

## Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2024

### Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Termit ja määritelmät</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Vaatimusten soveltamisala</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Luottamuksellisuus</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Erytystarkasteluvaatimukset</b> .....	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut</b> .....	<b>12</b>
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 käyttöönottoilmoitus-menettely....	15
6.4.1	Tyypin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely .....	15
6.4.2	Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitus- menettely .....	15
6.4.3	Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely .....	16
<b>7</b>	<b>Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen</b> .....	<b>23</b>
7.1	Tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	23
7.2	Tyypin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	23
7.3	Tyypin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot .....	25
7.4	Tyypin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot .....	25
7.4.1	Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu .....	25
7.4.2	Toimitettavat tiedot.....	25
7.5	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot.....	28
<b>8</b>	<b>Poikkeukset vaatimuksista</b> .....	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi</b> .....	<b>30</b>
9.1	Tyypin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto.....	30
9.2	Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto .....	30
9.3	Tyypin C sähkövarastojen instrumentointi .....	30
9.4	Tyypin D sähkövarastojen instrumentointi .....	31
<b>10</b>	<b>Yleiset vaatimukset</b> .....	<b>33</b>
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet .....	33
10.2	Tyypin A sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	33
10.2.1	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue.....	33
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky .....	33
10.2.3	Etäohjausvalmius.....	34
10.2.4	Autonominen kytkeytyminen .....	34
10.2.5	Suojaus.....	34
10.2.6	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä.....	35

10.3	Tyypin B sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	35
10.3.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	35
10.3.2	Lähivikakestoisuus .....	35
10.3.3	Ylijännitekestoisuus .....	36
10.3.4	Loisvirran syöttö.....	38
10.3.5	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen .....	39
10.3.6	Suojaus.....	39
10.3.7	Tietoliikenne ja tietoturva .....	40
10.4	Tyypin C sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	40
10.4.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	40
10.4.2	Autonominen kytkeytyminen .....	45
10.4.3	Verkkoa luovat ominaisuudet .....	46
10.4.4	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	48
10.4.5	Sähkön laatu .....	48
10.4.6	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus .....	49
10.4.7	Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö .....	49
10.5	Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	49
10.5.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	49
10.5.2	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue.....	49
10.5.3	Lähivikakestoisuus.....	50
10.5.4	Ylijännitekestoisuus.....	51
<b>11</b>	<b>Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....</b>	<b>52</b>
11.1	Tyypin A sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....	52
11.1.1	Pätötehonsäätö.....	52
11.1.2	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O).....	52
11.2	Tyypin B sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....	53
11.3	Tyypin C ja D sähkövarastojen pätötehon ja taajuuden säätö .....	53
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	53
11.3.2	Sähkövaraston mitoitusteho, käynnistys ja omakäyttö.....	54
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön ominaisuudet.....	54
11.3.4	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä .....	58
11.3.5	Säädön tarkkuus ja herkkyys .....	58
<b>12</b>	<b>Sähkövaraston loistehokapasiteetti .....</b>	<b>59</b>
12.1	Tyypin B sähkövaraston loistehokapasiteetti .....	59
12.2	Tyypin C ja D sähkövarastojen loistehokapasiteetti .....	59
12.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus .....	59
12.2.2	Lisäloistehokapasiteetti .....	60
12.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit ....	60
12.2.4	Loistehokapasiteettilaskelma .....	61
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen .....	62
<b>13</b>	<b>Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....</b>	<b>63</b>
13.1	Tyypin B sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	63
13.2	Tyypin C sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	63
13.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	63
13.2.2	Vakiojännitesäätö.....	64
13.2.3	Vakioloistehosäätö .....	65
13.2.4	Vakiotehokerroinsäätö .....	66
13.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset .....	66

13.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet .....	67
13.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit .....	67
13.3	Tyypin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	67
<b>14</b>	<b>Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut .....</b>	<b>68</b>
14.1.1	Toiminta jännitehäiriön yhteydessä .....	69
14.1.2	Vakiojännitesäädön suorituskyky .....	69
14.1.3	Verkon jännitteen kulmamuutos .....	70
14.1.4	Toiminta saarekekäytössä.....	70
14.1.5	Impedanssiskannaus .....	71
<b>15</b>	<b>Sähkövarastojen käyttöönottokokeet .....</b>	<b>71</b>
15.1	Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset .....	71
15.2	Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokokeet .....	71
15.3	Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokokeet .....	73
15.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto .....	73
15.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen .....	74
15.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	74
15.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot .....	75
<b>16</b>	<b>Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....</b>	<b>83</b>
16.1	Tyypin C sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....	83
16.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset .....	83
16.1.2	Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten .....	83
16.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset .....	83
16.1.4	Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset.....	83
16.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	84
16.1.6	Tyypin D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....	86
16.1.7	Eriyistarkasteluvaatimukset.....	86

## 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.

Vaatimukset on asetettu sähkövarastojen liityntälaitteiston teknologian perusteella, mikä on yhtenevä suuntaajakytkettyjen voimalaitosten kanssa lukuun ottamatta verkkoa luovia säätöominaisuuksia, joiden hyödyntämiseen sähkövarastoilla on edellykset jo nyt. Jos muunlaisia sähkövarastoja aiotaan kytkeä sähköjärjestelmään, Fingrid määrittää niille vaatimukset erikseen.

Eurooppalaiset liitynnän verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Näiden vaatimusten asettamisessa on huomioitu eurooppalaisten liitynnän 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.

Näiden järjestelmätekniisten vaatimusten lisäksi liittyjän on

- noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE),
  - noudatettava kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja
  - noudatettava liittymispisteen verkonhaltijan asettamia liittymisehtoja
- sekä
- täytettävä järjestelmäpalveluita tarjotessaan kullekin (reservi)markkinapaikalle asetetut vaatimukset.

## 2 Termit ja määritelmät

**Hybridivoimalaitos:** Voimalaitosta, jossa saman liittymispisteen taakse on liitetty erityyppisiä laitososioita, kuten eri primäärienergianlähteeseen (aurinko, tuuli, vesi) perustuvia voimalaitoksia tai sähkövarastoja, joiden liittymispisteeseen syöttämää pätötehoa tai loistehoa ohjaa laitososioille yhteinen säätäjä.

**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  $\Delta I_q$  on sähkövaraston viassa syötämä lisäloisvirta,  $I_n$  on sähkövaraston nimellisvirta,  $\Delta U$  on jännitteen muutos viassa,  $U_n$  on verkon nimellisjännite.

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

**Käyttöönottokokeet:** Sähkövarastojen järjestelmäteknisiin vaatimuksiin liittyvät käyttöönottokokeet.

**Käytöstä vastaava toimija (KVT):** Liittyjän nimeämä ja tätä edustava taho, joka vastaa sähkövaraston toiminnasta sähköverkossa. Käytöstä vastaavalla toimijalla on oltava joka hetki tieto sähkövaraston toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata sähkövarastoa ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia sähkövaraston ulkopuolelta annettavia ohjauksia.

**LFSM-O:** Taajuussäätö ylitaajuustoimintatila (engl. limited frequency sensitive mode – overfrequency) on pätötehon säätötila, jossa sähkövaraston pätötehoa aletaan alentaa automaattisesti tietyn taajuuden yläpuolella.

**LFSM-U:** Taajuussäätö alitaajuustoimintatila (engl. limited frequency sensitive mode – underfrequency) on pätötehon säätötila, jossa sähkövaraston pätötehoa aletaan nostaa automaattisesti tietyn taajuuden alapuolella.

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

**Liittymispiste:** Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

**Liittymispisteen verkonhaltija:** Sähköverkon haltija, jonka sähköverkkoon sähkövarasto liittyy ja jolla on voimassa oleva Energiaviraston myöntämä lupa harjoittaa sähköverkkotoimintaa.

**Liittymissopimus:** Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan välinen sopimus, jossa määritellään ehdot liittyjän liittämiseksi liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkkoon.

**Loisteho:** Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo 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.

**Mitoitusloisteho ( $Q_n$ ):** Sähkövaraston mitoitusloisteho on sähkövaraston jännitteen- tai loistehon säädön perusarvona käytettävä loistehokapasiteettivaatimuksen mukainen loisteho.

**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). Jänniteensäätäjän lisätoiminto, jonka tavoitteena on parantaa matalataajuisen 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 tehoelektroniiikan 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, vakioaloistehosäätö 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.

**Vaatimukset:** Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2019.

**Verkkoa luova suuntaaja:** Suuntaaja toimii säätöonsä perustuen kuten jännitelähde, joka on kytketty sarjaan lähdeimpedanssin kanssa. Verkkoa luovan säädön (engl. grid forming control, lyh. GFC) tavoitteena on pyrkiä pitämään suuntaajan säätöjärjestelmässä kuvatus jännitelähteen kulma vakiona nopeissa muutosilmiöissä. Verkkoa luovan suuntaajan (engl. grid forming inverter, lyh. GFMI tai GFI) säätöominaisuuksiin viitataan yleisesti käsitteellä Grid Forming (lyh. GFM).

**Verkkoa seuraava suuntaaja:** Suuntaaja toimii säätöonsä perustuen kuten virtalähde. Verkkoa seuraavan suuntaajan (engl. grid following inverter, lyh. GFLI tai GFL) säädön tavoitteena on pitää suuntaajan syöttämä pätöteho vakiona lukittautumalla verkon taajuuteen jännitemittaukseen perustuen.

**YLE:** Fingridin yleiset liittymisehdot.

### 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. Varavirtalähteelle sallitaan korkeintaan 5 minuutin rinnankäyntiaika sähköjärjestelmän kanssa tilanteessa, jossa siirrytään varavirtalähteen syötöltä verkkosyötölle. Valmiustilassa varavirtalähteen syöttö liittymispisteestä sähköjärjestelmään tulee estää. Varavirtalähteen ja sähköjärjestelmän rinnakkaista toimintaa huollon tai käyttöönottokokeiden aikana ei oteta huomioon viiden minuutin määräajassa. Huolloksi katsotaan ajoittaiset toistuvat toimintakokeet, joiden ajankohta on ennalta määrätty (esim. tunnin koekäyttö jokaisen kuukauden ensimmäisenä maanantaina tunnilla 8–9). 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 SJV2024:n mukaiset vaatimukset, mikäli sähkövaraston liittymissopimus on tehty SJV2024:n vahvistamispäivän jälkeen tai sähkövaraston sitova hankintasopimus on tehty 1.7.2025 jälkeen. Muussa tapauksessa 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 tyyppi- ja jännitetasoluokittelu tuotantotilan mitoitus- ja liittymispisteen jännitetason perusteella.**

Tyyppi- luokka	Liittymispisteen jännitetaso	Ehto	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitus- teho $P_{\max,p}$
Tyyppi A	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV <sup>1</sup>	ja (*)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitus- teho 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 <sup>1</sup>	ja (*)	Sähkövaraston tuotantotilan mitoitus- teho 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 mitoitus- teho 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 mitoitus- teho on vähintään 30 MW. ( $P_{\max,p} \geq 30 \text{ MW}$ )

<sup>1</sup> 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.

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 mitoitus- tehosta tai vaatimuksista.

Mikäli liittynyt haluaa yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi hybridivoimalaitoksen tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää, voidaan vaatimuksia tarkastella kokonaisuutena. Vaatimukset määräytyvät kokonaisjärjestelmän mitoitus- tehosta ja liittymispisteen jännitetasosta sillä erotuksella, että alle 10 MW:n sähkövarastoilta ei edellytetä verkkoa luovia ominaisuuksia (ks. luku 10.4.3) niiden toimiessa osana C- tai D-tyypin kokonaisjärjestelmää. Fingrid määrittää yksityiskohtaiset vaatimukset tapauskohtaisesti liittymisen pyynnöstä.

## 4 Luottamuksellisuus

Salassapitovelvoitteiden osalta noudatetaan seuraavia kansallisia periaatteita, jotka perustuvat mukaillen 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.

## 5 Erityistarkasteluvaatimukset

Liittyjän tulee pyytää Fingridiltä erityistarkastelutarpeen arviointia sähkövaraston esisuunnitteluvaiheessa, jos sähkövarasto kuuluu tyyppiluokkaan D (taulukko 3.1). Erityistarkastelutarpeen arviointi on osa sähkövaraston verkkoon liittämisen edellytysten arviointia ja se tulee suorittaa ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista. Fingrid suosittelee liittyjää pyytämään erityistarkasteluvaatimusten arviointia jo ennen sähkövaraston pääkomponenttien sitovan hankintasopimuksen allekirjoittamista sillä erityistarkasteluilla saattaa olla vaikutusta sähkövaraston laitteiden valintaan ja mitoitukseen sekä hankkeen aikatauluun.

Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen ainakin seuraavien asioiden osalta:

- alisyntroninen vuorovaikutus,
- geomagneettisesti indusoituvat virrat,
- tehoheilahtelujen vaimentuminen,
- pieni liittymispisteen minimoioikosulkuteho
- suuntaajien vuorovaikutusilmiöt
- tarve verkkosuojalle tai muulle suojausratkaisulle
- tarve sähkövaraston ulkopuolelta ohjatulle säätöratkaisulle ja
- sähkön laatu.

Mikäli sähkövaraston liittynnän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, liittyjän tulee suorittaa tarkastelut viimeistään sähkövaraston liittynnän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Mikäli sähkövarastossa käytettävän teknologian vaatimustenmukaisuudesta ei ole soveltuvaa aiempaa näyttöä jota Fingrid voi hyödyntää arvioinnissaan, osa erityistarkasteluista voidaan vaatia suoritettavaksi jo ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista. Liittyjällä on vastuu erityistarkastelujen suorittamisesta ja koordinoinnista.

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

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

Tässä luvussa kuvataan 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 liittynästä aina liittymispisteen verkonhaltijan kanssa ennen liittynän suunnittelua. Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltija solmivat liittymissopimuksen, jossa yksityiskohtaiset liityntäehdot on määritetty. Liityntää ei saa tehdä ilman liittymispisteen verkonhaltijan lupaa.

Näissä vaatimuksissa liittymispisteen verkonhaltijalla tarkoitetaan sähköverkonhaltijaa, jolla on voimassa oleva, Energiaviraston myöntämä lupa harjoittaa sähköverkkotoimintaa. Mikäli sähkövaraston liittymispisteen verkonhaltijalla ei ole em. lupaa, vaatimuksissa määritellyt oikeudet omaa ja vastuut kantaa se verkkoluvallinen verkonhaltija, jonka verkkoon sähkövarasto suoraan tai liittymisverkkonsa kautta liitetään. Vaatimusten mukainen sähkövaraston liittymispiste on Energiaviraston myöntämän luvan omaavan verkon liittymispiste.

### 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 täyttämistä ja todentamisesta sekä niihin liittyvistä kustannuksista. Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää Vaatimusten mukainen toiminta koko sähkövaraston käyttöänsä 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 tarkastaa liittäjän toimittamat tiedot ja arvioida, onko sähkövarasto Vaatimusten mukainen, ja ilmoittaa arvioinnin tulos liittäjälle.

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

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

Liittymispisteen verkonhaltijan on julkaistava liittäjän 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 liittäjän sopimalla tavalla liittymispisteen verkonhaltijaan liittyvistä syistä, liittymispisteen verkonhaltija ei saa perusteettomasti pidättäytyä antamasta vaatimusten todentamisprosessin mukaista käyttöönottoilmoitusta (luku 6.4).

Liittäjän tulee ylläpitää sähkövaraston Vaatimusten mukainen toiminta myös vaatimusten todentamisprosessin hyväksytyin suorittamisen jälkeen. Mikäli liittjä havaitsee sähkövaraston toiminnan olevan ristiriidassa Vaatimusten kanssa, on liittjä velvollinen ilmoittamaan tästä viipymättä liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille sekä ryhtymään tarvittaviin toimenpiteisiin ristiriidan poistamiseksi.

Liittymispisteen verkonhaltija on velvollinen ilmoittamaan viipymättä liittäjälle 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.

## 6.2 Sähkövaraston järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

Mikäli käytössä olevaan tyyppin C tai D sähkövarastoon tai sen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin vaikuttaviin laitteistoihin tai järjestelmiin tehdään muutoksia, liittymisen 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 liittymisen kanssa.

Mikäli liittymispisteen verkonhaltija ja liittymisen eivätkä 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

Liittymisen tulee ottaa huomioon sähkövaraston kapasiteetin kehittyminen hankkeen eri vaiheissa sekä sähkövaraston lopullinen tuotantotilan mitoitusaste. Vaiheittain etenevien sähkövarastohankkeiden osalta Vaatimukset määräytyvät sähkövaraston lopullisen tuotantotilan mitoitusasteen mukaan.

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

- 1) sähkövaraston tuotantotilan mitoitusaste 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 Tyypin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Kunkin tyypin 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.

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 sähkövarastoon".

- 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. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

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 tarkastaa liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten 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 15. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16.

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

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

### 6.4.3 Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

#### 6.4.3.1 Todentamisprosessin vaiheistus

Liittyjän 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. Todentamisprosessin toteutuksesta osana sähkövarastoprojektia tulee sopia mahdollisimman aikaisin projektin esisuunnitteluvaiheessa luvussa 6.4.3.2 kuvatulla tavalla.

Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa 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 liittyjän 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 15. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16.

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

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

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
Vaihe 0 (Esisuunnittelu) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erytystarkasteluista sopiminen (luku 5)</li> <li>• Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin ml. todentamistavat ja seuranta</li> <li>• Tekniset määritelmät</li> </ul>	Sähkövaraston toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.	Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä.
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1 (Suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelutiedot</li> <li>• Mallinnustiedot</li> <li>• Vaaditut laskelmat</li> <li>• Projektikohtaiset alustavat asetteluarvot</li> <li>• Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa</li> <li>• Vaatimustenmukaisuusilmoitus</li> </ul>	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, vähintään 6 kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa, 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 reaaliaikamittaukset. Jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä sekä mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa. 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"> <li>• Muutokset ja päivitykset vaiheen 1 tietoihin</li> <li>• Käyttöönottokokeiden suunnittelu ja toteutus</li> <li>• Koetulosten raportointi</li> <li>• Mallinnustietojen validointi</li> <li>• Säätäjien ja suojauksen lopulliset asetteluarvot</li> </ul>	Liittymispisteen verkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönotto-oesuunnitelma 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 pätehoa

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus</li> </ul>		sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimitettujen tietojen tarkastus</li> <li>• Prosessin hyväksyntä</li> </ul>	Liittyjä on toimittanut vaiheen 2 mukaiset tiedot ja toteuttanut toimenpiteet sekä Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittaminen. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa lausunto vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen.
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus	Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.	Lopullisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.

### 6.4.3.2 Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

Liittyjän tulee sopia mahdollisimman varhain – sähkövarastoprojektin esisuunnitteluvaiheessa ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista – liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa sähkövaraston vaatimustenmukaisuuden todentamisesta osana projektia.

Liittyjän vastuulla on järjestää todentamisprosessia käsittelevä aloituskokous, johon kutsutaan liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid. Kokouksessa

- tarkastetaan hankkeen tekniset lähtötiedot ja keskeiset suunnitteluperiaatteet
- sovitaan luvun 5 mukaisten erityistarkasteluiden suorittamisesta hankkeeseen kohdistuvien tarkempien vaatimusten määrittämiseksi ja huomioimiseksi.
- sovitaan todentamisprosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin liittyvät käytännöt.
- käydään läpi todentamisprosessin aikataulu sähkövarastohankkeen aikataulua vasten.

### 6.4.3.3 Fyysisen liittynnän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

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

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

Kytkentäilmoitus ei oikeuta pätötehon syöttämiseen liittymispisteeseen tai sähkövaraston lataamiseen liittymispisteestä.

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

Vaiheessa 1 liittyjä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa 7.4 listatut tiedot sekä toteuttaa reaaliaikamittauksen sähkövarastoon luvun 9 ohjeistuksen mukaisesti.

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 1 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukon 7.2 viite sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Vaiheen 1 tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, vähintään kuusi kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa, jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä ajoissa. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun. Liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa toimitetut tiedot lukuun ottamatta mallinnustietoja, jotka tarkastaa Fingrid. Hyväksyttyään tiedot ja saatuaan Fingridiltä hyväksynnän mallinnustiedoille, vahvistaa liittymispisteen verkonhaltija vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen sekä toimittaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen liittyjälle.

Sähkövaraston jatkuvatoimisen tallenninjärjestelmän, reaaliaikamittausten ja mahdollisen kaukokäyttöyhteyden tulee olla testattu ja toiminnassa ennen väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen toimittamista liittyjälle.

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika on 18 kuukautta ja tänä aikana liittyjä saa oikeuden käyttää sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen.

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

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

Vaiheessa 2 liittyjä 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.

Liittyjän tulee toimittaa vaiheen 2 tietojen toimituksen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukon 7.3 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

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

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta liittymisen 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. Mikäli käyttöönottokokeiden suorittaminen mainitussa aikataulussa ei ole perustellusta syystä mahdollista, Liittyjä voi anoa lisääaikaa kokeiden suorittamiselle huomioiden kuitenkin väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloajan. Lisääaikaa tulee anoa liittymispisteen verkonhaltijalta ja Fingridiltä, jotka voivat yksimielisellä päätöksellä myöntää lisääajan käyttöönottokokeiden ja vaiheen 2 toimenpiteiden suorittamiselle.

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

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

Lopullinen käyttöönottoilmoitus on voimassa toistaiseksi ja se oikeuttaa liittymisen käyttämään sähkövarastoa sekä syöttämään sähköä liittymispisteeseen.

#### 6.4.3.7 Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON)

Rajoitettu käyttöönottoilmoitusmenettely astuu voimaan, kun sähkövarastossa tapahtuu merkittäviä ja odottamattomia muutoksia, jotka vaikuttavat sähkövaraston kykyyn täyttää Vaatimukset. Liittymisen, 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.

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

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

- ratkaisemattomat asiat, jotka oikeuttavat rajoitetun käyttöönottoilmoituksen antamisen;
- odotettuun ratkaisuun liittyvät vastuut ja määräajat; ja

- voimassaoloaika, joka saa olla enintään 12 kuukautta. Myönnetty ensimmäinen voimassaoloaika voi olla lyhyempi ja sitä voidaan jatkaa, jos liittymispisteen verkonhaltijalle esitetään sitä tyydyttävät todisteet siitä, että täydellisen vaatimustenmukaisuuden saavuttamisessa on edistytty merkittävästi.

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

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

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus kieltäytyä hyväksymästä 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, liittyjä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

## **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. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

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. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

**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)	
1.4 Tietoliikenneyhteyksien yhteyskaavio (CSA, Common Service Architecture) ja tietoturvasuunnitelma	
<b>2 Muuntajien tekniset tiedot:</b>	
2.1 Sähkövaraston muuntajien lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensiö/toisio], oikosulkum impedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
<b>3 Sähkövaraston tekniset tiedot:</b>	
3.1 Sähkövarastointiyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
3.2 Sähkövarastointiyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet Mitoitusteho kulutustilassa [MW], mitoitus-teho 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	
<b>4 Sähkövaraston järjestelmätekniset ominaisuudet:</b>	
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 lähivika- ja ylijännitekestoisuus	
4.6 Sähkövaraston loisivirran syöttö jännitehäiriön ja ylijännitteen aikana	
4.7 Sähkövaraston päteohensäättöominaisuudet	
4.8 Sähkövaraston jänniteensäätöominaisuudet	
<b>5 Sähkövaraston suojaustiedot:</b>	
5.1 Sähkövaraston relesuojauskaavio	
5.2 Sähkövaraston lopulliset relesuojausasettelut	
5.3 Tiedot saarekesuojan toimintaperiaatteesta (jos käytössä)	
<b>6 Käyttöönottodokumentit:</b>	
6.1 Käyttöönottopöytäkirjat	
6.2 Jänniteensäädön lopulliset asettelu-arvot ja toimintatila	
<b>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</b>	
Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	



### 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 käyttöönottokeiden jälkeen. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

Fingrid tarkastaa sähkövarastosta laaditut mallinnustiedot (ks. luku 16). Huolimatta edellä mainitusta veloitteesta toimittaa mallinnustiedot Fingridille vasta käyttöönoton jälkeen, Fingrid suosittelee mallinnustietojen toimittamista Fingridille tarkastettavaksi jo hyvissä ajoin (vähintään 6 kuukautta) ennen laitteiston käyttöönottoa.

