. Liittymispisteen verkonhaltijalla on vastaava oikeus oman sähköverkkonsa käyttötilanteen osalta. Peruuttamisen tai aikataulun muuttamisen syitä voivat olla esimerkiksi voimalaitosten käyttöön liittyvät olosuhteet tai paikallisen sähköverkon ja sähköjärjestelmän käyttötilanne. Mikäli Käyttöönottokokeiden ajankohtaa joudutaan siirtämään, Liittyjä sopii uudesta aikataulusta Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Kaikissa Käyttöönottokokeista tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suuret vähintään 50 Hz:n tallennustaajuudella:

- generaattorin liitinjännite,
- generaattorin tai sen magnetointikoneen magnetointijännite,
- generaattorin taajuus,
- generaattorin tai sen magnetointikoneen magnetointivirta,
- generaattorin pätöteho ja
- generaattorin loisteho.

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

Käyttöönottokokeet on suunniteltava siten, että voimalaitoksen todellisen toiminnan ja dynamiikkamallinnustietojen vastaavuus voidaan laskelmin osoittaa.

14.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

Mikäli Käyttöönottokokeen suorittaminen ei ole mahdollista esim. sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen, tulee Liittyjän sopia erikseen Fingridin ja Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa käyttöönottokokeen korvaamisesta. Fingrid määrittää voidaanko jokin Käyttöönottokoe mahdollisesti korvata jollakin seuraavista menetelmistä:

- 1) akkreditoitujen laboratorioiden sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset turpiinigenaattoreiden testausraportit,
- 2) jatkuva seuranta,

27.9.2013

3) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettut laskentatarkastelut.

14.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida Käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun [15.2.2](#) määrittämässä laajuudessa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittyjän on sovittava erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa [5.3](#) kuvattujen vaiheittain etenevien voimalaitoshankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa Vaatimuksiin liittyvän todentamiselvoitteen täytyminen Käyttöönottokokeiden osalta seuraavien neljän osakokonaisuuden perusteella:

- 1) Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.
- 2) Kokeet on suoritettu Vaatimusten mukaisessa laajuudessa.
- 3) Kokeissa todennettu voimalaitoksen toiminta on Vaatimusten ja voimalaitoksesta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu Vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku [15.2.2](#)).

14.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat asiat:

- 1) Voimalaitoksen toiminta minimiteholla on Vaatimusten mukainen (luku [11.2.2.1](#)).
- 2) Voimalaitoksen todellinen loistehokapasiteetti on Vaatimusten mukainen (luku [12.2.2](#)) ja vastaa loistehokapasiteetilaskelmassa (luku [12.2.3](#)) määritettyä. Voimalaitoksen kyky tuottaa induktiivista ja kapasitiivista loistehoa tulee todentaa voimalaitoksen toimiessa mitoitusteholla (P_{max}) sekä mitoitus-tehon lisäksi vähintään kahdella päätötehon tuotantotasolla, joille loistehokapasiteetilaskelmassa on määritetty suurin induktiivinen ja kapasitiivinen loisteho.
- 3) Generaattorin loistehon ja jännitteensäädön toiminnasta on todennettava seuraavat asiat:
 - a. Generaattorin magnetoinnin toiminta ja ominaisuudet ovat Vaatimusten mukaiset (luku [13.2.2](#)).
 - b. Generaattorin vakiojännitesäädön toiminta, aseteltavuus ja ominaisuudet ovat Vaatimusten mukaiset (luku [13.2.1](#) ja [13.2.3](#)).

27.9.2013

- c. Generaattorin jännitteensäädön alimagnetointirajoittimen toiminta on Vaatimusten mukainen (luku [13.2.5](#)).
 - d. Generaattorin jännitteensäädön ylimagnetointirajoittimen toiminta on Vaatimusten mukainen (luku [13.2.5](#)).
- 4) Voimalaitoksen kyvyn osallistua sähköjärjestelmän tehon ja taajuuden säätöön suurten askel- ja ramppimaisten taajuusmuutosten yhteydessä tulee olla Vaatimusten mukainen (luku [11.2.3](#)). Kokeiden aikana voimalaitoksen pätötehotuotannon tulee olla vähintään 30 % voimalaitoksen mitoitustehosta. Vastaavasti taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % voimalaitoksen mitoitustehosta. Kokeiden tulee osoittaa vähintään seuraavat voimalaitoksen tehon ja taajuuden säätökykyyn liittyvät dynaamiset ominaisuudet:
- a. Todennetaan taajuussäädön nopean eli muutaman sekunnin pituisen vasteen ominaisuudet. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen testisignaalia, jonka seurauksesta taajuussäätö ohjaa voimalaitoksen pätötehoa hyödyntäen kaiken voimalaitokselle asetellun taajuussäätökapasiteetin. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen joko suurinta käytettävissä olevaa tai käyttötilanteelle tyypillistä pätötehon muutosnopeuden rajoittimen asettelua.
 - b. Todennetaan taajuussäädön hitaan eli kymmenien sekuntien pituisen vasteen ominaisuudet. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen testisignaalia, jonka seurauksesta taajuussäätö ohjaa voimalaitoksen pätötehoa hyödyntäen kaiken voimalaitokselle asetellun taajuussäätökapasiteetin. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen vähintään yhtä käyttötilanteelle tyypillistä pätötehon muutosnopeuden rajoittimen asettelua.
 - c. Todennetaan, että säädön statiikan ja kuolleen alueen toteutus ja asettelumahdollisuudet ovat Vaatimusten mukaisia.
- 5) Voimalaitoksen pätötehon säädön ja pätötehon muutosnopeuden Vaatimusten mukainen toiminta (luku [11.2.4](#)).
- 6) Voimalaitos kykenee siirtymään omakäytölle ja toimimaan omakäytöllä Vaatimusten mukaisesti. Kokeissa voimalaitoksen tulee siirtyä omakäytölle voimalaitoksen mitoitusteholta (luku [11.2.5](#)).
- 7) Voimalaitos toimii lyhytaikaisen jännitehäiriön aikana ja jännitehäiriön jälkeen vaatimusten mukaisesti (luku [10.2.2](#) tai [10.4.1](#)).

14.4 Teholuokan 4 tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet

Teholuokan 4 voimalaitoksien käyttöönottokokeita koskevat samat vaatimukset kuin teholuokkia 2 ja 3. Näiden lisäksi teholuokan 4 voimalaitosten käyttöönottokokeissa tulee todentaa generaattorin jännitteensäädön lisästabilointiin (PSS) toiminta ja ominaisuudet. Lisästabilointiin käyttöönottokokeissa todennetaan säätäjän vaste sähkömekaanisille heilahteluille. Nämä todennetaan, koska ne vaikuttavat verkon siirtokykyyn ja siirtokyvyn arvioimiseen. Kokeissa tulee todentaa generaattorin

27.9.2013

Vaatimusten mukainen (luku [13.3](#)) toiminta sekä lisästabilointipiirin ollessa käytössä että sen ollessa poissa käytöstä.

Lisästabilointipiirin käyttöönottokokeiden yksityiskohtainen sisältö ja laajuus tulee erikseen sopia Fingridin ja Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Käyttöönottokokeen on sisällettävä seuraavat asiat:

- 1) Kokeet tulee suorittaa mitoitusteholla ja vähintään yhdellä siitä poikkeavalla pätötehotasolla.
- 2) Voimalaitoksen säätäjien vaste järjestelmätaajuuksien heilahteluiden taajuusalueella tulee todentaa. Tämä voidaan toteuttaa verkon kytkentätilannetta muuttamalla tai syöttämällä erikseen heilahtelua jäljittelevä signaali voimalaitoksen säätäjille (englanniksi test signal injection).
- 3) Voimalaitoksen ja sen säätäjän toiminta tulee tallentaa kattavasti numeerisessa muodossa käyttäen mittalaitteita, joiden näytteenottotaajuus on riittävä säätäjän vasteen analysointiin.

27.9.2013

15 Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset

15.1 Teholuokan 1 tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset

Teholuokan 1 voimalaitoksille ei ole mallinnusvaatimuksia.

