



# energiavirasto energimyndigheten

Tämä on Energiaviraston sähköisesti allekirjoittama asiakirja.  
Detta är ett dokument som har signerats elektroniskt av  
Energimyndigheten.

This is a document that has been electronically signed by the  
Energy Authority.

Asiakirjan päivämäärä on:

Dokumentet är daterat: 29.05.2019

The document is dated:

## Esittelijä / Föredragande / Referendary

**Nimi / Namn / Name:** Natalia Buddén

**Pvm / Datum / Date:** 29.05.2019

**Allekirjoitustapa / Signerat med / Signed with:**



## Ratkaisija / Beslutsfattare / Decision-maker

**Nimi / Namn / Name:** Simo Nurmi

**Pvm / Datum / Date:** 29.05.2019

**Allekirjoitustapa / Signerat med / Signed with:**



Tämä paketti koostuu seuraavista osista:

- Kansilehti (tämä sivu)
- Alkuperäinen asiakirja tai alkuperäiset asiakirjat
- Sähköiset allekirjoitukset. Nämä eivät ole näkyvillä tässä asiakirjassa, mutta ne on yhdistetty siihen sähköisesti.



Tämä asiakirja on sinetöity sähköisellä allekirjoituksella.  
Sinetti takaa asiakirjan aitouden.

[Allekirjoitettu asiakirja alkaa seuraavalta sivulta. >](#)



Detta paket består av följande delar:

- Titelblad (denna sida)
- Originaldokument
- Elektroniska signaturer. Dessa syns inte i detta dokument, med de är elektroniskt integrerade i det.



Detta dokument har försetts med sigill genom elektronisk signatur.  
Sigillet garanterar dokumentets äkthet.

[Det signerade dokumentet börjar på nästa sida. >](#)



This document package contains:

- Front page (this page)
- The original document(s)
- The electronic signatures. These are not visible in the document, but are electronically integrated.



This file is sealed with a digital signature.  
The seal is a guarantee for the authenticity of the document.

[THE SIGNED DOCUMENT FOLLOWS ON THE NEXT PAGE >](#)

Tämä asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu EU-direktiivin [1999/93/EY] mukaisella allekirjoituksella.

Detta dokument innehåller elektroniska signaturer enligt EU-direktivet [1999/93/EG] om ett gemenskapsramverk för elektroniska signaturer.

This document contains electronic signatures using EU-compliant PAdES - PDF Advanced Electronic Signatures [Directive 1999/93/EC]

Fingrid Oyj  
Läkkisepäntie 21  
00620 Helsinki

## Fingrid Oyj:n suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniisten vaatimusten (HVDC 2018) vahvistaminen

### Asianosainen

Fingrid Oyj

### Vireilletulo

30.11.2018

### Ratkaisu

Energiavirasto vahvistaa Suomessa järjestelmävastuuseen määrätyn kantaverkonhaltija Fingrid Oyj:n Energiavirastolle toimittamat, tämän päätöksen liitteenä oleviin suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniisiin vaatimuksiin sisältyvät ehdot.

Kantaverkonhaltija Fingrid Oyj:n tulee soveltaa suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniisiä vaatimuksia (HVDC 2018) tämän päätöksen antamispäivästä lähtien ottaen huomioon Euroopan komission asetuksen EU 2016/1447 suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien ja tasasähköön liitettyjen suuntaajakytkettyjen voimalaitosten verkkoliitäntävaatimuksia koskevan verkkosäännön asetamat vaatimukset asetuksen soveltamisesta.

Tämä päätös on voimassa toistaiseksi. Energiavirasto voi muuttaa tätä päätöstä sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain (590/2013) 13 §:n 1 momentin mukaisesti uudella päätöksellä.

### Selostus asiasta

#### Fingrid Oyj:n vahvistuspyyntö

Fingrid Oyj (jäljempänä Fingrid) on 30.11.2018 Energiavirastoon saapuneella sähköpostiviestillä pyytänyt Energiavirastoa vahvistamaan Fingridin suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniiset vaatimukset (HVDC 2018). Vaatimukset perustuvat Euroopan komission asetukseen suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien ja tasasähköön liitettyjen suuntaajakytkettyjen voimalaitosten verkkoliitäntävaatimuksia koskevasta verkkosäännöstä (EU 2016/1447, myös HVDC-verkkosääntö), johon Fingrid on tehnyt kansalliset lisäykset ja täsmennykset.

## Lausunnot

Energiavirasto varasi 21.1.2019 Fingridin asiakkaille ja muille sidosryhmille tilaisuuden lausua vahvistettavista suurjännitteisten taseasähköjärjestelmien järjestelmäteknisistä vaatimuksista. Määräaikaan 15.2.2019 mennessä Energiavirasto ei vastaanottanut yhtäkään lausuntoa.

## Asiaan liittyvä lainsäädäntö

### Sähkömarkkinalaki (588/2013)

Sähkömarkkinalain 3 §:n 9 kohdan mukaan verkonhaltijalla tarkoitetaan elinkeinonharjoittajaa, jolla on hallinnassaan sähköverkkoa ja joka harjoittaa luvanvaraista sähköverkkotoimintaa tässä verkossa.

Sähkömarkkinalain 8 §:n m 1 momentin mukaan Energiavirasto määrää sähköverkkoluvassa yhden kantaverkonhaltijan järjestelmävastaavaksi kantaverkonhaltijaksi.

Sähkömarkkinalain 45 §:n 1 momentin mukaan järjestelmävastaava kantaverkonhaltija vastaa Suomen sähköjärjestelmän teknisestä toimivuudesta ja käyttövarmuudesta sekä huolehtii valtakunnalliseen tasevastuuseen kuuluvista tehtävistä ja valtakunnallisesta taseselvityksestä tarkoituksenmukaisella ja sähkömarkkinoiden osapuolten kannalta tasapuolisella ja syrjimättömällä tavalla (*järjestelmävastuu*). Järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan tulee ylläpitää ja kehittää järjestelmävastuun piiriin kuuluvia toimintojaan ja palveluitaan sekä ylläpitää, käyttää ja kehittää sähköverkkoaan ja muita järjestelmävastuun hoitamiseen tarvittavia laitteistojaan sekä yhteyksiä toisiin verkkoihin siten, että ne toimivat tehokkaasti ja että edellytykset tehokkaasti toimiville kansallisille ja alueellisille sähkömarkkinoille sekä Euroopan unionin sähkön sisämarkkinoille voidaan turvata.

Järjestelmävastaava kantaverkonhaltija voi asettaa järjestelmävastuun toteuttamiseksi tarpeellisia ehtoja sähkön siirtojärjestelmän sekä siihen liitettyjen voimalaitosten ja kuormien käyttämiselle. Ehtoja voidaan soveltaa yksittäistapauksissa sen jälkeen, kun Energiavirasto on ne vahvistanut sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain 10 §:n mukaisesti. Vahvistettuja ehtoja voidaan soveltaa muutoksenhausta huolimatta, jollei valitusviranomainen toisin määrää.

Tarkempia säännöksiä järjestelmävastuun toteuttamistavasta ja sisällöstä voidaan antaa ministeriön asetuksella.

### Työ- ja elinkeinoministeriön asetus kantaverkonhaltijan järjestelmävastuusta (655/2013)

Työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen kantaverkonhaltijan järjestelmävastuusta (655/2013, jäljempänä järjestelmävastuuasetus) 5 §:n 2 momentin mukaan järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan tehtävänä on määritellä sähköjärjestelmässä ylläpidettävä käyttövarmuustaso ja ylläpitää siihen liittyviä teknisiä vaatimuksia Euroopan unionin sekä alueellisten ja kansallisten mitoitussääntöjen mukaisesti sekä sopia sähköjärjestelmän teknisen toimivuuden turvaavista menettelytavoista sähköjärjestelmässä toimivien osapuolten kanssa.



### Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (590/2013)

Sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain (jäljempänä valvontalaki) 10 §:n 1 momentin mukaan Energiaviraston tulee päätöksellään (vahvistuspäätös) vahvistaa verkonhaltijan, järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan ja järjestelmävastaavan siirtoverkonhaltijan sekä nesteytetyn maakaasun käsittelylaitoksen haltijan noudatettaviksi seuraavat palvelujen ehdot ja palvelujen hinnoittelua menetelmät ennen niiden käyttöönottamista:

...

4) verkonhaltijan liittämispalvelun ehdot ja menetelmät liittämisestä perittävien maksujen määrittämiseksi.

6) järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan ja järjestelmävastaavan siirtoverkonhaltijan järjestelmävastuun piiriin kuuluvien palvelujen ehdot sekä menetelmät palveluista perittävien maksujen määrittämiseksi

Valvontalain 12 §:n 1 momentin mukaan sähköverkonhaltijaan ja järjestelmävastaavaan kantaverkonhaltijaan kohdistuvan vahvistuspäätöksen tulee perustua niihin perusteisiin, joista säädetään:

- 1) sähkömarkkina-asetuksissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä;
- 2) sähkökauppa-asetuksessa sekä sen nojalla annetuissa, suuntaviivoja koskevissa komission asetuksissa ja päätöksissä;
- 3) sähkömarkkinadirektiivin nojalla annetuissa, suuntaviivoja koskevissa komission asetuksissa ja päätöksissä;
- 4) kantaverkonhaltijaan kohdistuvassa lainvoimaisessa päätöksessä, joka on annettu yhteistyövirastoasetuksen 8 artiklan nojalla.

Valvontalain 13 §:n 1 momentin mukaan Energiavirasto voi muuttaa vahvistuspäätöstä antamallaan uudella päätöksellä, jonka käsittely on tullut vireille vahvistuspäätöksen kohteen hakemuksesta tai Energiaviraston omasta aloitteesta. Määräajaksi annettua vahvistuspäätöstä voidaan muuttaa päätöksen kohteen tai Energiaviraston aloitteesta ja toistaiseksi voimassa olevaa vahvistuspäätöstä Energiaviraston aloitteesta, jos:

- 1) päätöksen kohde on antanut virheellisiä tai puutteellisia tietoja, jotka ovat vaikuttaneet päätöksen sisältöön;
- 2) muutos perustuu lainsäädännön muuttumiseen;
- 3) muutos perustuu muutoksenhakutuomioistuimen antamaan ratkaisuun;
- 4) muutokseen on painava syy päätöksen antamisen jälkeen tapahtuneen olosuhteiden olennaisen muutoksen johdosta;
- 5) muutokseen on painava syy vanhentuneiden ehtojen tai hinnoittelujärjestelyjen uudistamisen johdosta; tai



6) muutos on tarpeen Suomea sitovan kansainvälisen veloitteen täytäntöön panemiseksi.

## Perustelut

Fingrid on sähkömarkkinalain 3 §:n 9 kohdassa tarkoitettu sähköverkonhaltija, jolle Energiavirasto on antanut päätöksellään 19.1.2015 (Dnro 831/410/2013) luvan harjoittaa sähköverkkotoimintaa kantaverkossa. Samalla päätöksellä Energiavirasto on määrännyt Fingridin järjestelmävastaavaksi kantaverkonhaltijaksi. Järjestelmävastuusta säädetään sähkömarkkinalain 45 §:ssä sekä sen nojalla annetussa asetuksessa.

Järjestelmävastuuasetuksen 5 §:n 2 momentin mukaan järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan tehtävänä on määritellä sähköjärjestelmässä ylläpidettävä käyttövarmuustaso ja ylläpitää siihen liittyviä teknisiä vaatimuksia Euroopan unionin sekä alueellisten ja kansallisten mitoitussääntöjen mukaisesti sekä sopia sähköjärjestelmän teknisen toimivuuden turvaavista menettelytavoista sähköjärjestelmässä toimivien osapuolten kanssa.

Sähkömarkkinalain yleisten veloitteiden osalta Energiavirasto toteaa, että sähkömarkkinalain 18 §:n mukaan verkonhaltijan on tarjottava sähköverkkonsa palveluita sähkömarkkinoiden osapuolille tasapuolisesti ja syrjimättömästi. Palveluiden tarjonnassa ei saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja.

Kantaverkonhaltijan tehtävä on lisäksi sähkömarkkinalain 40 §:n 1 momentin 1 kohdan perusteella kantaverkko on suunniteltava ja rakennettava, ja kantaverkkoa on ylläpidettävä siten, että verkko täyttää Euroopan unionin lainsäädännössä asetetut verkon käyttövarmuutta ja luotettavuutta koskevat vaatimukset.

Energiavirasto toteaa, että järjestelmävastuuta koskevassa sähkömarkkinalain 45 §:ssä ja järjestelmävastuuasetuksessa asetetaan järjestelmävastaavalle kantaverkonhaltijalle tiettyjä järjestelmävastuuseen liittyviä tehtäviä ja vastuita, jotka heijastuvat järjestelmäteknisiin vaatimuksiin. Virasto toteaa tältä osin, että sähkömarkkinalain 45 §:n 2 momentin mukaan järjestelmävastaava kantaverkonhaltija voi asettaa järjestelmävastuun toteuttamiseksi tarpeellisia ehtoja ja vaatimuksia sähkön siirtojärjestelmän sekä siihen liitettyjen voimalaitosten ja kuormien käyttämiselle. Edelleen järjestelmävastuuasetuksen 5 §:n 2 momentin mukaan järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan tehtävänä on määritellä sähköjärjestelmässä ylläpidettävä käyttövarmuustaso ja ylläpitää siihen liittyviä teknisiä vaatimuksia.