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. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

### 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. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

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. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

#### 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.

**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
<b>1 Yleistiedot</b>	
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)	
1.5 Tietoliikenneyhteyksien yhteyskaavio (CSA, Common Service Architecture) ja tietoturvasuunnitelma (luku 10.3.7)	
<b>2 Tekniset tiedot</b>	
2.1 Sähkövarastointiyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Sähkövarastointiyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulustilassa [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	
Soveltuvin osin vastaavat tiedot kuin sähkövarastointiyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
<b>3 Jännite-taajuus toiminta-alue</b>	
3.1 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylijännitteellä (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.2 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylitaajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.3 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky (luku 10.2.2)	
<b>4 Lähivika- ja ylijännitekestoisuus</b>	
4.1 Tiedot ja tarkastelu toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3, luku 14.1.1)	
4.2 Tiedot toiminnasta lyhytaikaisen ylijännitteen aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.3)	
4.3 Tiedot pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.5)	
<b>5 Verkkoa luovat ominaisuudet</b>	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus verkkoa luovista säätöominaisuuksista (luku 10.4.3)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkokaavioesitys säädön toteutuksesta.	
5.2 Tarkastelut toiminnasta saarekekäytössä ja verkon kulmamuuoksessa sekä impedanssiskannaus (luku 14.1.3, 14.1.4 ja 14.1.5)	
5.3 Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
<b>6 Pätötehon ja taajuuden säätö</b>	
6.1 Dokumentaatio ja kuvaus pätötehon ja taajuuden säädöstä (luku 11)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkokaavioesitys säädön toteutuksesta.	
6.2 Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	

**Taulukko 7.2 jatkuu.**

<b>7</b>	<b>Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulutustehon muutokset</b>	
<b>7.1</b>	Tiedot sähkövaraston toiminnasta omakäytöllä (luku 11.3.2)	
	Sähkövaraston omakäyttötötehon suuruus	
<b>7.2</b>	Tuotanto- ja kulutustehon muutokset	
	Pätötehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä	
	Pätötehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila)	
	Pätötehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	
<b>8</b>	<b>Sähkövaraston loistehokapasiteetti</b>	
<b>8.1</b>	Loistehokapasiteetilaskelma (luku 12.2.4)	
<b>8.2</b>	PQ-diagrammit	
	Sähkövarastointyksiköiden PQ-diagrammit sekä tiedot niiden jännite-taajuusriippuvuudesta. PQ-diagrammeihin tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetellut.	
<b>8.3</b>	Muut loistehoon vaikuttavat komponentit	
	Loistehoa tuottavat (esim. kondensaattori tai STATCOM) ja kuluttavat komponentit sekä niiden toiminta komponentteihin vaikuttavien suureiden (esim. jännite, pätöteho) funktiona	
<b>9</b>	<b>Jännitteen ja loistehon säätö</b>	
<b>9.1</b>	Dokumentaatio ja kuvaus jännitteen ja loistehon säädöstä (luku 13)	
	Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
	Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkoavioesitys säädön toteutuksesta.	
<b>9.2</b>	Säätäjille asetettavat parametrit ja toimintaviiveet	
<b>9.3</b>	Jännitteensäädön suorituskyky-laskelma (luku 14.1.2)	
<b>10</b>	<b>Sähkövaraston suojausasetellut ja vaikutus sähkön laatuun</b>	
<b>10.1</b>	Suojausasetellut (luku 10.3.6)	
	Sähkövaraston relesuojauskaavio ja asetellut.	
<b>10.2</b>	Sähkövaraston vaikutus sähkön laatuun (luku 10.4.5)	
	Sähkövaraston vaikutus sähkön laatuun sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit.	
<b>11</b>	<b>Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot</b>	
	Projektiokohtaiset dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit Vaatimusten mukaisesti (luku 16)	
<b>12</b>	<b>Reaaliaikaiset mittaustiedot ja instrumentointi</b>	
<b>12.1</b>	Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa ja todennus (luku 9.2 ja 10.4.1)	
<b>12.2</b>	Tallentimien tekniset tiedot ja asetellut (luku 9.3 tai 9.4)	
<b>13</b>	<b>Erityistarkasteluvaatimukset</b>	
	Vaadittavat erityistarkastelut Vaatimuksiin liittyen (luku 5)	
<b>14</b>	<b>Projektin aikataulu ja käyttöönotto</b>	
	Sähkövarastohankkeen aikataulu ja Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden suunniteltu ajankohta.	
	<b>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</b>	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

**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
<b>1</b>	<b>Muutokset ja täsmennykset</b>	
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettuihin tietoihin	
<b>2</b>	<b>Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot</b>	
<b>2.1</b>	<b>Käyttöönottokesuunnitelma (luku 15.3.1)</b>	
	Yksityiskohtainen käyttöönottokesuunnitelma, sähkövarastotoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle <b>viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.</b>	
<b>2.2</b>	<b>Käyttöönoton aikataulu (luku 15.3.1)</b>	
	Käyttöönoton aikataulu, myöhemmät muutokset käyttöönoton aikatauluun tulee koordinoida liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.	
<b>2.3</b>	<b>Mittausjärjestelyt (luku 15.3.1)</b>	
	Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista.	
<b>3</b>	<b>Käyttöönottokokeiden tulokset</b>	
<b>3.1</b>	<b>Käyttöönottoraportti Vaatimuksiin liittyvistä kokeista (luku 15.3.3)</b>	
<b>3.2</b>	<b>Käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa (taulukko 16.2)</b>	
<b>4</b>	<b>Todennetut mallinnustiedot</b>	
	Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskenmallit (luku 16)	
<b>5</b>	<b>Säätäjien lopulliset asetteluarvot</b>	
	Sähkövaraston pätehon ja taajuuden säädön sekä jännitteen ja loistehon säädön lopulliset asetteluarvot.	
<b>6</b>	<b>Suojauksen lopulliset asetteluarvot</b>	
	Sähkövaraston ja sähkövarastoliittynän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
	<b>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</b>	
	Liittymisen edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat voimalaitoksen täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

## 7.5 Tyypin- ja tehdaskokeiden tiedot

Mikäli tyypin B, C tai D sähkövaraston vaatimustenmukaisuuden osoittaminen edellyttää erityisten tyypin- tai tehdaskokeiden suorittamista, kokeiden sisällöstä, suoritustavasta ja ajankohdasta tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille tulee varata mahdollisuus osallistua vaatimustenmukaisuuden todentamiseen liittyviin kokeisiin harkintansa mukaan omalla kustannuksellaan.

Tyypin B, C tai D sähkövaraston yksittäisille laitteille tai laitteistoille suoritettujen ja suoritettavien, vaatimusten täyttymisen todentamisen kannalta olennaisten tyypikokeiden ja tehdaskokeiden tulosaineistot tulee sisällyttää toimitettavaan tietoihin liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin pyytäessä.

## 8 Poikkeukset vaatimuksista

Liittyjällä on mahdollisuus poiketa Vaatimuksista tässä luvussa määritettyjen ehtojen täyttyessä. 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.

## 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".

Tyypin C ja D sähkövarastojen ohjaukseen ja kaukokäyttöön liittyvän tiedonvaihdon vaatimukset on esitetty luvussa 10.4.1.

### 9.3 Tyypin C 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 tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja sähkövaraston liittymispisteeseen syöttämät virrat hetkellisarvoina vaihteittain. Häiriötallentimen tulee liipaista, kun:
  - suojarele toimii (laukaisu)
  - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
2. Heilahtelutallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja sähkövaraston liittymispisteeseen syöttämät virrat RMS-arvoina vaihteittain, sekä tallentaa jännitteiden ja virtojen

vaihekulmat. Jos vaihekulmia ei tallenneta, tulee tallentaa sähkövaraston pätö- ja loisteho. Lisäksi tulee tallentaa taajuus. Heilahtelutallentimen tulee liipaista, kun:

- suojarele toimii (havahtuminen)
  - 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 ennen vikaa 0,5–1 s, vian jälkeen yli 2 s
    - heilahtelutallentimelle ennen vikaa 1–5 s, vian jälkeen yli 15 s
  7. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittyjälle.
  8. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa muistikapasiteetilla, jolla varmistetaan häiriötallenteiden saatavuus vähintään seitsemän päivää tallennetun tapahtuman jälkeen. Vaatimuksen katsotaan täyttyvän tallennuksen kattaessa vähintään 20 viimeistä tallennettua tapahtumaa.

#### 9.4 Tyypin D sähkövarastojen instrumentointi

Tyypin D sähkövarastoihin on asennettava jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä, jonka mittauksiin sähkövaraston käytöstä vastaavalla toimijalla on nopea pääsy. tallennusjärjestelmä mahdollistaa sähkövaraston ja sen säätäjien toiminnan jatkuva-aikaisen tallentamisen aina sähkövaraston ollessa kytkettyneenä verkkoon. Laitteiston tulee tallentaa todenmukaisesti sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteet.

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaiheittain.

2. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen pätö- ja loisteho sekä taajuus.
3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot.
4. Virta- ja jännitemittausten näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (4 kHz tai suurempi).
5. Teho- ja taajuusmittausten tallennustaajuuden tulee olla vähintään 50 Hz.
6. Tallentimen aika tulee synkronoida ulkoisen aikapalvelimen (esim. sähkövaraston automaatiojärjestelmä tai GNSS-järjestelmä) kanssa.
7. Tallennusjärjestelmä tulee toteuttaa siten, että sähkövaraston käytöstä vastaavalla toimijalla on alle tunnissa pääsy tallentimen mittauksiin ja liittymispisteen verkonhaltija sekä Fingrid saavat tallenteet käyttöönsä viimeistään kahdeksan tunnin kuluessa niiden pyytämisestä.
8. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa vähintään 30 päivää kattavalla muistikapasiteetilla. Tallennus voidaan toteuttaa sovelluspohjaisella ratkaisulla, jossa mittaustiedot siirretään sähkövaraston ulkopuoliseen tietovarastoon huomioiden kuitenkin tallennuksen jatkuvuus esim. tietoliikennehäiriöissä.

Vaikka jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä toimii sähkövaraston ensisijaisena häiriötallentimena, Fingrid suosittelee sähkövaraston suoja-alueiden häiriötallenninominaisuuksien käyttöönottoa ja tallenteiden saattamista sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan saataville.



## 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 vaihtelun alueen on oltava vähintään 0,90–1,05 pu normaalista käyttöjännitteestä.

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

Fingridin sähköverkossa jännitteen vaihtelun alueet 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.

Sähkövaraston toimintakykyä sille teknisesti mahdollisella taajuus- ja jännitealueella ei saa rajoittaa ilman teknisesti perusteltua syytä. Tämä tulee huomioida erityisesti suojausasetteluissa.

#### 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.

### 10.2.3 Etäohjausvalmius

Sähkövarasto tulee varustaa logiikkaliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotanto voidaan lopettaa viiden sekunnin kuluessa käskyn saapumisesta syöttöporttiin. Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöönotosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

### 10.2.4 Autonominen kytkeytyminen

Autonomisella kytkeytymisellä tarkoitetaan sähkövaraston itsenäisesti suorittamaa, automatisoidun sekvenssin ohjaamaa kytkeytymistä verkkoon ja palautumista tuotantoon. Autonomisesta kytkeytymisestä sovitaan aina erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Sähkövarasto saa kytkeytyä autonomisesti 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, ellei liittymispisteen verkonhaltija ole määritellyt pienempää muutosnopeuden arvoa.
- Liittymispisteen verkonhaltija sallii autonomisen jälleenkytkentäjärjestelmän asentamisen ja automaattisen kytkeytymisen 1–10 minuutin kuluttua häiriön jälkeen.

### 10.2.5 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 liitynnän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

Fingrid ei suosittele taajuuden muutosnopeuden (engl. rate of change of frequency, lyh. RoCoF) tai jännitteen kulmamutoksen (nk. vector shift tai phase jump) tunnistavien suojalaitteiden käyttämistä, sillä tämän kaltaisten suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkeytyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella. Mikäli taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta käytetään, saa se irrottaa sähkövaraston verkosta vain, mikäli taajuuden muutosnopeus ylittää 4 Hz/s vähintään 250 ms ajan. Jännitteen kulmamutoksen tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää ainoastaan silloin, kun sähkövaraston mitoitus-teho on alle 50 kW ja suojaus toimii jännitteen askelmaisena kulmamutoksen ollessa vähintään 15 astetta.

Saarekekäytön estämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

## 10.2.6 Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä

Sähkövaraston ulkoisten verkkoyhteyksien menetys häiriön tai suunnitellun keskeytyksen seurauksena ei saa aiheuttaa muutoksia sähkövaraston Vaatimusten mukaiseen toimintaan verkkoyhteyksien palautumisen jälkeen (kuten laitteiden asetteluiden palautumista tehdasasetuksiin).

