

28.2.2020

Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2019

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Termit ja määritelmät	5
3	Vaatimusten soveltamisala	8
4	Luottamuksellisuus	10
5	Erityistarkasteluvaatimukset	11
6	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	12
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana.....	12
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet.....	12
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	13
6.2	Sähkövaraston järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	14
6.3	Vaiheittain etenevät sähkövarastohankkeet	14
6.4	Sähkövarastojen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	14
6.4.1	Tyyppin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	14
6.4.2	Tyyppin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	15
6.4.3	Tyyppin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	16
7	Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen	21
7.1	Tyyppin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	21
7.2	Tyyppin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	21
7.3	Tyyppin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot	23
7.4	Tyyppin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot	23
7.4.1	Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu	23
7.4.2	Toimitettavat tiedot.....	23
8	Poikkeukset vaatimuksista	27
9	Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi	28
9.1	Tyyppin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto.....	28
9.2	Tyyppin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	28
9.3	Tyyppin C ja D sähkövarastojen instrumentointi.....	28
10	Yleiset vaatimukset	30
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	30
10.2	Tyyppin A sähkövaraston yleiset vaatimukset	30
10.2.1	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue.....	30
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	30
10.2.3	Etäohjausvalmius.....	31
10.2.4	Automaattinen kytkeytyminen	31
10.3	Tyyppin B sähkövaraston yleiset vaatimukset	31
10.3.1	Etäohjausvalmius.....	31
10.3.2	Lähivikakestoisuus.....	31

28.2.2020

10.3.3	Sähkövaraston vikavirran syöttö.....	32
10.3.4	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen	33
10.3.5	Suojaus.....	33
10.4	Tyyppin C sähkövaraston yleiset vaatimukset	34
10.4.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö	34
10.4.2	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	34
10.4.3	Sähkön laatu	35
10.4.4	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus	35
10.4.5	Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö	35
10.5	Tyyppin D sähkövaraston yleiset vaatimukset	35
10.5.1	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue.....	35
10.5.2	Lähivikakestoisuus.....	36
10.5.3	Laskelma sähkövaraston toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä.....	37
11	Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö	39
11.1	Tyyppin A sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö	39
11.1.1	Pätötehonsäätö.....	39
11.1.2	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O).....	39
11.2	Tyyppin B sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö	40
11.3	Tyyppin C ja D sähkövarastojen pätötehon ja taajuuden säätö	40
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	40
11.3.2	Sähkövaraston mitoitusteho, käynnistys ja omakäyttö.....	41
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön ominaisuudet.....	41
11.3.4	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä	44
11.3.5	Säädön tarkkuus ja herkkyys	44
12	Sähkövaraston loistehokapasiteetti	45
12.1	Tyyppin B sähkövaraston loistehokapasiteetti	45
12.2	Tyyppin C ja D sähkövarastojen loistehokapasiteetti.....	45
12.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus	45
12.2.2	Lisäloistehokapasiteetti	46
12.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit ...	46
12.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma	46
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	47
13	Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö.....	48
13.1	Tyyppin B sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö	48
13.2	Tyyppin C sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö	48
13.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	48
13.2.2	Vakiojännitesäätö.....	49
13.2.3	Vakioiloistehosäätö	50
13.2.4	Vakioitehokerroinsäätö	50
13.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	50
13.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	50
13.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	50
13.3	Tyyppin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö	51
14	Sähkövarastojen käyttöönottokokeet.....	52
14.1	Tyyppin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	52
14.2	Tyyppin B sähkövaraston käyttöönottokokeet	52
14.3	Tyyppin C sähkövaraston käyttöönottokokeet	53

28.2.2020

14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	53
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	54
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	55
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	55
14.4	Tyypin D sähkövaraston käyttöönottokokeet	59
15	Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset	60
15.1	Tyypin C ja D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset	60
15.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	60
15.1.2	Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten	60
15.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	60
15.1.4	Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset.....	60
15.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	61
15.1.6	Erytistarkasteluvaatimukset.....	62
15.1.7	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	62
16	Liite A: Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessin seurantataulukot.....	63
16.1	Vaihe 1 (Suunnittelu).....	63
16.2	Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)	64
16.3	Vaihe 2 - Sähkövaraston käyttöönottokokeet yksityiskohtaisesti	65
16.4	Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä)	66

28.2.2020

1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää sähkövarastojen järjestelmätekniiset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suuntaajakytketyille sähkövarastoille, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita. Näiden järjestelmätekniisten vaatimusten lisäksi liittyjän on noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE), kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja sekä liittymispisteen verkonhaltijan asettamia liittymisehtoja.

Vaatimukset on asetettu sähkövarastojen liityntälaitteiston teknologian perusteella, mikä on yhtenevä suuntaajakytkettyjen voimalaitosten kanssa. Jos muunlaisia sähkövarastoja aiotaan kytkeä sähköjärjestelmään, Fingrid määrittää niille vaatimukset erikseen. Eurooppalaiset liittynnän verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Näiden vaatimusten asettamisessa on huomioitu eurooppalaisten liittynnän verkkosääntöjen yhtenevät tavoitteet; tasapuolisten ja syrjimättömien kilpailuolosuhteiden takaaminen sähkön sisämarkkinoilla, sähköjärjestelmän käyttövarmuuden varmistaminen sekä yhtenäisten liityntäehtojen luominen verkkoliitynnöille.

Kansallisesti sähkövarastojen järjestelmätekniisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että

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

28.2.2020

2 Termit ja määritelmät

Jännitteensäätäjä: Säättää sähkövaraston tuottamaa loistehoa käyttäen referenssinään joko sähkövaraston suuntaajan liitinjännitettä tai liittymispisteen jännitettä.

Järjestelmäpalvelut: Järjestelmäpalvelut ovat sähkön siirto- tai jakeluverkon käyttöä tukevia palveluita, kuten esimerkiksi reservi- ja säätösähkömarkkinat, tai sähköverkon kuormituksen tasaus ja hallinta.

k-kerroin: Määrittää sähkövaraston vikavirran syötön suhteessa vian aikaiseen jäännösjännitteeseen.

$$k = \frac{\frac{\Delta I_q}{I_n}}{\frac{\Delta U}{U_n}}$$

missä I_q on loisvirta, I_n on sähkövaraston nimellisvirta, U vian aikainen jäännösjännite, U_n on nimellisjännite.

Kulutustila: Sähkövaraston kulutustilassa sähkövarasto ottaa pätötehoa sähköverkosta, samalla ladataan sähkövarastoa.

Käyttöönottokokeet: Sähkövarastojen järjestelmäteknisiin vaatimuksiin liittyvät käyttöönottokokeet.

Liittyjä: Toimija, jonka omistama sähkövarasto liittyy sähköjärjestelmään tai kiinteistön omistaja, jonka omistamaan kiinteistöön liittyy sähkövarasto.

Liittymispiste: Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

Liittymissopimus: 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 sähkövarasto voi yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa tuottaa tai kuluttaa.

Loistehostatiikka: Sähkövaraston tuottaman loistehon suhteellinen muutos verrattuna jännitteen muutokseen (engl. slope).

Mitoitusteho kulutustilassa ($P_{\max,d}$): Sähkövaraston mitoitusteho kulutustilassa on sähkövaraston liittymispisteestä mitattava suurin pätöteho, jonka sähkövarasto voi ottaa ja joka on määritetty liittymissopimuksessa, tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän kesken.

Mitoitusteho tuotantotilassa ($P_{\max,p}$): Sähkövaraston mitoitusteho tuotantotilassa on sähkövaraston liittymispisteestä mitattava suurin pätöteho, jonka sähkövarasto voi tuottaa sähköverkkoon ja joka on määritetty liittymissopimuksessa, tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän kesken.

28.2.2020

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

Nostomuuntaja: Sähkövaraston kokoomakiskon ja liittymispisteen välissä oleva muuntaja, jonka kautta sähkövaraston tuottama tai kuluttama sähköteho siirretään sähkövaraston ja sähköjärjestelmän välillä.

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

Näennäisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

Omakäyttöteho: Sähkövaraston omakäyttölaitteiden kuluttama pätö- ja loisteho. Omakäyttölaitteina pidetään niitä sähkövaraston laitteita ja koneita, jotka sähkövarastossa tarvitaan sähkön tuotanto- ja kulutusvalmiuden ylläpitämiseen.

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

Pimeäkäynnistysominaisuus: Sähkövaraston kyky käynnistää sähkön tuotantotila ilman ulkoista sähkönsyöttöä sähköverkosta ja kyky syöttää sähkötehoa verkkoon ylläpitäen stabiili jännite- ja taajuus sähköverkossa.

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

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

Statiikka: Sähkövaraston tuottaman pätötehon suhteellinen muutos verrattuna taajuuden muutokseen (engl. droop).

Sähkövarasto: Sähkön varastointiin kykenevä yksikkö tai sähköä varastoivien yksiköiden muodostama kaupallinen kokonaisuus, joka on liitetty sähköverkkoon tehoelektroniikan kautta ja jolla on myös yksi liittymispiste siirtoverkkoon, jakeluverkkoon, suljettuun jakeluverkkoon, suurjännitteiseen tasasähköjärjestelmään tai kiinteistön sähköverkkoon.

Säädön toimintatila: Säädön toimintatila tarkoittaa erilaisia sähkövaraston säätöjärjestelmien toimintatiloja, esimerkiksi vakiopäätötehosäätö, taajuussäätö, vakioiloistehosäätö tai vakiojännitesäätö.

Taajuussäätö: Sähkövarasto kykenee muuttamaan pätötehon tuotantoa ja kulutusta lineaarisesti taajuuden funktiona määritetyn statiikan mukaan. Näin sähkövarasto tukee toiminnallaan sähköjärjestelmän taajuuden ylläpitoa (engl. frequency control).

Toimintatila: Katso säädön toimintatila.

Tuotantotila: Sähkövaraston tuotantotilassa sähkövarasto tuottaa pätötehoa sähköverkkoon, samalla purkaen sähkövarastoa.

28.2.2020

Vaatimukset: Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2019.

YLE: Fingridin yleiset liittymisehdot.

28.2.2020

3 Vaatimusten soveltamisala

Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset koskevat niitä Suomen sähköjärjestelmään kytkettyjä tai kytkettäviä suuntaajakytkettyjä sähkövarastoja, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita ja joiden mitoitusteho tuotantotilassa on vähintään 0,8 kW. Vaatimukset eroavat sähkövaraston mitoitustehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

Vaatimukset eivät koske varavirtalähteitä tai järjestelmiä, joiden tarkoitus on varmistaa keskeytymätön sähkötehon syöttö turvattavalle kuormitukselle sähköverkon häiriöiden aikana. Varavirtalähteen tulee täyttää sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset, mikäli se tuottaa järjestelmäpalveluita.

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

Liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää ne vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa sähkövaraston liittymissopimusta tehtäessä. Vaatimukset tulee täyttää liittymispisteessä tai vaatimuskohtaisesti erikseen määritetyssä pisteessä.