15.2 Teholuokkien 2 ja 3 tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset

15.2.1 Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavien tietojen tulee mahdollistaa voimalaitoksen turpiinigeneraattorin ja sähköjärjestelmän vuorovaikutuksen mallintaminen huomioiden voimalaitoksen turpiinigeneraattorin vaste ja vaikutus seuraaviin asioihin:

- 1) jännitteen amplitudin ja sen vaihekulman muutoksiin sähkömekaanisten muutosilmiöiden yhteydessä,
- 2) kulmastabiiliuteen liittyviin pienten ja suurten herätteiden jälkeisiin sähkömekaanisiin heilahteluihin taajuuksilla 0,2-2 Hz,
- 3) jännitestabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms – 10 s) muutosilmiöihin. Näissä on otettava huomioon laitoksen toiminta lyhytaikaisten jännitehäiriöiden yhteydessä sekä pätötehon palautumisen ja loistehokapasiteetin riippuvuus jännitteestä,

15.2.2 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia voimalaitoksen Käyttöönottokokeiden tuloksiin.

Mallinnustietojen todentamisvelvoite koskee voimalaitoksia taulukoiden [15.1](#) ja [15.2](#) esittämässä laajuudessa. Mikäli voimalaitoksessa on useita keskenään samanlaisia yksiköitä, mallinnustietojen oikeellisuus voidaan todentaa yhden yksikön tallenteita käyttäen.

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavat tiedot on dokumentoitava. Tiedot on toimitettava sähköisinä asiakirjoina Liittymispisteen verkonhaltijalle. Toimitettavien asiakirjojen tulee olla kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Dokumentaation tulee kattaa seuraavat pääkohdat:

- 1) Dynamiikkamallinnus tiedot:
 - a) lohkoakaaviotason kuvaus generaattoreiden pätötehon-, loistehon- ja jännitteensäädöstä,
 - b) projektikohtaiset lohkoakaaviotason kuvaukseen soveltuvat parametrit huomioiden luvussa [15.2.1](#) esitettävät vaatimukset,
- 2) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallinnustietojen todentamisesta,

27.9.2013

- b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon [15.1](#) esittämässä laajuudessa,
- c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon [15.2](#) esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko [15.1](#) todennettavaksi velvoittaa,
- d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja Käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

Taulukko 15.1. Tahtikonevoimalaitosten mallinnustietojen todentamisvelvoite teholuokittain.

Todennettava osa-alue	Teholuokka 2	Teholuokka 3	Teholuokka 4
Generaattorin jännitteen askelvaste (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X
Jännitteensäädön loistehostatiikka kahdella eri statiikan asetteluarvolla		X	X
Lisästabiloinnin (PSS) toiminta			X
Ylimagnetointirajoittimen toiminta			X
Alimagnetointirajoittimen toiminta			X
Lähivikakoe ^{*)}			X

^{*)} Mikäli voimalaitoksen lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.

27.9.2013

voimalaitoksen vaikutuksesta sähköjärjestelmän siirtokykyyyn saadaan todenmukainen arvio.

27.9.2013

Tuulivoimalaitoksia koskevat vaatimukset

16 Tuulivoimalaitoksen taajuuden ja pätötehon säätö

16.1 Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö

Teholuokan 1 tuulivoimalaitoksille ei ole määritetty taajuuden tai pätötehon säätöön liittyviä vaatimuksia. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun [16.2](#) kuvauksen mukaisesti.

16.2 Teholuokkien 2, 3 ja 4 tuulivoimalaitosten taajuuden ja pätötehon säätö

16.2.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

Fingridillä on oikeus vaatia voimalaitoksia säätämään tässä asiakirjassa esitettyjen tehonsäätöön liittyvien ominaisuuksien mukaisesti, mikäli sähköjärjestelmää ei kyetä häiriön jälkeen palauttamaan normaalitilaan.

16.2.2 Voimalaitoksen pätöteho, käynnistys ja omakäyttö

16.2.2.1 Minimiteho

Voimalaitoksen minimiteho ja voimalaitoksen kyky toimia lyhytaikaisesti minimitehonsa alapuolella tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja. Voimalaitoksen miniteho saa olla korkeintaan 10 % voimalaitoksen mitoitustehosta.

Mikäli voimalaitos koostuu useista yksiköistä, eikä minimiteho jakaudu tasaisesti generaattoreiden/yksiköiden välillä, koko voimalaitoksen minimitehon lisäksi on ilmoitettava yksittäisten generaattoreiden minimitehot osana toimitettavia tietoja.

16.2.2.2 Mitoitusteho

Tuulivoimalaitoksen generaattoreiden tehotuotannon riippuvuus tuulen voimakkuudesta sekä mahdolliset muut riippuvuudet (esim. lämpötilasta) tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

Mikäli voimalaitos koostuu useista yksiköistä, eikä mitoitusteho jakaudu tasaisesti generaattoreiden/yksiköiden välillä, koko voimalaitoksen mitoitustehon lisäksi on ilmoitettava yksittäisten generaattoreiden mitoitustehot osana toimitettavia tietoja.

Voimalaitoksen ylikuormituskykyyn liittyvät tiedot on toimitettava osana toimitettavia tietoja.

16.2.2.3 Voimalaitoksen käynnistys

Tuulivoimalaitoksen kytkeminen sähköjärjestelmään ei saa aiheuttaa yli 3 %:n muutosta tuulivoimalaitoksen VJV-referenssipisteen jännitteessä.

27.9.2013

Tarpeesta rajoittaa pätötehon tuotannon nousunopeutta tuulivoimalaitoksen tehoajon käynnistämisen yhteydessä tulee sopia erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

16.2.2.4 Omakäyttöteho

Voimalaitoksen omakäyttöteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

16.2.3 Taajuuden ja pätötehon säädön toteutus

16.2.3.1 Yleiset säätäjävaatimukset

Voimalaitokset on varustettava laitteilla, joilla teho ja tehon muutosnopeus voidaan asettaa.

Voimalaitoksen tehonsäädön tulee mahdollistaa pätötehon asetteleminen manuaalisesti sekä pätötehon säätäminen taajuusmittauksen perusteella (taajuussäätö).

16.2.3.2 Taajuussäädön toiminnallisuudet

Taajuussäädön on toimittava verrannollisesti taajuuspoikkeamaan eli säätöjärjestelmässä on oltava aseteltavissa oleva taajuussäädön lineaarinen statiikka.

Voimalaitoksen tehoa tulee kyetä rajoittamaan siten, että taajuussäädön toiminnan seurauksena voimalaitos voi kasvattaa tai pienentää tehotuotantoaan taajuuden vaihtelun mukaan.

Taajuussäädölle tulee voida määrittää tehoalue, jolla voimalaitos voi säätää voimalaitoksen tuottamaan pätötehoa.

Säädölle on oltava aseteltavissa kuollut alue.

16.2.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Säädön statiikka on pystyttävä asettelemaan välillä 2–12 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa.

Taajuussäädölle määritettävän tehoalueen tulee vastata voimalaitoksen mitoitustehoa $((0-100\%) \times P_{\max})$ ja se tulee olla aseteltavissa 1 MW:n portaissa.

Taajuussäädölle määritettävä tehoalue tulee pystyä määrittämään erikseen tehoa kasvattavaan ja sitä pienentävään suuntaan eli alue tulee voida määrittellä epäsymmetriseksi.

Taajuussäädön kuollut alue tulee voida määrittää välillä 0,01–1 Hz enintään 10 mHz:n askeleissa.

16.2.4 Pätötehon rajoittaminen

Pätötehon tuotannon ylärajaa on pystyttävä rajoittamaan siten, että voimalaitoksen pätötehon suurimmalle sallitulle tasolle tulee olla määritettävissä mitoitustehoa pienempi arvo.

27.9.2013

Säädettävän ylärajan tulee toiminnallaan varmistaa, että pätötehotuotanto, joka mitataan 10 sekunnin keskiarvoina, ei ylitä määriteltyä tasoa.