## 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 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

Sähkövarastolla on oltava yksi Liittyjän nimeämä sähkövaraston käytöstä vastaava toimija (lyh. KVT), jolla on joka hetki tieto sähkövaraston toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata sähkövarastoa ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia sähkövaraston ulkopuolelta annettavia ohjauksia. Käytöstä vastaava toimija voi ohjata sähkövarastoa kaukokäytöllä tai paikallisesti.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on tarvittaessa oikeus määritellä tarvittavat kaukokäytön ohjaukset ja tilatiedot verkkoonsa liittyvien sähkövaraston hallitsemiseen ja valvontaan. Liittyjä vastaa näiden ohjausten ja tilatietojen tarvitseman tiedonvaihdon toteutuksesta sähkövaraston ja liittymispisteen verkonhaltijan järjestelmien välillä.

Liittymispisteen verkonhaltijan ohjauskyvyn osalta vähimmäisvaatimuksena on varustaa sähkövarasto väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotantotilaa voidaan muuttaa (kulutus/tuotanto) ja sille voidaan asettaa ohjearvo. Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöönotosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

### 10.3.2 Lähivikakestoisuus

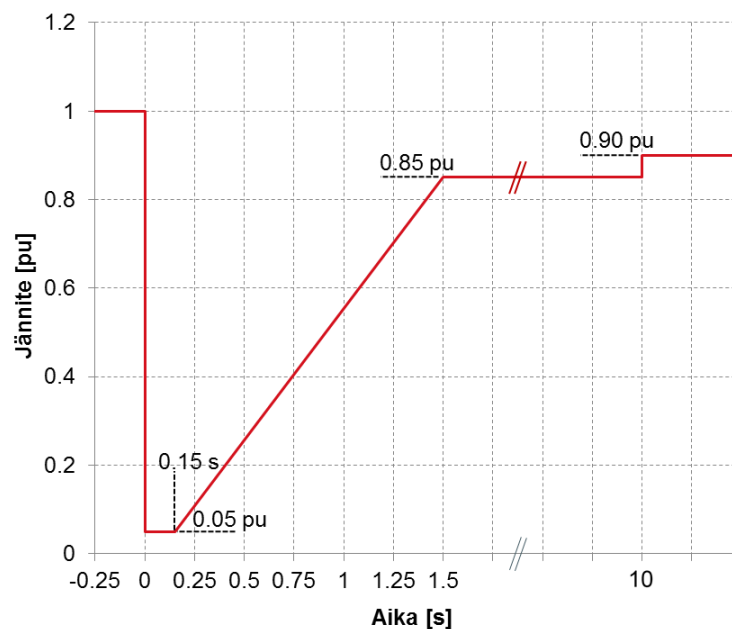
Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa syvän jännitekuopan aiheuttavien sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.1 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

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 on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



**Kuva 10.1. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin 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, mikäli jännitehäiriön aikana tapahtuu lisäksi verkon jännitteen pysyvä kulmamuuutos, jonka suuruus on korkeintaan  $\pm 30$  astetta.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

Sähkövaraston tulee pyrkiä säilyttämään vikaa edeltävä pätöteho huomioiden suuntaajien virtarajat ja loisvirran priorisointi (luku 10.3.4).

### 10.3.3 Ylijännitekestoisuus

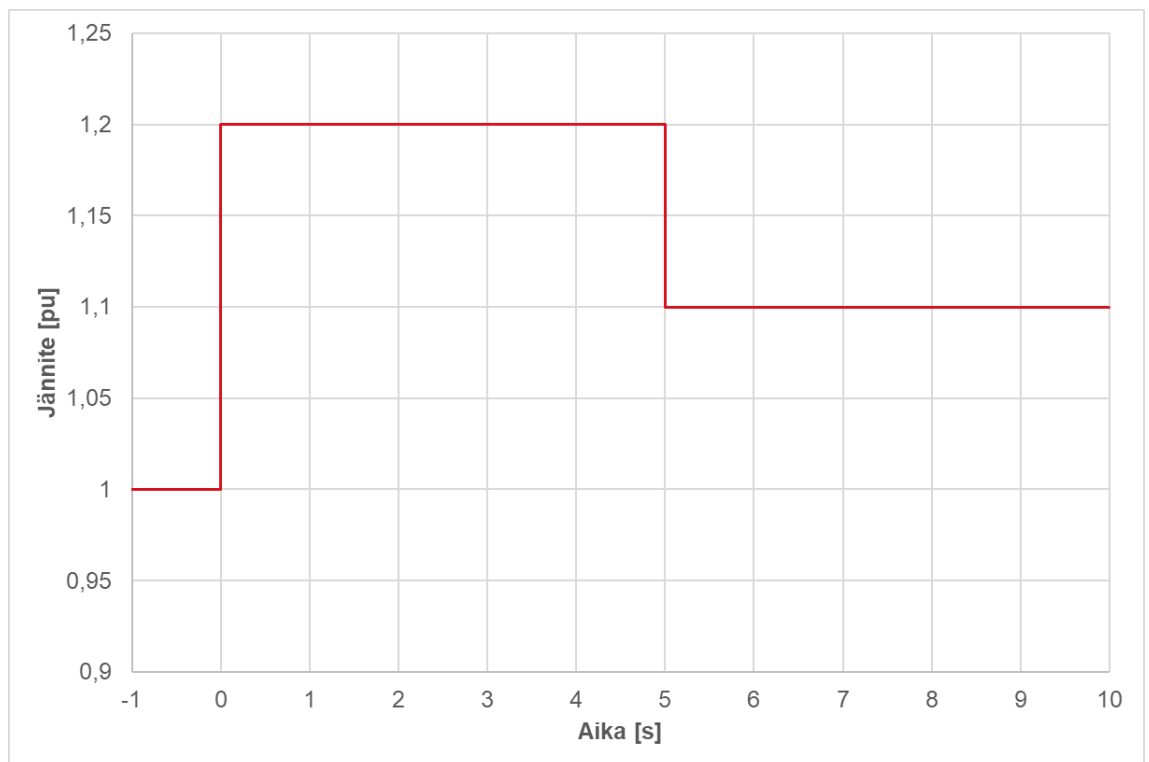
Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa irtoamatta verkosta liittymispisteessä esiintyvän kuvan 10.2 mukaisen lyhytaikaisen käyttötaajuuden, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävän ylijännitteen aikana ja sen jälkeen. Liittymispisteen

verkonhaltija määrittelee jännitteen suuruuden kuvassa 10.2 esitetyn aikaskaalan ulkopuolella.

Ylijännitekestoisuusvaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa), epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maoikosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa) sekä kytkentätilanteissa.

Ylijännitekestoisuusvaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen ylijännitettä sähkövaraston liittymispisteen jännite on normaali käyttöjännite eli 1,0 pu.
- Ennen ylijännitettä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen ylijännitettä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen vikaa sekä sen jälkeen.



**Kuva 10.2. Lyhytaikaista ylijännitettä vastaava liittymispisteen pääjännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B, C ja D sähkövarastojen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on liittymispisteen normaali käyttöjännite ennen häiriötä.**

#### 10.3.4 Loisvirran syöttö

Sähkövaraston tulee syöttää kapasitiivista loisvirtaa alijännitteiden aikana ja induktiivista loisvirtaa ylijännitteiden aikana. Loisvirran ( $I_q$ ) syöttöä tulee priorisoida pätövirtaan ( $I_p$ ) nähden. Toimittaessa normaalilla jännitealueella tulee priorisoida pätövirran ( $I_p$ ) syöttöä.

Sähkövaraston on pystyttävä aktivoimaan nopea loisvirransyöttö (vikavirransyöttö) joko

- varmistamalla nopea loisvirransyöttö liittymispisteessä, tai
- mittaamalla jännitepoikkeamia sähkövaraston yksittäisten yksiköiden liittimissä ja syöttämällä nopeaa loisvirtaa näiden yksiköiden liittimiin.

Alijännitteiden aikaisen loisvirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai sähkövaraston yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on alle 0,85 pu ja poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.

Ylijännitteiden aikaisen loisvirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai sähkövaraston yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on yli 1,10 pu ja poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa alle 1,05 pu tasoon.

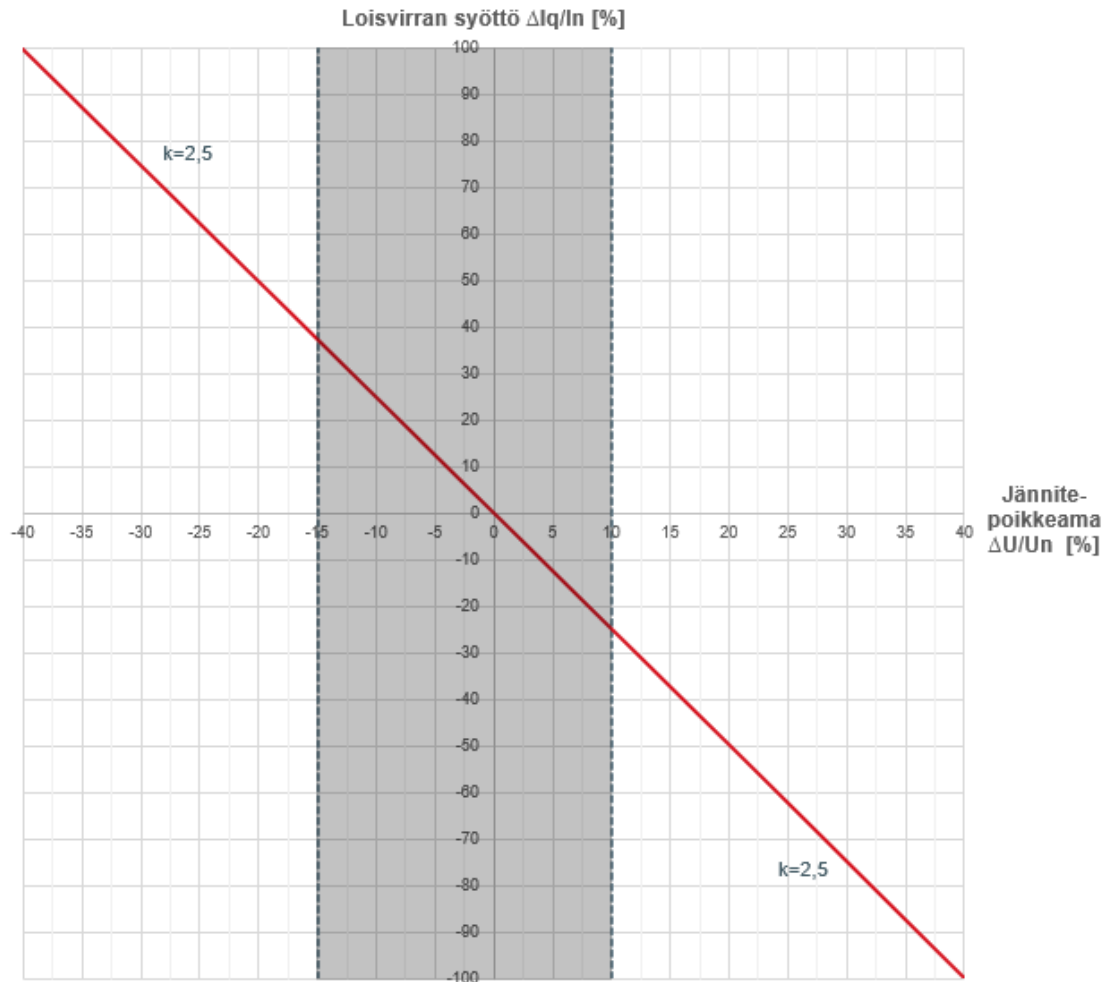
Toimittaessa jännitteellä, jolla loisvirran syöttömoodi ei ole aktiivinen, tulee priorisoida pätövirran ( $I_p$ ) syöttöä. Loisvirran nousuajan 90%:iin tavoitearvosta tulee olla 30–50 ms ja loisvirran tulee asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 80 ms kuluessa. Viive määritellään jännitteen askelmaisen muutoksen alkuhetkestä. Vaadittu lisäloisvirta määritellään pisteeseen, josta loisvirran syötön aktivoiva jännitemuutos mitataan.

Sähkövaraston jännitteen- tai loistehonsäädön tulee palautua jännitemuutosta edeltäneeseen toimintatilaansa mahdollisimman pian jännitteen palaututtua vaihteluvälille 0,90-1,05 pu.