Vaatimukset on porrastettu sähkövaraston tuotantotilan mitoitustehon ja liittymispisteen jännitetason mukaisesti tyyppiluokkiin. Asiakirjassa käytetyt tyyppiluokat on esitetty taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1. Sähkövaraston tyyppiluokittelu tuotantotilan mitoitustehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

Tyyppi-luokka	Liittymispisteen jännitetaso	Ehto	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho $P_{max,p}$
Tyyppi A	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV ¹	ja (*)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on vähintään 0,8 kW mutta alle 1 MW. ($0,8 \text{ kW} \leq P_{max,p} < 1 \text{ MW}$)
Tyyppi B	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV ¹	ja (*)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on vähintään 1 MW mutta alle 10 MW. ($1 \text{ MW} \leq P_{max,p} < 10 \text{ MW}$)
Tyyppi C	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV	ja (*)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on vähintään 10 MW mutta alle 30 MW. ($10 \text{ MW} \leq P_{max,p} < 30 \text{ MW}$)
Tyyppi D	Liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV	tai (+)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on vähintään 30 MW. ($P_{max,p} \geq 30 \text{ MW}$)

¹ Riippumatta liittymissopimuksen mukaisesta liittymispisteen jännitteestä, tyyppien A ja B sähkövarastojen liittymispisteen jännitetasoksi katsotaan se jännitetaso, johon sähkövaraston päämuuntaja liitetään tai jännitetaso, johon sähkövarasto liittyy suoraan ilman päämuuntajaa.

28.2.2020

Sähkövarasto voidaan liittää sähköjärjestelmään oman liittymispisteen taakse, tai jo olemassa olevan liittymän osaksi, esim. voimalaitoksen tai kulutuslaitoksen keskijännitekiskoon. Sähkövaraston järjestelmätekniset vaatimukset määräytyvät taulukon 3.1 mukaan, eivätkä ne ole lähtökohtaisesti riippuvaisia samaan liittymispisteeseen liitettyjen muiden tuotanto- tai kulutuslaitteistojen mitoitustehosta tai vaatimuksista. Mikäli liittyyjä haluaa yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi voimalaitoksen tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää, voidaan vaatimuksia tarkastella kokonaisuutena. Vaatimukset määräytyvät kokonaisjärjestelmän mitoitustehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella. Fingrid määrittää yksityiskohtaiset vaatimukset tapauskohtaisesti liittymän pyynnöstä.

28.2.2020

4 Luottamuksellisuus

Salassapitovelvoitteiden osalta noudatetaan seuraavia kansallisia periaatteita, jotka perustuvat mukailleen Euroopan komission asetukseen 2016/631 art. 12:

1. Vaatimusten nojalla saatuja, vaihdettuja tai toimitettuja luottamuksellisia tietoja koskee 2, 3 ja 4 kohdassa säädetty salassapitovelvollisuus.
2. Salassapitovelvollisuus koskee kaikkia Vaatimusten 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, näiden Vaatimusten muiden säännösten tai muun asiaan liittyvän unionin lainsäädännön soveltamista niiden soveltamisalaan kuuluviin tapauksiin.
4. Näiden Vaatimusten nojalla luottamuksellisia tietoja saavilla sääntelyviranomaisilla, elimillä ja henkilöillä on oikeus käyttää saamiaan tietoja ainoastaan näiden Vaatimusten mukaisten tehtäviensä suorittamiseen, sanotun kuitenkin rajoittamatta kansallisen tai unionin lainsäädännön soveltamista sen soveltamisalaan kuuluviin tapauksiin.

28.2.2020

5 Erityistarkasteluvaatimukset

Liittyjän tulee pyytää Fingridiltä erityistarkastelutarpeen arviointia sähkövaraston esisuunnitteluvaiheessa, jos sähkövarasto kuuluu tyyppiluokkaan D (taulukko [3.1](#)). Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen ainakin seuraavien asioiden osalta: alisykroninen vuorovaikutus, geomagneettisesti indusoituvat virrat, tehoheilahtelujen vaimentuminen ja pieni minimioikosulkuteho.

Mikäli sähkövaraston liitynnän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, liittyjän tulee suorittaa tarkastelut viimeistään sähkövaraston liitynnän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Liittyjällä on vastuu erityistarkastelujen suorittamisesta ja koordinoinnista.

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

28.2.2020

6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa määritellään sähkövarastojen Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta vaatimustenmukaisuudesta sekä 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 [7–16](#).

Liittyjän tulee huomioida, että tässä asiakirjassa kuvattu vaatimusten todentamisprosessi ei sisällä sähkövaraston liittämisprosessia kokonaisuudessaan. Prosessi on kuvattu ainoastaan järjestelmätekniikan todentamisen osalta. Liittyjän tulee sopia liittynnystä aina liittymispisteen verkonhaltijan kanssa ennen liittynnän suunnittelua. Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltija solmivat liittymissopimuksen, jossa yksityiskohtaiset liityntäehdot on määritetty. Liityntää ei saa tehdä ilman liittymispisteen verkonhaltijan lupaa.

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 sähkövaraston käyttöiän ajan.

Liittyjän on ilmoitettava liittymispisteen verkonhaltijalle suunnitelluista koeohjelmista ja menettelyistä, joita noudatetaan sen todentamiseksi, että sähkövarasto on Vaatimusten mukainen, hyvissä ajoin ennen niiden aloittamista. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää ilmoitusajankohdan. 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 sähkövaraston suorituskyvyn.

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

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi sähkövarastoprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa liittyjän toimittamat tiedot ja arvioida, onko sähkövarasto 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

28.2.2020

korvaamisen jälkeen, joka voi vaikuttaa siihen, onko sähkövarasto 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 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 sähkövaraston Vaatimusten mukainen toiminta myös vaatimusten todentamisprosessin hyväksytyin suorittamisen jälkeen. Mikäli liittyjä havaitsee sähkövaraston 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 sähkövarastoprojektin vaiheessa tai sähkövaraston normaalin käytön aikana, että sähkövarasto poikkeaa Vaatimuksista.

6.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

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

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

28.2.2020

6.2 Sähkövaraston järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

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

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

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 sähkövarastohankkeet

Liittyjän tulee ottaa huomioon sähkövaraston kapasiteetin kehittyminen hankkeen eri vaiheissa sekä sähkövaraston lopullinen tuotantotilan mitoitus-teho. Vaiheittain etenevien sähkövarastohankkeiden osalta Vaatimukset määräytyvät sähkövaraston lopullisen tuotantotilan mitoitus-tehon mukaan.

Liittyjän vastuulla on todentaa, että sähkövarasto täyttää Vaatimukset, kun vähintään toinen seuraavista ehdoista täyttyy:

- 1) sähkövaraston tuotantotilan mitoitus-teho tai liittymispisteen jännitetaso ylittää Vaatimukseen liittyvän, taulukon [3.1](#) mukaisen tyyppirajan,
- 2) sähkövaraston rakenne tai toiminnallisuudet muuttuvat siten, että muutos vaikuttaa sähkövaraston järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin ja toiminnallisuuksiin.

6.4 Sähkövarastojen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

6.4.1 Tyyppin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Kunkin tyyppin A uuden sähkövaraston liittämistä koskevaan käyttöönottoilmoitusmenettelyyn on sisällyttävä asennusdokumentin toimittaminen. Liittyjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalta saatuun asennusdokumenttiin merkitään vaaditut tiedot ja se toimitetaan liittymispisteen verkonhaltijalle.

Jokaisesta sähkövarastosta on toimitettava erillinen asennusdokumentti.

28.2.2020

Liittymispisteen verkonhaltijan on määriteltävä asennusdokumentin sisältö. Asennusdokumentissa on oltava vähintään seuraavat tiedot:

- a) paikka, jossa fyysinen liityntä tehdään;
- b) liittymispäivämäärä;
- c) laitteiston tuotanto- ja kulutustilan mitoitusteho kilowatteina;
- d) sähkövaraston tyyppi;
- e) laitospaikalla sijaitsevista laitteista käytettyjen valtuutetun todentajan antamien laitetodistusten viitetiedot;
- f) sellaisten laitteiden osalta, joista ei ole saatu laitetodistusta, liittymispisteen verkonhaltijan ohjeiden mukaiset tiedot; ja
- g) Liittyjän ja asentajan yhteystiedot ja näiden allekirjoitukset.

Asennusdokumenttina voidaan käyttää esimerkiksi Energiateollisuus ry:n yleistietolomaketta "PIENTUOTANTOLAITTEISTON JA/TAI SÄHKÖVARASTON LIITTÄMINEN SÄHKÖVERKKOON".

6.4.2 Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Tyypin B ja C sähkövarastojen liittämistä koskevassa käyttöönottoilmoitusmenettelyssä sallitaan valtuutetun todentajan antamien laitetodistusten käyttö.

Kunkin uuden tyypin B sähkövaraston liittämistä koskevaa käyttöönottoilmoitusmenettelyä varten liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston asiakirja (taulukko [7.1](#)), johon sisältyy vaatimustenmukaisuusilmoitus.

Kunkin uuden tyypin C sähkövaraston liittämistä koskevaa käyttöönottoilmoitusmenettelyä varten liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston asiakirjat (taulukot [7.2](#) ja [7.3](#)), joihin sisältyy vaatimustenmukaisuusilmoitus.

Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee luvun [7](#) taulukon Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

Jokaisesta sähkövarastosta on toimitettava erillinen riippumaton sähkövaraston asiakirja.

Liittyjän tulee todentaa sähkövaraston Vaatimusten mukainen toiminta käyttöönottokokein ja toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle Vaatimusten mukaiset tiedot käyttöönottokokeiden jälkeen.

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

28.2.2020

todentamisesta. Hyväksytyään täydellisen ja riittävän sähkövaraston asiakirjan liittymispisteen verkonhaltijan on annettava liittyjälle lopullinen käyttöönottoilmoitus.

Lopullisen käyttöönottoilmoituksen antamisen jälkeen liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille. Mikäli liittymispisteen verkonhaltija kieltäytyy antamasta lopullista käyttöönottoilmoitusta, tulee perustelu ja vaaditut toimenpiteet asian korjaamiseksi esittää liittyjälle.

Sähkövaraston 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](#).

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

Liittäjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalle ja Energiavirastolle ilmoitetaan sähkövaraston pysyvästä käytöstä poistamisesta.

6.4.3 Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Liittäjän ja liittymispisteen verkonhaltijan tulee suorittaa tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely vaiheittain taulukon [6.1](#) mukaisesti. Taulukossa [6.1](#) esitetty menettely on kuvattu yksityiskohtaisesti vaiheittain tämän luvun alaluvuissa.

Liittäjän 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 sähkövarastoprojektin aikana, sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittäjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille prosessin kunkin vaiheen vahvistamisen jälkeen.

Sähkövaraston 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](#). Prosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin tarvittavat taulukot on esitetty liitteessä [A](#).

Liittäjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalle ja Energiavirastolle ilmoitetaan sähkövaraston pysyvästä käytöstä poistamisesta.

28.2.2020

Taulukko 6.1. Sähkövaraston Vaatimusten todentamisprosessi, käyttöönottoilmoitusmenettely ja aikatauluvaatimukset tyypin D sähkövarastoille.

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkeäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1 (Suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> ● Suunnittelutiedot ● Mallinnustiedot ● Vaaditut laskelmat ● Projektikohtaiset alustavat asetteluarvot ● Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitus ● Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus 	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot ja reaaliaikamittaus tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4 .
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 sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen enintään 18 kuukauden ajan.
Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen): <ul style="list-style-type: none"> ● Muutokset ja päivitykset vaiheen 1 tietoihin ● Käyttöönottokokeiden suunnittelu ja toteutus ● Koetulosten raportointi ● Mallinnustietojen validointi ● Säätäjien ja suojauksen lopulliset asetteluarvot ● Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus 	Liittymispisteen verkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin sähkövarasto on syöttänyt ensimmäisen kerran päätotehoa sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4 .
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): <ul style="list-style-type: none"> ● Toimitettujen tietojen tarkastus ● Prosessin hyväksyntä 	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 sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.