Lain esitöiden (HE 20/2013 vp) 45 §:ää koskevissa yksityiskohtaisissa perusteissa todetaan, että järjestelmävastaavan tulee voida järjestelmävastuun toteuttamiseksi asettaa ehtoja kantaverkkoon liittyneiden voimalaitosten ja verkonhaltijoiden lisäksi myös sähkökäyttäjien sähkökuormille, sillä kuormien irtikytkeminen voi olla tarpeen pahoissa häiriötilanteissa. Sillä estetään pahempien häiriöiden syntyminen ja turvataan sähkön saanti tärkeille kohteille. Pykälän 2 momentissa säädetäisiin, että järjestelmävastaava kantaverkonhaltija voisi asettaa järjestelmävastuun toteuttamiseksi tarpeellisia ehtoja sähkön siirtojärjestelmän sekä siihen liitettyjen voimalaitosten ja kuormien käyttämiselle.



Valvontalain 10 §:n 1 momentin 4 kohdan perusteella Energiaviraston tulee päätöksellään vahvistaa järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan liittämispalvelun ehdot ja menetelmät liittamisestä perittävien maksujen määrittämiseksi ennen niiden käyttöön ottamista. Valvontalain 10 §:n 1 momentin 6 kohdan perusteella Energiaviraston tulee päätöksellään vahvistaa järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan ja järjestelmävastaavan siirtoverkonhaltijan järjestelmävastuun piiriin kuuluvien palvelujen ehdot.

Fingrid on toimittanut Energiavirastolle pyynnön vahvistaa suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset (HVDC 2018). Energiavirasto toteaa, että koska vahvistuspyynnössä on kyse valvontalain 10 §:n 1 momentin 4 ja 6 kohtien mukaisista ehdoista, koskee ehtoja etukäteisen valvonnan periaate, joka perustuu sähkömarkkinadirektiivin (2009/72/EY) 37 artiklan 6 kohdan vaatimuksiin. Sähkömarkkinalain ja valvontalain esitöiden mukaan (HE 20/2013 vp, valvontalain 10 §:n yksityiskohtaiset perustelut) etukäteinen toimivalta merkitsee, ettei etukäteisen toimivallan piiriin kuuluvia ehtoja saa ottaa käyttöön, ennen kuin Energiavirasto on antanut niitä koskevan vahvistuspäätöksen.

Valvontalain 12 §:n 1 momentin mukaan järjestelmävastaavaan kantaverkonhaltijaan kohdistuvan vahvistuspäätöksen tulee perustua niihin perusteisiin, joista säädetään (1) sähkömarkkinalaissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä, (2) sähkökauppa-asetuksessa sekä sen nojalla annetuissa, suuntaviivoja koskevissa komission asetuksissa ja päätöksissä, (3) sähkömarkkinadirektiivin nojalla annetuissa, suuntaviivoja koskevissa komission asetuksissa ja päätöksissä sekä (4) kantaverkonhaltijaan kohdistuvassa lainvoimaisessa päätöksessä, joka on annettu yhteistyövirastoasetuksen 8 artiklan nojalla.

Vahvistuspyynnön mukaiset suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset (HVDC 2018) perustuvat Euroopan komission asetukseen EU 2016/1447 suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien ja tasasähköön liitettyjen suuntaajakytkettyjen voimalaitosten verkkoliitännävaatimuksia koskevaan verkkosääntöön. Selvyyden vuoksi Energiavirasto toteaa, että asetus on sisällöllisesti oikeudellisesti suoraan sovellettava ja vaatimukset on sisällytetty nyt vahvistettavana olevaan asiakirjaan. Energiaviraston toimivallassa on vahvistaa asetuksen velvoitteet siltä osin, kun ne sisältävät edellä mainitussa valvontalain 10 §:ssä mainittuja ehtoja. Energiavirasto toteaa, että vahvistusmenettelyssä on niin ikään noudatettu kyseisen asetuksen vaatimuksia.

Energiavirasto on varannut Fingridin asiakkaille ja mahdollisille muille sidosryhmille tilaisuuden lausua Fingridin HVDC2018 -ehdotuksesta.

Energiavirasto katsoo, että Fingridin suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset (HVDC 2018) perustuvat vahvistuspyynnön mukaisesti Euroopan komission asetukseen suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien ja tasasähköön liitettyjen suuntaajakytkettyjen voimalaitosten verkkoliitännävaatimuksia koskevasta verkkosäännöstä (EU 2016/1447) ja ne voidaan asetuksessa määrättyllä tavalla ja Energiaviraston toimivalta huomioiden näin ollen vahvistaa valvontalain 10 §:n mukaisesti.

Energiavirasto toteaa, että virasto voi edellä esitetyllä tavalla muuttaa nyt annettavaa päätöstä valvontalain 13 §:n mukaisissa tilanteissa.



## Sovelletut säännökset

Sähkömarkkinalaki (588/2013) 3 § 9 kohta, 8 § 1 mom., 45 § 1 mom.

Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (590/2013) 10 § 1 mom. 4 kohta ja 6 kohta, 12 § 1 mom.

Työ- ja elinkeinoministeriön asetus kantaverkonhaltijan järjestelmävastuusta (655/2013) 5 §:n 2 mom.

Euroopan komission asetus (EU 2016/1447) suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien ja tasasähköön liitettyjen suuntaajakytkettyjen voimalaitosten verkkoliitäntävaatimuksia koskevasta verkkosäännöstä.

## Muutoksenhaku

Muutoksenhakua koskeva ohjeistus liitteenä. Päätöstä on noudatettava muutoksenhausta huolimatta.

Liitteet Valitusosoitus  
Fingrid Oyj:n suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset (HVDC 2018)

Jakelu Fingrid Oyj

Maksutta



## VALITUSOSOITUS

### Muutoksenhakuoikeus

Energiaviraston antamaan päätökseen saa hakea muutosta valittamalla siinä järjestyksessä kuin hallintolainkäyttölaissa (586/1996) säädetään. Valituskelpoisella päätöksellä tarkoitetaan toimenpidettä, jolla asia on ratkaistu tai jätetty tutkimatta.

Valitusoikeus on sillä, johon päätös on kohdistettu tai jonka oikeuteen, velvollisuuteen tai etuun päätös välittömästi vaikuttaa.

### Valitusviranomainen

Valitusviranomainen Energiaviraston päätökseen on Markkinaoikeus.

### Valitusaika

Valitus on tehtävä 30 päivän kuluessa päätöksen tiedoksisaannista. Valitusaikaa laskettaessa tiedoksisaantipäivää ei oteta lukuun. Jos määräajan viimeinen päivä on pyhäpäivä, lauantai, itsenäisyyspäivä, vapunpäivä, jouluaatto tai juhannusaatto, määräaika jatkuu vielä seuraavan arkipäivän.

### Valituskirjelmän sisältö

Valitus tehdään kirjallisesti. Markkinaoikeudelle osoitetussa valituskirjelmässä on ilmoitettava:

- valittajan nimi ja kotikunta
- postiosoite ja puhelinnumero, joihin asiaa koskevat ilmoitukset valittajalle voidaan toimittaa
- päätös, johon haetaan muutosta;
- miltä kohdin päätökseen haetaan muutosta ja mitä muutoksia siihen vaaditaan tehtäväksi; sekä
- perusteet, joilla muutosta vaaditaan.

Valittajan, laillisen edustajan tai asiamiehen on allekirjoitettava valituskirjelmä. Jos valittajan puhevaltaa käyttää hänen laillinen edustajansa tai asiamiehensä tai jos valituksen laatijana on muu henkilö, on valituskirjelmässä ilmoitettava myös tämän nimi ja kotikunta.

### Valituskirjelmän liitteet

Valituskirjelmään on liitettävä:

- muutoksenhaun kohteena oleva päätös alkuperäisenä tai jäljennöksenä;
- todistus siitä, minä päivänä päätös on annettu tiedoksi tai muu selvitys valitusajan alkamisajankohdasta; sekä





- asiakirjat, joihin valittaja vetoaa vaatimuksensa tueksi, jollei niitä ole jo aikaisemmin toimitettu Energiavirastolle tai Markkinaoikeudelle.

Asiamiehen on liitettävä valituskirjelmään valtakirja, jollei päämies ole valtuuttanut häntä suullisesti valitusviranomaisessa. Asianajajan ja yleisen oikeusavustajan tulee esittää valtakirja ainoastaan, jos valitusviranomainen niin määrää.

## Valituskirjelmän toimittaminen valitusviranomaiselle

Valituskirjelmä on toimitettava valitusajan kuluessa Markkinaoikeuteen, jonka osoite on:

**Markkinaoikeus**  
**Radanrakentajantie 5**  
**00520 HELSINKI**  
**Faksi: 029 56 43314**  
**Sähköposti: markkinaoikeus@oikeus.fi**

Valituskirjelmä voidaan toimittaa valitusviranomaiselle myös postitse.

Valituksen voi tehdä myös hallinto- ja erityistuomioistuinten asiointipalvelussa osoitteessa <https://asiointi2.oikeus.fi/hallintotuomioistuimet>

## OHJE MAKSUA KOSKEVAAN MUUTOKSENHAKUUN

Energiaviraston päätöksestä perittävästä maksusta valitetaan samassa järjestyksessä kuin pääasiasta.

30.11.2018

## Suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniiset vaatimukset HVDC2018

### Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Termit ja määritelmät</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Järjestelmätekniisten vaatimusten soveltaminen</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Luottamuksellisuus</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Erytystarkasteluvaatimukset</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut</b> .....	<b>10</b>
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana.....	10
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet.....	10
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet .....	11
6.2	Tasasähköjärjestelmän järjestelmätekniisten ominaisuuksien muuttaminen .....	11
6.3	Vaiheittain etenevät tasasähköjärjestelmähankkeet .....	12
6.4	Tasasähköjärjestelmän vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely.....	12
6.4.1	Todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely .....	12
6.4.2	Vaihe 0 (Esisuunnittelu) .....	14
6.4.3	Fyysisen liittynän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON).....	14
6.4.4	Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION).....	14
6.4.5	Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen) .....	15
6.4.6	Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä) ja lopullinen käyttöönottoilmoitus (FON) .....	15
6.4.7	Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON).....	16
<b>7</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän tietojen dokumentointi ja toimittaminen</b> .....	<b>17</b>
7.1	Tasasähköjärjestelmän tietojen toimittaminen ja aikataulu .....	17
7.2	Toimitettavat tiedot.....	17
7.2.1	Toimitettavat suunnittelu- ja suunnittelulaskentadokumentit.....	17
7.2.2	Toimitettavat dokumentit suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen osalta .....	18
7.2.3	Toimitettavat dokumentit käyttöönottotestauksen osalta .....	18
<b>8</b>	<b>Poikkeukset vaatimuksista</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi</b> .....	<b>21</b>
9.1	Reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto .....	21
9.2	Instrumentointi .....	22
<b>10</b>	<b>Yleiset vaatimukset</b> .....	<b>24</b>
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet .....	24
10.2	Tasasähköjärjestelmän jännite-taajuustoiminta-alue .....	24
10.3	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky .....	25
10.4	Automaattinen kytkeytyminen .....	26
10.5	Suojaus.....	26
10.6	Parametrit ja niiden asetukset .....	27

30.11.2018

10.7	Tasasähköjärjestelmän ohjaus ja kaukokäyttö .....	27
10.8	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	27
10.9	Sähkön laatu .....	28
10.10	Tasasähköjärjestelmän muuntajien ja mahdollisten suodattimien tähtipisteen maadoitus.....	28
10.11	Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö .....	28
10.12	Lähivikakestoisuus .....	28
10.13	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen.....	29
<b>11</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän pätötehon ja taajuuden säätö.....</b>	<b>30</b>
11.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	30
11.2	Tasasähköjärjestelmän pätöteho, käynnistys ja omakäyttö .....	30
11.2.1	Minimiteho .....	30
11.2.2	Mitoitusteho .....	30
11.2.3	Tasasähköjärjestelmän käynnistys.....	30
11.2.4	Omakäyttöteho.....	30
11.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus .....	30
11.3.1	Yleiset säätäjävaatimukset.....	30
11.3.2	Taajuussäädön toiminnallisuudet .....	31
11.3.3	Aseteltavat säätöparametrit.....	31
11.4	Pätötehon rajoittaminen .....	31
11.5	Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen .....	32
11.6	Pätötehon nopea alas- ja ylössäätö .....	32
11.7	Pätötehon nopea suunnanvaihto.....	32
11.8	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä.....	32
11.9	Säädön tarkkuus ja herkkyys .....	32
11.10	Tehonsiirron aloittaminen uudelleen sähköverkosta irtikytketymisen jälkeen .....	33
11.11	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O) .....	33
11.12	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U) .....	34
<b>12</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän loistehokapasiteetti.....</b>	<b>36</b>
12.1	Loistehokapasiteettivaatimus .....	36
12.2	Lisäloistehokapasiteetti .....	36
12.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit .....	36
12.4	Loistehokapasiteetin rajoittaminen .....	37
<b>13</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän jännitteen ja loistehon säätö .....</b>	<b>38</b>
13.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	38
13.2	Vakiojännitesäätö.....	38
13.3	Vakioloistehosäätö.....	39
13.4	Vakiotehokerroinsäätö .....	39
13.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset .....	40
13.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet .....	40
13.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit .....	40
13.8	Tasasähköjärjestelmän loistehon- ja jännitteensäädön vaikutukset sähkömekaanisiin heilahteluihin .....	40
<b>14</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeet .....</b>	<b>41</b>
14.1	Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeiden yleiset vaatimukset .....	41
14.2	Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeet.....	41
14.2.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	41

30.11.2018

14.2.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen .....	42
14.2.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	43
14.2.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot .....	43
14.3	Erityistarkasteluvaatimukseen liittyvät käyttöönottokokeet.....	48
<b>15</b>	<b>Tasasähköjärjestelmän mallinnusvaatimukset.....</b>	<b>49</b>
15.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset .....	49
15.1.2	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset .....	49
15.1.3	Tasasähköjärjestelmän dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset.....	49
15.1.4	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	49
15.1.5	Erityistarkasteluvaatimukset.....	50
15.1.6	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	50

30.11.2018

## 1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien järjestelmätekniset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suurjännitteisille tasasähköjärjestelmille. Näiden järjestelmätekniisten vaatimusten lisäksi suurjännitteisten tasasähköjärjestelmien on noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE) sekä kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja.