Loisvirran syötön k-kertoimen tulee olla aseteltavissa erikseen kapasitiiviselle ja induktiiviselle loisvirralle välillä 2-6. Loisvirran syötön k-kertoimen oletusarvo on 2,5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k-kertoimen määräämässä suhteessa.

Loisvirran syötön toiminta on esitetty kuvassa 10.3. Loisvirran syötön aktivoituessa vaadittu lisäloisvirta  $\Delta I_q$  summautuu aktivoitumista edeltäneeseen loisvirtaan. Suurimman syötetyn loisvirran määrittää suuntaajan virtakestoisuus.

Mikäli tyyppin B sähkövaraston suuntaajat ovat verkkoa luovia suuntaajia, loisvirran syöttöominaisuudet saattavat poiketa tässä luvussa vaaditusta. Tässä tapauksessa Fingrid arvioi toteutuksen vaatimustenmukaisuutta soveltaen luvussa 10.4.7 esitettyjä periaatteita. Selvyiden vuoksi todettakoon, että tyyppin B sähkövarastoilta ei vaadita verkkoa luovia ominaisuuksia.



**Kuva 10.3. Loisvirran aktivointirajat jännitteen perusteella sekä k-kertoimen määrittely. Loisvirran syöttö aktivoituu harmaaan alueen ulkopuolella. Suora kuvaa kulmakertointa  $k=2,5$ .**

### 10.3.5 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku 10.3.2 tai 10.5.2) sähkövaraston tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso kolmen sekunnin kuluessa häiriön alkamisesta. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho on vikaa edeltävällä tasolla (toleranssi  $\pm 5$  % ohjeavosta). 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.

### 10.3.6 Suojaus

Suojausasettelujen tulee olla sellaiset, että sähkövarasto pysyy verkossa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana niin kauan kuin se on sähkövaraston teknologian ja toiminnallisen turvallisuuden sallimissa rajoissa mahdollista.

Liittyjä 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 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.

#### 10.3.7 Tietoliikenne ja tietoturva

Liittyjä vastaa siitä, että sähkövaraston tietoliikenneyhteyksien ja tietoturvallisuuden suunnittelussa huomioidaan tietoturvaohjelmat, jotka voivat vaikuttaa sähkövaraston tai sen liittymisverkon toimintaan. Oikeudeton vaikuttaminen sähkövaraston ohjausjärjestelmään mukaan lukien sen mahdollisiin kaukokäyttöyhteyksiin tulee estää. Liittyjä on velvollinen varmistamaan, että vaatimus toteutuu myös kaikkien sähkövaraston järjestelmiin pääsyn omaavien ulkopuolisten palveluntarjoajien osalta (esim. suuntaajatoimittaja tai sähkövaraston käytöstä vastaava toimija).

Liittyjän tulee toimittaa Fingridille selvitys sähkövaraston tietoturvan ja tietoliikenneyhteyksien toteutuksesta osana toimitettavia tietoja. Tiedot toimitetaan Fingridille erikseen sovittavalla tavalla.

#### 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), autonomista kytkemistä (luku 10.2.4) ja loisivirran syöttöä (luku 10.3.4). Sen lisäksi tyypin C sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

##### 10.4.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

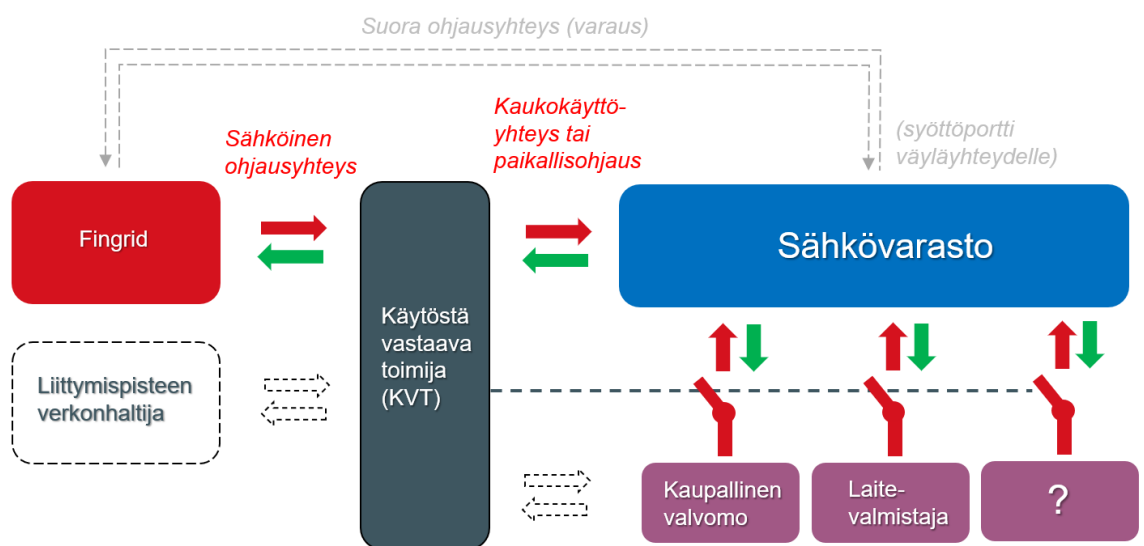
Sähkövarastolla on oltava yksi Liittyjän nimeämä sähkövaraston käytöstä vastaava toimija (lyh. KVT), jolla on joka hetki tieto sähkövaraston toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata sähkövarastoa ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia sähkövaraston ulkopuolelta annettavia ohjauksia. Käytöstä vastaava toimija voi ohjata sähkövarastoa kaukokäytöllä tai paikallisesti. Mikäli



ensisijaisena ohjaustapana on kaukokäyttö, tulee käytöstä vastaavalla toimijalla olla ohjauspaikallaan saatavilla sähkövaraston etäohjaamiseen ja -valvontaan tarvittavat ohjaukset ja mittaukset.

Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on muutettava sähkövaraston säätöjen toimintatilaa tai ohjearvoa sähkövaraston teknologian asettamissa rajoissa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai liittymispisteen verkonhaltija sitä pyytää. Ohjauspyyntö voidaan antaa käyttämällä sähköistä ohjausyhteyttä tai puhelimitse.

Ohjauksen periaate ja osapuolet on esitetty kuvassa 10.4.



**Kuva 10.4. Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö.** Sähkövaraston käytöstä vastaava toimija operoi sähkövarastoa. Fingrid voi antaa sähkövaraston käytöstä vastaavalle toimijalle ohjauspyyntöjä (punaiset nuolet) sekä vastaanottaa tilatietoja (vihreät nuolet) sähköisellä ohjausyhteydellä. Erillisen, suoran Fingridin ja sähkövaraston välisen ohjausyhteyden toteuttamisesta päätetään erikseen. Käytöstä vastaavalla toimijalla voi lisäksi olla sähköinen ohjausyhteys (katkoviivanuolet vasemmalla) tai muuta tiedonvaihtoa mahdollisen liittymispisteen verkonhaltijan (esim. jakeluverkkoyhtiö) tai muiden sähkövarastoa mahdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet oikealla). Käytöstä vastaavalla toimijalla on mahdollisuus oikeuttaa ja rajoittaa muiden toimijoiden ohjauskykyä.

## 10.4.1.1 Fingridin sähköinen ohjausyhteys

Fingridin sähköisellä ohjausyhteydellä tarkoitetaan Fingridin ja sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedonvaihtoa, jonka toteuttamisesta Liittyjä vastaa. Sähköisen ohjausyhteyden tarkoituksena on tukea sähköjärjestelmän käyttövarmuutta mahdollistamalla Fingridille järjestelmävastaavana sähkövarastojen toiminnan koordinointi poikkeustilanteissa.

Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on kyettävä sähköisen ohjausyhteyden välityksellä

- vastaanottamaan ja toteuttamaan taulukon 10.1 mukaiset Fingridin lähettämät ohjauspyynnöt sekä

- keräämään ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille.

Sähköisellä ohjausyhteydellä annettu toimintatilan tai ohjearvon muutos on saatettava voimaan mahdollisimman nopeasti, kuitenkin viimeistään yhden minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Pyydettyä asetusarvoa vastaava uusi toimintapiste (P, Q) tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Puhelimitse annettuna pyydetyn muutoksen mukainen lopputila tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta.

Sähköistä ohjausyhteyttä käytetään välittämään Fingridin pyyntö vaikuttaa sähkövaraston toimintaan sähkövaraston käytöstä vastaavalle toimijalle, eikä sähkövaraston operointivastuu siirry ohjauspyyntöjä lähetettäessä Fingridille. Ohjauspyyntöjen toteuttaminen sähkövaraston järjestelmissä voidaan automatisoida, mutta käytöstä vastaavan toimijan vastuulla on aina arvioida, rajoittavatko esimerkiksi henkilö- ja laitosturvallisuuteen tai lupaehtojen toteutumiseen liittyvät syyt ohjauspyynnön toteuttamista. Tällaisesta syystä ohjauspyynnön voimaansaattamista voidaan viivästää vaaditusta minuutin vasteajasta.

Sähköiseen ohjausyhteyteen liittyvän tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatiedonvaihdon sovellusohjeessa.

**Taulukko 10.1. Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan Fingridiltä vastaanottamat ohjauspyynnöt (X). Yksittäisen ohjauspyynnön toteutus voi vaatia useita erillisiä signaaleja.**

n:o	Ohjauspyyntö	Vastaanotettava tieto
1	Pätötehon maksimiarvo	$P_{\max,d} - P_{\max,p}$
2	Pätötehon ohjearvo	$P_{\max,d} - P_{\max,p}$
3	Pätötehon ohjearvon mukaista tehoa pyydetty	kyllä/ei  (aktivoi yo. pätötehon asetusarvopyynnön)
4	Pätötehon tuotannon muutosnopeuden maksimiarvo ohjearvon muutoksissa	$0,1 \times P_{\max,p} / \text{min}$ – rajoittamaton, ks. luku 11.3.3.2
5	Pätötehon kulutuksen muutosnopeuden maksimiarvo ohjearvon muutoksissa	$0,1 \times P_{\max,d} / \text{min}$ – rajoittamaton, ks. luku 11.3.3.2
6	Jännitteen- ja loistehosäädön toimintatila	jännitteensäätö / vakioloistehosäätö / vakiotehokerroinsäätö

7	Vakioloistehosäädön ohjearvo	$Q_{\min}$ – $Q_{\max}$ (suurin induktiivinen loisteho – suurin kapasitiivinen loisteho).
8	Jännitteen asetusarvo	105...123 kV / 215...245 kV / 395...420 kV. Asettelualueen ylittävät asetteluarvot tulee estää.
9	Vakiotehokerroinsäädön asetusarvo	0,95 <sub>kap</sub> –0,95 <sub>ind</sub> , annettavissa erikseen tuotanto- ja kulutustilalle
10	Jännitteensäädön asetteluryhmä*	asetteluryhmän vaihto kahden etukäteen määritellyn parametroidin välillä (asettelu 1 / asettelu 2)
11	Jännitteensäädön statiikan asetteluarvo*	2...7%, ks. luku 13.2.2
12	Taajuussäädön ohjaus taajuusalueittain	päälle/pois
13	Taajuussäädön statiikka taajuusalueittain	Selitetty luvussa 11.3.3.3
14	Taajuussäädön tehoalue	Selitetty luvussa 11.3.3.3
15	Käytönpalautuksen tila	Normaalitila / hälytystila / häiriötila / suurhäiriötila / palautustila.  Tilatiieto on informatiivinen ja sitä voidaan käyttää Liittyjän tai Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa erikseen sovittavien ohjausten toteuttamisessa.

\*) Jännitteensäädön asetteluryhmän (n:o 10) sekä statiikka-asettelun (n:o 11) ohjausten tarpeellisuus arvioidaan jännitteensäädön teknisen toteutuksen ja suorituskyvyn perusteella.

**Taulukko 10.2. Sähkövarastolta lähetettävät tilatiedot, jotka käytöstä vastaava toimija toimittaa Fingridille**

n:o	Tilatiieto	Lähetettävä tieto
1	Kuittaus Taulukon 10.1 ohjausten vastaanotosta	

2	Taulukon 10.1 ohjauksia vastaava tilatieto / lukuarvo	
3	Sähkövaraston käytettävissä oleva energia	% tai MWh
4	Sähkövaraston käytettävissä oleva pätötehokapasiteetti	MW, erikseen tuotanto- ja kulutustilalle
5	Sähkövaraston käytettävissä oleva loistehokapasiteetti	Mvar, erikseen induktiivinen ja kapasitiivinen kapasiteetti
6	Sähkövaraston ja käytöstä vastaavan toimijan välisen kaukokäyttöyhteyden käytettävyystieto	on/ei.