Pätötehon rajoittamisen yhteydessä tapahtuvan tehomuutoksen nopeutta tulee voida rajoittaa esimerkiksi luvussa [16.2.5](#) kuvatulla tai vastaavalla tavalla.

Ylärajan asettelu tulee antaa vähintään 1 MW tarkkuudella generaattorin minimi- ja mitoitustehon rajaamalla alueella.

16.2.5 Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

Voimalaitoksen ja sen generaattoreiden pätötehon tuotannon muutosnopeutta on pystyttävä rajoittamaan.

Tehon kasvaessa muutosnopeutta on voitava rajoittaa sekä tilanteessa, jossa pätötehon rajoittimen asetteluarvoa muutetaan, että tilanteessa jossa voimalaitoksen pätötehon tuotanto kasvaa tuulen voimakkuuden kasvaessa.

Mikäli tuulen voimakkuus heikkenee nopeasti, ei tehon muutosnopeutta tarvitse rajoittaa. Tehon muutosnopeutta tulee kyetä rajoittamaan, mikäli pätötehon rajoittimen asetteluarvoa lasketaan.

Kuvaus toiminnallisuuden toteuttamistavasta on toimitettava osana voimalaitosdokumentaatiota.

Tehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee pystyä määrittämään vähintään alueella, jonka minimiarvo on 10 prosenttia mitoitustehosta minuutissa ja maksimiarvo on sata prosenttia mitoitustehosta minuutissa ($0,1 \times P_{\max}/\text{min} \dots 1,0 \times P_{\max}/\text{min}$). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa.

Tehon kasvua ja sen pienentymistä rajoittavat muutosnopeuden asetteluarvot tulee kyetä määrittämään erikseen.

16.2.6 Pätötehon nopea alassäätö

Voimalaitoksen pätötehon tuotantoa on pystyttävä säätämään alaspäin 100 prosentista 20 prosenttiin mitoitustehosta alle viidessä sekunnissa.

Pätötehon palauttaminen takaisin nopeasti alassäädön jälkeen on oltava mahdollista.

Nopeaa alasohjausta ei ole välttämätöntä toteuttaa omana toimintonaan, jos se on mahdollista toteuttaa hyödyntäen tuulivoimalaitoksen tehonsäätöjärjestelmän muita toiminnallisuuksia.

16.2.7 Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä

Tehon ja taajuuden säädön toimintatilan muuttaminen ei saa aiheuttaa huomattavaa äkillistä vaihtelua voimalaitoksen tuottamassa pätö- tai loistehossa.

Voimalaitoksen tehon- ja taajuusudensäädön toimintatiloja ja asetteluarvoja tulee kyetä muuttamaan sekä estämään että sallimaan. Toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen

27.9.2013

tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataan voimalaitosta paikallisesti vai etäyhteydellä.

16.2.8 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön asetteluarvon tarkkuuden tulee olla vähintään 1 MW.

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz ja reagointiajan tulee olla enintään 2 s.

Voimalaitoksen tehon ja taajuuden säädön tarkkuus ja herkkyys tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä. Kuvaus näitä ja niihin vaikuttavista tekijöistä tulee toimittaa osana voimalaitoksen dokumentaatiota.

16.2.9 Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella

Tuulivoimalaitoksen tuuliturpiinigeneraattorit eivät saa pysähtyä yhtä aikaa suuren tuulennopeuden vuoksi. Pysäytyksen tulee olla porrastettu ja porrastuksen tulee perustua tuuliturpiinigeneraattoreiden kykyyn toimia turvallisesti voimakkaalla tuulella.

Tuuliturpiinigeneraattorin automaattisen pysäytyksen porrastuksen toteutus toiminnallisen turvallisuuden takaamisen kannalta kriittisten tuulennopeuksien ja niihin liittyvien viiveiden osalta tulee dokumentoida ja toimittaa osana voimalaitoksen dokumentaatiota.

Dokumentoinnin tulee myös sisältää kuvaus tuotannon jatkamiseen liittyvistä periaatteista suuren tuulennopeuden seurauksena tapahtuneen tuotannon keskeytyksen jälkeen.

16.2.10 Tuotannon aloittaminen uudelleen sähköverkosta irtikytkeytymisen jälkeen

Voimalaitoksen tuotannon automaattisesta aloittamisesta sähköverkosta irtikytkeytymisen jälkeen on sovittava erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Mikäli voimalaitoksen tuotannon aloittamiseen sähköverkosta irtikytkeytymisen jälkeen liittyy voimalaitoksen toimintaan ja toteutukseen liittyviä rajoitteita, kuvaus rajoitteista on toimitettava osana voimalaitosdokumentaatiota.

27.9.2013

17 Tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti

17.1 Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti

Liittymispisteen verkonhaltija asettaa loistehokapasiteettivaatimuksen Teholuokan 1 tuulivoimalaitoksille.

17.2 Teholuokan 2 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti

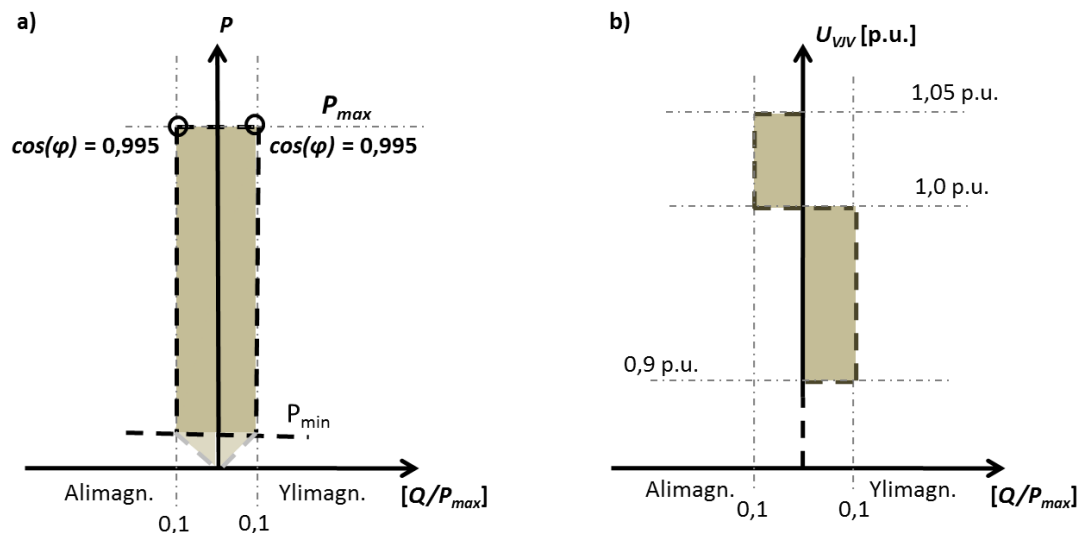
17.2.1 Loistehokapasiteettivaatimus

Kun voimalaitoksen tehontuotanto on vähintään minimiteho ja enintään mitoitusteho, tulee voimalaitoksen kyetä tuottamaan ja kuluttamaan loistehoa (Q) toimiessaan mitoitusteholla (P_{max}) yli- tai alimagnetoituna tehokertoimella 0,995. Kuvassa 17.1a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

VJV-referenssipisteessä mitatun loistehon tulee olla kuvan 17.1b) osoittamalla tavalla:

- $0-0,1 [Q/P_{max}]$ ylimagn., kun VJV-referenssipisteen jännite on 0,90–1,00 p.u.
- $0-0,1 [Q/P_{max}]$ alimagn., kun VJV-referenssipisteen jännite on 1,00–1,05 p.u.

Voimalaitokselta ei vaadita loistehontuotantoa minimitehoa pienemmällä teholla.



Kuva 17.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja VJV-referenssipisteen jännitteen funktiona teholuokan 2 tuulivoimalaitoksille. Kuvassa 1,0 p.u. jännite vastaa Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämää normaalia käyttöjännitettä.

17.2.2 Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit

Loistehokapasiteettia ei tarvitse varata ainoastaan tuuliturpiineihin, vaan se voidaan varata yhteen tai useampaan erilliseen säädettävään loistehonkompensointilaitteeseen,

27.9.2013

jotka on liitetty sähköjärjestelmään voimalaitoksen VJV-referenssipisteeseen tai sen taakse osaksi voimalaitoksen muuta laitteistoa.

Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävien komponenttien toiminta tulee koordinoita voimalaitoksen muiden jännitettä säätävien komponenttien toiminnan kanssa siten, että luvussa [18](#) voimalaitokselle määritetyt loistehon ja jännitteen säädön vaatimukset täyttyvät.

Voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimuksen täyttämiseksi käytettävien laitteiden testaus, dokumentointi ja mallinnusvaatimuksista tulee sopia erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin.

17.2.3 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän on toimitettava voimalaitoksen Liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen loistehokapasiteetista VJV-referenssipisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava voimalaitoksen kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa [17.1](#) määritetyillä VJV-referenssipisteen jännitetasoilla ja voimalaitoksen pätötehotasoilla.

Mikäli voimalaitoksen nostomuuntaja on varustettu käämikytkimellä tai väliottokytkimellä, laskelma on esitettävä nostomuuntajan käämi- tai väliottokytkimen keskiasennon lisäksi käämi- tai väliottokytkimen ääriasennoilla.

Voimalaitokselle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteetilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten generaattoreiden jännitealueet ja loistehokapasiteetit.

Loistehokapasiteetilaskelmassa tulee tarpeen mukaan huomioida generaattoreiden lisäksi muut voimalaitoksen komponentit, jotka tuottavat ja kuluttavat loistehoa.

VJV-referenssipisteen jännitetasoilla toimintapisteet 0,85 p.u. ja 0,875 p.u. ovat lyhytaikaisia, ja näissä toimintapisteissä voimalaitoksen on kyettävä toimimaan vähintään 10 sekunnin ajan.

Taulukko 17.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

VJV-referenssipisteen jännite [p.u.]	0,85	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1,0	1,025	1,05	1,075	1,1
Tehotaso 1	Minimiteho										
Tehotaso 2	$P = 0,50 \times P_{\max}$										
Tehotaso 3	Mitoitusteho										

Toimintapisteet 0,85 p.u. ja 0,875 p.u. ovat hetkellisiä eli näille ilmoitettava loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan

Mikäli voimalaitoksen komponenttien lopullinen toteutus poikkeaa suunnitellusta, voimalaitoksen loistehokapasiteettiin liittyvä raportti tulee päivittää ja toimittaa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

27.9.2013

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä voimalaitoksen loistehokapasiteetti VJV-referenssipisteessä tulee todentaa käyttöönoton yhteydessä luvussa 19 kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

17.2.4 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Kun toimitaan luvussa 17.2.1 määritettyjen raja-arvojen ulkopuolella, voimalaitoksen ja sen generaattoreiden loistehon tuotantokyvyn tulee olla loistehokapasiteetilaskelmalla osoitetun mukainen.

Voimalaitoksessa käytettävien virtarajoittimien (tai vastaavien) toimintaan liittyvien suojiin tulee olla koordinoitu siten, että saatavilla oleva loistehokapasiteetti tulee hyödynnettyä tehokkaasti ilman sähköjärjestelmästä irtikytkeytymisen riskiä.

17.3 Teholuokkien 3 ja 4 tuulivoimalaitosten loistehokapasiteetti

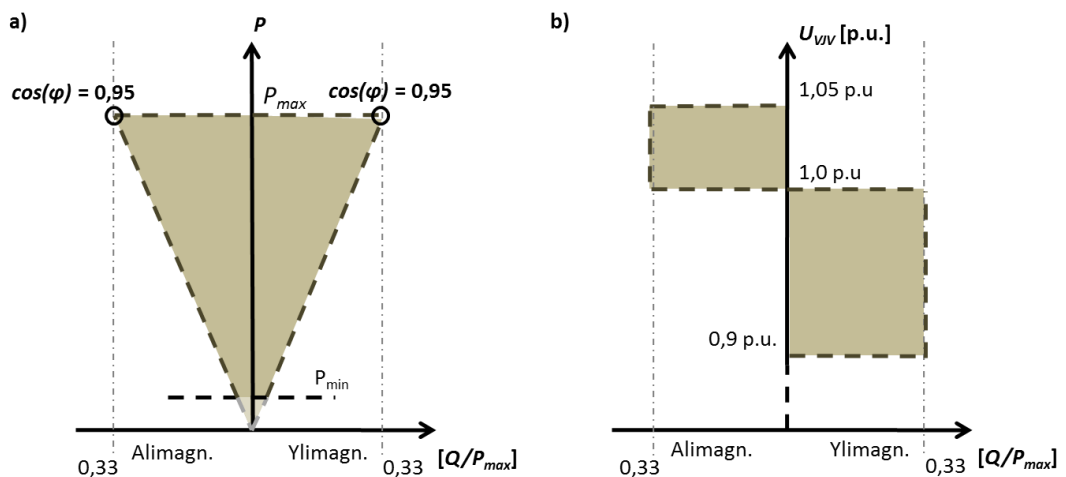
Teholuokkien 3 ja 4 tuulivoimalaitosten on täytettävä muuten teholuokan 2 vaatimukset, mutta loistehokapasiteettivaatimus on erilainen ja se on kuvattu tässä luvussa.

Voimalaitoksen tulee kyetä tuottamaan ja kuluttamaan loistehoa (Q) minimitehonsa ja mitoitustehonsa rajaamalla toiminta-alueella yli- tai alimagnetoituna tehokertoimella 0,95. Kuvassa 17.2a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

VJV-referenssipisteessä mitatun loistehon tulee olla kuvan 17.2b) osoittamalla tavalla:

- $0-0,33 [Q/P_{max}]$ ylimagn., kun VJV-referenssipisteen jännite on 0,90–1,00 p.u.
- $0-0,33 [Q/P_{max}]$ alimagn., kun VJV-referenssipisteen jännite on 1,00–1,05 p.u.

Voimalaitokselta ei vaadita loistehontuotantoa minimitehoa pienemmällä teholla.



Kuva 17.2. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja VJV-referenssipisteen jännitteen funktiona teholuokan 3 ja 4 tuulivoimalaitoksille. Kuvassa 1,0 p.u. jännite vastaa Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämää normaalia käyttöjännitettä.

27.9.2013

18 Tuulivoimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö

18.1 Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan VJV-referenssipisteessä mitatulla tehokertoimella 1,0 tai vaihtoehtoisesti voimalaitoksen tulee kyetä tukemaan VJV-referenssipisteen jännitettä loistehokapasiteettinsa avulla seuraavasti:

- Voimalaitos tuottaa loistehoa sähköjärjestelmään kun VJV-referenssipisteen jännite laskee.
- Voimalaitos kuluttaa loistehoa sähköjärjestelmästä kun VJV-referenssipisteen jännite nousee.

18.2 Teholuokkien 2 ja 3 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö

18.2.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Voimalaitoksilla on oltava automaattinen loisteho- ja jännitteensäätö. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädön toiminta on jatkuvaa ja säädön toiminnan vaikutuksesta loistehon muutokset referenssipisteessä tapahtuvat portaattomasti.

Loistehosäädön tulee mahdollistaa voimalaitoksen loistehokapasiteetin hyödyntäminen luvussa [17](#) kuvatulla tavalla. Säädön toiminta ei saa häiriintyä sähköjärjestelmän jännitteen ja taajuuden muutoksista tai lyhytaikaisista jännitehäiriöistä.

Voimalaitosten loisteho- ja jännitteensäädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

- 1) vakio-loistehosäätö,
- 2) vakio-tehokerroinsäätö ja
- 3) vakiojännitesäätö.

Loistehon- ja jännitteensäädön säätöalueen tulee vastata voimalaitoksen todellista loistehokapasiteettia. Loistehokapasiteettia ei saa keinotekoisesti rajoittaa. Voimalaitoksen komponenttien virtakestoisuuden takaamiseksi toteutettujen rajoittimien periaatteellinen toiminta on kuvattava osana toimitettavaa voimalaitoksen dokumentaatiota.