Vaatimusten lähtökohtana on Eurooppalainen verkkosääntö (Euroopan komission asetus 2016/1447), johon Fingrid on tehnyt kansalliset lisäykset ja täsmennykset. Eurooppalaisten verkkosääntöjen tavoitteena on taata tasapuoliset ja syrjimättömät kilpailuolosuhteet sähkön sisämarkkinoilla, varmistaa sähköjärjestelmän käyttövarmuus ja luoda yhtenäiset liittymisehdot verkkoliitynnöille.

Kansallisesti tasasähköjärjestelmän järjestelmätekniisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että

- tasasähköjärjestelmä kestää sähköjärjestelmässä esiintyvät jännite- ja taajuusvaihtelut,
- tasasähköjärjestelmä tukee sähköjärjestelmän toimintaa häiriötilanteiden yhteydessä sekä toimii luotettavasti niiden aikana ja niiden jälkeen,
- tasasähköjärjestelmä 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 tasasähköjärjestelmästä.

30.11.2018

## 2 Termit ja määritelmät

**Käyttöönottokokeet:** Tasasähköjärjestelmän järjestelmätekniisiin vaatimuksiin liittyvät tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeet.

**Liittyjä:** Toimija, jonka omistama tasasähköjärjestelmä 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 liittymispisteessä mitattava loisteho, jonka tasasähköjärjestelmä voi yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa tuottaa tai kuluttaa.

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

**Minimiteho ( $P_{\min}$ ):** Tasasähköjärjestelmän minimiteho on tasasähköjärjestelmän liittymispisteestä mitattu pienin mahdollinen pätöteho, jolla järjestelmä voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa.

**Mitoitusteho ( $P_{\max}$ ):** Tasasähköjärjestelmän mitoitusteho on tasasähköjärjestelmän liittymispisteestä mitattu suurin pätöteho, jolla järjestelmä voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa.

**Normaali käyttöjännite:** Liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä liittymispisteen jännite (100 %:n arvoa vastaava jännite). Suhteellisarvona ilmoitettuna normaali käyttöjännite on 1,0 pu.

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

**Näennäisteho:** Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

**Omakäyttöteho:** Tasasähköjärjestelmän omakäyttölaitteiden kuluttama näennäisteho. Omakäyttölaitteina pidetään niitä tasasähköjärjestelmän laitteita ja koneita, jotka tasasähköjärjestelmässä tarvitaan sähkönsiirtokyvyn tuottamiseen ja sähkönsiirtovalmiuden ylläpitämiseen sekä laitoksen aiheuttamien ympäristöhaittojen poistamiseen tai pienentämiseen.

**pu:** per unit, suhteellisarvo. Suuretta verrataan ennalta määrättyyn perusarvoon.

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

30.11.2018

**POD:** Lisästabilointipiiri (engl. power system stabilizer). Jänniteensäätäjän lisätoiminto, jonka tavoitteena on parantaa matalataajuuksisten tehoheilahtelujen vaimennusta laitostason paikallisen heilahtelun sekä sähköjärjestelmän alueiden välisen heilahtelun osalta.

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

**Statiikka:** Statiikka tarkoittaa tasasähköjärjestelmän pätötehon suhteellista muutosta verrattuna taajuuden muutokseen. Englanniksi droop.

**Säädön toimintatila:** Säädön toimintatila tarkoittaa erilaisia tasasähköjärjestelmän säätöjärjestelmien toimintatiloja, esimerkiksi vakiopäätötehosäätö, taajuussäätö, vakioistehosäätö tai vakiojännitesäätö.

**Taajuussäätö:** Tasasähköjärjestelmä säätää määritetyn statiikan perusteella pätötehoa sähköjärjestelmän taajuuden mukaan. Näin tasasähköjärjestelmä tukee toiminnallaan sähköjärjestelmän taajuuden ylläpitoa. Englanniksi frequency control.

**Tasasähköjärjestelmä:** Suurjännitteinen tasasähköjärjestelmä (engl. high voltage direct current system eli HVDC system).

**Toimintatila:** Katso säädön toimintatila.

**Tuotantoteho:** Tasasähköjärjestelmän tuottama pätöteho tietyllä ajan hetkellä.

**Vaatimukset:** Suurjännitteisen tasasähköjärjestelmän järjestelmätekniset vaatimukset HVDC2018.

**YLE:** Fingridin yleiset liittymisehdot.



30.11.2018

### 3 Järjestelmäteknisten vaatimusten soveltaminen

Vaatimukset koskevat Suomen sähköjärjestelmään liitettäviä uusia tasasähköjärjestelmiä, mutta niitä tulee soveltaa myös käytössä oleviin tasasähköjärjestelmiin silloin, kun niiden järjestelmäteknisiä ominaisuuksia muutetaan. Muutoksesta on ilmoitettava luvun [6.2](#) menettelyn mukaisesti.

Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää HVDC2018 vaatimukset, mikäli tasasähköjärjestelmän hankintasopimus on tehty 27.9.2018 jälkeen. Vaatimukset tulee täyttää liittymispisteessä tai vaatimuskohtaisesti erikseen määritetyssä pisteessä.

Merellä sijaitsevien voimalaitosten, jotka on liitetty sähköjärjestelmään, on täytettävä maalla sijaitsevia voimalaitoksia koskevat vaatimukset, paitsi jos voimalaitoksen liityntä on toteutettu suurjännitteisellä tasasähköjärjestelmällä. Tällöin liittymisehdot määräytyvät tasasähköjärjestelmälle asetettujen liittymisehtojen mukaan.

30.11.2018

#### 4 Luottamuksellisuus

Salassapitovelvoitteet on määrätty yksiselitteisesti Euroopan komission asetuksen 2016/1447 artiklassa 10 ja niitä velvoitteita sovelletaan kansallisesti näihin Vaatimuksiin:

*"10 artikla*

*Salassapitovelvollisuudet*

- 1. Tämän asetuksen nojalla saatuja, vaihdettuja tai toimitettuja luottamuksellisia tietoja koskee 2, 3 ja 4 kohdassa säädetty salassapitovelvollisuus.*
- 2. Salassapitovelvollisuus koskee kaikkia tämän asetuksen säännösten soveltamisalaan kuuluvia henkilöitä, sääntelyviranomaisia ja elimiä.*
- 3. Edellä 2 kohdassa tarkoitettujen henkilöiden, sääntelyviranomaisten ja elinten tehtäviensä yhteydessä saamaa luottamuksellista tietoa ei saa paljastaa muulle henkilölle tai viranomaiselle, sanotun kuitenkin rajoittamatta kansallisen oikeuden, tämän asetuksen muiden säännösten tai muun asiaan liittyvän unionin lainsäädännön soveltamista niiden soveltamisalaan kuuluviin tapauksiin.*
- 4. Tämän asetuksen nojalla luottamuksellisia tietoja saavilla sääntelyviranomaisilla, elimillä ja henkilöillä on oikeus käyttää saamiaan tietoja ainoastaan tämän asetuksen mukaisten tehtäviensä suorittamiseen, sanotun kuitenkin rajoittamatta kansallisen tai unionin lainsäädännön soveltamista sen soveltamisalaan kuuluviin tapauksiin."*

30.11.2018

## 5 Erityistarkasteluvaatimukset

Liittyjän tulee pyytää Fingridiltä erityistarkastelutarpeen arviointia uuden tasasähköjärjestelmän tai olemassa olevan tasasähköjärjestelmän muutosten esisuunnitteluvaiheessa. Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen ainakin seuraavien asioiden osalta: tasasähköjärjestelmän ja muiden laitojen tai laitteiden välinen vuorovaikutus, alisykroninen vuorovaikutus, geomagneettisesti indusoituvat virrat, tehoheilahtelujen vaimentuminen ja pieni minimioikosulkuteho.

Mikäli tasasähköjärjestelmän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, liittyjän tulee erikseen sovittavalla tavalla suorittaa tarkastelut viimeistään tasasähköjärjestelmän liittymän suunnitteluvaiheessa Euroopan komission asetuksen 2016/1447 artikloissa 29, 30 ja 31 kuvatulla tavalla. Liittyjällä on vastuu erityistarkastelujen suorittamisesta ja koordinoinnista.

Mikäli erityistarkastelut osoittavat, että tasasähköjärjestelmän liittäminen edellyttää toimenpiteitä tasasähköjärjestelmän suunnittelun tai toteutuksen osalta, kyseiset toimenpiteet rinnastetaan Vaatimuksiin ja liittyjä vastaa niiden toteuttamisesta sekä vaatimuksenmukaisuuden todentamisesta.

30.11.2018

## 6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa määritellään tasasähköjärjestelmälle Vaatimusten todentamisprosessi ja jatkuva seuranta tasasähköjärjestelmän vaatimustenmukaisuudesta sekä tasasähköjärjestelmän käyttöönottoilmoitusmenettely. 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 7–15.

### 6.1 Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana

#### 6.1.1 Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

Liittyjällä on vastuu Vaatimusten täyttämisestä ja todentamisesta sekä niihin liittyvistä kustannuksista. Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää Vaatimusten mukainen toiminta koko tasasähköjärjestelmän käyttöänsä ajan.

Liittyjän on ilmoitettava liittymispisteen verkonhaltijalle suunnitelluista koeohjelmista ja menettelyistä, joita noudatetaan sen todentamiseksi, että tasasähköjärjestelmä on Vaatimusten mukainen, hyvissä ajoin ja ennen niiden aloittamista. Liittymispisteen verkonhaltijan on hyväksyttävä suunnitellut koeohjelmat ja menettelyt etukäteen. Tämä liittymispisteen verkonhaltijan hyväksyntä on annettava viipymättä, eikä liittymispisteen verkonhaltija saa perusteettomasti pidättäytyä antamasta sitä. Liittymispisteen verkonhaltija voi osallistua kokeisiin ja rekisteröidä tasasähköjärjestelmän suorituskyvyn.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessia tasasähköjärjestelmäprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa liittyjän toimittamat tiedot ja arvioida, onko tasasähköjärjestelmä Vaatimusten mukainen, ja ilmoittaa arvioinnin tulos liittyjälle.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus pyytää, että liittyjä tekee vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyviä kokeita ja simulointeja toistuvan suunnitelman tai yleissuunnitelman mukaisesti tai vian, muutoksen tai laitteen korvaamisen jälkeen, joka voi vaikuttaa siihen, onko tasasähköjärjestelmä Vaatimusten mukainen.

Liittymispisteen verkonhaltijan on asetettava julkisesti saataville luettelo toimitettavista tiedoista ja asiakirjoista sekä vaatimukset, jotka liittyjän on täytettävä osana vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessia.

Liittymispisteen verkonhaltijan on julkaistava liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuiden jakautuminen vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyvien kokeiden, simulointien ja seurannan osalta.

Liittymispisteen verkonhaltija voi siirtää vaatimustenmukaisuuden seurannan joko kokonaan tai osittain kolmansien osapuolten tehtäväksi. Tällaisissa tapauksissa liittymispisteen verkonhaltijan on edelleen varmistettava luottamuksellisuuden

30.11.2018

noudattaminen (luku 4), mukaan lukien salassapitosopimusten tekeminen tehtävien suorittajan kanssa.

Jos vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyviä kokeita tai simulointeja ei voida toteuttaa liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän sopimalla tavalla liittymispisteen verkonhaltijaan liittyvistä syistä, liittymispisteen verkonhaltija ei saa perusteettomasti pidättäytyä antamasta vaatimusten todentamisprosessin mukaista käyttöönottoilmoitusta (luku 6.4).

Liittyjän tulee ylläpitää tasasähköjärjestelmän Vaatimusten mukainen toiminta myös Vaatimusten todentamisprosessin hyväksytyin suorittamisen jälkeen. Mikäli liittyjä havaitsee tasasähköjärjestelmän 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 tasasähköjärjestelmäprojektin vaiheessa tai tasasähköjärjestelmän normaalin käytön aikana, että tasasähköjärjestelmä poikkeaa Vaatimuksista.

#### 6.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

Mikäli Fingrid saa tiedon tai havaitsee tasasähköjärjestelmän poikkeavan Vaatimuksista missä tahansa tasasähköjärjestelmäprojektin vaiheessa tai tasasähköjärjestelmän normaalin käytön aikana, voi Fingrid vaatia lisäselvitystä ja toimenpiteitä poikkeaman korjaamiseksi. Jos Vaatimuksiin liittyvät tasasähköjärjestelmän toiminnan puutteet vaikuttavat sähköjärjestelmän toimintaan, Fingridillä on järjestelmävastaavana oikeus rajoittaa tasasähköjärjestelmän toimintaa ja asettaa tasasähköjärjestelmän käyttöön liittyviä ehtoja. Fingridillä on oikeus pitää asetetut rajoitteet voimassa kunnes tasasähköjärjestelmän toiminnassa havaitut puutteet on korjattu ja tasasähköjärjestelmän kyky täyttää Vaatimukset on todennettu.

Fingridin edustajalla on oikeus osallistua käyttöönottokokeisiin, kun tasasähköjärjestelmä liitetään kolmannen osapuolen sähköverkkoon.