#### 10.4.1.2 Fingridin suora ohjausyhteys

Sähkövarasto tulee varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jonka kautta Fingrid voi ohjata sähkövarastoa suoraan. Väyläliitännän tulee mahdollistaa taulukoiden 10.1 ja 10.2 signaalinvaihto.

Fingrid päättää suoran ohjausyhteyden toteuttamisesta ja väyläliitännän käyttöönotosta erikseen kussakin sähkövarastohankkeessa ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

#### 10.4.1.3 Liittymispisteen verkonhaltijan ohjausyhteydet

Liittymispisteen verkonhaltijalla on tarvittaessa oikeus määritellä tarvittavat kaukokäytön ohjaukset ja tilatiedot verkkoonsa liittyvien sähkövarastojen hallitsemiseen ja valvontaan. Liittyjä vastaa näiden ohjausten ja tilatietojen edellyttämän tiedonvaihdon toteutuksesta sähkövaraston ja liittymispisteen verkonhaltijan järjestelmien välillä.

#### 10.4.1.4 Sähkövarastojen kaukokäyttöön liittyvät muut vaatimukset

Edellytyksenä pätötehon syötön aloittamiselle Suomen sähköjärjestelmään Liittyjän tulee toteuttaa ja testata edellä kuvatut kaukokäyttöön liittyvät ohjaukset ja tiedonvaihto sekä ilmoittaa Fingridille ja liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston sekä sen liittymisverkon käytöstä vastaavien toimijoiden yhteystiedot. Liittyjä vastaa siitä, että käytöstä vastaava toimija on tavoitettavissa 24 tuntia päivässä 7 päivänä viikossa.

Sähkövaraston ohjattavuus ja kaukokäyttöön käytettävien tietoliikenneyhteyksien toimivuus tulee varmistaa jatkuvalla valvonnalla, joka antaa sähkövaraston käytöstä vastaavalle toimijalle viipymättä tiedon

- sähkövaraston ja käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikan välisen kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä sekä

- sähkövaraston yksittäisten suuntaajyksiköiden ohjattavuuteen liittyvästä epäkäytettävyydestä.

Mikäli sähkövaraston suuntaajyksiköiden ohjattavuus menetetään, tulee yksittäisen suuntaajyksikön jatkaa toimintaansa ennen ohjauksen menetyksiä voimassa olleiden ohjausarvojen mukaisesti, ellei poikkeavasta menettelystä, kuten tehonsiirron automaattisesta pysäyttämisestä ole erikseen sovittu liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Mikäli ohjattavuutta ei saada palautettua kahden tunnin kuluessa ohjattavuuden menetyksestä, pitää sähkövarasto miehittää viipymättä tai kytkeä osittain tai kokonaan irti verkosta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin vaatiessa.

Käytöstä vastaavan toimijan tulee ilmoittaa Fingridille ja liittymispisteen verkonhaltijalle sähkövaraston ja sen liittymisverkon toiminnassa, ohjattavuudessa ja käyttöturvallisuudessa havaituista poikkeamista.

Käytöstä vastaavan toimijan, sähkövaraston, Fingridin sekä liittymispisteen verkonhaltijan välisten kaukokäyttöyhteyksien toiminta tulee koestaa määräajoin. Toimintakokeiden suoritusväli ja laajuus sovitaan Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

#### 10.4.2 Autonominen kytkeytyminen

Sähkövaraston autonomisesta kytkeytymisestä sovitaan aina erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa ja mikäli se sallitaan, sähkövarasto saa kytkeytyä autonomisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz
- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- sähkövaraston kaukokäyttöyhteys on toiminnassa
- kytkeytymisen jälkeinen toimintapiste (P, Q, U), säätötila ja muut ohjearvot ovat sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan määrittämiä tai valtuuttamia
- pätötehon muutosnopeus ei ylitä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittua arvoa
- mikäli sähkövaraston pätötehon siirron aloittamiseen sähköverkosta irtikytkeytymisen jälkeen liittyy sähkövaraston toimintaan ja toteutukseen liittyviä rajoitteita, kuvaus rajoitteista on toimitettava osana laitosdokumentaatiota.

Voimajärjestelmän tila saattaa estää autonomisen kytkeytymisen esimerkiksi häiriön jälkeen tai vaatia sen tekemistä normaalista käyttötilanteesta poikkeavin laiteasetteluin. Sähkövaraston on kyettävä vastaanottamaan tieto autonomisen kytkeytymisen estosta ja käytettävistä ennalta sovitusta asetuista. Fingrid antaa tiedon voimajärjestelmän tilasta sähköisenä ohjauksena luvun 10.4.1.1 signaalia ”käytönpalautuksen tila” käyttäen.

## 10.4.3 Verkkoo luovat ominaisuudet

Sähkövaraston suuntaajien tulee olla verkkoo luovia suuntaajia, jotka toimivat jatkuvasti verkkoo luovassa (engl. grid forming) toimintatilassa. Tässä luvussa on määritelty verkkoo luovat ominaisuudet, jotka sähkövarastolla tulee olla.

### 10.4.3.1 Yleiset vaatimukset

Verkkoo luovien säätöominaisuuksien

- a) tulee olla toiminnassa aina sähkövaraston ollessa kytkeytyneenä verkkoo, eikä toimintatila saa vaihtua verkon muutostilanteissa tai häiriöissä
- b) tulee olla toiminnassa sähkövaraston toimiessa missä tahansa tuotanto- ja kulutustilan mitoitustehon ja sähkövarastolta vaaditun loistehokapasiteetin rajaamassa toimintapisteessä
- c) tulee olla toiminnassa sähkövaraston varaustilasta riippumatta
- d) tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston pätothoa säätävissä säätötiloissa kuten vakiothosäädössä ja taajuussäädössä.
- e) tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston loistehoa säätävissä säätötiloissa kuten vakiojännitesäädössä, vakioloistehosäädössä ja vakiothokerroinsäädössä.
- f) toiminta suuntaajien virtarajoilla tulee koordinoida siten, että mahdollinen tarve rajoittaa virtaa ei aiheuta epäjatkuvuutta verkkoo luovan säädön toimintaan tai muutoin vaaranna sähkövaraston stabiilia toimintaa. Säädölle asetettujen virtarajojen tulee vastata laitteiston todellista suorituskykyä siten, että myös laitteiden lyhytaikainen ylikuormitettavuus hyödynnetään.
- g) toiminta tulee koordinoida sähkövaraston muiden päto- ja loistehoon vaikuttavien säätöjen ja muiden ylemmän tason säätöjen (esim. hybridivoimalaitoksen laitostason säädöt) kanssa siten, että säätöjen välisiä haitallisia vuorovaikutuksia ei esiinny.

Sähkövaraston energiakapasiteettia tai laitteita ei tarvitse ylivoittaa verkkoo luovista säätöominaisuuksista johtuen.

### 10.4.3.2 Toiminnalliset vaatimukset

Verkoo luoville säätöominaisuuksille asetetaan seuraavat toiminnalliset vaatimukset:

1. Sähkövaraston tulee tuottaa autonomista, lähes viiveetöntä taajuus- ja jännitetukea.
  - a) Verkon jännitteen askelmaisissa kulmamuutoksissa sähkövarasto vastustaa kulmamuutosta syöttämällä päto- ja loistehoa.
  - b) Verkon jännitteen amplitudimuutoksissa sähkövarasto vastustaa jännitemuutosta syöttämällä loistehoa vahvistaen näin verkkoo (lisää jännitejäykkyyttä) paikallisesti.

- c) Kohtien a ja b vaatimusten mukaisen vasteen tulee näkyä sähkövaraston suuntaajien liittimissä lähes viiveettömästi (virta alkaa muuttua säädön ohjaamana muutaman millisekunnin kuluessa verkossa tapahtuvasta askelmaisesta muutoksesta). Sääötavoite voidaan kuvata säädön pyrkimyksenä pitää säätöteknisesti luodun sisäisen jännitelähteen jänniteosoitin vakiona subtransientissa aikaikkunassa hyödyntäen suuntaajan koko käytettävissä olevaa virtakapasiteettia.
2. Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään sulavasti saarekekäyttöön ja takaisin verkkokytkeentään.
- a. Saarekekäytöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa sähkövaraston liittymispisteen sisältämä, mahdollisesti muuta tuotantoa ja kulutusta sisältävä verkonosa irtoaa muusta sähköverkosta. Tällaisessa tilanteessa sähkövaraston tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti mitoitustehonsa ja energiakapasiteettinsa puitteissa, kunnes saareke tahdistetaan verkonhaltijan toimesta takaisin sähköverkkoon.
- b. Vaatimuksen täytyminen kuvaa verkkoa luovan suuntaajan kykyä toimia itsenäisen jännitelähteen tavoin. Vaatimuksen täytyminen ei edellytä sähkövaraston automaatiolta varautumista esimerkiksi ulkoisilla signaaleilla ohjattuun säätötilan vaihtoon tai tahdistusjärjestelyyn, ellei liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid tätä erikseen vaadi, ks. luku 10.4.7.
3. Sähkövaraston vasteen sähköverkon taajuus- ja jänniteheilahteluihin on oltava niitä vahvistamaton tai vaimentava
- a. Sähkövaraston tulee toimia piensignaalistabiiliuden näkökulmasta stabiilisti osana voimajärjestelmää.
- b. Sähkövarasto ei saa heikentää sähköjärjestelmän heilahteluiden vaimentumista käyttötaajuudesta poikkeavilla taajuuksilla. Erityistä huomioita tulee kiinnittää heilahteluiden vaimentumiseen taajuuskaistalla<sup>1</sup>
- i. 0,2–1,0 Hz (tulkittuna dq-tasossa), jolla esiintyy heilahteluita alueiden välisissä tehoheilahteluissa
- ii. 1–15 Hz (tulkittuna dq-tasossa), jolla esiintyy jänniteheilahteluita verkkoa seuraavilla suuntaajilla heikossa verkossa sekä
- iii. 15–45 Hz (tulkittuna dq-tasossa), jolla sarjakompensoidun verkon resonanssitaajuudet esiintyvät.

Mikäli kohtien a ja b vaatimukset eivät täyty sähkövaraston luonnollisten ominaisuuksien ansiosta, tulee sähkövarasto varustaa erillisellä vaimennussäädöllä.

---

<sup>1</sup> dq-tasossa (koordinaatistossa) esitetyt taajuudet voidaan esittää abc-tasossa suhteessa 50 Hz:n nimellistaajuuteen, esim. 1–15 Hz taajuusalue dq-tasossa voidaan tulkita abc-tasossa taajuusalueina 35–49 Hz ja 51–65 Hz.

4. Sähkövaraston on balansoitava verkon jännitettä
  - a. Jännitteen epäsymmetriasta aiheutuvalle virralle tulee säätöteknisesti järjestää suljettu virtapiiri.
  - b. Sähkövaraston tulee syöttää virran vastakomponenttia ylläpitääkseen jännitesymmetriaa.

#### 10.4.4 Stabiiliutta koskevat vaatimukset

Sähkövarasto laitos- ja laitetasoisine säätöineen tulee suunnitella toimimaan stabiilisti osana voimajärjestelmää, jossa suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ja suuntaajakytkettyjen kulutuslaitteistojen osuus on hallitseva tahtikonevoimalaitosten määrään verrattuna.

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.

Teho- tai jänniteheilahtelujen 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.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti ja sen tulee jatkaa toimintaansa stabiilisti, mikäli verkon jännitteessä tapahtuu pysyvä askelmainen kulmamuuutos, jonka suuruus on korkeintaan  $\pm 30$  astetta.

Sähkövaraston tulee pystyä toimimaan stabiilisti laajalla oikosulkutehoalueella, jonka Fingrid ilmoittaa.

#### 10.4.5 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.



## 10.4.6 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

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

## 10.4.7 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

Pimeäkäynnistys- ja saarekekäyttöjärjestelyistä sovitaan tarvittaessa erikseen liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken.

Liittyjän tulee ilmoittaa liittymispisteen verkonhaltijalle, mikäli sähkövarastoa voidaan käyttää pimeäkäynnistykseen.