28.2.2020

6.4.3.1 Fyysisen liittynän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

Fyysinen verkkoliityntä toteutetaan liittäjän ja liittymispisteen verkonhaltijan solmiman liittymissopimuksen mukaisesti. Kun liityntä on valmis käyttöönotettavaksi, liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa liittymissopimuksen ehtojen vaatimustenmukaisuuden ja antaa liittäjälle kytkentäilmoituksen.

KytKentäilmoitus antaa liittäjälle oikeuden kytkeä sähköt hallitsemaansa liittymispisteen takaiseen sähköverkkoon ja siellä sijaitseviin sähkövaraston apulaitteisiin.

6.4.3.2 Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

Vaiheessa 1 liittjä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa [7.4](#) listatut tiedot sekä toteuttaa reaaliaikamittauksen sähkövarastoon luvun [9](#) ohjeistuksen mukaisesti.

Liittäjän tulee toimittaa vaiheen 1 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittjä merkitsee taulukon [7.2](#) viite sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

Vaiheen 1 tiedot ja reaaliaikamittaus tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Kun liittjä on toimitannut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen, tulee liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttaminen sekä toimittaa väliaikainen käyttöönottoilmoitus liittäjälle.

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika on 18 kuukautta ja tänä aikana liittjä saa oikeuden käyttää sähkövarastoa ja syöttää 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.

6.4.3.3 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittjä suorittaa sähkövaraston käyttöönottokokeiden suunnittelun ja toteutuksen sekä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa [7.4](#) listatut tiedot. Lisäksi vaiheen 1 tietojen mahdolliset muutokset ja päivitykset tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle vaiheessa 2.

Liittäjän tulee toimittaa vaiheen 2 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittjä merkitsee taulukon [7.3](#) Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

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

28.2.2020

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

6.4.3.4 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 sähkövarastoa sekä syöttämään sähköä liittymispisteeseen.

6.4.3.5 Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON)

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

- sähkövarastoon 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 määrääjat; 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.

28.2.2020

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

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus kieltäytyä hyväksymästä sähkövaraston 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 sähkövaraston käytön rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaolon päätyttyä, liittynä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

28.2.2020

7 Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen

7.1 Tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot

Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot, luvun [6.4.1](#) ohjeistuksen mukaisesti.

7.2 Tyypin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot

Tyypin B sähkövarastosta on toimitettava taulukon [7.1](#) mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä sähkövaraston tiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina käyttöönottokokeiden jälkeen. 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 taulukon [7.1](#) Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

28.2.2020

Taulukko 7.1. Tyyppin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot.

1 Yleistiedot	Viite
1.1 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
1.2 Sähkövaraston tyyppi (esim. sähköakku, polttokenno tms.)	
1.3 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
2 Muuntajien tekniset tiedot:	
2.1 Sähkövaraston muuntajien lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensiö/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytken säätöalue ja askel [%,%], käämikytken askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
3 Sähkövaraston tekniset tiedot:	
3.1 Sähkövarastointiyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
3.2 Sähkövarastointiyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulutustilassa [MW], mitoitusteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
3.3 Tuotanto- ja kulutustehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila)	
3.4 Mahdollisesti käytössä olevat kompensointi- ja/tai tehokertoimen korjaamisessa käytettävät laitteet	
Lukumäärä, tyyppi, mitoitusarvot (teho, virta, jännite, taajuus)	
Mikäli hyödynnetään yliaaltojen suodatukseen, tiedot rakenteesta ja viritystaajuudesta	
4 Sähkövaraston järjestelmätekniset ominaisuudet:	
Seuraavat kohdat voidaan korvata esim. valmistajan laitedokumenteilla tai muulla testausdokumentaatiolla	
4.1 Sähkövaraston loistehokapasiteetti ja yksittäisten yksiköiden loistehokapasiteetit	
4.2 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylijännitteellä	
4.3 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylitaajuudella	
4.4 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky	
4.5 Sähkövaraston lähivikakestoisuus	
4.6 Sähkövaraston vikavirran syöttö jännitehäiriön aikana	
4.7 Sähkövaraston pätoitehonsäätöominaisuudet	
4.8 Sähkövaraston jännitteensäätöominaisuudet	
5 Sähkövaraston suojaustiedot:	
5.1 Sähkövaraston relesuojauskaavio	
5.2 Sähkövaraston lopulliset relesuojausasettelut	
5.3 Tiedot saarekesuojan toimintaperiaatteesta (jos käytössä)	
6 Käyttöönottodokumentit:	
6.1 Käyttöönottopöytäkirjat	
6.2 Jännitteensäädön lopulliset asetteluarvot ja toimintatila	
Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

28.2.2020

7.3 Tyypin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot

Tyypin C sähkövarastosta on toimitettava taulukoiden [7.2](#) ja [7.3](#) mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä sähkövaraston tiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina käyttöönottokokeiden jälkeen. 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 taulukoiden [7.2](#) ja [7.3](#) Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

7.4 Tyypin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot

7.4.1 Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu

Liittyjän on toimitettava sähkövaraston tietoja liittymispisteen verkonhaltijalle tyypin D sähkövarastoista luvussa [6.4.3](#) määritetyn vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti:

- 1) Todentamisprosessin vaiheessa 1 tulee toimittaa taulukon [7.2](#) mukaiset tiedot.
- 2) Todentamisprosessin vaiheessa 2 tulee toimittaa taulukon [7.3](#) mukaiset tiedot.

Liittyjän tulee toimittaa nämä sähkövaraston tiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina 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 taulukoiden [7.2](#) ja [7.3](#) Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

7.4.2 Toimitettavat tiedot

Tyypin D sähkövarastoista toimitettavat tiedot on määritetty taulukoissa [7.2](#) ja [7.3](#). Taulukoissa on viitattu joidenkin toimitettavien tietojen kohdalla tämän asiakirjan lukuihin, joissa aihetta ja toimitettavaa tietoa on käsitelty laaja-alaisemmin.

28.2.2020

Taulukko 7.2. Tyypin C ja D sähkövarastoista toimitettavat tiedot. Tyypin D sähkövarastoista taulukon mukaiset tiedot on toimitettava todentamisprosessin Vaiheessa 1.

Vaihe 1 (Suunnittelu)	Viite
1 Yleistiedot	
1.1 Hankkeen nimi ja yhteystiedot, liittymispiste, liittymispisteen verkonhaltija ja yhteystiedot	
1.2 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
Sähkövaraston pääkomponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko	
Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit	
1.3 Sähkövaraston tyyppi (esim. sähköakku, polttokenno tms.)	
1.4 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
2 Tekniset tiedot	
2.1 Sähkövarastointyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Sähkövarastointyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulutustilassa [MW], mitoitusteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
2.3 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensiö/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.4 Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet	
Soveltuvien osien vastaavat tiedot kuin sähkövarastointyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
3 Jännite-taajuus toiminta-alue	
3.1 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylijännitteellä (luku 10.2.1 tai 10.5.1)	
3.2 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylitaajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.1)	
3.3 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky (luku 10.2.2)	
4 Lähivikakestoisuus	
4.1 Laskelma sähkövaraston toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3)	
4.2 Sähkövaraston vikavirran syöttö jännitehäiriön aikana (luku 10.3.3)	
4.3 Tiedot pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.4)	
5 Pätötehon ja taajuuden säätö	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus pätötehon ja taajuuden säädöstä (luku 11)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohko-kaavioesitys säädön toteutuksesta.	
5.2 Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
6 Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulutustehon muutokset	
6.1 Tiedot sähkövaraston toiminnasta omakäytöllä (luku 11.3.2)	
Sähkövaraston omakäyttötehon suuruus, toiminta-aika omakäytöllä, omakäytölle siirtymisen rajoitteet	
6.2 Tuotanto- ja kulutustehon muutokset	
Pätötehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä	
Pätötehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila)	
Pätötehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	

28.2.2020

Taulukko 7.2 jatkuu.

7	Sähkövaraston loistehokapasiteetti	
7.1	Loistehokapasiteetilaskelma (luku 12.2.4)	
7.2	PQ-diagrammit	
	Sähkövarastointiyksiköiden PQ-diagrammit sekä tiedot niiden jännite-taajuusriippuvuudesta. PQ-diagrammeihin tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asettelut.	
7.3	Muut loistehoon vaikuttavat komponentit	
	Loistehoa tuottavat (esim. kondensaattori tai STATCOM) ja kuluttavat komponentit sekä niiden toiminta komponentteihin vaikuttavien suureiden (esim. jännite, pätöteho) funktiona	
8	Jännitteen ja loistehon säätö	
8.1	Dokumentaatio ja kuvaus jännitteen ja loistehon säädöstä (luku 13)	
	Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista. Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkoavioesitys säädön toteutuksesta.	
8.2	Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
8.3	Jännitteensäädön suorituskyky-laskelma (luku 13.2.2.1)	
9	Sähkövaraston suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun	
9.1	Suojausasettelut (luku 10.3.5)	
	Sähkövaraston relesuojauskaavio ja asettelut.	
9.2	Sähkövaraston vaikutus sähkön laatuun (luku 10.4.3)	
	Sähkövaraston vaikutus sähkön laatuun sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit.	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot	
	Projektikohtaiset dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit Vaatimusten mukaisesti (luku 15)	
11	Reaaliaikaiset mittaustiedot ja instrumentointi	
11.1	Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa ja todennus (luku 9.3)	
11.2	Häiriö- ja heilahtelutalentimien tekniset tiedot ja asettelut	
12	Eryistarkasteluvaatimukset	
	Vaadittavat erityistarkastelut Vaatimuksiin liittyen (luku 5)	
13	Projektin aikataulu ja käyttöönotto	
	Sähkövarastohankkeen aikataulu ja Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden suunniteltu ajankohta.	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

28.2.2020

Taulukko 7.3. Tyypin C ja D sähkövarastoista toimitettavat tiedot. Tyypin D sähkövarastoista taulukon mukaiset tiedot on toimitettava todentamisprosessin Vaiheessa 2.

Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)		Viite
1	Muutokset ja täsmennykset	
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettuihin tietoihin	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot	
2.1	Käyttöönottokoesuunnitelma (luku 14.3.1)	
	Yksityiskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma, sähkövarastotoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.	
2.2	Käyttöönoton aikataulu (luku 14.3.1)	
	Käyttöönoton aikataulu, myöhemmät muutokset käyttöönoton aikatauluun tulee koordinoita liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.	
2.3	Mittausjärjestelyt (luku 14.3.1)	
	Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista.	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset	
3.1	Käyttöönottoraportti Vaatimuksiin liittyvistä kokeista (luku 14.3.3)	
3.2	Käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa (taulukko 15.2)	
4	Todennetut mallinnustiedot	
	Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskenmallit (luku 15)	
5	Säätäjien lopulliset asetteluarvot	
	Sähkövaraston päätötehon ja taajuuden säädön sekä jännitteen ja loistehon säädön lopulliset asetteluarvot.	
6	Suojauksen lopulliset asetteluarvot	
	Sähkövaraston ja sähkövarastoliittynän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

28.2.2020

8 Poikkeukset vaatimuksista

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

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

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

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

Mikäli liittyjä pyytää poikkeamaa, kun sähkövarasto liitetään kolmannen osapuolen sähköverkkoon, tulee Fingridin kuulla päätöstä tehdessään liittymispisteen verkonhaltijaa.