#### 6.2 Tasasähköjärjestelmän järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

Mikäli käytössä olevaan tasasähköjärjestelmään tai sen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin vaikuttaviin laitteistoihin tai järjestelmiin tehdään muutoksia, liittyjän tulee ennen muutosten toteuttamista ilmoittaa liittymispisteen verkonhaltijalle muutoksista ja niiden vaikutuksesta tasasähköjärjestelmän kykyyn täyttää Vaatimukset.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on arvioida ja asettaa voimassa olevien suurjännitteisen tasasähköjärjestelmän järjestelmäteknisten vaatimusten mukaisesti uudet vaatimukset muutosten kohteena oleviin laitteistoihin ja järjestelmiin.

30.11.2018

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee päivittää olemassa olevaan liittymissopimukseen tieto muutoksien alaisista laitteista ja niihin sovellettavista Vaatimuksista. Jos liittymispisteen verkonhaltija katsoo, että muutos (uudenaikaistaminen tai laitteen korvaaminen) on laajuudeltaan sellainen, että se edellyttää uutta liittymissopimusta, verkonhaltijan on sovittava uuden liittymissopimuksen ehdoista liittyjän kanssa.

Mikäli liittymispisteen verkonhaltija ja liittyjä eivät pääse yksimielisyyteen liittymisehdoista, on asiasta ilmoitettava Energiavirastolle. Energiaviraston on päätettävä, onko voimassa olevaa liittymissopimusta muutettava tai onko tehtävä uusi liittymissopimus, ja miltä osin Vaatimuksia on noudatettava.

### 6.3 Vaiheittain etenevät tasasähköjärjestelmähankkeet

Liittyjän tulee ottaa huomioon tasasähköjärjestelmän mitoitustehon mahdollinen kehittyminen hankkeen eri vaiheissa sekä tasasähköjärjestelmän lopullinen mitoitusteho. Vaiheittain etenevien hankkeiden osalta Vaatimukset määräytyvät tasasähköjärjestelmän lopullisen mitoitustehon mukaan.

Liittyjän vastuulla on todentaa, että tasasähköjärjestelmä täyttää Vaatimukset, kun tasasähköjärjestelmän rakenne tai toiminnallisuudet muuttuvat siten, että muutos vaikuttaa tasasähköjärjestelmän järjestelmätekniisiin ominaisuuksiin ja toiminnallisuuksiin.

### 6.4 Tasasähköjärjestelmän vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

#### 6.4.1 Todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan tulee suorittaa tasasähköjärjestelmän todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely vaiheittain taulukon 6.1 mukaisesti. Taulukossa 6.1 esitetty menettely on kuvattu vaiheittain tämän luvun alaluvuissa. Todentamisprosessin toteutuksesta osana tasasähköjärjestelmäprojektia tulee sopia mahdollisimman aikaisin projektin esisuunnitteluvaiheessa luvussa [6.4.2](#) kuvatulla tavalla.

Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen vaihekohtaisesti sekä toimittaa kunkin vaiheen jälkeen vaaditun kytkentä- tai käyttöönottoilmoituksen liittyjälle. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi, mukaan lukien käyttöönottokokeet tasasähköjärjestelmäprojektin aikana, sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille prosessin kunkin vaiheen vahvistamisen jälkeen.

Tasasähköjärjestelmän tietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa [7](#). Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi on määritetty luvussa [9](#). Vaatimusten todentaminen käyttöönottokokein on määritetty luvussa [14](#). Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa [15](#).

Liittyjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalle ja Energiavirastolle ilmoitetaan tasasähköjärjestelmän pysyvästä käytöstä poistamisesta.

30.11.2018

**Taulukko 6.1. Tasasähköjärjestelmän vaatimusten todentamisprosessi, käyttöönottoilmoitusmenettely ja aikatauluvaatimukset fyysisen liittynän kytkennän sekä tasasähköjärjestelmän käyttöönoton osalta**

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
Vaihe 0 (Esisuunnittelu) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erityistarkastelut</li> <li>• Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessi ml. todentamistavat ja seuranta</li> <li>• Tekniset määritelmät</li> </ul>	Tasasähköjärjestelmän toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina järjestelmän teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.	Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä.
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1 (Suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luvussa 7 kuvatulla tavalla erikseen määritellyt tiedot</li> <li>• Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitus</li> <li>• Vaatimustenmukaisuusilmoitus</li> </ul>	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot ja reaaliaikamittaus tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta tasasähköjärjestelmän väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä.
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen. Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää tasasähköjärjestelmää ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen enintään 24 kuukauden ajan.
Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luvussa 7 kuvatulla tavalla erikseen määritellyt tiedot</li> <li>• Käyttöönottokokeiden suunnittelu ja toteutus</li> <li>• Koetulosten raportointi</li> <li>• Mallinnustietojen validointi</li> <li>• Säätäjien ja suojauksen lopulliset asetteluarvot</li> <li>• Vaatimustenmukaisuusilmoitus</li> </ul>	Liittymispisteen verkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottoilmoitusliittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 6 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin tasasähköjärjestelmä on syöttänyt ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään.

30.11.2018

Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimitettujen tietojen tarkastus</li> <li>• Prosessin hyväksyntä</li> </ul>	Liittyjä on toimittanut vaiheen 2 mukaiset tiedot ja toteuttanut toimenpiteet sekä Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittaminen. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa lausunto vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen.
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus	Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.	Lopullisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää tasasähköjärjestelmää ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.

#### 6.4.2 Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

Mahdollisimman varhain, tasasähköjärjestelmäprojektin esisuunnitteluvaiheessa liittyjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa tasasähköjärjestelmän vaatimustenmukaisuuden todentamisen toteuttamisesta osana projektia. Lisäksi samalla on sovittava prosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin liittyvät käytännöt liittyjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Esisuunnitteluvaiheessa on arvioitava erityistarkasteluihin liittyvät tarpeet sekä suoritettava määritetyt tarkastelut niihin liittyvien vaatimusten määrittämiseksi luvun [5](#) mukaisesti.

#### 6.4.3 Fyysisen liittymän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

Fyysinen verkkoliityntä toteutetaan liittyjän ja Liittymispisteen verkonhaltijan solmiman liittymissopimuksen mukaisesti. Kun liityntä on valmis käyttöönotettavaksi, liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa liityntäsopimuksen ehtojen vaatimustenmukaisuuden ja antaa liittyjälle kytkentäilmoituksen.

KytKentäilmoitus antaa liittyjälle oikeuden kytkeä sähköt hallitsemaansa liittymispisteen takaiseen sähköverkkoon ja siellä sijaitseviin tasasähköjärjestelmän apulaitteisiin.

#### 6.4.4 Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

Vaiheessa 1 liittyjä toimittaa Liittymispisteen verkonhaltijalle tarvittavat tiedot erikseen määritettävällä tavalla sekä toteuttaa reaaliaikamittauksen tasasähköjärjestelmälle luvun [9](#) ohjeistuksen mukaisesti.

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 1 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus erikseen sovittavalla tavalla.

Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tasasähköjärjestelmä täyttää asetetut Vaatimukset.

Vaiheen 1 tiedot ja reaaliaikamittaus tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta tasasähköjärjestelmän väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Kun liittyjä on toimittanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen, tulee



30.11.2018

liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttaminen sekä toimittaa väliaikainen käyttöönottoilmoitus liittyjälle.

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika on 24 kuukautta ja tänä aikana liittyjä saa oikeuden käyttää tasasähköjärjestelmää ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen.

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikaa voi pidentää perustellusta syystä korkeintaan 6 kuukautta. Voimassaoloajan pidennystä tulee anoa liittymispisteen verkonhaltijalta ja Fingridiltä, jotka voivat yksimielisellä päätöksellä pidentää väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikaa. Mikäli tästä on edelleen tarpeen poiketa, tulee poikkeama anoa luvussa 8 esitetyn menettelyn mukaisesti.

#### 6.4.5 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittyjä suorittaa tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeiden suunnittelun ja toteutuksen sekä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle tarvittavat tiedot erikseen määritettävällä tavalla. Lisäksi vaiheen 1 tietojen mahdolliset muutokset ja päivitykset tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle vaiheessa 2.

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 2 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus erikseen sovittavalla tavalla.

Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tasasähköjärjestelmä täyttää asetetut Vaatimukset.

Vaiheen 2 toimenpiteiden edellytyksenä on väliaikainen käyttöönottoilmoitus. Kaikki vaiheen 2 toimenpiteet on saatettava valmiiksi väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaikana.

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 6 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin tasasähköjärjestelmä on syöttänyt ensimmäisen kerran päätotehoa sähköjärjestelmään.

#### 6.4.6 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä) ja lopullinen käyttöönottoilmoitus (FON)

Vaiheessa 3 liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa kaikki prosessin aikana toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittamisen. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa lausunto vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen. Mikäli prosessin aikana toimitetuissa tiedoissa ei ole huomautettavaa, tulee liittymispisteen verkonhaltijan antaa lopullinen käyttöönottoilmoitus.

Lopullinen käyttöönottoilmoitus on voimassa toistaiseksi ja se oikeuttaa liittyjän käyttämään tasasähköjärjestelmää osana voimajärjestelmää.

30.11.2018

#### 6.4.7 Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON)

Rajoitettu käyttöönottoilmoitusmenettely astuu voimaan, kun tasasähköjärjestelmällä tapahtuu merkittäviä ja odottamattomia muutoksia, jotka vaikuttavat tasasähköjärjestelmän kykyyn täyttää Vaatimukset. Liittyjän, jolle on annettu lopullinen käyttöönottoilmoitus, on välittömästi ilmoitettava liittymispisteen verkonhaltijalle seuraavista olosuhteista:

- tasasähköjärjestelmään toteutetaan tilapäisesti merkittäviä muutoksia tai sen suorituskyky on tilapäisesti heikentynyt; tai
- havaitaan laitevika, joka johtaa jonkin Vaatimuksen noudattamatta jättämiseen.

Liittyjän on haettava liittymispisteen verkonhaltijalta rajoitettua käyttöönottoilmoitusta, jos liittyjä perustellusti odottaa, että ym. olosuhteet jatkuvat yli kolme kuukautta.

Liittymispisteen verkonhaltijan on annettava rajoitettu käyttöönottoilmoitus, johon on sisällyttävä seuraavat selkeästi yksilöidyt tiedot:

- ratkaisemattomat asiat, jotka oikeuttavat rajoitetun käyttöönottoilmoituksen antamisen;
- odotettuun ratkaisuun liittyvät vastuut ja määräajat; ja
- voimassaoloaika, joka saa olla enintään 12 kuukautta. Myönnetty ensimmäinen voimassaoloaika voi olla lyhyempi ja sitä voidaan jatkaa, jos liittymispisteen verkonhaltijalle esitetään sitä tyydyttävät todisteet siitä, että täydellisen vaatimustenmukaisuuden saavuttamisessa on edistytty merkittävästi.

Lopullisen käyttöönottoilmoituksen voimassaolo on keskeytettävä rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaoloajaksi niiden kohtien osalta, joita varten rajoitettu käyttöönottoilmoitus on annettu.

Rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika voidaan jatkaa edelleen, jos liittymispisteen verkonhaltijalle esitetään poikkeuspyyntö ennen voimassaoloajan päättymistä luvun [8](#) poikkeamamenettelyn mukaisesti.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus kieltäytyä hyväksymästä tasasähköjärjestelmän käyttö rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaolon päätyttyä. Tällaisessa tapauksessa lopullinen käyttöönottoilmoitus ei ole enää voimassa.

Jos liittymispisteen verkonhaltija ei jatka rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaoloa poikkeuspyyntöä anottaessa tai jos se kieltäytyy hyväksymästä tasasähköjärjestelmän käytön rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaolon päätyttyä, liittyjä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

30.11.2018

## 7 Tasasähköjärjestelmän tietojen dokumentointi ja toimittaminen

### 7.1 Tasasähköjärjestelmän tietojen toimittaminen ja aikataulu

Suunniteltaessa uutta tasasähköjärjestelmää tai muutoksia olemassa olevaan tasasähköjärjestelmään, liittyjän tulee olla yhteydessä liittymispisteen verkonhaltijaan sekä Fingridiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Liittyjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa seuraavista aihekokonaisuuksista:

- Erikoistarkasteluvaatimusten (luku 5) edellyttämät tarkastelut ja dokumentointi
- Tasasähköjärjestelmään liittyvien tietojen dokumentointi ja toimittaminen
- Tasasähköjärjestelmälle suoritettavien suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdaskokeiden hyödyntäminen osana vaatimustenmukaisuuden todentamista
- Liittyjän tarvitsemat tiedot teknisten määrittelyjen tekemiseksi tasasähköjärjestelmäprojektin toimittajalle

Fyysisen liittynnän kytkennän ja tasasähköjärjestelmän käyttöönoton osalta liittyjän on toimitettava tietoja tasasähköjärjestelmästä liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa 6.4 määritetyn vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti.

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

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee erikseen sovittavalla tavalla kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tasasähköjärjestelmä täyttää asetetut Vaatimukset.