Loistehon ja jännitteensäätötoimintojen tulee pystyä pitämään voimalaitoksen loistehotuotanto säätötoiminnon mukaisessa asetteluarvossa. Loistehon ja jännitteen säätötoimintojen tarkkuus osoitetaan Käyttöönottokokeiden yhteydessä. Säätötoimintojen vasteen sähköjärjestelmän jännitteen askelmaisiiin muutoksiin ja jatkuvaan vaihteluun tulee olla stabiili ja muutosten seurauksena toteutettavat säätötoiminnot eivät saa johtaa toistuviin tai heikosti vaimeneviin heilahteluihin laitoksen lois- tai päteohossa.

Tuuliturpiinigeneraattorin ja/tai tuulivoimalaitoksen toimiessa minimitehonsa (P_{min}) alapuolella voimalaitoksella ei Vaatimusten kannalta ole velvoitetta säätää VJV-referenssipisteen jännitettä tai loistehoa.

27.9.2013

18.2.2 Vakioloistehosäätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan vakioloistehosäädöllä siten, että säädön avulla on mahdollista suoraan ohjata VJV-referenssipisteeseen syötettävää ja siitä otettavaa loistehoa.

Vakioloistehosäädön asetteluarvon loisteholle tulee olla aseteltavissa VJV-referenssipisteessä enintään 1 Mvarin portaissa. Asetteluarvon asettelualueen tulee vastata voimalaitoksen todellista loistehokapasiteettia.

18.2.3 Vakiotehokerroinsäätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan vakiotehokerroinsäädöllä siten, että säädön avulla on mahdollista ohjata suoraan VJV-referenssipisteen tehokerrointa, eli VJV-referenssipisteeseen syötettävää ja siitä otettavaa loistehoa voimalaitoksen tuottaman pätötehon funktiona.

Vakiotehokerroinsäädön asetteluarvon tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa enintään 0,01:n portaissa välillä 0,95ind–0,95kap tai tätä laajemmalla alueella.

18.2.4 Vakiojännitesäätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan vakiojännitesäädöllä siten, että säädön avulla, loistehostatiikka huomioiden, on mahdollista ohjata suoraan VJV-referenssipisteen jännitettä.

Vakiojännitesäädön asetteluarvon jännitteelle tulee olla aseteltavissa Vaatimuksissa VJV-referenssipisteen jännitteelle määritettyjen (jatkuva toiminta) raja-arvojen mukaisesti enintään 0,01 p.u.:n portaissa.

Jännitesäädön loistehostatiikan tulee olla lineaarinen sekä aseteltavissa alueella 1–10 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa. Asetteluarvo voidaan asettaa positiivisena tai negatiivisena riippuen voimalaitoksen jännitteensäädön toteutuksesta.

VJV-referenssipisteen jännitteen askelmaisesta muutoksen ollessa alle 0,05 p.u., tulee vakiojännitesäädön vasteen olla seuraavanlainen:

- 1) loistehovasteen nousuaika nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaisuutuksesta saa olla korkeintaan 1 sekunti,
- 2) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % mitatusta loistehon kokonaisuutuksesta,
- 3) vasteen tulee asettua tavoitetasolleen 3 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä.

18.2.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset

Säädön toimintatilan ja toimintapisteen muutosten tulee tapahtua ilman merkittäviä äkillisiä muutoksia (korkeintaan 1 % mitoituslohjasta) tai toistuvia, merkittäviä heilahteluita

27.9.2013

laitoksen tuottamassa pätö- tai loistehossa. Toimintatilan muutoksen tulee tapahtua ennalta määritetyn ajan kuluessa siitä, kun tuulivoimalaitokselle on annettu pyyntö vaihtaa säädön toimintatila.

Jännitteensäätäjän toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko laitosta paikallisesti vai etäyhteydellä.

18.2.6 Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

Voimalaitoksen liittymispisteen jännitteen ollessa korkea rajoittimien toiminnan tulee ohjata mahdollisimman suoraan ja viiveettömästi jännitteensäätäjän toimintaa voimakkaiden ylijännitteiden välttämiseksi.

18.2.7 Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit

Mikäli loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnetään erillisiä, osaksi voimalaitosta toteutettavia kompensointilaitteita, niiden toiminta on koordinoitava tuulivoimageneraattoreiden säätäjien toiminnan kanssa muiden luvussa [18](#) esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Lisäksi tarpeesta koordinoida laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jännitteen säätöön osallistuvien komponenttien kanssa tulee sopia erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

18.3 Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö

Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten, ja lisäksi niille on lisävaatimuksia, jotka koskevat loistehon- ja jänniteensäädön vaikutuksia sähkömekaanisiin heilahteluihin.

Loistehon- ja jänniteensäädön virittämisessä tulee huomioida säätäjän toiminnan mahdollinen vaikutus sähköjärjestelmän dynamiikkaan.

Jännite- ja loistehosäädön vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kesken, jotta voimalaitoksen vaikutus järjestelmän siirtokykyyn voidaan määrittää siten, että se tukee mahdollisimman hyvin sähköjärjestelmän toimintaa.

Mikäli voimalaitoksen normaalien säätötoimintojen vaste sähkömekaanisiin heilahteluihin on säätöjen toteutuksesta ja asetteluarvoista riippumatta järjestelmän siirtokykyä heikentävä, voimalaitoksen säädön vasteen vaikutusta heilahteluihin on parannettava lisäsäätötoimintojen, esim. lisästabilointipiirejä (PSS) tai heilahtelujen vaimennuspiirejä (englanniksi power oscillation damping, POD) vastaavien toiminnallisuuksien avulla.

Säädön asetteluun liittyvät yksityiskohdat tulee dokumentoida kattavasti ja toimittaa osana toimitettavia tietoja.

Säädön toiminta tulee todentaa Käyttöönottokokeiden yhteydessä.

27.9.2013

19 Tuulivoimalaitosten käyttöönottokeet

19.1 Kaikkien tuulivoimalaitosten käyttöönottokeiden yhteiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa voimalaitoksen toimivan sille asetettujen Vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti voimalaitoksen käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla Käyttöönottokeilla.

19.2 Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten käyttöönottokeet

Liittyjän on toimitettava Liittymispisteen verkonhaltijalle kokeista käyttöönottopöytäkirja, johon on dokumentoitu mittauksin todennetut suureet sekä mittausten ajankohta.

Liittyjän vastuulla on todentaa Käyttöönottokeihin teholuokan 1 tuulivoimalaitoksen seuraavat Vaatimusten mukaiset ominaisuudet:

- 1) voimalaitoksen käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon VJV-referenssipisteessä,
- 2) voimalaitoksen mitoitus-teho,
- 3) vaatimusten mukainen loistehokapasiteetti,
- 4) jännitteen tai loistehosäädön toiminta, mikäli Liittymispisteen verkonhaltija tätä edellyttää,
- 5) sähkön laatu.

Vaikka ensisijainen todentamistapa on käyttöönottokeet, on kohtien 2, 3 ja 5 käyttöönottomittaukset mahdollista korvata tyyppitestausraportilla tai vastaavalla toiminnallisuuden todentavalla asiakirjalla, mikäli kohtiin liittyvien kokeiden suorittaminen ei ole mahdollista esim. tuotantoon vaikuttavista olosuhteista tai sähköjärjestelmän käyttötilanteen takia.

19.3 Teholuokkien 2, 3 ja 4 tuulivoimalaitosten käyttöönottokeet

19.3.1 Käyttöönottokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

Käyttöönottokeet tulee suorittaa yhteistyössä Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Fingridin edustajilla on oikeus osallistua kaikkiin Käyttöönottokeisiin.