28.2.2020

9 Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi

9.1 Tyypin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Tyypin A sähkövarastosta ei vaadita reaaliaikaista mittausta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittelee ilmoitusmenettelyn ennen sähkövaraston kytkemistä.

9.2 Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston reaaliaikaiset pätö- ja loistehomittaukset sekä kytkinlaitteiden tilatiedot.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa tai velvoittaa liittijää toimittamaan reaaliaikaiset mittaustiedot Fingridille liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon liittyneistä sähkövarastoista.

Reaaliaikatietojen päivityssykli saa olla korkeintaan 60 s. Mittausten tulee olla Fingridin käytettävissä, ennen kuin sähkövarasto aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään.

Ennen kuin sähkövarasto aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään, liittyjän tulee ilmoittaa asiasta liittymispisteen verkonhaltijalle.

Reaaliaikaisen tiedonvaihdon yksityiskohtaiset vaatimukset on määritetty Fingridin sovellusohjeessa "Reaaliaikainen tiedonvaihto".

9.3 Tyypin C ja D sähkövarastojen instrumentointi

Tyypin C ja D sähkövarastoihin on asennettava häiriö- ja heilahtelutallentimet. Tämä häiriö- ja heilahtelutallentimista koostuva tallennusjärjestelmä mahdollistaa sähkövaraston ja sen säätäjien toiminnan tallentamisen sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteissa. Tallennusjärjestelmä voidaan toteuttaa myös releisiin integroiduilla häiriötallentimilla. Erillistä heilahtelutallenninta ei tarvitse asentaa, mikäli häiriötallentimen tallennusaika kattaa heilahtelutallentimelle asetetut vaatimukset.

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

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

28.2.2020

- suojarele toimii
 - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
 - taajuus alittaa 49,80 Hz tai ylittää 50,20 Hz
3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot
 4. Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.
 5. Heilahtelutallentimen näytteenottotaajuuden tulee olla korkea (1 kHz) ja tallennustaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
 6. Molemmissa tallentimissa pitää ottaa talteen näytettä jo ennen liipaisuhetkeä. Liipaisun tapahtuessa hetkellä 0,0 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
 7. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittyjälle.

28.2.2020

10 Yleiset vaatimukset

10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

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

Suomen kantaverkon nimellisjännitteet ovat 110 kV, 220 kV ja 400 kV. Liittynän suunnittelun lähtökohtana käytettävät kantaverkon liittymispisteen normaalit käyttöjännitteet 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 Tyypin A sähkövaraston yleiset vaatimukset

10.2.1 Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue

Sähkövaraston on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti liittymispisteen verkonhaltijan määrittelemällä jännitealueella.

Sähkövaraston on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti, kun sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz. Sähkövaraston on kyettävä toimimaan 30 minuutin ajan, kun sähköjärjestelmän taajuus on 51,0–51,5 Hz tai 49,0–47,5 Hz.

10.2.2 Taajuuden muutosnopeuden sietokyky

Sähkövaraston tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti taajuuden muutosnopeuden ollessa alle 2,0 Hz/s.

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

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää sähkövaraston suojauksessa vain silloin, kun sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on alle 50 kW. Suojalaite saa irrottaa sähkövaraston verkosta, mikäli suojausrajan ylittävää taajuuden muutosnopeutta on mitattu vähintään 500 millisekunnin ajan. Tämän kaltaisten

28.2.2020

suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkettyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella.

Säteittäisissä sähköverkoissa saarekekäytön estämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

10.2.3 Etäohjausvalmius

Sähkövarasto tulee varustaa logiikkaliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotanto voidaan lopettaa viiden sekunnin kuluessa käskyn saapumisesta syöttöporttiin.

10.2.4 Automaattinen kytkeytyminen

Sähkövarasto saa kytkeytyä automaattisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

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

10.3 Tyypin B sähkövaraston yleiset vaatimukset

Tyypin B sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset (luku [10.2](#)) kuin tyypin A sähkövarastoa, lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luku [10.2.3](#)). Sen lisäksi tyypin B sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

10.3.1 Etäohjausvalmius

Sähkövarasto tulee varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotantotilaa voidaan muuttaa (kulutus/tuotanto) ja sille voidaan asettaa ohjearvo. Väyläliitännän tulee olla yhteensopiva IEC 60870-6 (Elcom, ICCP/TASE.2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850 protokollan kanssa.

10.3.2 Lähivikakestoisuus

Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan [10.1](#) mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

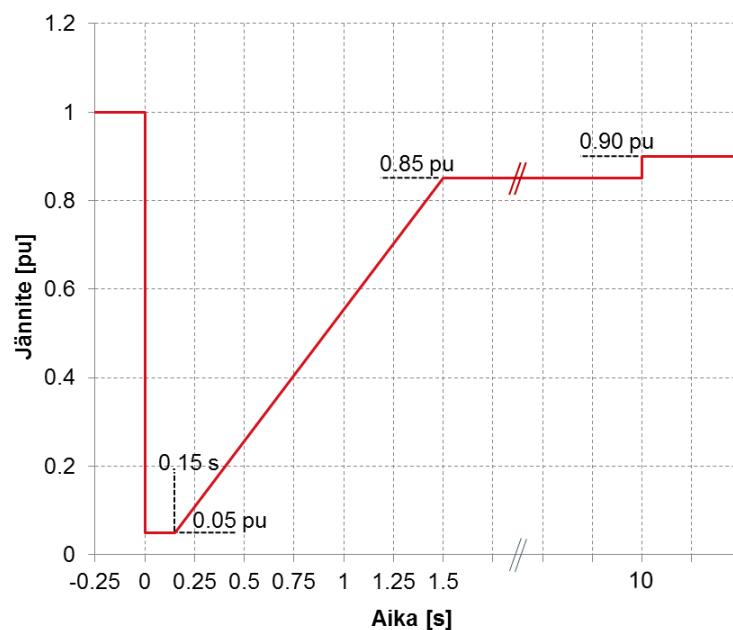
Sähkövaraston tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten järjestelmätaajuisten sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

28.2.2020

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 sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.1. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B ja C sähkövarastojen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,05 pu 150 millisekunnin ajan.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

10.3.3 Sähkövaraston vikavirran syöttö

Sähkövaraston vikavirransyötön on aktivoiduttava, joko

- varmistamalla nopea vikavirransyöttö liittymispisteessä, tai
- mittaamalla jännitepoikkeamia sähkövaraston yksittäisten yksiköiden liittimissä ja syöttämällä vikavirtaa näiden yksiköiden liittimiin.

28.2.2020

Sähkövaraston vian aikainen vikavirransyöttö tulee asetella seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- Vikavirran syötön tulee priorisoida loisivirtaa (I_q).
- Vikavirran syötön k-kertoimen tulee olla 2,5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k-kertoimen määräämässä suhteessa. Sähkövaraston mitoitusvirtaa ei tarvitse ylittää, vaan vikavirran syötön saa rajoittaa normaalikäytön mitoitusvirran tasoon (tyypillisesti 1,1–1,2 pu).
- Vikavirran syöttömoodin tulee nousta tavoitearvoon 30–50 ms kuluessa ja asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 60–80 ms kuluessa.
- Vikavirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai sähkövaraston yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on alle 0,85 pu.
- Vikavirran syöttömoodin tulee poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.

10.3.4 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku [10.3.2](#) tai [10.5.2](#)) sähkövaraston tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso 1-3 sekunnin kuluessa häiriön alkamisesta. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho on vikaa edeltävällä tasolla (toleranssi ± 5 % asetteluarvosta). 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.

10.3.5 Suojaus

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

Liittyjän vastuulla on määrittää sähkövaraston ja sähkövaraston liittynän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi. Suojausasettelut tulee asettaa siten, että sähkövarasto pysyy verkossa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana niin kauan kuin se on sähkövaraston teknologian ja toiminnallisen turvallisuuden sallimissa rajoissa mahdollista.

Liittäjä vastaa siitä, että sähkövaraston suojauksen suunnittelussa otetaan huomioon sähköjärjestelmässä tapahtuvien häiriöiden ja vikojen aiheuttamat 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

28.2.2020

taajuudessa ja liittymispisteen jännitteessä. Sähkövaraston suojaus ei saa olla ristiriidassa Vaatimusten kanssa.

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

1. sähköverkon ja sähkövaraston suojaus,
2. pätötehon ja taajuuden säätö,
3. tehon rajoittaminen,
4. tehon muutosnopeuden rajoittaminen.

10.4 Tyypin C sähkövaraston yleiset vaatimukset

Tyypin C sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A ja B sähkövarastoja (luvut [10.2](#) ja [10.3](#)), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut [10.2.3](#) ja [10.3.1](#)). Sen lisäksi tyypin C sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

10.4.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

Sähkövarasto tulee varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotantotilaa voidaan muuttaa (kulutus/tuotanto) ja sille voidaan asettaa ohjearvo. Väyläliitännän tulee olla yhteensopiva IEC60870-6 (Elcom, ICCP/TASE.2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850 protokollan kanssa.

Käytöstä vastaava toimija voi ohjata sähkövarastoa kaukokäytöllä tai paikallisesti. Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on muutettava sähkövaraston pätö- tai loistehonsäädön toimintatilaa tai asetteluarvoa sähkövaraston teknologian asettamissa rajoissa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai liittymispisteen verkonhaltija sitä pyytää. Pyydetty muutos on saavutettava 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta.

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

10.4.2 Stabiiliutta koskevat vaatimukset

Jännitestabiiliuden osalta sähkövarasto 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 sähkövaraston tulee kytkeytyä irti sähköverkosta.

28.2.2020

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

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

Sähkövaraston on pystyttävä pysymään liitettynä sähköverkkoon silmukoituneen verkon yksi- tai kolmivaiheisten automaattisten jälleenkytkentöjen aikana, mikäli sähkövaraston liittymispiste ei ole irtikytkettävässä sähköverkon osassa.

10.4.3 Sähkön laatu

Sähkön laadun osalta sähkövaraston suunnittelussa tulee ottaa huomioon raportissa "Fingridin 110 kV:n verkon sähkön laatu" kuvatut sähkön laatuun vaikuttavat tekijät ja emissioraja-arvot. Raportti on saatavilla Fingridin internetsivuilta.

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

Liittyjän tulee varautua liittymispisteen verkonhaltijan määrittämään sähkön laatuun.

10.4.4 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

Liittyjän päämuuntajan on oltava yläjännitepuolen maadoitusjärjestelyn nollapisteen osalta liittymispisteen verkonhaltijan määrittelemän spesifikaation mukainen.

10.4.5 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

Pimeäkäynnistys- ja saarekekäyttöjärjestelyistä sovitaan tarvittaessa erikseen liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken. Liittyjän tulee ilmoittaa liittymispisteen verkonhaltijalle, mikäli sähkövarastoa voidaan käyttää pimeäkäynnistykseen.