### 7.2 Toimitettavat tiedot

#### 7.2.1 Toimitettavat suunnittelu- ja suunnittelulaskentadokumentit

Liittyjän on toimitettava tasasähköjärjestelmästä suunnittelu- ja suunnittelulaskentadokumentit, jotka sisältävät keskeisiin teknisiin ominaisuuksiin ja toiminnollisuuksiin liittyvät tiedot. Toimitettavien tietojen sisällöstä ja laajuudesta tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa, mutta tietojen tulee vastata laajuudeltaan vähintään seuraavassa listassa esitettyjä kuvauksia ja raportteja:

- tasasähköjärjestelmän pääpiirin kuvaukset ja raportit
- tasasähköjärjestelmän jännite-taajuustoiminta-alue
- sähkön laatuun liittyvät raportit
- dynaamiseen toimintaan liittyvät raportit
  - vaste askelmaisiiin muutoksiin sähköjärjestelmän suureissa sekä tasasähköjärjestelmän säätösuureissa
  - toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä ml. häiriöt tasajännitteessä

30.11.2018

- jännitteen ja loistehon säädön toiminnan ja toteutuksen kuvaukset ja raportit
- erikoistarkasteluihin tai erityisvaatimuksiin (black start) liittyvät raportit ja kuvaukset
- pätö- ja loistehon hallintaan liittyvät raportit ja kuvaukset
- säätöjärjestelmän toiminnan ja toteutuksen kuvaukset ja raportit mukaan lukien tasasähköjärjestelmällä käytettävien toiminnallisten sekvenssien kuvaukset
- Suomen voimajärjestelmään kytkeytyvän HVDC suuntaaja-aseman pääkaavio

### 7.2.2 Toimitettavat dokumentit suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen osalta

Tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen osalta liittyjän on toimitettava dokumentaatio, joka sisältää Vaatimusten osalta keskeisiin ominaisuuksiin ja toiminnollisuuksiin liittyvät tiedot. Toimittavien tietojen sisällöstä ja laajuudesta tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa, mutta tietojen tulee vastata laajuudeltaan vähintään seuraavassa listassa esitettyjä toiminnollisuuksia:

- suuntaaja-aseman suojausjärjestelmän toiminta mukaan lukien blokeeraus vika- ja häiriötilanteissa
- tehonsiirtoon liittyvät toiminnallisuudet ml. säätöjärjestelmän toimintamoodin muutokset ja tietoliikenneyhteyshäiriöt
- tasasähköjärjestelmän vaste askelmaisiiin muutoksiin
- toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä ml. häiriöt tasajännitteessä
- jännitteen ja loistehon säädön toiminta
- taajuuden ja pätötehon säädön toiminta
- mahdolliset erityistarkasteluihin ja erityistarkasteluihin liittyvät testit ml. alisykroninen vuorovaikutus, sähkömekaanisten heilahteluiden vaimentaminen, hätätehonsäätö, pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

Mikäli tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestejä on sovittu hyödynnettävän osana vaatimustenmukaisuuden todentamista, liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille on toimitettava näiden testien osalta kutsu, aikataulu ja yksityiskohtainen testaussuunnitelma viimeistään kolme kuukautta ennen kyseisten tehdastestien suorittamista.

### 7.2.3 Toimitettavat dokumentit käyttöönottotestauksen osalta

Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeiden osalta liittyjän on toimitettava dokumentaatio, joka sisältää Vaatimusten osalta keskeisiin ominaisuuksiin ja toiminnollisuuksiin liittyvät tiedot. Toimittavien tietojen sisällöstä ja laajuudesta tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa, mutta tietojen tulee vastata laajuudeltaan vähintään seuraavassa listassa esitettyjä toiminnollisuuksia:

- suuntaaja-aseman suojausjärjestelmän toiminta mukaan lukien blokeeraus vika- ja häiriötilanteissa
- tehonsiirtoon liittyvät toiminnallisuudet ml. säätöjärjestelmän toimintamoodin muutokset ja tietoliikenneyhteyshäiriöt
- tasasähköjärjestelmän vaste askelmaisiiin muutoksiin
- toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä ml. häiriöt tasajännitteessä

30.11.2018

- jännitteen ja loistehon säädön toiminta
- taajuuden ja pätötehon säädön toiminta
- mahdolliset erityistarkasteluihin ja erityistarkasteluihin liittyvät testit ml. alisynkroninen vuorovaikutus, sähkömekaanisten heilahteluiden vaimentaminen, hätätehonsäätö, pimeäkännistys ja saarekekäyttö

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille näiden testien osalta kutsu, aikataulu ja yksityiskohtainen testaussuunnitelma viimeistään kuusi kuukautta ennen kyseisten käyttöönottokokeiden suorittamista.

30.11.2018

## 8 Poikkeukset vaatimuksista

Poikkeamamenettely on määrätty yksiselitteisesti Euroopan komission asetuksen 2016/1447 artiklassa 77. Kuvattua menettelyä sovelletaan kansallisesti näihin Vaatimuksiin.

Asetuksen 2016/1447 artiklan 79 (5) mukaisesti tasasähköjärjestelmän poikkeamien osalta Fingridin on arvioitava poikkeamaa. Fingrid arvioi poikkeamapyyntöä seuraavien kriteerien perusteella:

- 1) vaatimuksista poikkeaminen ei vaaranna sähköjärjestelmän käyttövarmuutta;
- 2) vaatimuksista poikkeaminen ei rajoita sähköjärjestelmän siirtokapasiteettia;
- 3) tasasähköjärjestelmä ei aiheuta häiriötä sähköjärjestelmään kytkeytyneille toisille osapuolille;
- 4) tasasähköjärjestelmä 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 tasasähköjärjestelmähankkeita.

30.11.2018

## 9 Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi

### 9.1 Reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Liittyjän on toimitettava Fingridille tasasähköjärjestelmän reaaliaikaiset pätö- ja loistehomittaukset sekä kytkinlaitteiden tilatiedot. Reaaliaikatietojen päivityssykli saa olla korkeintaan 60 s. Mittausten tulee olla Fingridin käytettävissä, ennen kuin tasasähköjärjestelmä aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa tai velvoittaa liittyjää toimittamaan reaaliaikaiset mittaustiedot Fingridille liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon liittyneestä tasasähköjärjestelmästä.

Tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän on pystyttävä lähettämään liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille seuraavat signaalityypit:

- a. käyttösignaalit, joissa annetaan vähintään seuraavat:
  - i. käynnistyssignaalit;
  - ii. vaihto- ja tasajännitemittaukset;
  - iii. vaihto- ja tasavirtamittaukset;
  - iv. vaihtosähköpuolen pätö- ja loistehomittaukset;
  - v. tasasähkön tehon mittaukset;
  - vi. toiminnan tila HVDC-suuntaajyksiköiden tasolla moninapaisessa HVDC-suuntaajatyypissä;
  - vii. kytkentätila
  - viii. taajuussäätötoimintatilan, taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan ja taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan pätötehoalueet.
- b. hälytyssignaalit, joilla annetaan vähintään seuraavat:
  - i. hätäesto;
  - ii. muutosten esto;
  - iii. nopea pätötehon suunnan muutos.

Tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän on pystyttävä vastaanottamaan seuraavat signaalityypit liittymispisteen verkonhaltijalta:

- c. käyttösignaalit, joilla saadaan vähintään seuraavat:
  - i. käynnistyskäsky;
  - ii. pätötehon asetusarvot;

30.11.2018

- iii. taajuussäätötoimintatilan asetukset;
  - iv. loistehon, jännitteen tai vastaavat asetusarvot;
  - v. loistehon säätötilat;
  - vi. tehoheilahtelujen vaimennuksen säätö; ja
  - vii. synteettinen inertia.
- d. hälytysignaalit, joilla saadaan vähintään seuraavat:
- i. hätäestokäsky;
  - ii. muutosten estokäsky;
  - iii. päätötehon suunta; ja
  - iv. nopeaa päätötehon suunnan muutosta koskeva käsky.

Samana päivänä ja ennen kuin tasasähköjärjestelmä aloittaa pätö- tai loistehon syöttämisen sähköjärjestelmään, liittyjän tulee ilmoittaa asiasta sekä liittymispisteen verkonhaltijalle että Fingridin Kantaverkkokeskukseen.

## 9.2 Instrumentointi

Tasasähköjärjestelmään on asennettava tai muutoin toteutettava häiriö- ja heilahtelutallentimet. Tämä häiriö- ja heilahtelutallentimista koostuva tallennusjärjestelmä mahdollistaa tasasähköjärjestelmän ja sen säätäjien toiminnan tallentamisen sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteissa.

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää vähintään seuraavat vaatimukset:

1. Häiriötallentimen tulee mitata ja tallentaa tasasähköjärjestelmän liittymispisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaiheittain. Häiriötallentimen tulee liipaista, kun:
  - suojarele toimii
  - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 pu tai ylittää 1,05 pu
2. Heilahtelutallentimen tulee mitata ja tallentaa tasasähköjärjestelmän liittymispisteen jännitteet ja virrat RMS-arvoina vaiheittain, sekä tallentaa jännitteiden ja virtojen vaihekulmat. Jos vaihekulmia ei tallenneta, tulee tallentaa tasasähköjärjestelmän pätö- ja loisteho. Lisäksi tulee tallentaa taajuus. Heilahtelutallentimen tulee liipaista, kun:
  - suojarele tai muu suojaustoiminnallisuus toimii
  - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 pu tai ylittää 1,05 pu
  - taajuus alittaa 49,80 Hz tai ylittää 50,10 Hz



30.11.2018

3. Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.
4. Heilahtelutallentimen näytteenottotaajuuden tulee olla korkea (1 kHz) ja tallennustaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
5. Molemmissa tallentimissa pitää ottaa talteen näytettä jo ennen liipaisuhetkeä. Liipaisun tapahtuessa hetkellä 0 s tulee tallentimien tallentaa hetki ennen vikaa (engl. pre fault) ja loput vian jälkeen (engl. post fault). Nämä (pre / post fault) ajat ovat:
  - häiriötallentimelle: (pre) 0,5-1 s / (post) 2-n s
  - heilahtelutallentimelle: (pre) 1-5 s/ (post) 15-n s
6. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittyjälle.

30.11.2018

## 10 Yleiset vaatimukset

### 10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

Mitoituksen perustana käytettävä liittymispisteen normaali käyttöjännite (100 %:n arvoa vastaava jännite) vaihtelee liittymispisteittäin ja liittyjän on aina selvitettävä se liittymispisteen verkonhaltijalta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää sähköverkossaan jännitteen vaihtelualueet normaalitilanteessa sekä häiriö- ja poikkeustilanteessa. Normaalitilan jännitteen vaihtelualue on oltava vähintään 0,90–1,05 pu normaalista käyttöjännitteestä.

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

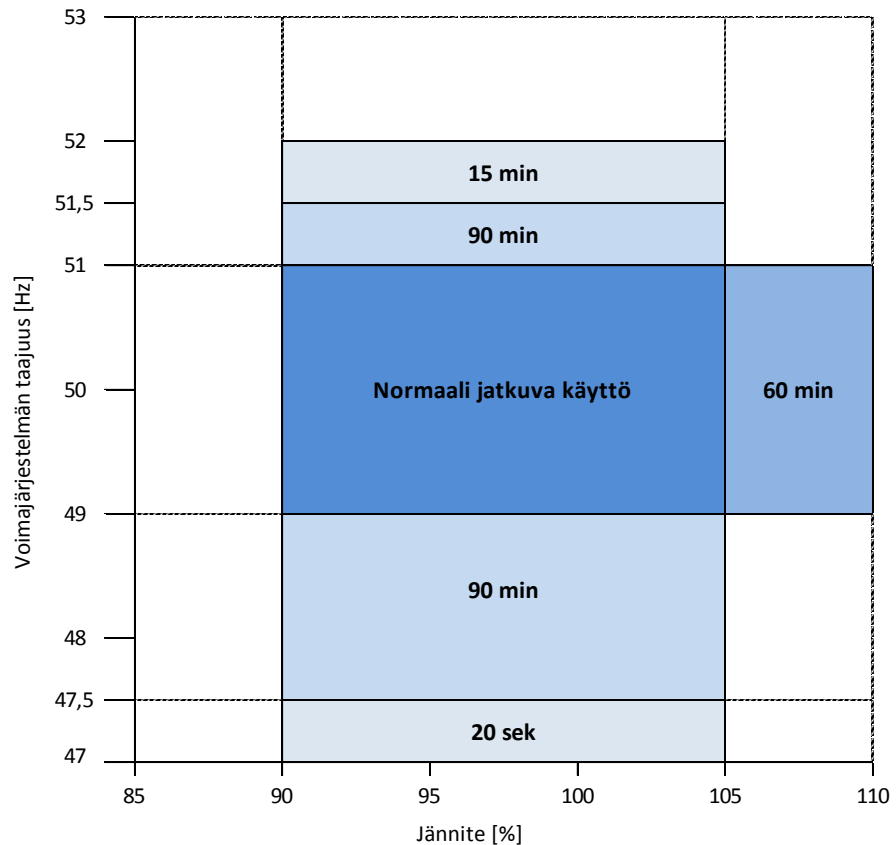
Fingridin sähköverkossa jännitteen vaihtelualueet normaalitilanteessa sekä häiriö- ja poikkeustilanteessa ovat seuraavat. Nimellisjännitteeltään 400 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 395–420 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 360–420 kV. Nimellisjännitteeltään 220 kV:n verkossa jännitteen 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.

Pohjoismaisen sähköjärjestelmän nimellistaajuus on 50 Hz ja taajuus on normaalisti 49,9–50,1 Hz. Sähköverkon normaalikäytön aikana taajuus voi vaihdella 49,0–51,0 Hz tai poikkeuksellisesti jopa 47,5–51,5 Hz.

### 10.2 Tasasähköjärjestelmän jännite-taajuustoiminta-alue

Tasasähköjärjestelmän on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti, kun liittymispisteen jännite on 90–105 % ja taajuus on 49,0–51,0 Hz. Jos liittymispisteen jännite, taajuus tai molemmat poikkeavat näistä arvoista, on tasasähköjärjestelmän pystyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa 10.1 määritetyt ajat.

30.11.2018



**Kuva 10.1. Tasasähköjärjestelmän on pysyttävä verkkoon kytkeytyneenä kuvassa esitetyillä erilaisilla liittymispisteen 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.**

### 10.3 Taajuuden muutosnopeuden sietokyky

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti taajuuden muutosnopeuden ollessa alle  $\pm 2,5$  Hz/s, mitattuna millä tahansa hetkellä taajuuden muutosnopeuden keskiarvona edeltävän sekunnin aikana.

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

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta ei saa käyttää tasasähköjärjestelmän suojauksessa. Tämän kaltaisten suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkäytyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella.