Liittyjän on laadittava voimalaitoskohtainen käyttöönottokeesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa Vaatimusten toiminnallisuuksien testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottokeesuunnitelma, alustavat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Kuvauksen käytännön järjestelyistä tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava Liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 3 kuukautta ennen Käyttöönottokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

27.9.2013

Liittyjän on käyttöönottoon liittyvien suunnitelmien laatimisen ja toimittamisen yhteydessä sovittava tapaaminen Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Tapaamisen ajankohdan on oltava viimeistään 2 kuukautta ennen Käyttöönottokokeita. Tapaamisessa Liittyjän tulee sopia lopullinen käyttöönottokoesuunnitelma, aikataulu ja käytännön järjestelyt Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovittavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

Järjestelmävastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa Käyttöönottokokeiden aikataulua, mikäli kokeiden suorittaminen suunniteltuna ajankohtana ei ole sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen mahdollista. Liittymispisteen verkonhaltijalla on vastaava oikeus oman sähköverkkonsa käyttötilanteen osalta. Peruuttamisen tai aikataulun muuttamisen syitä voivat olla esimerkiksi voimalaitosten käyttöön liittyvät olosuhteet, paikallisen sähköverkon ja sähköjärjestelmän käyttötilanne. Mikäli Käyttöönottokokeiden ajankohtaa joudutaan siirtämään, Liittyjä sopii uudesta aikataulusta Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Kaikista Käyttöönottokokeista tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suureet vähintään 50 Hz:n tallennustaajuudella:

- voimalaitoksen pätöteho,
- voimalaitoksen loisteho,
- jännite VJV-referenssipisteessä,
- taajuus VJV-referenssipisteessä.

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

Käyttöönottokokeet on suunniteltava siten, että voimalaitoksen todellisen toiminnan ja dynamiikkamallinnustietojen vastaavuus voidaan laskelmin osoittaa.

19.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

Mikäli Käyttöönottokokeen suorittaminen ei ole mahdollista esim. sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen, tulee Liittyjän sopia erikseen Fingridin ja Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa käyttöönottokokeen korvaamisesta. Fingrid määrittää voidaanko jokin Käyttöönottokoe mahdollisesti korvata jollakin seuraavista menetelmistä:

- 1) akkreditoitujen laboratorioden sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset turpiinigeneraattoreiden testausraportit,
- 2) jatkuva seuranta,
- 3) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettut laskentatarkastelut.

27.9.2013

19.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida Käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun [20.2.5](#) määrittämässä laajuudessa Liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittyjän on sovittava erikseen Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa [5.3](#) kuvattujen vaiheittain etenevien voimalaitoshankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa Vaatimuksiin liittyvän todentamisvelvoitteen täytyminen Käyttöönottokokeiden osalta seuraavien neljän osakokonaisuuden perusteella:

- 1) Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.
- 2) Kokeet on suoritettu Vaatimusten mukaisessa laajuudessa.
- 3) Kokeissa todennettu voimalaitoksen toiminta on Vaatimusten ja voimalaitoksesta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu Vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku [20.2.5](#)).

19.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Tuulivoimalaitoksen toiminta minimiteholla 15 minuutin ajan.
- 2) Tuulivoimalaitoksen käynnistyssekvenssit ovat Vaatimusten mukaiset (luku [16.2.2.3](#)).
- 3) Tuulivoimalaitoksen kyky tuottaa loistehoa sähköjärjestelmään on Vaatimusten mukainen (luku [17](#)). Kokeen tulee osoittaa, että tuulivoimalaitoksen todellinen loistehokapasiteetti loistehokapasiteetilaskelman osoittamaa kapasiteettia. Loistehokapasiteettikokeen tulee osoittaa voimalaitoksen Vaatimusten mukainen toiminta 15 minuutin ajan ainakin kuudessa toimintapisteessä:
 - a) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho kapasitiivisella tehokertoimella pätötehotuotannon ollessa vähintään 50 % laitoksen mitoitustehosta,
 - b) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho induktiivisella tehokertoimella pätötehotuotannon ollessa vähintään 50 % laitoksen mitoitustehosta,
 - c) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho kapasitiivisella tehokertoimella pätötehotuotannon ollessa 20–40 % laitoksen mitoitustehosta,
 - d) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho induktiivisella tehokertoimella pätötehotuotannon ollessa 20–40 % laitoksen mitoitustehosta,

27.9.2013

- e) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho kapasitiivisella tehokertoimella laitoksen toimiessa minimiteholla,
 - f) tuulivoimalaitoksen suurin mahdollinen loisteho induktiiviselle tehokertoimella laitoksen toimiessa minimiteholla.
- 4) Tuulivoimalaitoksen vakioiloistehosäädön toiminta ja toteutus ovat Vaatimusten mukaisia (luku [18.2.2](#)).
- 5) Tuulivoimalaitoksen vakiotehokerroinsäädön toiminta ja toteutus ovat Vaatimusten mukaisia (luku [18.2.3](#)).
- 6) Tuulivoimalaitoksen vakiojännitesäädön toiminta ja toteutus ovat Vaatimusten mukaisia (luku [18.2.4](#)). Todentamisen tulee kattaa vähintään seuraavat osakokonaisuudet:
- a) Vakiojännitesäädön vasteajan ja vasteen ominaisuuksien todentaminen jännitesäädölle menevässä jännitteen oloarvosignaalisissa tapahtuvaan askelmaiseen muutokseen. Vaste määritetään jänniteensäädön loistehostatiikan arvoilla 0,02 ja 0,08 p.u. Kummallakin statiikan arvolla tehdään koe seuraavilla askelmaisilla jännitteen oloarvon muutoksilla: +0,01, -0,01, +0,02, -0,02 p.u. Kokeita tarvitaan siis kahdeksan. Vakiojännitesäädön askelvastekokeet tulee suorittaa joko syöttämällä askelmainen testisignaali jännitesäädölle, tai muuttamalla VJV-referenssipisteen jännitettä askelmaisesti käyttämällä esimerkiksi loistehonkompensointilaitteita tai käämikytкимиä.
 - b) Vakiojännitesäädön vaste jännitteen asetteluarvon muutoksiin.
- 7) Tuulivoimalaitoksen toiminta voimalaitoksen loistehon- ja jänniteensäädön toimintatilaa muutettaessa on Vaatimusten mukainen (luku [18.2.6](#)).
- 8) Käyttöönottokokeiden aikana tulee todentaa tuulivoimalaitoksen kyky rajoittaa pätötehontuotantoa seuraavasti:
- a) tehon rajoittaminen tasolle, joka vastaa käytettävissä olevien tuuliturpiinigeneraattoreiden minimitehoa,
 - b) tehon rajoittaminen tasolle, joka vastaa 30 % käytössä olevien tuuliturpiinigeneraattoreiden mitoitustehosta ja
 - c) tehon rajoittaminen tasolle, joka vastaa 50 % käytössä olevien tuuliturpiinigeneraattoreiden mitoitustehosta.
- 9) Tuulivoimalaitoksen pätötehon rajoittimien (luku [16.2.4](#)) ja pätötehon muutosnopeuden rajoittimien Vaatimusten mukainen toiminta (luku [16.2.5](#)). Todentaminen tulee suorittaa molempiin tehon muutossuuntiin vähintään kahdella eri muutosnopeuden arvolla.
- 10) Tuulivoimalaitoksen alasajo kovalla tuulella tapahtuu hallitusti, kun tuulen nopeus ylittää voimalaitoksen maksimituulennopeuden raja-arvon (luku [16.2.9](#)).