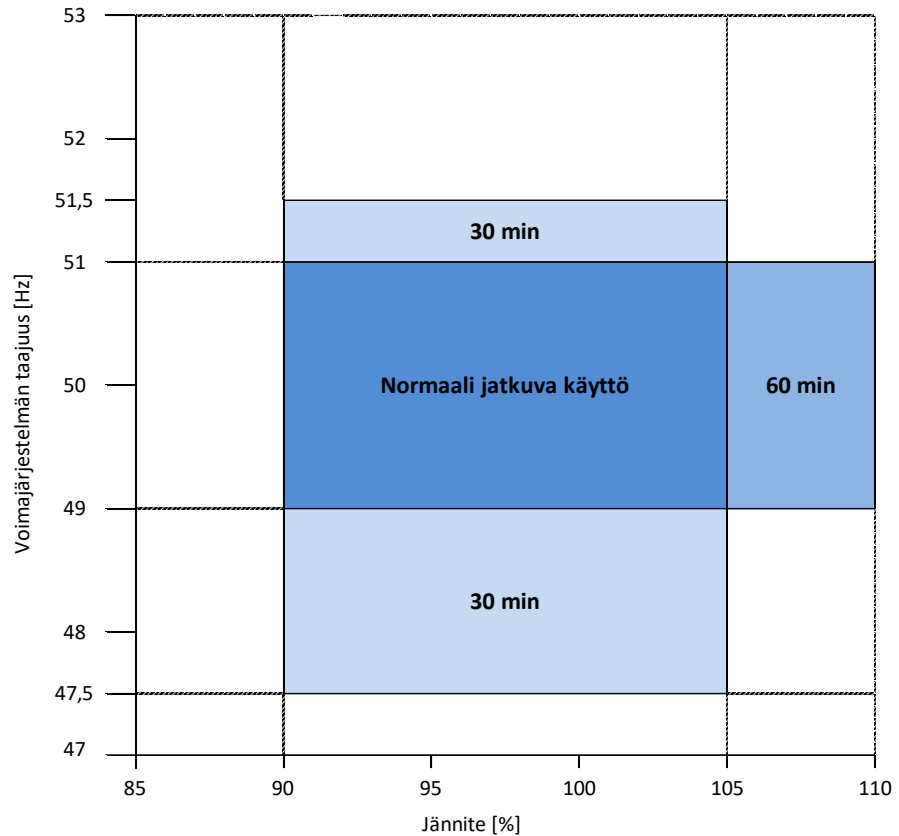
10.5 Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset

Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A, B ja C sähkövarastoja (luvut [10.2](#), [10.3](#) ja [10.4](#)), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut [10.2.3](#) ja [10.3.1](#)), automaattista kytkeytymistä (luku [10.2.4](#)) ja lähivikakestoisuutta (luku [10.3.2](#)). Sen lisäksi tyypin D sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

10.5.1 Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue

Sähkövaraston on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti, kun liittymispisteen jännite on 90–105 % normaalista käyttöjännitteestä ja taajuus on 49,0–51,0 Hz. Jos liittymispisteen jännite, taajuus tai molemmat poikkeavat näistä arvoista, on sähkövaraston pysyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa [10.2](#) määritetyt ajat.

28.2.2020



Kuva 10.2. Sähkövaraston on pysyttävä sähköverkkoon 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 selvítettävä liittymispisteen verkonhaltijalta.

10.5.2 Lähivikakestoisuus

Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan [10.3](#) mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

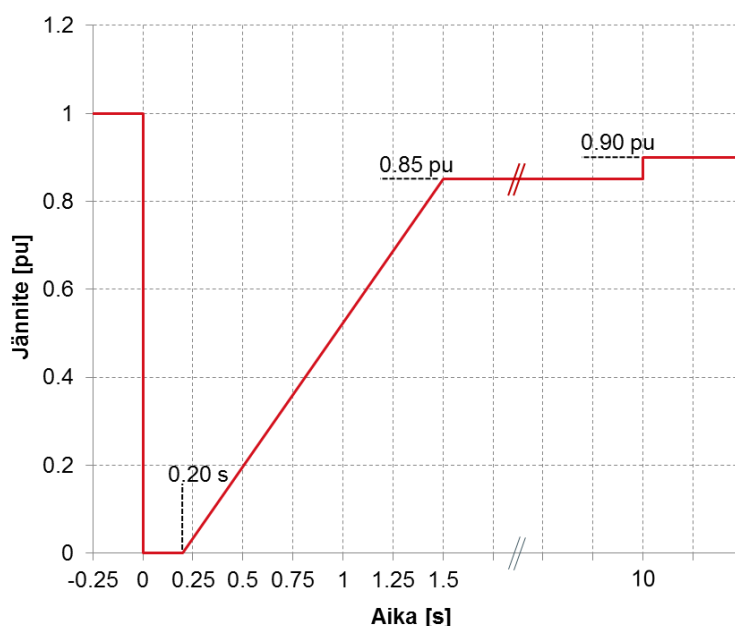
Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.

28.2.2020

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.3. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin D sähkövaraston tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

10.5.3 Laskelma sähkövaraston toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä

Sähkövaraston lähivikakestoisuudesta tulee toimittaa laskelma liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelman tulee kuvata sähkövaraston dynaaminen toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä, laskentaperusteet on esitetty taulukossa [10.1](#).

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1.0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.

28.2.2020

- Sähkövarastosta katsottuna liittymispisteen takana olevasta sähköjärjestelmästä tehdään sijaiskytkentä, jossa on sarjaan kytkettynä sähköjärjestelmän oikosulkutehoa kuvaava impedanssi ja ideaalinen jännitelähde (Theveninin ekvivalentti). Mikäli sähkövaraston liittymispiste on 400 kV:n jännitetasossa tai sähköisesti lähellä 400 kV:n siirtoverkkoa, on sähköjärjestelmän mallintamisesta sovittava Fingridin kanssa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen häiriötä. Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa [10.1](#) esitetyt oikolukutehot liittyjälle.
- Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkoavioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Taulukko 10.1. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot..

Lähtötieto	Häiriö 1	Häiriö 2
Jännitehäiriön kesto	200 ms	250 ms
Liittymispisteen jännite häiriön aikana	0,0 pu	0,25 pu
Liittymispisteen oikosulkuteho ennen häiriötä	Normaali	Normaali
Liittymispisteen oikosulkuteho häiriön jälkeen	Minimi	Normaali

28.2.2020

11 Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

11.1 Tyypin A sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin A sähkövarastolla tulee olla tässä luvussa kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli sähkövaraston ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun [11.3.1](#) kuvauksen mukaisesti.

11.1.1 Pätötehonsäätö

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

11.1.2 Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)

Ollessaan pätötehon tuotantotilassa, sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz (ks. kuva 11.1).

Ollessaan pätötehon kulutustilassa, sähkövaraston tulee kyetä kasvattamaan pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz (ks. kuva 11.1).

Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan lineaarisen statiikan mukaisesti.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

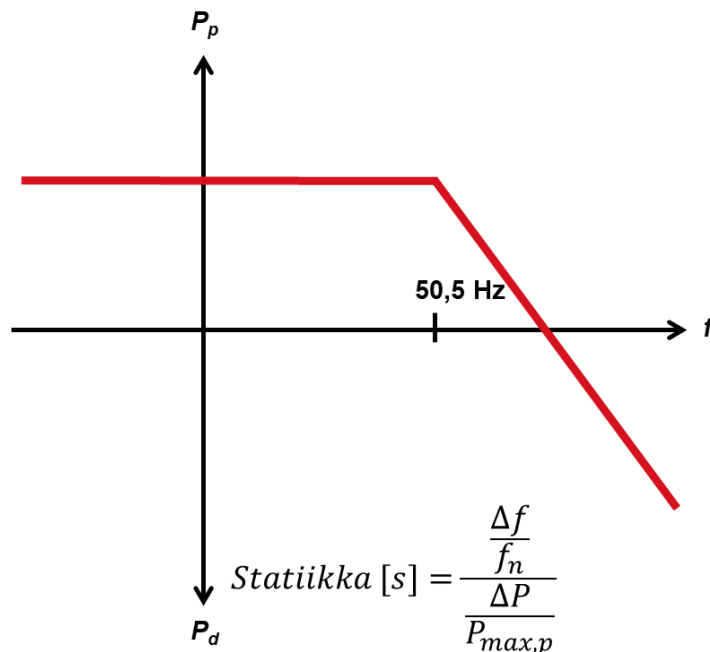
Säädön tulee aktivoitua mahdollisimman lyhyellä viiveellä, enintään kahden sekunnin kuluessa, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz.

Kun sähkövarasto saavuttaa mitoitustehon kulutustilassa, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes sähkövaraston energiakapasiteetti on täytetty.

Sähkövaraston tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoiduttua sen asetteluarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetteluarvoihin nähden.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.

28.2.2020



Kuva 11.1. Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila. Ollessaan tuotantotilassa sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantotoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz. Ollessaan pätötehon kulutustilassa sähkövaraston tulee kyetä kasvattamaan pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz. Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä lineaarisen statiikan mukaisesti. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on sähkövaraston pätöteho, P_p on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa, P_d on sähkövaraston pätöteho kulutustilassa, $P_{max,p}$ on sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho.

11.2 Tyypin B sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin B sähkövarastolla tulee olla luvussa [11.1](#) kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli sähkövaraston ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun [11.3.1](#) kuvauksen mukaisesti.

11.3 Tyypin C ja D sähkövarastojen pätötehon ja taajuuden säätö

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin C ja D sähkövarastoilla tulee olla luvussa [11.1.2](#) taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan toiminnallisuudet.

11.3.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

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

28.2.2020

11.3.2 Sähkövaraston mitoitusteho, käynnistys ja omakäyttö

11.3.2.1 Mitoitusteho

Mitoitusteho tulee ilmoittaa erikseen sähkövaraston tuotanto- ja kulutustilalle.

Sähkövaraston pätötehon tuotannon ja kulutuksen riippuvuus ulkoisista tekijöistä, kuten ulkoilman lämpötilasta, tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

Mikäli sähkövarasto koostuu useista yksiköistä, eikä tuotanto- ja kulutustilan mitoitusteho jakaudu tasaisesti yksiköiden välillä, koko sähkövaraston mitoitustehojen lisäksi on ilmoitettava yksittäisten yksiköiden mitoitustehot osana toimitettavia tietoja.

11.3.2.2 Sähkövaraston käynnistys

Sähkövaraston kytkeminen sähköjärjestelmään ei saa aiheuttaa yli 3 %:n muutosta sähkövaraston liittymispisteen jännitteessä.

Liittyjän tulee sopia erikseen pätötehon muutosnopeuden rajoittamisesta sähkövaraston käynnistämisen yhteydessä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

11.3.2.3 Omakäyttöteho

Sähkövaraston omakäyttöteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

11.3.3 Pätötehon ja taajuuden säädön ominaisuudet

Sähkövaraston tehonsäädön tulee mahdollistaa pätötehon asetteleminen ohjearvoon sekä pätötehon säätäminen taajuusmittauksen perusteella (taajuussäätö).

11.3.3.1 Pätötehon säätö

Sähkövaraston pätötehon ohjearvo tulee kyetä asettamaan tuotanto- ja kulutustilassa.

Pätötehon oloarvo ei saa ylittää säädölle annettua ohjearvoa, kun pätötehon oloarvon mittausta suoritetaan 10 sekunnin keskiarvoina. Ohjearvon asettelu tulee kyetä antamaan vähintään 1 MW:n tarkkuudella.