30.11.2018

#### 10.4 Automaattinen kytkeytyminen

Tasasähköjärjestelmä saa kytkeytyä automaattisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz
- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- tasasähköjärjestelmän pätötehon suurin sallittu muutosnopeus on korkeintaan 100 % mitoitustehosta minuutissa
- Liittymispisteen verkonhaltija sallii automaattisen jälleenkytkentäjärjestelmän asentamisen ja automaattisen kytkeytymisen 1–10 minuutin kuluttua häiriön jälkeen.

#### 10.5 Suojaus

Liittymispisteen verkonhaltijan on määriteltävä sähköverkon suojaamiseksi tarvittavat järjestelmät ja niiden asetukset, ottaen huomioon tasasähköjärjestelmän ominaisuudet. Liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän on toimittava koordinoitusti ja sovittava keskenään tasasähköjärjestelmän ja sähköverkon tarvitsemista suojausjärjestelmistä ja tasasähköjärjestelmään liittyvistä asetuksista.

Liittyjän vastuulla on määrittää tasasähköjärjestelmän ja sen liittynnän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi. Suojausasettelut tulee asetella siten, että tasasähköjärjestelmä pysyy verkossa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana niin kauan kuin se on tasasähköjärjestelmän teknologian ja toiminnallisen turvallisuuden sallimissa rajoissa mahdollista.

Liittyjä vastaa siitä, että tasasähköjärjestelmän suojauksen suunnittelussa otetaan huomioon sähköjärjestelmässä tapahtuvien häiriöiden ja vikojen aiheuttama lyhytaikaiset voimakkaat muutokset sähköverkon jännitteissä, virroissa ja taajuudessa sekä voimajohtojen käytön palautuksessa yleisesti käytettävät pika- ja aikajälleenkytkennät. Asettelujen tulee perustua laitteiden kykyyn kestää voimakkaita vaihteluita järjestelmän taajuudessa ja liittymispisteen jännitteessä. Tasasähköjärjestelmän suojaus ei saa olla ristiriidassa Vaatimusten kanssa.

Tasasähköjärjestelmän sähköisen suojauksen on oltava etusijalla toiminnallisiin säätöihin nähden, ottaen huomioon järjestelmän käyttövarmuus ja työntekijöiden ja kansalaisten terveys ja turvallisuus sekä tasasähköjärjestelmälle mahdollisesti aiheutuvien vaurioiden lieventäminen. Liittyjän on järjestettävä suojaus- ja säätölaitteensa seuraavan tärkeysjärjestyksen mukaisesti (tärkein ensin):

1. sähköverkon ja tasasähköjärjestelmän suojaus,
2. hätätehosäädön toiminnallisuudet
3. automaattiset toteutetut korjaavat toimet kuten automaattinen tehon muutoksen pysäytys, ja taajuussäätötoimintatilan, taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan, taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan ja taajuuden säädön esto

30.11.2018

4. pätötehon ja taajuuden säätö,
5. tehon muutosnopeuden rajoittaminen.

## 10.6 Parametrit ja niiden asetukset

Tasasähköjärjestelmän omistajan ja liittymispisteen verkonhaltijan on sovittava yhteistoiminnassa paikallisen siirtoverkonhaltijan kanssa tasasähköjärjestelmän keskeisten säätötoimintojen parametrit ja niiden asetukset. Parametrien ja niiden asetusten täytäntöönpanossa on noudatettava säätöhierarkiaa, joka mahdollistaa niiden muuttamisen tarvittaessa.

## 10.7 Tasasähköjärjestelmän ohjaus ja kaukokäyttö

Käytöstä vastaava toimija voi ohjata tasasähköjärjestelmää kaukokäytöllä tai paikallisesti. Tasasähköjärjestelmän käytöstä vastaavan toimijan on muutettava tasasähköjärjestelmän päto- tai loistehonsäädön toimintatilaa tai asetteluarvoa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai liittymispisteen verkonhaltija sitä pyytää. Pyydetty muutos on saavutettava 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta (toleranssi  $\pm 5$  % asetusarvosta tai suurimmillaan  $\pm 1$  MW).

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

## 10.8 Stabiiliutta koskevat vaatimukset

Jännitestabiiliuden osalta tasasähköjärjestelmä saa kytkeytyä automaattisesti irti sähköverkosta, kun jännite ylittää jatkuvassa tilassa liittymispisteessä liittymispisteen verkonhaltijan määrittämän normaalin jännitealueen (ks. luku [10.1](#)). Lisäksi liittymispisteen verkonhaltija saa määrittää normaalin jännitealueen ulkopuolella olevat jännitetasot, joilla tasasähköjärjestelmän tulee kytkeytyä irti sähköverkosta.

Tehoheilahtelujen esiintyessä tasasähköjärjestelmän on säilytettävä pysyvän tilan stabiilius toimiessaan missä tahansa PQ-diagrammin toimintapisteessä.

Tasasähköjärjestelmän on pystyttävä pysymään liitettynä sähköverkkoon ja jatkamaan toimintaansa ilman tehon alenemista, kun jännite ja taajuus pysyvät Vaatimuksissa määriteltyjen rajojen sisällä.

Tasasähköjärjestelmän on pystyttävä pysymään liitettynä sähköverkkoon verkon yksi- tai kolmivaiheisten automaattisten jälleenkytkentöjen aikana.

Stabiiliuden menetyksen tai säädettävyyden menetyksen osalta tasasähköjärjestelmän on pystyttävä kytkeytymään automaattisesti irti sähköverkosta, jotta sähköjärjestelmän käyttövarmuus voidaan säilyttää tai voidaan estää tasasähköjärjestelmän vaurioituminen.

30.11.2018

## 10.9 Sähkön laatu

Liittyjä on velvollinen noudattamaan liittymispisteen verkonhaltijan asettamia sähkön laatuvaatimuksia. Liittyjän tulee toimittaa luvussa 7 kuvatulla tavalla liittymispisteen verkonhaltijan pyytämät tiedot ja raportit, joiden perusteella liittymispisteen verkonhaltija voi arvioida tasasähköjärjestelmän vaikutusta sähkön laatuun ennen tasasähköjärjestelmän verkkoon liittämistä.

Liittyjän tulee varautua liittymispisteen verkonhaltijan määrittämään sähkön laatuun.

## 10.10 Tasasähköjärjestelmän muuntajien ja mahdollisten suodattimien tähtipisteen maadoitus

Liittyjän tasasähköjärjestelmän muuntajien ja mahdollisten suodattimien tähtipisteiden maadoitusjärjestelyn on oltava liittymispisteen verkonhaltijan määrittelemän spesifikaation mukainen.

## 10.11 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

Pimeäkäynnistys- ja saarekekäyttöjärjestelyistä sovitaan tarvittaessa erikseen Euroopan komission asetuksen 2016/1447 artiklan 37 mukaisesti.

## 10.12 Lähivikakestoisuus

Tasasähköjärjestelmän tulee pystyä jatkamaan toimintaansa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen:

- *Tasasähköjärjestelmä* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.2 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

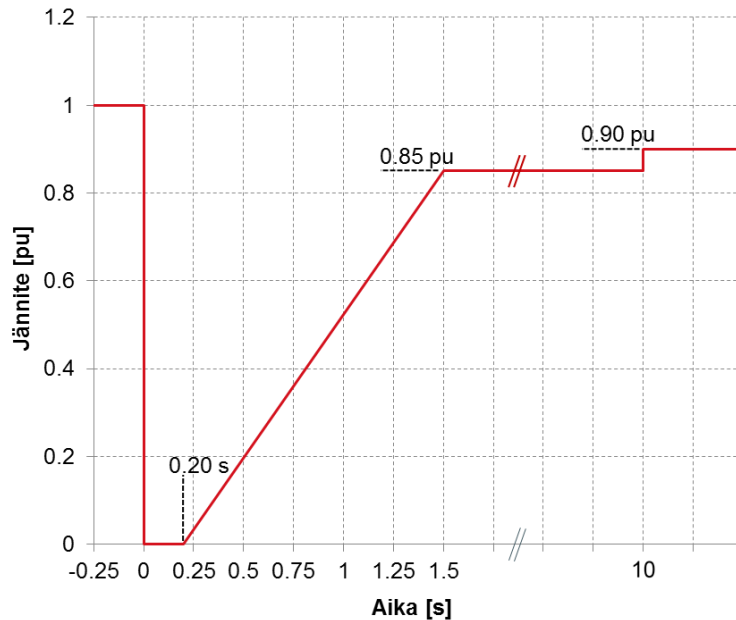
Tasasähköjärjestelmän tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen jännitehäiriötä tasasähköjärjestelmän liittymispisteen jännite on 1,0 pu
- Ennen jännitehäiriötä tasasähköjärjestelmä ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä tasasähköjärjestelmän jännitteen ja loistehon säätötilana on oltava automaattinen vakiojännitesäätö.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.

30.11.2018



**Kuva 10.2. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tasasähköjärjestelmän tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan.**

Tasasähköjärjestelmä ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

## 10.13 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku [10.12](#)) tasasähköjärjestelmän tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso 0,25 sekunnin kuluessa häiriön päättymisestä. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho on vikaa edeltävällä tasolla (toleranssi  $\pm 10\%$  asetustasosta). Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.

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

30.11.2018

## 11 Tasasähköjärjestelmän pätötehon ja taajuuden säätö

### 11.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

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

### 11.2 Tasasähköjärjestelmän pätöteho, käynnistys ja omakäyttö

#### 11.2.1 Minimiteho

Tasasähköjärjestelmän minimiteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja. Tasasähköjärjestelmän miniteho saa olla korkeintaan 5% tasasähköjärjestelmän mitoitustehosta.

Mikäli tasasähköjärjestelmä koostuu useista eri tasasähkösuuntaajista, eikä minimiteho jakaudu tasaisesti suuntaajien välillä, koko tasasähköjärjestelmän minimitehon lisäksi on ilmoitettava yksittäisten suuntaajien minimitehot osana toimitettavia tietoja.

#### 11.2.2 Mitoitusteho

Mikäli tasasähköjärjestelmä koostuu useista eri tasasähkösuuntaajista, eikä mitoitusteho jakaudu tasaisesti suuntaajien välillä, koko tasasähköjärjestelmän mitoitustehon lisäksi on ilmoitettava yksittäisten suuntaajien mitoitustehot osana toimitettavia tietoja.

Tasasähköjärjestelmän ylikuormituskykyyn liittyvät tiedot on toimitettava osana toimitettavia tietoja.

#### 11.2.3 Tasasähköjärjestelmän käynnistys

Tasasähköjärjestelmän kytkeminen sähköjärjestelmään ei saa aiheuttaa yli 2 %:n muutosta tasasähköjärjestelmän liittymispisteen jännitteessä.

#### 11.2.4 Omakäyttöteho

Tasasähköjärjestelmän omakäyttöteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

### 11.3 Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus

#### 11.3.1 Yleiset säätäjävaatimukset

Tasasähköjärjestelmän pätöteho ja pätötehon muutosnopeus on voitava asetella tässä luvussa kuvattavien vaatimusten mukaisesti minimitehon ja mitoitustehon määrittämällä alueella huomioiden myös tasasähköjärjestelmän mahdollinen ylikuormituskyky.

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



30.11.2018

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä ylläpitämään tavoitearvon mukaista vakiopätötehoa taajuuden muutoksista riippumatta, paitsi silloin kun jokin taajuussäädön toimintatila on aktiivinen.

## 11.3.2 Taajuussäädön toiminnallisuudet

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

Tasasähköjärjestelmän pätötehoa tulee kyetä rajoittamaan siten, että taajuussäädön toiminnan seurauksena tasasähköjärjestelmä voi kasvattaa tai pienentää pätötehotuotantoaan taajuuden vaihtelun mukaan. Rajoitus on kyettävä tekemään vakiopätötehotasolle.

Taajuussäädölle tulee voida määrittää tehoalue, jolla taajuussäädön avulla voidaan säätää tasasähköjärjestelmän tuottamaa pätötehoa.

Säädölle on oltava aseteltavissa kuollut alue.

## 11.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50 Hz.

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

Taajuussäädön kuolleen alueen tulee olla aseteltavissa välillä 0,0–0,5 Hz enintään 0,01 Hz:n portaissa.

Taajuussäädölle määritettävän tehoalueen tulee vastata tasasähköjärjestelmän 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.

## 11.4 Pätötehon rajoittaminen

Tasasähköjärjestelmän pätötehoa on pystyttävä rajoittamaan siten, että tasasähköjärjestelmän pätötehon suurimmalle sallitulle tasolle tulee olla määritettävissä mitoitustehoa pienempi arvo.

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

Pätötehon rajoittamisen yhteydessä tapahtuvan tehomuutoksen nopeutta tulee voida rajoittaa.

Ylärajan asettelu tulee antaa vähintään 1 MW:n tarkkuudella tasasähköjärjestelmän minimi- ja mitoitustehon rajaamalla alueella.

30.11.2018

## 11.5 Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

Tasasähköjärjestelmän pätötehon muutosnopeutta on pystyttävä rajoittamaan.

Pätötehon kasvaessa muutosnopeutta on voitava rajoittaa sekä tilanteessa, jossa pätötehon rajoittimen asetteluarvoa muutetaan, että tilanteessa, jossa tasasähköjärjestelmän pätötehon tuotanto kasvaa esimerkiksi automaattisesti korjaavia toimia toteuttavan säätötoiminnon seurauksena.

Kuvaus toiminnallisuuden toteuttamistavasta on toimitettava osana tasasähköjärjestelmän dokumentaatiota.

Pätötehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee pystyä määrittämään vähintään alueella 1 MW/min – 999 MW/min. Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/min).