27.9.2013

- 11) Tuulivoimalaitoksen pätötehon nopea tehon alassäätö on Vaatimusten mukainen (luku [16.2.6](#)).
- 12) Voimalaitoksen kyvyn osallistua sähköjärjestelmän tehon ja taajuuden säätöön suurten askel- ja ramppimaisten taajuusmuutosten yhteydessä tulee olla Vaatimusten mukainen (luku [16.2.3](#)). Kokeiden aikana voimalaitoksen pätötehotuotannon tulee olla vähintään 30 % voimalaitoksen mitoitustehosta. Vastaavasti taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % voimalaitoksen mitoitustehosta. Kokeiden tulee osoittaa vähintään seuraavat voimalaitoksen tehon ja taajuuden säätökykyyn liittyvät ominaisuudet:
 - a) Todennetaan taajuussäädön nopean vasteen ominaisuudet. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen nopeaa testisignaalia (taajuuden muutos muutama sekunti), jonka seurauksesta taajuussäätö ohjaa voimalaitoksen pätötehoa hyödyntäen kaiken voimalaitokselle asetellun taajuussäätökapasiteetin. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen vähintään suurinta käytettävissä olevaa sekä käyttötilanteelle tyypillistä pätötehon muutosnopeuden rajoittimen asettelua.
 - b) Todennetaan taajuussäädön hitaan vasteen ominaisuudet. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen testisignaalia (taajuuden muutos kymmeniä sekunteja), jonka seurauksesta taajuussäätö ohjaa voimalaitoksen pätötehoa hyödyntäen kaiken voimalaitokselle asetellun taajuussäätökapasiteetin. Vasteen ominaisuudet todennetaan käyttäen vähintään yhtä käyttötilanteelle tyypillistä pätötehon muutosnopeuden rajoittimen asettelua.
 - c) Todennetaan, että säädön statiikan ja kuolleen alueen toteutus ja asettelumahdollisuudet ovat Vaatimusten mukaisia.
- 13) Tuulivoimalaitoksen Vaatimusten mukainen toiminta voimalaitoksen pätötehon säädön toimintatilaa muutettaessa (luku [16.2.7](#)).
- 14) Tuulivoimalaitoksen vaikutus sähkön laatuun on Vaatimusten mukainen (luku [9.1.3](#)).
- 15) Tuulivoimalaitos toimii lyhytaikaisten jännitehäiriön aikana ja jännitehäiriön jälkeen Vaatimusten mukaisesti (luku [10.2.2](#) tai [10.4.1](#)).

27.9.2013

20 Tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset

20.1 Teholuokan 1 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset

Teholuokan 1 tuulivoimalaitoksille ei kohdistu mallinnusvaatimuksia.

20.2 Teholuokkien 2 ja 3 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset

20.2.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

Tuulivoimalaitoksista toimitettavien laskentamallien tulee toistaa voimalaitoksen keskeiset toiminnallisuudet ja ominaisuudet todenmukaisesti.

Laskentamallit tulee toimittaa joko Fingridin määrittelemälle laskentaohjelmistolle soveltuvana mallina tai yksityiskohtaisina lohkokaaviotason kuvauksina ja asetteluarvoineen. Mallit voidaan korvata toisilla laskentaohjelmilla toteutetuilla lohkokaaviomalleilla ja parametrilistauksilla, jos toimitettava informaatio on tarkkuudeltaan riittävää vastaavan laskentamallin toteuttamiseksi Fingridin määrittelemiin laskentaohjelmiin.

20.2.2 Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten

Kunkin voimalaitoksen tehonjako-, vikavirta- ja dynamiikkalaskentamallit tulee toimittaa yhdeksi ekvivalenttgeneraattoriksi koottuna kokonaisuutena. Mallin tulee käsittää ekvivalenttgeneraattorin lisäksi generaattorin ja voimalaitoksen sähköjärjestelmään liittämiseksi tarvittavat muuntajat. Aggregointivaatimus ei koske luvun [20.2.6](#) laskentamalleja sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmaan.

20.2.3 Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset

Tehonjako- ja vikavirtalaskentamallin tulee toistaa Vaatimusten mukaisella jännite- ja taajuustoiminta-alueella voimalaitoksen vaikutus seuraaviin asioihin:

- 1) sähköjärjestelmän tehonjakoon, huomioiden mahdolliset riippuvuudet esim. tuotantotehon ja VJV-referenssipisteen jännitteen välillä,
- 2) sähköverkon jänniteprofiiliin, huomioiden eri jännite- ja loistehonsäädön toimintatilat ja rajoitteet sekä mahdolliset kompensointilaitteet,
- 3) vikavirtoihin.

Mikäli laskentamalli ei pysty toistamaan osaa voimalaitoksen toiminnan ominaispiirteistä, esimerkiksi tehon riippuvuutta VJV-referenssipisteen jännitteestä tai voimalaitoksen syöttämää virtaa vikavirtalaskennan yhteydessä, kyseisten poikkeamien osalta laitoksen todellinen käyttäytyminen verrattuna laskentamallin käyttäytymiseen tulee dokumentoida ja toimittaa osana laskentamallin dokumentaatiota.

27.9.2013

20.2.4 Tuulivoimalaitosten dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaan tarkoitetun mallin tulee toistaa Vaatimusten mukaisella jännite- ja taajuustoiminta-alueella voimalaitoksen toiminta huomioiden voimalaitoksen vaste ja vaikutus seuraaviin asioihin:

- 1) jännitteen amplitudin ja sen vaihekulman muutoksiin sähkömekaanisten muutosilmiöiden yhteydessä,
- 2) kulmastiiliuteen liittyviin pienten ja suurten herätteiden jälkeisiin sähkömekaanisiin heilahteluihin taajuuksilla 0,2–2 Hz,
- 3) jännitestiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin, huomioiden mm. laitoksen toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä sekä tehon palautumisen ja loistehokapasiteetin riippuvuuden jännitteestä,

20.2.5 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia voimalaitoksen Käyttöönottokokeiden tuloksiin. Mallinnustietojen todentamisvelvoite koskee voimalaitoksia taulukoiden [20.1](#) ja [20.2](#) esittämässä laajuudessa.

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on dokumentoitava. Dokumentaatio on toimitettava sähköisinä asiakirjoina Liittymispisteen verkonhaltijalle. Toimitettavien asiakirjojen tulee olla kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Dokumentaation tulee kattaa seuraavat pääkohdat:

- 1) Tuulivoimalan laskentamallin tiedot:
 - a) lohkokaaviotason kuvaus voimalaitoksen ja voimantuotantoyksiköiden taajuuden ja pätötehon säädöistä, jännitteen ja loistehon säädöistä sekä muista mahdollisista voimalaitoksen säädöistä, joilla merkitystä Vaatimusten kannalta,
 - b) projektiokohtaiset lohkokaaviotason kuvaukseen soveltuvat parametrit huomioiden luvuissa [20.2.3](#) ja [20.2.4](#) esitetyt vaatimukset
 - c) ohjeistus laskentamallin käyttämiseen ja ylläpitoon
- 2) Tuulivoimalan laskentamallin todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallin todentamisesta,
 - b) laskentatuloksien ja Käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon [20.1](#) esittämässä laajuudessa,
 - c) Käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon [20.2](#) esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko [20.1](#) todennettavaksi velvoittaa,

27.9.2013

- d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja Käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

Taulukko 20.1. Tuulivoimalaitosten mallinnustietojen todentamisvelvoite teholuokittain.

Todennettava osa-alue	Teholuokka 2	Teholuokka 3	Teholuokka 4
Jännitteensäädön askelvaste (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X
Jännitteensäädön statiikka kahdella eri statiikan asetteluarvolla		X	X
Loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta		X	X
Lähivikakoe *)	X	X	X

*) Mikäli voimalaitoksen lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.

Taulukko 20.2. Numeerisessa muodossa toimitettavat Käyttöönottokokeiden mittaustiedot, joihin mallinnustiedoilla laskettuja tuloksia verrataan.

Todennettava osa-alue	U_{VJV}	P_{VJV}	Q_{VJV}	Signaalit
Jännitteensäädön askelvaste (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X	
Jännitteensäädön statiikka kahdella eri statiikan asetteluarvolla	X	X	X	
Loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti
Lähivikakoe	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli voimalaitoksen lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.			
U_{VJV}	VJV-referenssipisteen jännite			
P_{VJV}	VJV-referenssipisteessä mitattu voimalaitoksen pätöteho			
Q_{VJV}	VJV-referenssipisteessä mitattu voimalaitoksen loisteho			

20.2.6 Erityistarkasteluvaatimukset

Mikäli erityistarkasteluissa käytetään sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät voimalaitoksen laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kyseinen laskentamalli on päivitettävä Käyttöönottokokeiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana voimalaitoksen loppudokumentaatiota.

20.2.7 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Voimalaitosprojektiin liittyvien kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.