Pätötehon kulutukselle ja tuotannolle on pystyttävä asettamaan rajoittimet, jotka ovat pienemmät kuin tuotannon ja kulutuksen mitoitusteho. Rajoittimien asettelu tulee kyetä antamaan vähintään 1 MW:n tarkkuudella.

11.3.3.2 Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

Sähkövaraston pätötehon muutosnopeutta on pystyttävä rajoittamaan seuraavissa tilanteissa: pätöteholle annetaan uusi ohjearvo, pätötehon rajoittimien asettelu muutetaan, sähkövaraston pätöteho muuttuu taajuussäädön mukaan.

Pätötehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee kyetä määrittämään tuotanto- ja kulutustilassa vähintään alueella, jonka minimiarvo on 10 % tuotantotilan mitoitustehosta

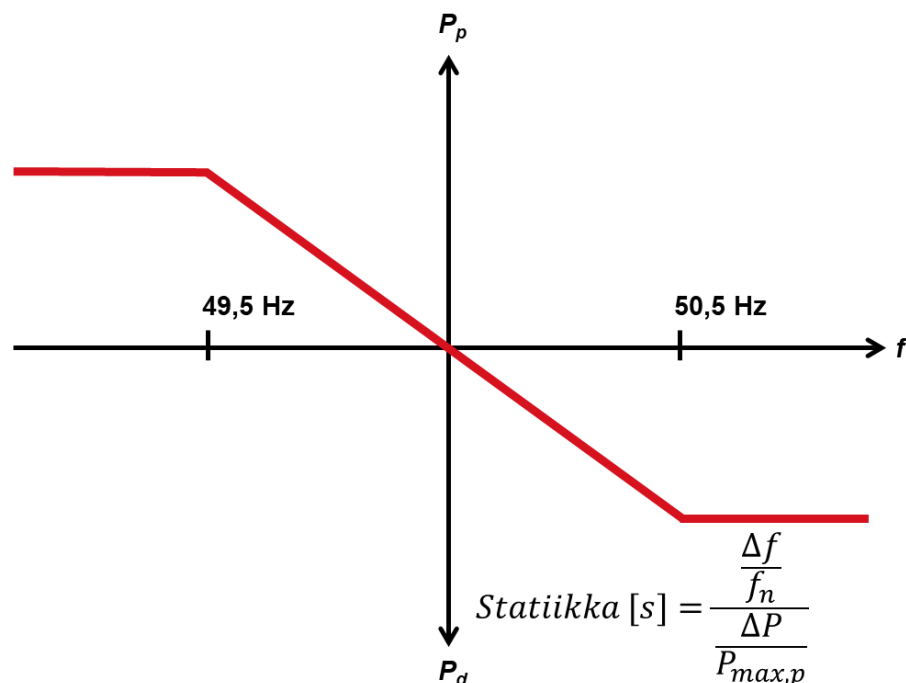
28.2.2020

minuutissa ja maksimiarvo on 100 % tuotantotilan mitoitustehosta minuutissa ($0,1 \times P_{\max,p}/\text{min} \dots 1,0 \times P_{\max,p}/\text{min}$). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/min).

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

11.3.3.3 Taajuussäätö (FSM)

Sähkövaraston tulee kyetä muuttamaan pätötehon tuotantoa ja kulutusta lineaarisesti taajuuden funktiona. Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä taajuussäädön lineaarisen statiikan mukaisesti. (ks. kuva 11.2)



Kuva 11.2. Taajuussäätö. Sähkövaraston tulee kyetä muuttamaan pätötehon tuotantoa ja kulutusta lineaarisesti taajuuden funktiona. Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä lineaarisen statiikan mukaisesti. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on sähkövaraston pätöteho, P_p on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa, P_d on sähkövaraston pätöteho kulutustilassa, $P_{\max,p}$ on sähkövaraston tuotantotilan mitoitus-teho.

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50,00 Hz.

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

Taajuussäädön kuolleen alueen tulee olla aseteltavissa välillä 0,00–0,50 Hz enintään 0,01 Hz:n portaissa.

28.2.2020

Taajuussäädölle tulee voida määrittää tehoalue, jossa voidaan säätää sähkövaraston tuottamaan tai kuluttamaan pätötehoa taajuuden funktiona. Taajuussäädölle määritettävän tehoalueen tulee vastata vähintään sähkövaraston tuotantotilan mitoitustehoa $((0-100\%) \times P_{\max,p})$ ja se tulee olla aseteltavissa 1 MW:n portaissa. Tehoalue tulee kyetä asettelemaan yhdistäen tuotanto- ja kulutusalueet siten, että tuotanto- ja kulutusalueen rajat ovat aseteltavissa erikseen, eli alue tulee voida määrittellä epäsymmetriseksi.

Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella.

11.3.3.4 Taajuussäätö-alिताajuustoimintatila (LFSM-U)

Ollessaan pätötehon kulutustilassa, sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes taajuus palautuu yli 49,5 Hz tasolle. (ks. kuva 11.4)

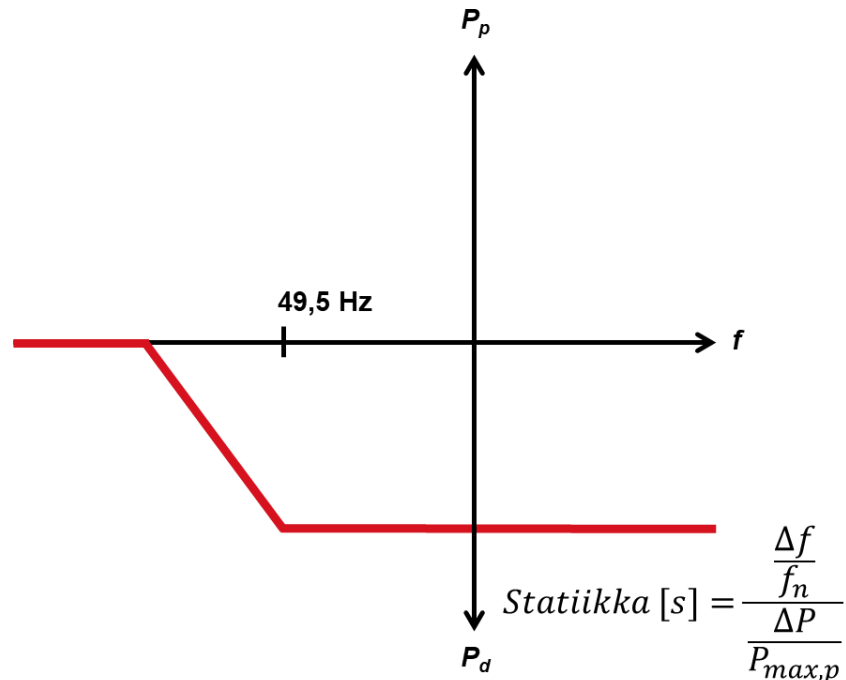
Taajuussäätö-alिताajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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

Sähkövaraston tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-alिताajuustoimintatilassa ja tilan aktivoituttua sen asetteluarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetteluarvoihin nähden.

Taajuussäätö-alिताajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.

28.2.2020



Kuva 11.3. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila. Ollessaan pätötehon kulutus tilassa sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes taajuus palautuu yli 49,5 Hz tasolle. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on sähkövaraston pätöteho, P_p on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa, P_d on sähkövaraston pätöteho kulutus tilassa, $P_{max,p}$ on sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho.

11.3.4 Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä

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

Sähkövaraston pätötehon- ja taajuudensäädön toimintatiloja ja asetteluarvoja tulee kyetä muuttamaan, estämään ja sallimaan. Toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataan sähkövarastoa paikallisesti vai etäyhteydellä.

11.3.5 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla vähintään 1 MW tai $\pm 5\%$ tuotantotilan mitoitustehosta (arvoista valitaan suurempi).

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

Sähkövaraston tehon ja taajuuden säädön tarkkuus ja herkkyys tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä.

28.2.2020

12 Sähkövaraston loistehokapasiteetti

12.1 Tyypin B sähkövaraston loistehokapasiteetti

Liittymispisteen verkonhaltija asettaa loistehokapasiteettivaatimuksen tyypin B sähkövarastolle. Vaatimus ei saa kuitenkaan ylittää tyypin C ja D sähkövarastoille asetettua loistehokapasiteettivaatimusta.

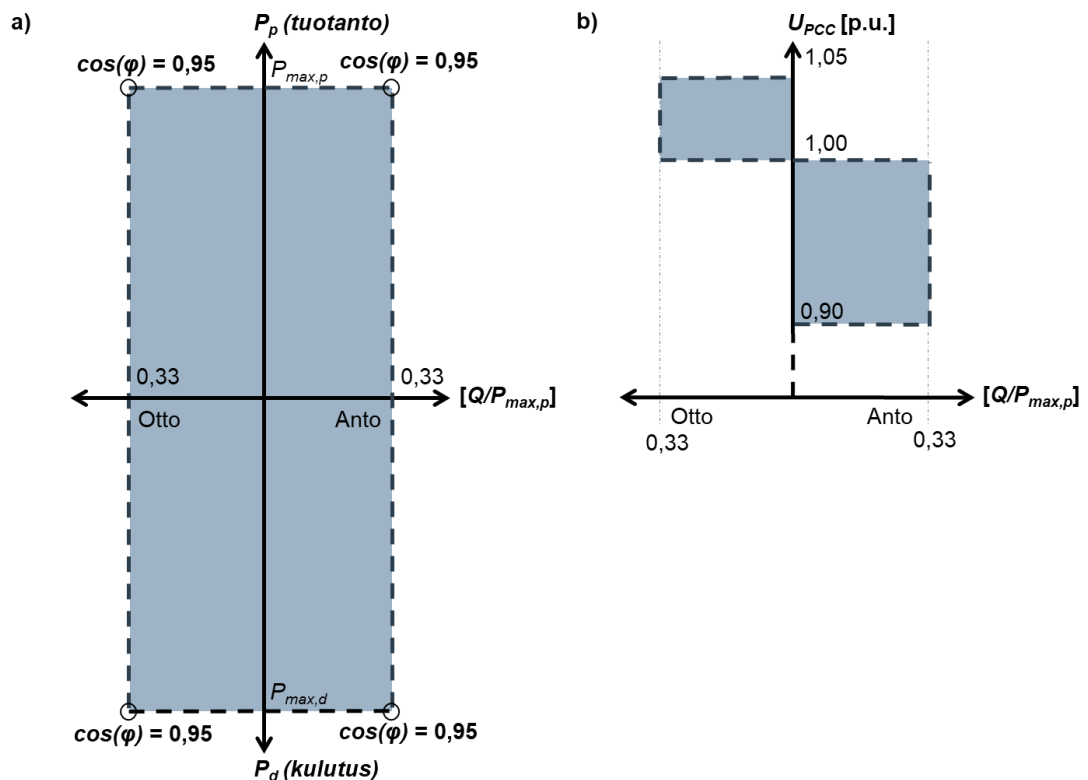
12.2 Tyypin C ja D sähkövarastojen loistehokapasiteetti

12.2.1 Loistehokapasiteettivaatimus

Sähkövaraston tulee kyetä tuottamaan ja kuluttamaan loistehoa (Q) suurimman mitoitustuotantotehon ja -kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä tuotantotilan mitoitustehon tehokertoimella 0,95. Kuvassa 12.1a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

Liittymispisteestä mitatun loistehon tulee olla kuvan 12.1b) osoittamalla tavalla:

- $0-0,33 [Q/P_{max,p}]$ otto, kun liittymispisteen jännite on $0,90-1,00$ pu.
- $0-0,33 [Q/P_{max,p}]$ anto, kun liittymispisteen jännite on $1,00-1,05$ pu.