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

## 11.6 Pätötehon nopea alas- ja ylössäätö

Tasasähköjärjestelmän pätötehoa on pystyttävä säätämään koko minimi- ja mitoitustehon määrittämällä alueella.

Nopeaa alas- ja ylössäätöä varten pätötehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee pystyä määrittämään vähintään alueella 1 MW/s – 999 MW/s. Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti sekunnissa (1 MW/s).

Pätötehon palauttaminen takaisin nopeasti alassäädön jälkeen on oltava mahdollista.

## 11.7 Pätötehon nopea suunnanvaihto

Tasasähköjärjestelmän on pystyttävä vaihtamaan nopeasti pätötehon ajosuuntaa. Ajosuunnan vaihdoksen on oltava mahdollinen yhden suunnan suurimmasta pätötehon siirtokapasiteetista toisen suunnan suurimpaan pätötehon siirtokapasiteettiin niin nopeasti kuin on teknisesti mahdollista, ja jos se kestää enemmän kuin 2 sekuntia, tulee liittyjän perustella tämä Fingridille.

## 11.8 Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä

Pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilan muuttaminen ei saa aiheuttaa huomattavaa äkillistä vaihtelua tasasähköjärjestelmän pätö- tai loistehossa.

Tasasähköjärjestelmän pätötehon ja taajuuden säädön toimintatiloja ja asetteluarvoja tulee kyetä muuttamaan sekä estämään, että sallimaan. Toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko tasasähköjärjestelmää paikallisesti vai etäyhteydellä.

## 11.9 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla vähintään 1 MW.

30.11.2018

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

Tasasähköjärjestelmän tehon ja taajuuden säädön tarkkuus ja herkkyys tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä. Kuvaus näistä ja näihin vaikuttavista tekijöistä tulee toimittaa osana tasasähköjärjestelmän dokumentaatiota.

## 11.10 Tehonsiirron aloittaminen uudelleen sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen

Tasasähköjärjestelmän kytkemisestä verkkoon sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Mikäli tasasähköjärjestelmän sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen liittyy tasasähköjärjestelmän toimintaan ja toteutukseen liittyviä rajoitteita, kuvaus rajoitteista on toimitettava osana dokumentaatiota.

## 11.11 Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz, ks. kuva 11.1.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.

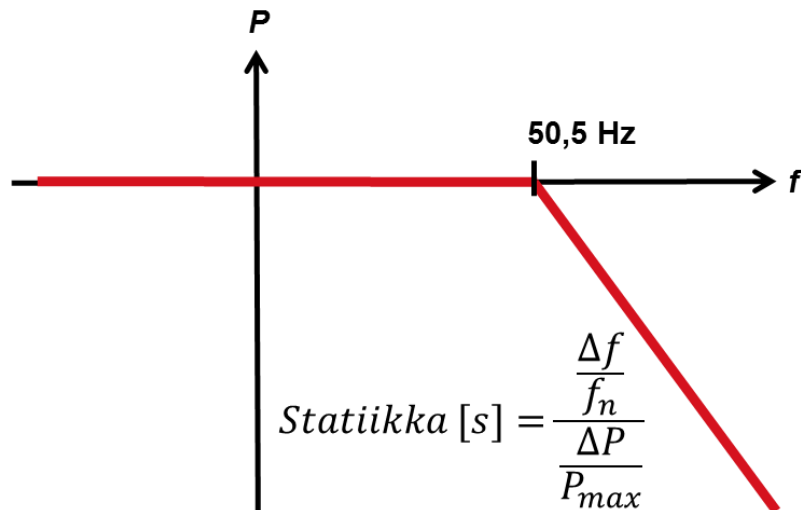
Säädön tulee aktivoitua mahdollisimman lyhyellä viiveellä, enintään kahden sekunnin kuluessa, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz.

Kun tasasähköjärjestelmä saavuttaa pienimmän mahdollisen säätötason, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla. Pienin mahdollinen säätötaso on minimiteho.

Tasasähköjärjestelmän tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoitua sen asetusarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetusarvoihin nähden.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä, silloin kun tasasähköjärjestelmä on asennettu synkronialueiden väliseen tehonsiirtoon.

30.11.2018



**Kuva 11.1. Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa tasasähköjärjestelmän tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz. Stattiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.**

## 11.12 Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz, ks. kuva 11.2.

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan stattiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.

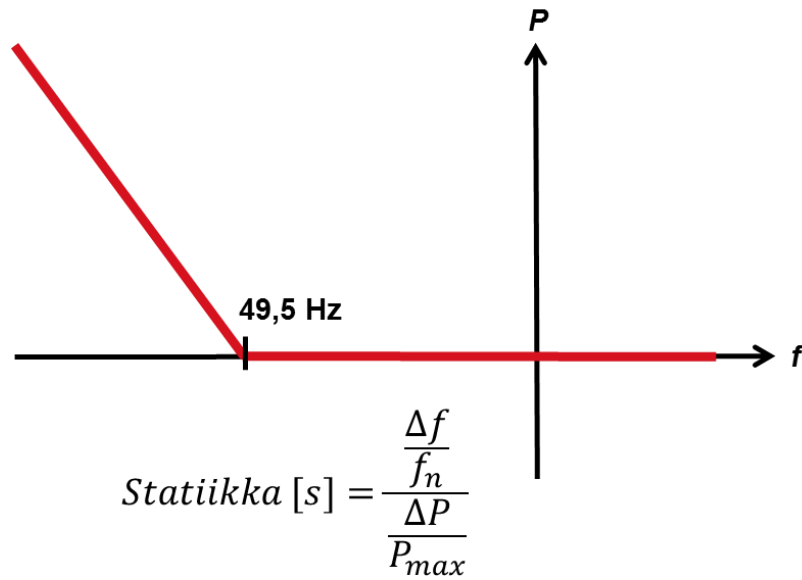
Säädön tulee aktivoitua mahdollisimman lyhyellä viiveellä, enintään kahden sekunnin kuluessa, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz.

Kun tasasähköjärjestelmä saavuttaa suurimman mahdollisen säätötason, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla. Suurin mahdollinen säätötaso on mitoitusteho, mikäli ympäristön lämpötila ei aseta rajoitteita.

Tasasähköjärjestelmän tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-alitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoitua sen asetusarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetusarvoihin nähden.

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä, silloin kun tasasähköjärjestelmä on asennettu synkronialueiden väliseen tehonsiirtoon.

30.11.2018



**Kuva 11.2. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilassa tasasähköjärjestelmän tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Staiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.**



30.11.2018

tasasähköjärjestelmän liittymispisteessä tai sen taakse osaksi tasasähköjärjestelmän muuta laitteistoa.

Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävien komponenttien toiminta tulee koordinoida tasasähköjärjestelmän muiden jännitettä säätävien komponenttien toiminnan kanssa siten, että luvussa [13](#) tasasähköjärjestelmän määritetyt jännitteen ja loistehon säädön vaatimukset täyttyvät.

Tasasähköjärjestelmän loistehokapasiteettivaatimuksen täyttämiseksi käytettävien laitteiden testaus-, dokumentointi- ja mallinnusvaatimuksista tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa tasasähköjärjestelmän vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1 (ks. luku [6.4](#)).

#### 12.4 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Kun toimitaan luvussa [12.1](#) määritettyjen raja-arvojen ulkopuolella, tasasähköjärjestelmän ja sen muiden mahdollisten loistehoa tuottavien komponenttien tuotantokykyä ei saa ohjelmallisesti rajoittaa.

Tasasähköjärjestelmässä käytettävien virtarajoittimien (tai vastaavien) toimintaan liittyvien suojien tulee olla koordinoitu siten, että saatavilla oleva loistehokapasiteetti tulee hyödynnettyä tehokkaasti ilman sähköjärjestelmästä irtikykytymisen riskiä.

30.11.2018

## 13 Tasasähköjärjestelmän jännitteen ja loistehon säätö

### 13.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Tasasähköjärjestelmällä on oltava automaattinen loistehon ja jännitteen säätö. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädön toiminta on jatkuvaa ja säädön toiminnan vaikutuksesta loistehon muutokset liittymispisteessä tapahtuvat portaattomasti.

Jännitteen ja loistehon säädön tulee mahdollistaa tasasähköjärjestelmän loistehokapasiteetin hyödyntäminen luvussa [12](#) kuvatulla tavalla. Säädön toiminta ei saa häiriintyä sähköjärjestelmän jännitteen ja taajuuden muutoksista tai lyhytaikaisista jännitehäiriöistä.

Tasasähköjärjestelmän jännitteen ja loistehon säädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

- 1) vakiojännitesäätö
- 2) vakioloistehosäätö ja
- 3) vakiotehokerroinsäätö.

Jännitteen ja loistehon säädön säätöalueen tulee vastata tasasähköjärjestelmän todellista loistehokapasiteettia. Loistehokapasiteettia ei saa keinotekoisesti rajoittaa.

Tasasähköjärjestelmän komponenttien virtakestoisuuden takaamiseksi toteutettujen rajoittimien periaatteellinen toiminta on kuvattava osana toimitettavaa tasasähköjärjestelmän dokumentaatiota.

Jännitteen ja loistehon säätötoimintojen tulee pystyä pitämään tasasähköjärjestelmän loistehotuotanto säätötoiminnon mukaisessa asetteluarvossa. Jännitteen ja loistehon 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 järjestelmän lois- tai pätötehossa.

Tasasähköjärjestelmän toimiessa minimitehonsa ( $P_{\min}$ ) alapuolella tasasähköjärjestelmällä ei Vaatimusten kannalta ole velvoitetta säätää liittymispisteen jännitettä tai loistehoa.

### 13.2 Vakiojännitesäätö

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä toimimaan vakiojännitesäädöllä siten, että säädön avulla, loistehostatiikka huomioiden, on mahdollista ohjata suoraan liittymispisteen jännitettä.

Vakiojännitesäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa liittymispisteen jännitteelle määritettyjen jatkuvan toiminta-alueen raja-arvojen mukaisesti enintään 0,01 pu:n portaissa. Jännitteensäädölle tulee olla aseteltavissa kuollut alue, joka tulee olla erikseen kytkettävissä päälle tai pois päältä. Jännitteensäädön kuolleen alueen yksityiskohtaisesta toteutuksesta tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.



30.11.2018

Jännitesäädön loistehostatiikan tulee olla lineaarinen sekä aseteltavissa alueella 2–7 % enintään 0,5 prosenttiyksikön portaissa. Asetteluarvo voidaan asettaa positiivisena tai negatiivisena riippuen tasasähköjärjestelmän jännitteensäädön toteutuksesta.

Tasasähköjärjestelmän ollessa verkkoon kytkeytyneenä vakiojännitesäädön vasteen olla tulee olla seuraavanlainen askelmaisen jännitteenmuutoksen yhteydessä:

- 1) loistehovasteen nousuaika nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla 0,1 sekuntia,
- 2) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta,
- 3) vasteen tulee asettua tavoitetasolleen 2 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä,
- 4) pysyvän tilan loistehon oloarvon poikkeama saa olla korkeintaan  $\pm 1$  Mvar tai  $\pm 5$  % loistehon tavoitearvosta.

### 13.3 Vakioloistehosäätö

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä toimimaan vakioloistehosäädöllä siten, että säädön avulla on mahdollista suoraan ohjata liittymispisteeseen syötettävää ja siitä otettavaa loistehoa.

Vakioloistehosäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle loisteholle tulee olla vähintään 1 Mvar (toleranssi  $\pm 0,5$  Mvar). Asetteluarvon asettelualueen tulee vastata tasasähköjärjestelmän todellista loistehokapasiteettia.

Vakioloistehosäädön tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua tasasähköjärjestelmän loistehon ohjearvon muuttamisen jälkeen.

### 13.4 Vakiotehokerroinsäätö

Tasasähköjärjestelmän tulee kyetä toimimaan vakiotehokerroinsäädöllä siten, että säädön avulla on mahdollista ohjata suoraan liittymispisteen tehokerrointa, eli liittymispisteeseen syötettävää ja siitä otettavaa loistehoa tasasähköjärjestelmän pätötehon funktiona.

Vakiotehokerroinsäädön asetteluarvon tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa välillä  $0,95_{ind} - 0,95_{kap}$  tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,01:n portaissa.

Vakiotehokerroinsäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle tehokertoimelle tulee olla vähintään 0,01 (toleranssi  $\pm 0,005$ ).

Vakiotehokerroinsäädön tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua tasasähköjärjestelmän äkillisen pätötehon muuttumisen jälkeen.

30.11.2018

## 13.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset

Säädön toimintatilan ja toimintapisteen muutosten tulee tapahtua ilman merkittäviä äkillisiä muutoksia (korkeintaan 5 % mitoitustehosta) tai toistuvia, merkittäviä heilahteluita tasasähköjärjestelmän päto- tai loistehossa. Toimintatilan muutoksen tulee tapahtua ennalta määritetyn ajan kuluessa siitä, kun tasasähköjärjestelmälle on annettu pyyntö vaihtaa säädön toimintatila.

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

## 13.6 Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

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

## 13.7 Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit

Mikäli loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnetään erillisiä, osaksi tasasähköjärjestelmää toteutettavia kompensointilaitteita, niiden toiminta on koordinoitava tasasähköjärjestelmän säätäjien toiminnan kanssa muiden luvussa 13 esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Lisäksi tarpeesta koordinoita laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jännitteensäätöön osallistuvien komponenttien kanssa tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

## 13.8 Tasasähköjärjestelmän loistehon- ja jännitteensäädön vaikutukset sähkömekaanisiin heilahteluihin

Jännitteen ja loistehon säädön virittämässä tulee huomioida säätäjän toiminnan mahdollinen vaikutus sähköjärjestelmän dynamiikkaan. Jännite- ja loistehosäädön vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä liittäjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kesken, jotta tasasähköjärjestelmän vaikutus järjestelmän siirtokykyyn voidaan määrittää siten, että se tukee mahdollisimman hyvin sähköjärjestelmän toimintaa.