Verkkoa luovilla suuntaajilla on luontainen kyvykkyys ylläpitää saarekettä (ks. luku 10.4.3.2, kohta 2). Liittyjän tulee määritellä ja arvioida yhdessä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa suunnitellut käyttötilanteet ja häiriötilanteet, joissa sähkövarasto voi jäädä syöttämään saarekettä. Suunnittelematon saarekekäyttö tulee estää esim. sähkövaraston suojaukseen ja sähkövarastolle verkon tilasta toimitettuihin tilatietoihin perustuen.

## 10.4.8 Suojaus

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavien suojalaitteiden käyttö on kielletty.

## 10.5 Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset

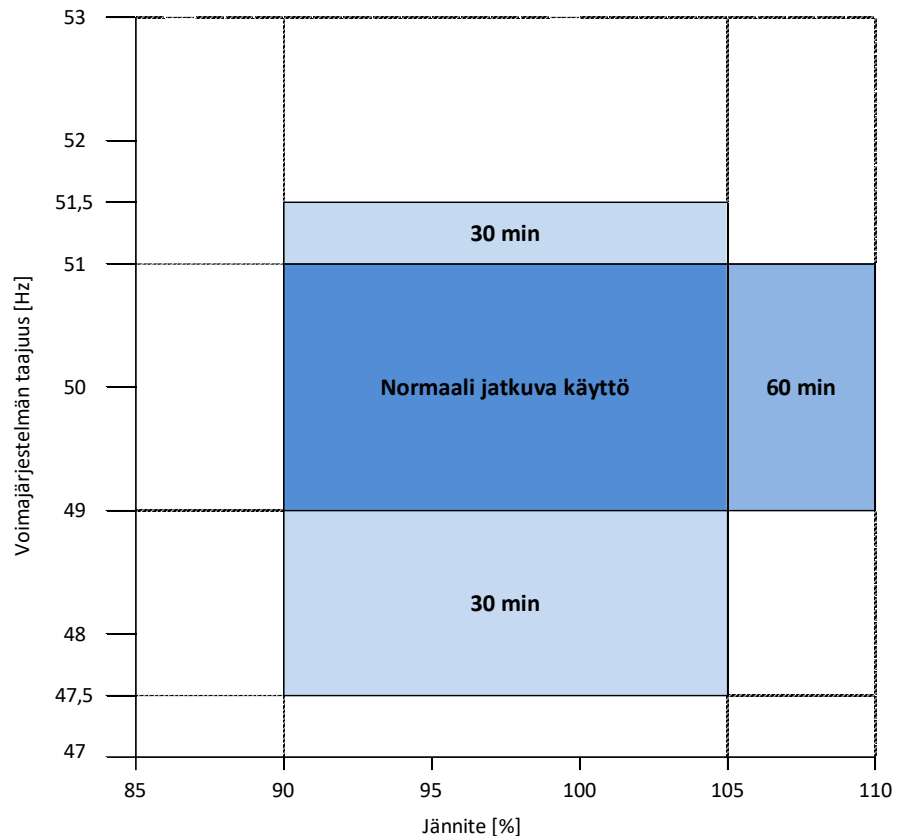
Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A, B ja C sähkövarastoja (luvut 10.2, 10.3 ja 10.4), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.3 ja 10.3.1), autonomista kytkeytymistä (luku 10.2.4) ja lähivikakestoisuutta (luku 10.3.2). Sen lisäksi tyypin D sähkövaraston tulee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

### 10.5.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

Luvun 10.4.1 vaatimusten lisäksi tyypin D sähkövaraston on kyettävä vastaanottamaan siltä vaadittujen erikoissäätöjen (esim. POD) ohjaus päälle ja pois sekä lähettämään tieto kunkin säädön toimintatilasta.

### 10.5.2 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 pystyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa 10.5 määritetyt ajat.



**Kuva 10.5. 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 selvitettävä liittymispisteen verkonhaltijalta.**

### 10.5.3 Lähivikakestoisuus

Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa syvän jännitekuopan aiheuttavien sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.6 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

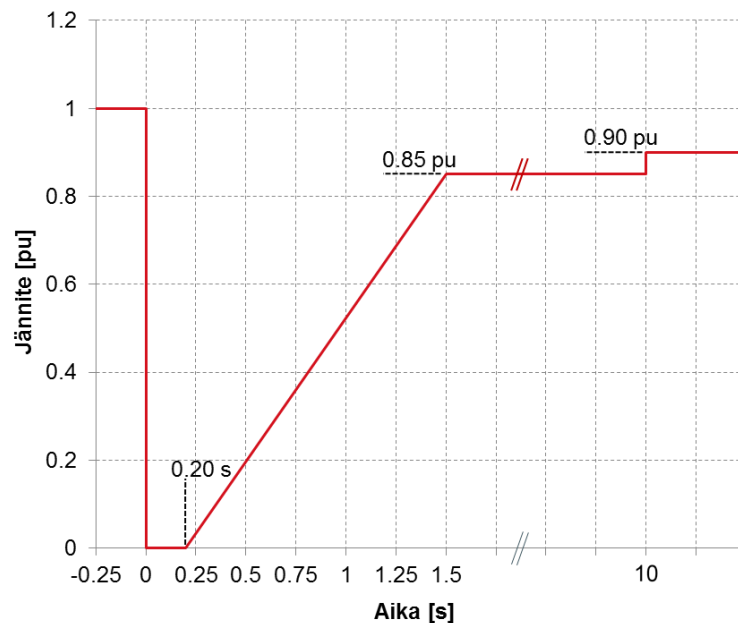
Sähkövaraston tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten järjestelmätaajuuksien sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

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.

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



**Kuva 10.6. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin 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, mikäli jännitehäiriön aikana tapahtuu lisäksi verkon jännitteen pysyvä kulmamuuutos, jonka suuruus on korkeintaan  $\pm 30$  astetta.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

Sähkövaraston tulee pyrkiä säilyttämään vikaa edeltävä pätöteho huomioiden suuntaajien virtarajat ja verkkoa luovan säädön toiminta.

## 10.5.4 Ylijännitekestoisuus

Jännitteen suuruus kuvassa 10.2 esitetyn aikaskaalan ulkopuolella 10 s jälkeen määräytyy kuvan 10.5 mukaisesti eli jännite voi pysyä 1,10 pu tasolla 60 minuuttia sisältäen kuvan 10.2 kuvaaman 10 sekunnin jakson.

## 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.

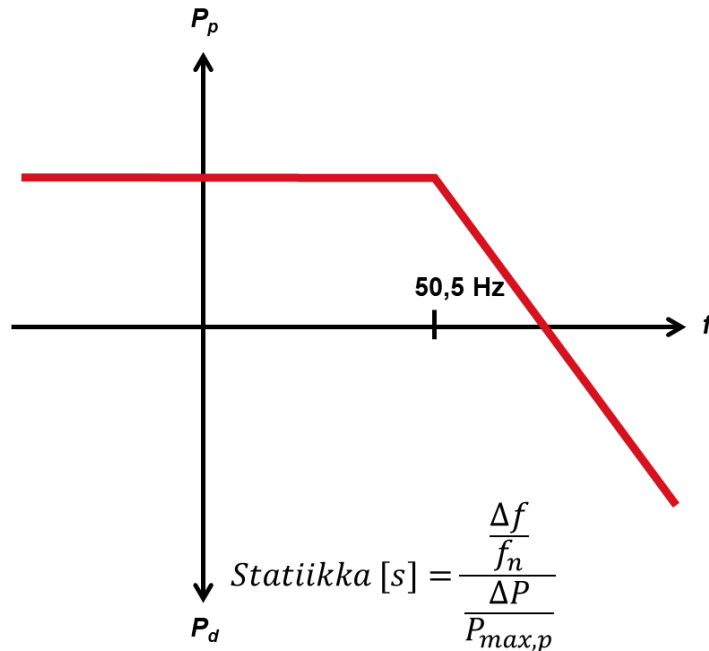
Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

Säädön tulee aktivoitua mahdollisimman lyhyellä viiveellä, enintään kahden sekunnin kuluessa, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz. Pätötehon alassäädön tulee tapahtua suurimmalla laitteiston sallimalla nopeudella.

Kun sähkövarasto saavuttaa mitoitustehon kulutustilassa, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes sähkövaraston energiakapasiteetti on täytetty. Pätötehon alassäätö ei saa johtaa sähkövaraston tai sen yksittäisten suuntaajakytkettyjen yksiköiden irtikytketymiseen.

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

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



**Kuva 11.1. Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila. Ollessaan tuotantotilassa sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan 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.

## 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.

Mitoitusteho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti liittyjän laitteiston asennetun kapasiteetin määrittämää nimellistä tuotanto- tai kulutustilan mitoitustehoa pienemmäksi. Mikäli sähkövaraston mitoitustehoa rajoitetaan ohjelmallisesti, tulee kuvaus rajoituksen syistä, toteutuksesta ja valvonnasta sisällyttää toimitettaviin tietoihin.

Sähkövaraston pätötehon säädöllä tulee varmistaa, ettei mitoitustehoa ylitetä edes hetkellisesti. Mikäli sähkövaraston suuntaajakytketyistä yksiköistä samanaikaisesti saatavilla oleva, säätäjillä rajoittamaton pätöteho voi ylittää mitoitustehon, sähkövarasto pitää varustaa suojalaitteella, joka varmistaa, ettei mitoitustehoa ylitetä tuotanto- tai kulutustilassa (esim. säätäjäviassa). Suojalaitteen tulee mitata sähkövaraston pätötehoa ja irrottaa sallitun mitoitustehon saavuttamiseen tarvittava määrä tuotantoa, mikäli teho ylittää tuotanto- tai kulutustilan mitoitustehon 5 %:ia 20 sekunnin ajan tai 20 %:ia yhden sekunnin ajan. Liittymispisteen verkonhaltija voi vaatia suojaukselle alemman asettelun.

### 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).

Säädön toiminta tulee koordinoita luvussa 10.5. kuvattujen verkkoa luovien ominaisuuksien kanssa siten, ettei haitallisia vuorovaikutusilmiöitä esiinny. Periaatteena on, että nopea verkkoa luova säätö ja tässä luvussa kuvattu hitaampi säätö (esim. taajuussäätö), muodostavat kaskadisäädön, jossa verkkoa luova säätö tuottaa pätötehon muutoksen alkuvasteen ja hitaampi säätö ohjaa pätötehon loppuarvoonsa.

### 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 0,1 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 0,1 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.