27.9.2013

20.3 Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten mallinnusvaatimukset

Teholuokan 4 tuulivoimalaitosten on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin teholuokkien 2 ja 3 voimalaitosten. Lisäksi niiden dynamiikkalaskentamallin tai mallin toteutuksen mahdollistavien mallinnustietojen tulee olla vapaasti muutettavissa siten, että säätäjien vastetta voidaan muuttaa joko säätäjäparametreja muuttamalla tai korkeamman tason säätäjien, kuten lisästabiloinnin tai vaimennussäädön, parametreja muuttamalla. Säätäjän vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä Liittyjän, Liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kesken, jotta voimalaitoksen vaikutuksesta sähköjärjestelmän siirtokykyyn saadaan todenmukainen arvio.

27.9.2013

21 Liite A: Vaatimusten todentamisprosessi voimalaitoshankkeen aikana
21.1 Yhteenveto sekä voimalaitoksen perustiedot

Kokoluokkien 2, 3 ja 4 voimalaitosta koskevien VJV2013-vaatimusten todentaminen ja täyttäminen					
Tulostettu		9.9.2013			
Voimalaitosta koskevat vaatimukset	VJV2013				
Tuotantomuoto					
Tuotantokapasiteetti (maksimiteho)					
Turpiinigeneraattori(e)n tyyppi					
Sijainti (VJV-vaatimusten referenssipisteen kannalta)					
Käyttöönotto					
VJV2013-vaatimukset					
Tilanne 2013-04-29	Aloittamatta	Aloitettu	Täsmennettävä / korjattava	Hyväksytty	Kommentit
Pyydetty ja myönnetty poikkeamat VJV2013-vaatimuksista	X				
VJV-referenssipiteen määrittely	X				
Yleisten voimalaitostietojen toimittaminen	X				
Projektikohtaisten voimalaitostietojen toimittaminen	X				
Käyttöönottokokeiden suunnittelu	X				
Käyttöönottokokeiden hyväksytyt suorittaminen ja käyttöönottokokeiden dokumentoiminen	X				
Vaatimusten todentamisprosessin hyväksyntä	X				
VJV2013-vaatimusten todentamisprosessi	VJV2013-vaatimusten todentamis- ja dokumentointivelvoite täyttämättä, prosessi kesken				

27.9.2013

21.2

Vaihe 1: Yleisten voimalaitostietojen toimittaminen, VJV-referenssipisteen määrittäminen ja mahdollisten poikkeamien käsitteleminen

Toimitettavat tiedot		VJV2013-vaatimuksiin liittyvä selvityspyyntö jätetty	VJV2013-vaatimuksiin liittyvät tiedot on toimitettu hyväksytysti	Mahdollisiin poikkeamiin ja/tai Vaatimuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Voimalaitoksen perustiedot, rakenne ja sijainti			Hyväksytty	
2	Loistehokapasiteetilaskelma			Hyväksytty	
3	Turpiinigeneraattoreiden tekniset tiedot			Hyväksytty	
4	Pätötehon ja taajuuden säätö			Hyväksytty	
5	Loistehon ja jännitteen säätö			Hyväksytty	
6	Taajuus- ja jännitetoiminta-alue			Hyväksytty	
7	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit			Hyväksytty	
8	Kuvaus voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana sekä tehonpalautuminen jännitehäiriön jälkeen			Hyväksytty	
9	Voimalaitoksen muuntajien ja keskeisten komponenttien tiedot			Hyväksytty	
10	Yleiset voimalaitoksen toiminnan mallintamiseen vaadittavat tiedot tai laskentamallit			Hyväksytty	
11	Vaadittavat erityisselvitykset vaatimuksiin liittyen			Hyväksytty	
12	Reaaliaikaiset mittaustiedot			Hyväksytty	
13	Voimalaitosprojektin alustava aikataulu			Hyväksytty	
Vaiheen 1 tila				Hyväksytty	

27.9.2013

21.3 Vaihe 2: Projektikohtaisten voimalaitostietojen täydentäminen ja Käyttöönottokokeiden suunnittelu

Toimitettavat tiedot		VJV2013-vaatimuksiin liittyvä selvityspyyntö jätetty Fingridin toimesta	VJV2013-vaatimuksiin liittyvä selvityspyyntö hyväksytty	Mahdollisiin poikkeamiin ja/tai Vaatimuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Muutokset ja täsmennykset vaiheessa 1 esitettyihin tietoihin			Kesken	
2	Voimalaitoksen suojausasettelut			Kesken	
3	Sähkön laatu			Kesken	
4	Projektikohtaiset tiedot pätötehon ja taajuuden säädöstä			Kesken	
5	Projektikohtaiset tiedot jännitteen ja loistehon säädöstä			Kesken	
6	Projektikohtaiset dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit			Kesken	
7	Käyttöönoton alustava aikataulu ja käyttöönotto-ohjelma			Kesken	
Vaiheen 2 tila				Kesken	

27.9.2013

21.4 Vaihe 3: Käyttöönottokokeiden hyväksyty suorittaminen ja Käyttöönottokokeiden dokumentoiminen

21.4.1 Tahtikonevoimalaitokset

	Koe	Toiminnallisuuden käytettävyys todennettu	Toiminta vaatimusten mukaisesti todennettu	Tila	Kommentteja
1	Toiminta minimiteholla			Uusittava	
2	Loistehokapasiteetti			Uusittava	
3	Generaattorin jännitesäädön askelvaste			Uusittava	
4	Vakiojännitesäätö			Uusittava	
5	Alimagnetointirajoittimen toiminta			Uusittava	
6	Ylimagnetointirajoittimen toiminta			Uusittava	
7	Lisästabilointipiirin toiminta			Uusittava	
8	Taajuussäädön vaste normaaliin taajuusvaihteluun			Uusittava	
9	Taajuussäädön vaste askel- ja rampimaisiin muutoksiin			Uusittava	
10	Taajuussäädön kuollut alue			Uusittava	
11	Tehon- ja taajuussäädön toimintatilojen muutokset			Uusittava	
12	Tehon rajoitus ja muutosnopeus			Uusittava	
13	Siirtyminen ja jääminen omakäytölle			Uusittava	
14	Toiminta jännitehäiriössä			Uusittava	
	Vaiheen 3 tila			Uusittava	

27.9.2013

21.4.2 Tuulivoimalaitokset

	Koe	Toiminnallisuuden käytettävyys todennettu	Toiminta vaatimusten mukaisesti todennettu	Tila	Kommentteja
1	Toiminta minimiteholla			Uusittava	
2	Voimalaitoksen käynnistäminen			Uusittava	
3	Loistehokapasiteetti			Uusittava	
4	Vakioloistehosäätö			Uusittava	
5	Vakiotehokerroinsäätö			Uusittava	
6	Vakiojännitesäätö			Uusittava	
7	Säädön toimintatilojen muutokset			Uusittava	
8	Tehon rajoitus			Uusittava	
9	Tehon muutosnopeuden rajoitus			Uusittava	
10	Toiminta kovalla tuulella			Uusittava	
11	Nopea tehon allassäätö			Uusittava	
12	Taajuussäätö			Uusittava	
13	Säädön toimintatilan muutokset			Uusittava	
14	Sähkön laatu			Uusittava	
15	Toiminta jännitehäiriössä			Uusittava	
	Vaiheen 3 tila			Uusittava	

27.9.2013

21.5

Vaihe 4: Vaatimusten todentamisprosessin hyväksyntä

VJV2013 osakokonaisuus ja vaiheen 4 toimitettavat tiedot	Toimenpide aloitettu	Toimenpide hyväksytty suoritettu	Tila	Kommenteja
Muutokset ja täsmennykset vaiheessa 1 ja 2 esitettyihin tietoihin				
Vaihe 1				
Vaihe 2				
Vaihe 3				
Käyttöönottoeraportti ja keskeiset tulokset numeerisessa mudossa				
Voimalaitoksen mallintamiseen tarvittavat todennetut tiedot tai laskentamallit				
Voimalaitoksen/generaattoreiden säätäjien lopulliset asetteluarvot				
Voimalaitoksen/generaattoreiden suojausten lopulliset asetteluarvot				
Vaatimusten todentaminen	Hyväksytty			