Kuva 12.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja liittymispisteen jännitteen funktiona tyypin C ja D sähkövarastoille. Kuvassa jännite 1,0 pu vastaa liittymispisteen verkonhaltijan määrittämää normaalia käyttöjännitettä.

28.2.2020

12.2.2 Lisäloistehokapasiteetti

Loistehokapasiteetin osalta liittymispisteen verkonhaltija voi määrittellä lisäloistehon, joka on tuotettava, jos sähkövaraston liittymispiste ei ole nostomuuntajan suurjänniteliittimissä, joissa jännitetaso nostetaan liittymispisteen tasoon, eikä sähkövaraston liittimissä, jos nostomuuntajaa ei ole.

Tämän lisäloistehon on kompensoitava liittymisjohdon tai -kaapelin kuluttama loisteho ja sen on oltava säätyvä siten, että liittymispisteessä käytettävissä oleva loisteho on luvun [12.2.1](#) mukainen.

12.2.3 Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit

Loistehokapasiteettia ei tarvitse varata ainoastaan sähkövarastoon, vaan se voidaan varata yhteen tai useampaan erilliseen säädettävään loistehonkompensointilaitteeseen, jotka on liitetty sähköjärjestelmään sähkövaraston liittymispisteeseen tai sen taakse osaksi sähkövaraston muuta laitteistoa.

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

Sähkövaraston loistehokapasiteettivaatimuksen täyttämiseksi käytettävien laitteiden testaus, dokumentointi ja mallinnusvaatimuksista tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sähkövaraston vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1.

12.2.4 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittymisen on toimitettava sähkövaraston liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma sähkövaraston loistehokapasiteetista liittymispisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava sähkövaraston kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa [12.1](#) määritetyillä liittymispisteen jännitetasoilla ja sähkövaraston pätehotasoilla. Loistehokapasiteettilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asettelut.

Mikäli sähkövaraston nostomuuntaja on varustettu käämikytkimellä, laskelma on esitettävä nostomuuntajan käämikytkimen keskiasennon lisäksi käämikytkimen automaattisäädöllä.

Sähkövarastolle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteettilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten sähkövaraston yksiköiden jännitealueet ja loistehokapasiteetit.

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

Liittymispisteen jännitetasolla toimintapiste 0,85 pu on lyhytaikainen, ja tässä toimintapisteessä sähkövaraston on kyettävä toimimaan vähintään 10 sekunnin ajan.

28.2.2020

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,05
Tehotaso 1	Mitoitusteho tuotantotilassa $P_{max,p}$			
Tehotaso 2	$P=0,50*P_{max,p}$			
Tehotaso 3	$P=0,50*P_{max,d}$			
Tehotaso 4	Mitoitusteho kulutusstilassa $P_{max,d}$			
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				

Mikäli sähkövaraston komponentit poikkeavat suunnitellusta, sähkövaraston loistehokapasiteetilaskelma tulee päivittää ja toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä sähkövaraston loistehokapasiteetti liittymispisteessä tulee todentaa käyttöönoton yhteydessä luvussa [14](#) kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

12.2.5 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Kun toimitaan luvussa [12.2.1](#) määritettyjen raja-arvojen ulkopuolella, sähkövaraston loistehon tuotantokyvyn tulee olla loistehokapasiteetilaskelmalla osoitetun mukainen, eikä sitä saa ohjelmallisesti rajoittaa.

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

28.2.2020

13 Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

13.1 Tyypin B sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

Sähkövaraston tulee kyetä toimimaan liittymispisteessä mitatulla tehokertoimella 1,0 tai vaihtoehtoisesti sähkövaraston tulee kyetä tukemaan liittymispisteen jännitettä loistehokapasiteettinsa avulla seuraavasti:

- Sähkövarasto tuottaa loistehoa sähköjärjestelmään, kun liittymispisteen jännite laskee.
- Sähkövarasto kuluttaa loistehoa sähköjärjestelmästä, kun liittymispisteen jännite nousee.

13.2 Tyypin C sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

13.2.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Sähkövaraston on kyettävä automaattiseen loistehon ja jännitteen säätöön. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädön toiminta on jatkuvaa ja säädön toiminnan vaikutuksesta loistehon muutokset liittymispisteessä tapahtuvat portaattomasti.

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

Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

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

Jännitteen ja loistehon säädön ensisijainen säätötapa on liittymispisteen vakiojännitesäätö, säätöalueen tulee vastata sähkövaraston todellista loistehokapasiteettia. Loistehokapasiteettia ei saa keinotekoisesti rajoittaa. Sähkövaraston komponenttien virtakestoisuuden takaamiseksi toteutettujen rajoittimien periaatteellinen toiminta on kuvattava osana toimitettavaa sähkövaraston dokumentaatiota.

Jännitteen ja loistehon säätötoimintojen tulee pystyä pitämään sähkövaraston loistehotuotanto säätötoiminnon mukaisessa asetteluarvossa. Jännitteen ja loistehon säätötoimintojen tarkkuus osoitetaan käyttöönottokokeiden yhteydessä. Säätötoimintojen vasteen sähköjärjestelmän jännitteen askelmaisiin muutoksiin ja jatkuvaan vaihteluun tulee olla stabiili ja muutosten seurauksena toteutettavat säätötoiminnot eivät saa johtaa toistuviin tai heikosti vaimeneviin heilahteluihin sähkövaraston lois- tai pätötehossa.

28.2.2020

13.2.2 Vakiojännitesäätö

Sähkövaraston 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. Jänniteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

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

Sähkövaraston ollessa verkkoon kytkettyneenä ja liittymispisteen jännitteen askelmaisen muutoksen tai jänniteensäätäjän ohjearvon muutoksen ollessa alle 0,05 pu tulee vakiojännitesäädön vasteen olla seuraavanlainen:

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

13.2.2.1 Vakiojännitesäädön suorituskykylaskelma

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma sähkövaraston jänniteensäätäjän suorituskyvystä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava sähkövaraston jänniteensäätäjän suorituskyky, kun verkkoon liitetyn sähkövaraston jänniteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan seuraavasti:

- Asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan sähkövaraston jänniteensäädön 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 sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan sähkövaraston jänniteensäädön 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.

Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkokaavioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.

28.2.2020

13.2.3 Vakiloistehosäätö

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

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

Vakiloistehosäädön tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua sähkövaraston loistehon ohjearvon muuttamisen jälkeen.

13.2.4 Vakiotehokerroinsäätö

Sähkövaraston tulee kyetä toimimaan vakiotehokerroinsäädöllä siten, että säädön avulla on mahdollista ohjata suoraan liittymispisteen tehokerrointa, eli liittymispisteeseen syötettävää ja siitä otettavaa loistehoa sähkövaraston tuottaman tai kuluttaman 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 sähkövaraston äkillisen pätötehon muuttumisen jälkeen.

13.2.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset

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

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

13.2.6 Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

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

13.2.7 Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit

Mikäli loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnetään erillisiä, osaksi sähkövarastoa toteutettavia kompensointilaitteita, niiden toiminta on koordinoitava sähkövaraston säätäjien toiminnan kanssa muiden luvussa [13](#) esitettyjen vaatimusten

28.2.2020

täyttämiseksi. Lisäksi tarpeesta koordinoita laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jänniteensäätöön osallistuvien komponenttien kanssa tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

13.3 Tyypin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

Teholuokan D sähkövaraston on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin Tyypin C sähkövaraston, ja lisäksi niille on lisävaatimuksia, jotka koskevat loistehon- ja jänniteensäädön vaikutuksia sähkömekaanisiin heilahteluihin.

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

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

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

Säädön toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä.

28.2.2020

14 Sähkövarastojen käyttöönottokokeet

14.1 Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa sähkövaraston toiminta sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti sähkövaraston käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla kokeilla.

Liittymispisteen verkonhaltija ja/tai Fingridin edustaja voivat osallistua vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyviin kokeisiin 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 sähkövaraston alueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin määrittelemät signaalit, jos liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskyvyn rekisteröimiseen. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

14.2 Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokokeet

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

Liittyjän vastuulla on todentaa käyttöönottokokein tyypin B sähkövaraston seuraavat vaatimustenmukaiset ominaisuudet:

- 1) Sähkövaraston käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon liittymispisteessä
 - Kokeessa tarkastetaan, ettei sähkövaraston käynnistys tai pysäytys aiheuta sähkön laatueroja liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- 2) Sähkövaraston mitoitusteho
 - Kokeessa tarkastetaan sähkövaraston liittymissopimuksen mukainen mitoitusteho tuotanto- ja kulutustilassa.
- 3) Sähkövaraston loistehokapasiteetti
 - Kokeessa tarkastetaan sähkövaraston loistehokapasiteetti sähkövaraston mitoitusteholla tuotanto- ja kulutustilassa suurimmalla mahdollisella induktiivisella ja kapasitiivisella loisteholla.
- 4) Jännitteen- tai loistehosäädön toiminta
 - Kokeessa tarkastetaan jännite- tai loistehosäädön toiminta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittaessa tarkemman ohjeistuksen.
- 5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

28.2.2020

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston 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 kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan 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. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun [11.1.2](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Liittyjä voi asianmukaisen kokeen suorittamisen sijaan käyttää valtuutetun todentajan antamia laitetodistuksia sen osoittamiseen, että kyseessä olevaa vaatimusta on noudatettu. Tällaisessa tapauksessa laitetodistukset on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle. Lähtökohtaisesti laitetodistuksilla ei voida taata sähkövarastokokonaisuuden ja kaikkien apulaitteiden yhteistoimintaa. Tämän vuoksi laitetodistuksia ei hyväksytä ensisijaisena todentamisen menetelmänä ja niiden käytöstä tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

14.3 Tyypin C sähkövaraston käyttöönottokokeet

14.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

Käyttöönottokokeet tulee suorittaa yhteistyössä liittyjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Fingridin edustajilla on oikeus osallistua kaikkiin käyttöönottokokeisiin.

Liittyjän on laadittava sähkövaraston 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 2 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. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat, että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovittavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

28.2.2020

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 sähkövaraston 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:

- sähkövaraston pätoheho,
- sähkövaraston loisteho,
- jännite liittymispisteessä,
- taajuus liittymispisteessä.

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

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

14.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

Liittyjä voi asianmukaisen kokeen suorittamisen sijaan käyttää valtuutetun todentajan antamia laitetodistuksia sen osoittamiseen, että kyseessä olevaa vaatimusta on noudatettu. Tällaisessa tapauksessa laitetodistukset on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle. Lähtökohtaisesti laitetodistuksilla ei voida taata sähkövarastokokonaisuuden ja kaikkien apulaitteiden yhteistoimintaa. Tämän vuoksi laitetodistuksia 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 liittyjän sopia erikseen Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa käyttöönottokokeen korvaamisesta. Fingrid määrittää, voidaanko jokin käyttöönottokoe mahdollisesti korvata jollakin seuraavista menetelmistä:

- 1) valtuutetun todentajan myöntämät laitetodistukset, akkreditoitujen laboratoriodien sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset testausraportit,
- 2) jatkuva seuranta,
- 3) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettut laskentatarkastelut.