Mikäli tasasähköjärjestelmän normaalien säätötoimintojen vaste sähkömekaanisiin heilahteluihin on säätöjen toteutuksesta ja asetteluarvoista riippumatta järjestelmän siirtokykyä heikentävä, tasasähköjärjestelmän säädön vasteen vaikutusta heilahteluihin on parannettava lisäsäätötoimintojen, esim. 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 tehdastestauksen ja käyttöönottokokeiden yhteydessä.

30.11.2018

## 14 Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeet

### 14.1 Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeiden yleiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa tasasähköjärjestelmän toiminta sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti tasasähköjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla kokeilla. Vaatimukset, joiden todentaminen ei ole mahdollista käyttöönoton yhteydessä, on todennettava ensisijaisesti tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen yhteydessä

Liittymispisteen verkonhaltija ja/tai Fingridin edustaja voivat osallistua vaatimuksenmukaisuuden varmentamiseen liittyviin käyttöönottokokeisiin joko laitosalueella tai verkonhaltijan valvontakeskuksesta käsin. Tätä varten liittyjän on annettava käyttöön tarvittavat valvontalaitteet kaikkien merkityksellisten testisignaalien ja mittausten rekisteröimiseksi sekä varmistettava, että tarvittavat liittyjän edustajat ovat läsnä laitosalueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin määrittelemät signaalit, jos liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskäytön rekisteröimiseen.

Liittymispisteen verkonhaltija ja/tai Fingridin edustaja voivat vastaavasti osallistua vaatimuksenmukaisuuden varmentamiseen liittyviin tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastesteihin.

Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

### 14.2 Tasasähköjärjestelmän käyttöönottokokeet

#### 14.2.1 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 tasasähköjärjestelmäkohtainen 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 6 kuukautta ennen käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

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. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

30.11.2018

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 tasasähköjärjestelmän käyttöön liittyvät olosuhteet tai paikallisen sähköverkon ja kansallisen 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:

- tasasähköjärjestelmän pätöteho,
- tasasähköjärjestelmän loisteho,
- jännite liittymispisteessä,
- taajuus liittymispisteessä.

Käyttöönottokokeissa mitattavista muista suureista sovitaan yksityiskohtaisesti erikseen liittäjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kesken.

Lisäksi käyttöönottokokeissa tulee tallentaa häiriötallentimen ja heilahtelutallentimen avulla kaikki vaatimusten mukaisuuden todentamisen kannalta keskeiset suureet. Käyttöönottokokeissa tulee tallentaa myös säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

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

#### 14.2.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

Liittyjä voi asianmukaisen kokeen suorittamisen sijaan käyttää kyseisen tasasähköjärjestelmän suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen tuloksia sen osoittamiseen, että kyseessä olevaa vaatimusta on noudatettu. Tällaisessa tapauksessa tieto kyseisten vaatimusten todentamistavasta on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille 6 kk ennen suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen suorittamista. Lähtökohtaisesti suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen tuloksilla ei voida taata tasasähköjärjestelmän ja kaikkien apulaitteiden yhteistoimintaa. Tämän vuoksi tehdastestauksia ei hyväksytä ensisijaisena todentamismenetelmänä ja niiden käytöstä tulee sopia erikseen Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Mikäli käyttöönottokokeen suorittaminen ei ole mahdollista liittymispisteen verkonhaltijan verkon tai sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen, tulee liittäjän sopia erikseen Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa käyttöönottokokeen korvaamisesta. Fingrid määrittää, voidaanko jokin käyttöönottokoe mahdollisesti korvata jollakin seuraavista menetelmistä:

30.11.2018

- 1) suojaus- ja automaatiojärjestelmän tehdastestauksen yhteydessä suoritettavat kokeet,
- 2) jatkuva seuranta,
- 3) valtuutetun todentajan myöntämät laitetodistukset, akkreditoitujen laboratoriorien sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset testausraportit,
- 4) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettavat laskentatarkastelut.

### 14.2.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa vähintään luvun 14.2.4 määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittyjän on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa [6.3](#) kuvattujen vaiheittain etenevien tasasähköjärjestelmähankkeiden 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 tasasähköjärjestelmän toiminta on vaatimusten ja tasasähköjärjestelmästä toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa vaatimusten mukaisesti (luku 14.2.4).

### 14.2.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila
  - Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
  - Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue.

30.11.2018

Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz.

- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.11](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

## 2) Taajuussäätö-alिताajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa mitoitustehon alapuolella olevissa toimintapisteissä taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri pudotus.
- Koe on suoritettava simuloimalla asianmukaisia pätötehon toimintapisteitä pienillä taajuusaskelilla ja -rampeilla, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, kun aloituspiste on enintään 80 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue. Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen -0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.12](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

## 3) Taajuussäätötoimintatila

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa koko käyttöalueella mitoitustehon ja pienimmän säätötason välillä taajuuden säätämiseksi. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava. Kokeiden aikana tasasähköjärjestelmän tulee toimia tasasähköjärjestelmän eri mitoitustehoilla ja taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään  $\pm 10$  % tasasähköjärjestelmän mitoitustehosta.
- Koe on suoritettava verkon taajuusmittaukseen perustuen sekä simuloimalla taajuusaskelia ja -rampeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue, sekä kyky tosiasiallisesti kasvattaa tai vähentää pätötehoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa tasasähköjärjestelmän pätötehon muutosnopeus tulee asettaa suurimpaan sallittuun arvoon. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:
  - Mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
  - Syötetään taajuusmittaukseen +0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.

30.11.2018

- Syötetään taajuusmittaukseen +0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
  - Syötetään taajuusmittaukseen -0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
  - Syötetään taajuusmittaukseen -0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
  - Asetetaan kuollut alue  $\pm 10$  mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
  - Asetetaan kuollut alue  $\pm 100$  mHz. Syötetään taajuusmittaukseen +50 mHz ja -50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään +150 mHz ja -150 mHz suuruinen häiriösignaali.
  - Asetetaan statiikka asettelualueen minimi- ja maksimiarvoon. Asetetaan kuollut alue asettelualueen maksimi- ja minimiarvoon.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [11.3](#), [11.8](#) ja [11.9](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

#### 4) Pätötehon muutosnopeus

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky muuttaa pätehoa luvun 11.5 määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe tulee suorittaa kahdella pätehon muutosnopeudella  $0,1 \times P_{\max}/\text{min}$  ja  $1,0 \times P_{\max}/\text{min}$ . Koe voidaan suorittaa ohjaamalla tasasähköjärjestelmän päteho minimiteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla tasasähköjärjestelmän päteho maksimiteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.5](#) vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen aikana tai sen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

#### 5) Vakiojännitesäätö

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky säätää jännitettä ja toimia lukujen [13.2](#) ja [13.5](#) vaatimusten mukaisesti tasasähköjärjestelmän toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tasasähköjärjestelmän jännitteensäädön askelvastekokeet, kun tasasähköjärjestelmän on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa jännitteensäädön suorituskyky sekä ohjearvon ja loistehostatiikan aseteltavuus. Virtarajoittimien oikean toiminnan todentamiseksi toiselle statiikalle määritetyistä asetteluarviosta suoritettava koe tulee suorittaa kolmessa toimintapisteessä, jossa yhdessä rajoittimet eivät aktivoidu ja kahdessa, joissa molemmissa aktivoituvat erilaiset rajoittimet.

30.11.2018

Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:

- Asetetaan generaattorin loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan tasasähköjärjestelmän jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1.00 pu, 1.01 pu, 1.00 pu, 0.99 pu, 1.00 pu, 1.02 pu, 1.00 pu, 0.98 pu, 1.00 pu.
- Asetetaan generaattorin loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan tasasähköjärjestelmän jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1.00 pu, 1.01 pu, 1.00 pu, 0.99 pu, 1.00 pu, 1.02 pu, 1.00 pu, 0.98 pu, 1.00 pu.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.2](#) ja [13.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen tasasähköjärjestelmän saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

#### 6) Vakioloistehosäätö

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky säätää loistehoa ja toimia lukujen [13.3](#) ja [13.5](#) vaatimusten mukaisesti tasasähköjärjestelmän toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava loistehon askelmaisia muutoksia, kun tasasähköjärjestelmä on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa loistehosäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus. Koe voidaan suorittaa ohjaamalla tasasähköjärjestelmän loistehosäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi 1 Mvar:n portain.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.3](#) ja [13.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen tasasähköjärjestelmä saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

#### 7) Vakiotehokerroinsäätö

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky säätää liittymispisteestä mitattavaa tehokerrointa ja toimia lukujen [13.4](#) ja [13.5](#) vaatimusten mukaisesti tasasähköjärjestelmän toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä askelmaisia loistehomuutoksia, kun tasasähköjärjestelmä on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus. Koe voidaan suorittaa ohjaamalla tasasähköjärjestelmän tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi 0,01:n portain.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.4](#) ja [13.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen tasasähköjärjestelmä saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.



30.11.2018

## 8) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun [12.1](#) vaatimusten mukaisesti. Lisäksi kokeessa todennetaan pätötehon rajoittaminen ja pätötehon säädön tarkkuus.
- Koe on suoritettava tasasähköjärjestelmän suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, tasasähköjärjestelmän tuottaessa pätötehoa kolmessa eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:
  - toiminta tasasähköjärjestelmän pienimmällä pätötehon siirtokapasiteetilla
  - toiminta tasasähköjärjestelmän suurimmalla pätötehon siirtokapasiteetilla
  - toiminta tasasähköjärjestelmän suurimman ja pienimmän pätötehon siirtokapasiteetin välissä sijaitsevalla pätötehon asetusarvolla
- Koe voidaan suorittaa muuttamalla tasasähköjärjestelmän jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [12.1](#), [13.3](#) ja [13.6](#) vaatimukset täyttyvät.

## 9) Pätötehon nopea alassäätö

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän tekninen kyky säätää nopeasti pätötehoa luvun [11.6](#) mukaisesti.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.6](#) vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen seurauksena ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

## 10) Pysäytys ja käynnistys

- Kokeen on osoitettava, ettei tasasähköjärjestelmän pysäytys ja käynnistys aiheuta sähkön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [10.9](#) ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.

## 11) Lähivikakestoisuus

- Kokeen on osoitettava tasasähköjärjestelmän lähivikakestoisuus luvun [10.13](#) vaatimusten mukaisesti. Lähivikakokeen toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta. Mikäli lähivikakoetta ei toteuteta, tasasähköjärjestelmän toiminta lähiviassa on osoitettava muilla tavoin luvussa [14.2.2](#) kuvatulla tavalla.

30.11.2018

## 14.3 Erityistarkasteluvaatimukseen liittyvät käyttöönottokeet

Erityistarkasteluvaatimukseen liittyvien käyttöönottokeiden toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta luvussa [5](#) kuvattavien erityistarkasteluvaatimusten määrittämisen yhteydessä.

30.11.2018

## 15 Tasasähköjärjestelmän mallinnusvaatimukset

### 15.1.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

Tasasähköjärjestelmästä toimitettavien laskentamallien tulee toistaa tasasähköjärjestelmän keskeiset toiminnallisuudet ja ominaisuudet todenmukaisesti.

Laskentamallit tulee toimittaa joko Fingridin määrittelemälle laskentaohjelmistolle soveltuvana mallina tai yksityiskohtaisina lohkokaaviotason kuvauksina asetteluarvoineen. Mallit voidaan korvata toisilla laskentaohjelmilla toteutetuilla lohkokaaviomalleilla ja parametrilistauksilla, mikäli mallit ovat julkisesti dokumentoitujen standardien mukaisia (IEC tai IEEE).

### 15.1.2 Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset

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

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

### 15.1.3 Tasasähköjärjestelmän dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaan tarkoitetun mallin tulee toistaa Vaatimusten mukaisella jännite- ja taajuustoiminta-alueella tasasähköjärjestelmän toiminta huomioiden tasasähköjärjestelmän 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.

### 15.1.4 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia tasasähköjärjestelmän tehdastestauksen ja käyttöönottokokeiden tuloksiin.

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on dokumentoitava. Dokumentaatio on toimitettava sähköisinä asiakirjoina liittymispisteen verknohaltijalle. Toimitettavien

30.11.2018

asiakirjojen tulee olla kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Dokumentaation tulee kattaa seuraavat pääkohdat:

- 1) Tasasähköjärjestelmän komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko
- 2) Lohkokaavioesitys pätötehon ja taajuuden säädöstä parametreineen
- 3) Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen
- 4) Lohkokaavioesitys muista tasasähköjärjestelmän lisäsäädöistä tai komponenteista ja niiden toiminnasta, mikäli niillä on vaikutusta Vaatimusten kannalta
- 5) Ohjeistus laskentamallin käyttämiseen ja ylläpitoon
- 6) Mallinnustietojen todentamisen tulokset sekä tehdastestauksen että käyttöönottokokeiden tulosten osalta:
  - a) raportti mallin todentamisesta,
  - b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu,
  - c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa
  - d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

## 15.1.5 Erityistarkasteluvaatimukset

Mikäli erityistarkasteluissa käytetään sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät tasasähköjärjestelmän laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkasteluiden loppuraporttia.

Sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentamallit on päivitettävä ja toimitettava Fingridille sekä tasasähköjärjestelmän suunnittelun yhteydessä tehtävien mitoitus- ja suunnittelutarkasteluiden, tehdastestauksen että käyttöönottokokeiden jälkeen. Lopulliset laskentamallit dokumentaatioineen on toimitettava Fingridille osana tasasähköjärjestelmän loppudokumentaatiota.

## 15.1.6 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Tasasähköjärjestelmäprojektiin liittyvien kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.