28.2.2020

14.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun [15.1.5](#) määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittyjän on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa [6.3](#) kuvattujen vaiheittain etenevien sähkövarastohankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa vaatimukseen liittyvän todentamisveloitteen 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 sähkövaraston toiminta on Vaatimusten ja sähkövarastosta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu vaatimukseen liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku [15.1.5](#)).

14.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila
 - Kokeen on osoitettava sähkövaraston 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 kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan 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. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto-että kulutustilassa.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.1.2](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

28.2.2020

2) Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri pudotus.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan 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. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.3.3.4](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

3) Taajuussäätötoimintatila

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden funktiona suurimman tuotanto- ja kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava. Taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % sähkövaraston tuotantotilan mitoitustehosta. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Koe on suoritettava verkon taajuusmittaukseen perustuen sekä simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue, sekä kyky kasvattaa tai vähentää pätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa sähkövaraston pätötehon muutosnopeus tulee asettaa suurimpaan sallittuun arvoon. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Koe voidaan suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa 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 %.
 - 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 %.

28.2.2020

- Syötetään taajuusmittaukseen -0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- Asetetaan kuollut alue ± 10 mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
- Asetetaan kuollut alue ± 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 luvun [11.3.3.3](#) ja [11.3.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

4) Pätötehon muutosnopeus

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa pätötehoa luvun [11.3.3.2](#) määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe tulee suorittaa kahdella pätötehon muutosnopeudella $0,1 \times P_{max}/min$ ja $1,0 \times P_{max}/min$ sekä tuotanto- että kulutustilassa. Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle kulutusteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle tuotantoteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.3.3.2](#) vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen aikana tai sen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

5) Vakiojännitesäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää jännitettä ja toimia lukujen [13.2.2](#) ja [13.2.5](#) vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava sähkövaraston jännitteensäädön askelvastekokeet, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa jännitteensäädön suorituskyky sekä ohjearvon ja loistehostatiikan aseteltavuus. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:
 - Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan sähkövaraston 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 jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan sähkövaraston 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.

28.2.2020

- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.2.2](#) ja [13.2.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

6) Vakioloistehosäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää loistehoa ja toimia lukujen [13.2.3](#) ja [13.2.5](#) vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava loistehon askelmaisia muutoksia, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa loistehosäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston loistehosäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi 1 Mvar:n portain.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.2.3](#) ja [13.2.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

7) Vakiotehokerroinsäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää liittymispisteestä mitattavaa tehokerrointa ja toimia lukujen [13.2.4](#) ja [13.2.5](#) vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä loistehon askelmaisia muutoksia, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi 0,01:n portain.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [13.2.4](#) ja [13.2.5](#) vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

8) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun [12.2](#) vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteettilaskelman tulokset. Lisäksi kokeessa todennetaan pätötehon rajoittaminen ja pätötehon säädön tarkkuus.
- Ennen kokeen suorittamista liittäjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sallituista jännite- ja loistehorajoista. Loistehokapasiteettikoe tulee rajoittaa verkon normaalin käyttöjännitteen sallimiin rajoihin.

28.2.2020

- Koe on suoritettava sähkövaraston suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, sähkövaraston tuottaessa tai kuluttaessa pätötehoa neljässä eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:
 - Yli 60 % mitoitustehosta tuotantotilassa, vähintään 30 minuuttia
 - 30–50 % mitoitustehosta tuotantotilassa, vähintään 30 minuuttia
 - Yli 60 % mitoitustehosta kulutustilassa, vähintään 30 minuuttia
 - 30–50 % mitoitustehosta kulutustilassa, vähintään 30 minuuttia
- Koe voidaan suorittaa muuttamalla sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen [11.3.3.1](#), [11.3.5](#) ja [12.2](#) vaatimukset täyttyvät.

9) Pysäytys ja käynnistys

- Kokeen on osoitettava, ettei sähkövaraston pysäytys ja käynnistys aiheuta sähkön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun [11.3.2.2](#) ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.

10) Lähivikakestoisuus

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston lähivikakestoisuus luvun [10.3.2](#) (tyyppi C) tai [10.5.2](#) (tyyppi D) vaatimusten mukaisesti. Lähivikakokeen toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta. Mikäli lähivikakoetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluin ja jatkuvan seurannan avulla sähkövaraston käytön aikana.

14.4 Tyypin D sähkövaraston käyttöönottokokeet

Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat käyttöönottokoevaatimukset kuin tyypin C sähkövarastoa (luku [14.3](#)). Mikäli tyypin D sähkövaraston jännitteensäädön toiminnan vaikutus sähkömekaanisiin heilahteluihin on sähköjärjestelmän siirtokykyä heikentävä, tulee luvun [13.3](#) mukaisten lisäsäätötoimintojen todentamisesta sopia erikseen Fingridin kanssa.

28.2.2020

15 Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

15.1 Tyypin C ja D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

15.1.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

Sähkövarastoista toimitettavien laskentamallien tulee toistaa sähkövaraston 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 Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten

Kunkin sähkövaraston tehonjako-, vikavirta- ja dynamiikkalaskentamallit tulee toimittaa yhdeksi ekvivalenttisähkövarastoksi koottuna kokonaisuutena. Mallin tulee käsittää sähkövarasto sekä sähkövaraston sähköjärjestelmään liittämiseksi tarvittavat muuntajat. Aggregointivaatimus ei koske luvun [15.1.6](#) laskentamalleja sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmaan.

15.1.3 Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset

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

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

15.1.4 Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

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

- 1) jännitteen amplitudin ja sen vaihekulman muutoksiin sähkömekaanisten muutosilmiöiden yhteydessä,
- 2) kulmastiabiiliuteen liittyviin pienten ja suurten herätteiden jälkeisiin sähkömekaanisiin heilahteluihin taajuuksilla 0,2–2 Hz,
- 3) jännitestiabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin. Näissä on otettava huomioon sähkövaraston toiminta lyhytaikaisten jännitehäiriöiden

28.2.2020

yhteydessä sekä pätötehon palautumisen ja loistehokapasiteetin riippuvuus jännitteestä.

15.1.5 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia sähkövaraston käyttöönottokokeiden tuloksiin. Mallinnustietojen todentamisvelvoite koskee sähkövarastoa taulukoiden [15.1](#) ja [15.2](#) esittämässä laajuudessa.

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

- 1) Sähkövaraston komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko
- 2) Lohkokaavioesitys pätötehon ja taajuuden säädöstä parametreineen
- 3) Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen
- 4) Lohkokaavioesitys muista sähkövaraston lisäsäädöistä tai komponenteista ja niiden toiminnasta, mikäli niillä on vaikutusta Vaatimusten kannalta
- 5) Ohjeistus laskentamallin käyttämiseen ja ylläpitoon
- 6) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallin todentamisesta,
 - b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon [15.1](#) esittämässä laajuudessa,
 - c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon [15.2](#) esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko [15.1](#) todennettavaksi velvoittaa,
 - d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

28.2.2020

Taulukko 15.1. Sähkövarastojen mallinnustietojen todentamisvelvoite tyyppiluokittain.

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Sähkövaraston jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X
Sähkövaraston loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (luku 13.3)		X
Lähivikakoe ¹⁾	X	X

¹⁾ Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövaraston lähivikakoetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.

Taulukko 15.2. Numeerisessa muodossa toimitettavat käyttöönottokokeiden mittaustiedot, joihin mallinnustiedoilla laskettuja tuloksia verrataan.

Todennettava osa-alue	U_{PCC}	P_{PCC}	Q_{PCC}	Signaalit
Sähkövaraston jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Sähkövaraston loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (luku 13.3)	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti
Lähivikakoe	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövaraston lähivikakoetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.			
U_{PCC}	liittymispisteen jännite			
P_{PCC}	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston pätöteho			
Q_{PCC}	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston loisteho			

15.1.6 Erityistarkasteluvaatimukset

Mikäli erityistarkasteluissa käytetään sähkömagneettisten muutosilmäiden laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät sähkövaraston laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kyseinen laskentamalli on päivitettävä käyttöönottokokeiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana sähkövaraston loppudokumentaatiota.

15.1.7 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Sähkövarastoon liittyvien kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.

28.2.2020

16 Liite A: Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessin seurantataulukot

16.1 Vaihe 1 (Suunnittelu)

	Toimitettavat tiedot	Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytyt	Vaativuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Yleistiedot			Hyväksytyt	
2	Tekniset tiedot			Hyväksytyt	
3	Jännite-taajuus toiminta-alue			Hyväksytyt	
4	Lähivikakestoisuus (sis. lähivikalaskelma)			Hyväksytyt	
5	Pätötehon ja taajuuden säätö			Hyväksytyt	
6	Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulustehon muutokset			Hyväksytyt	
7	Sähkövaraston loistehokapasiteetti (sis. loistehokap. laskelma)			Hyväksytyt	
8	Jännitteen ja loistehon säätö (sis. jännitteensäädön suorituskyky-laskelma)			Hyväksytyt	
9	Sähkövaraston suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun			Hyväksytyt	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot			Hyväksytyt	
11	Reaaliaikaiset mittaustiedot ja instrumentointi			Hyväksytyt	
12	Erityistarkasteluvaatimukset			Hyväksytyt	
13	Projektin aikataulu ja suunniteltu käyttöönottopäivä			Hyväksytyt	
14	Vaatimustenmukaisuusilmoitus			Hyväksytyt	
	Vaiheen 1 tila			Hyväksytyt	

28.2.2020

16.2 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Toimitettavat tiedot		Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytty	Vaatumuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Muutokset ja täsmennykset vaiheessa 1 esitettyihin tietoihin			Kesken	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot			Kesken	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset			Kesken	
4	Todennetut mallinnustiedot			Kesken	
5	Säätäjien lopulliset asetteluarvot			Kesken	
6	Suojauksen lopulliset asetteluarvot			Kesken	
7	Vaatimustenmukaisuusilmoitus			Kesken	
Vaiheen 2 tila				Kesken	

28.2.2020

16.3 Vaihe 2 - Sähkövaraston käyttöönottokokeet yksityiskohtaisesti

Käyttöönottokoe	Toiminnallisuuden käytettävyys todennettu	Toiminta vaatimusten mukaisesti todennettu	Tila	Kommentit
1	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila		Todentamatta	
2	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila		Todentamatta	
3	Taajuussäätötoimintatila		Todentamatta	
4	Pätötehon muutosnopeus		Todentamatta	
5	Vakiojännitesäätö		Todentamatta	
6	Vakioleistehosäätö		Todentamatta	
7	Vakiotehokerroinsäätö		Todentamatta	
8	Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen		Todentamatta	
9	Pysäytys ja käynnistys		Todentamatta	
10	Lähivikakestoisuus		Todentamatta	
Vaiheen 2 käyttöönottokokeiden tila			Todentamatta	

28.2.2020

16.4 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä)

SJV2018 osakokonaisuus	Toimenpide aloitettu	Toimenpide hyväksytysti suoritettu	Tila	Kommenteja
EON - kytkentäilmoitus			Hyväksytty	
Vaihe 1			Hyväksytty	
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus			Hyväksytty	
Vaihe 2			Hyväksytty	
Vaihe 3			Hyväksytty	
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus			Hyväksytty	
Vaatimusten todentaminen		Hyväksytty		