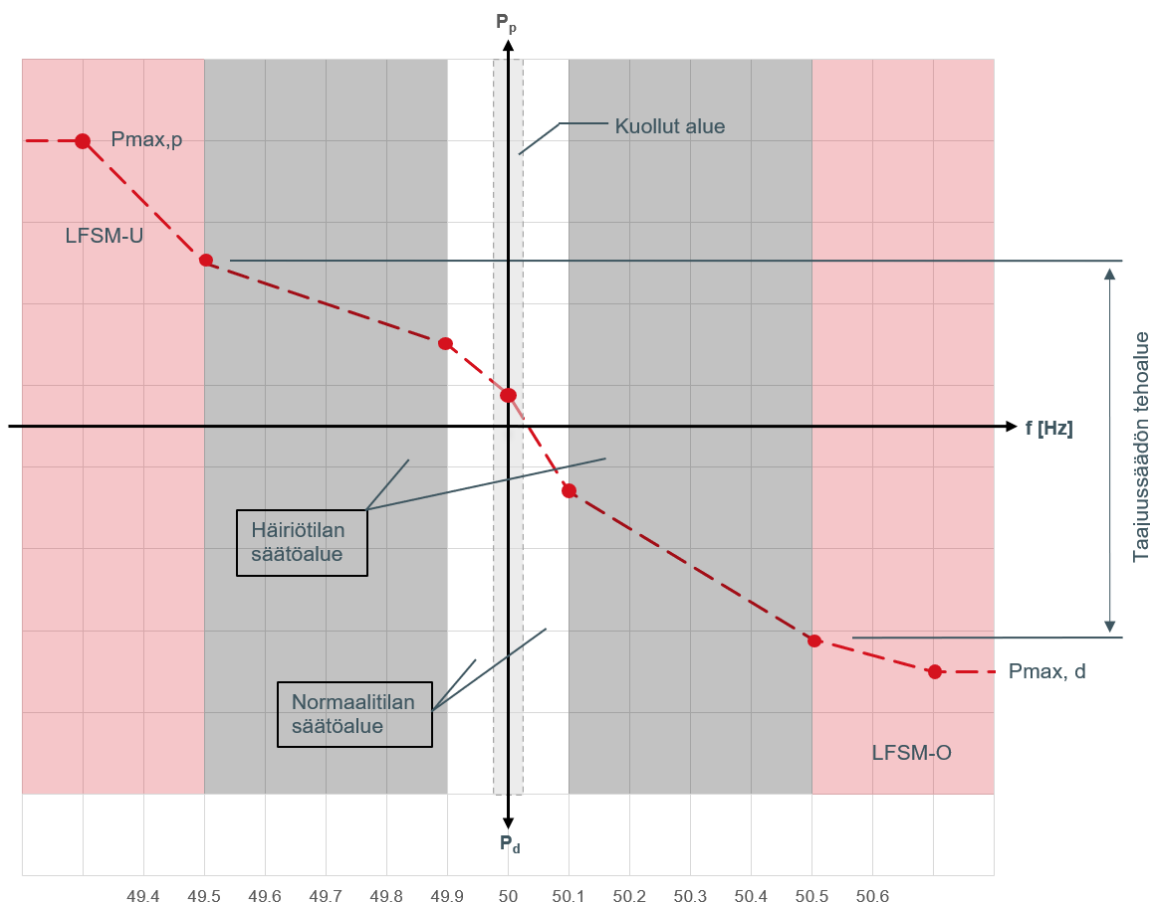
Pätötehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee kyetä määrittämään tuotanto- ja kulutustilassa vähintään alueella, jonka minimiarvo on 10 % tuotantotilan mitoitustehosta minuutissa ( $0,1 \times P_{\max,p}/\text{min}$ ) ja maksimiarvo on sähkövarastolle suurin mahdollinen muutosnopeus, kuitenkin vähintään 100 % tuotantotilan mitoitustehosta minuutissa ( $1,0 \times P_{\max,p}/\text{min}$ ). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/minuutti). Oletusarvona pätötehon muutosnopeudelle voidaan käyttää 100 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon muutoksen tulee tapahtua lineaarisesti ilman yli 5 %:n askelmaisia muutoksia.

Sähköverkon käyttötilanteen niin vaatiessa Fingrid voi rajoittaa (ks. luku 10.4.1 ja taulukko 10.1) pätötehon muutosnopeutta. Rajoitus koskee asetteluarvomutoksia sekä primäärienergian saatavuudesta johtuvia muutoksia.

Vaatimukset pätötehon muutosnopeudelle ja suurin sallittu aika täyteen aktivoitumiseen sähkövaraston toimiessa taajuussäädössä määräytyvät markkinapaikan (esim. FCR-N ja FCR-D) asettamien teknisten vaatimusten perusteella. 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, taajuusalueittain määritellyn statiikan mukaisesti. (ks. kuva 11.2)



**Kuva 11.2. Taajuussäätö. Taajuussäädön toiminnan on oltava jatkuvaa siirtymässä taajuusalueelta toiselle sekä tuotanto- ja kulutustilan välillä. Kaikille taajuusalueille on omat statiikka- ja tehoraja-asettelunsa. Kuollut alue 50 Hz:n ympärillä on aseteltavissa erikseen. Kuvassa esitetyt taajuusarvot, statiikka-asettelut ja tehoalueet ovat esimerkinomaisia. Tehotasot  $P_{max,p}$  ja  $P_{min,d}$  kuvaavat tuotanto- ja kulutustilan mitoitus-tehoa, jotka on esimerkissä valittu suurimmaksi ja pienimmäksi säätötasoksi.**

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50,00 Hz.

Statiikka,  $s$ , määritellään seuraavasti:

$$Statiikka [s] = \frac{\frac{\Delta f}{f_n}}{\frac{\Delta P}{P_{max,p}}}$$

missä  $f$  on taajuus,  $f_n$  on nimellistaajuus (50 Hz),  $P$  on sähkövaraston päteho,  $P_p$  on sähkövaraston päteho tuotantotilassa,  $P_d$  on sähkövaraston päteho kulutustilassa ja  $P_{max,p}$  on sähkövaraston tuotantotilan mitoitus-teho.

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



huomioiden taajuussäätöylitaajuus- ja alitaajuustoimintatilat (LFSM-O/U). Oletusarvo säätäjään käyttöönottoaiheessa aseteltavalle statiikalle kaikilla taajuusalueilla on 4 %.

Taajuussäädön toiminnan tulee olla jatkuvaa siirryttäessä taajuusalueelta toiselle.

Taajuussäädön tulee olla kytkettävissä päälle ja pois taajuusaluekohtaisesti.

Taajuussäädön kuolleen alueen tulee olla aseteltavissa välillä 0,00–0,50 Hz enintään 0,01 Hz:n portaissa. Mikäli kuollut alue on käytössä, taajuussäädön säätökäyrä alkaa kuolleen alueen rajalta.

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

#### 11.3.3.4 Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

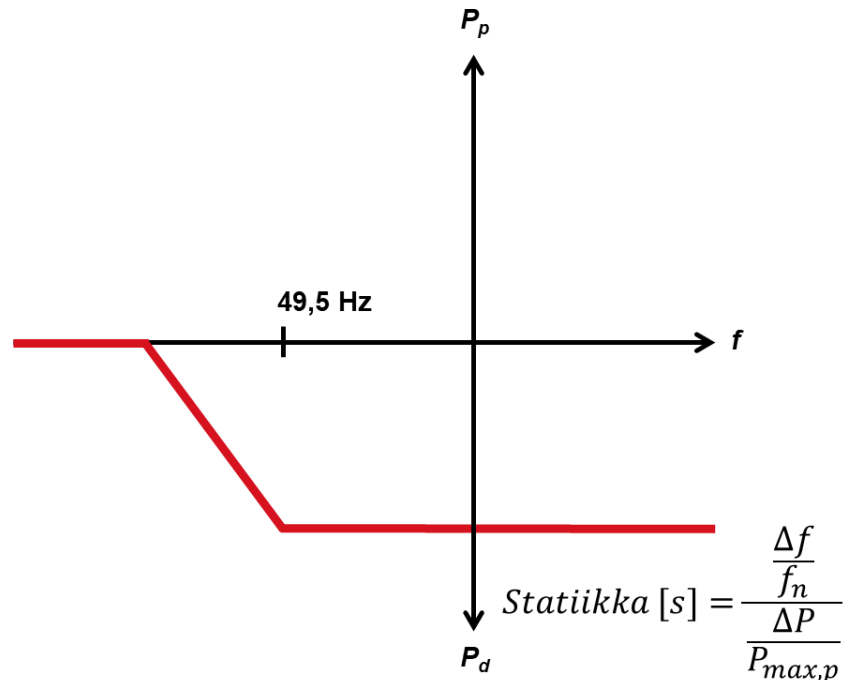
Ollessaan pätötehon kulutustilassa, sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston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

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan 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-alitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoiduttua sen asetteluarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetteluarvoihin nähden lukuun ottamatta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin pyytämää asetusarvoa.

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



**Kuva 11.2. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila. 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. 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.**

### 11.3.4 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 kaukokäytöllä.

### 11.3.5 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla tuotanto- ja kulutustilan mitoitustehon välisellä tehoalueella vähintään  $\pm 3\%$  tuotantotilan mitoitustehosta, kuitenkin enintään 5 MW. Vaadittu tarkkuus määritellään mitattuna kymmenen sekunnin aikakeskiarvona.

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz ja taajuuden askelmaisessa muutoksessa taajuussäädön alkuviveen tulee olla enintään 2 s.

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

## 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

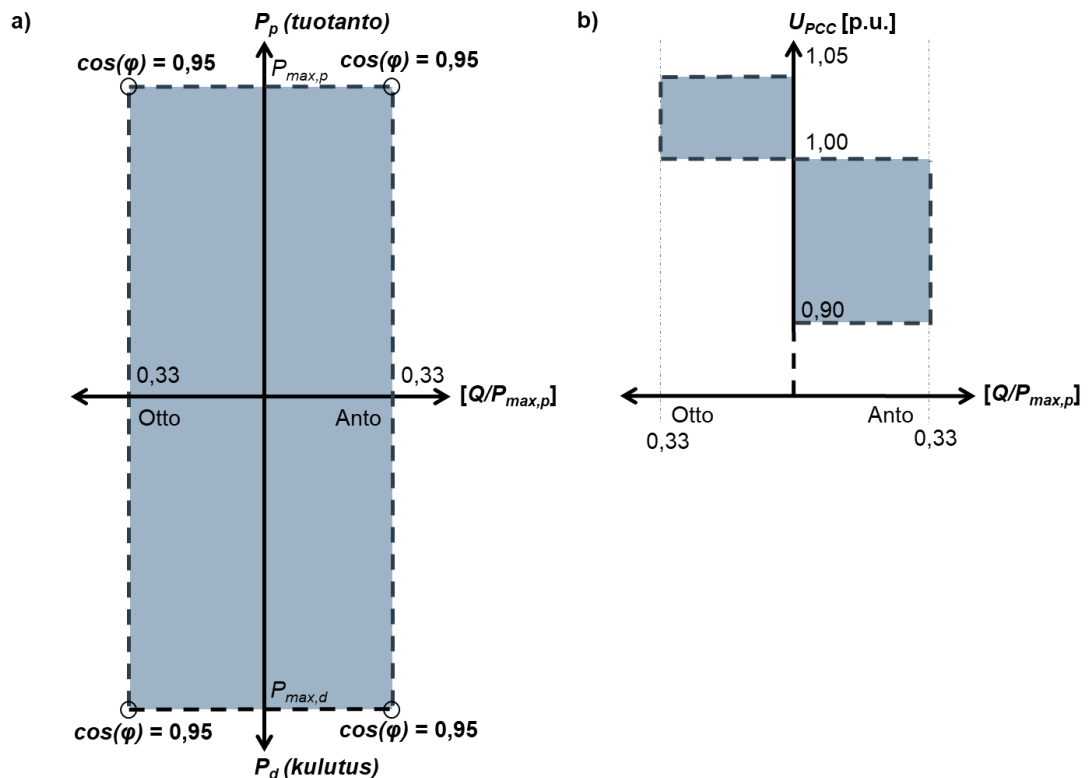
#### 12.2.1 Loistehokapasiteettivaatimus

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.

Sähkövaraston loistehokapasiteettivaatimus tulee ensisijaisesti täyttää sähkövaraston liittymispisteessä. Vaihtoehtoisesti vaaditun loistehokapasiteetin määrittämisessä käytettävänä tuotantotilan mitoitustehona ( $P_{\max,p}$ ) voidaan käyttää sähkövaraston päämuuntajan yläjännitepuolen navoista tuotantotilassa mitattavaa suurinta pätötehoa, jolloin loistehokapasiteettivaatimuksen tulee täytyä tässä pisteessä, eikä mahdollista päämuuntajan ja liittymispisteen välistä liittymisverkkoa ja sen häviöitä huomioida sähkövaraston mitoitustehossa ja loistehokapasiteetin määrittämisessä.

Loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä 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.
- vaatimus on voimassa koko mitoitustuotantotehon ja -kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella.



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

## 12.2.2 Lisäloistehokapasiteetti

Loistehokapasiteetin osalta liittymispisteen verkonhaltija voi määrittellä lisäloistehon, joka on tuotettava, jos sähkövaraston liittymispiste ei ole nostomuuntajan suurjännitelaitteissa, 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.

Kytettävien kompensointiparistojen käyttö loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi on kielletty.

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

## 12.2.4 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän 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 pätötehotasoilla. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetelut.

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

Sähkövarastolle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteetilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten sähkövaraston yksiköiden jännitealueet ja loistehokapasiteetit sekä loistehokapasiteettia mahdollisesti rajoittavat muut komponentit tai toiminnalliset vaatimukset.

Loistehokapasiteetilaskelmassa 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.

### Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,05	1,10
Tehotaso 1	Mitoitusteho tuotantotilassa $P_{\max,p}$				
Tehotaso 2	$P=0,50 \times P_{\max,p}$				
Tehotaso 3	$P=0,50 \times P_{\max,d}$				
Tehotaso 4	Mitoitusteho kulutusilassa $P_{\max,d}$				
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä saatavilla oleva 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, ellei muusta toimintatavasta ole sovittu Fingridin kanssa.

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

## 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.

Liittymispisteen verkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia sähkövaraston jännitteen ja loistehon säädölle.

### 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. Säädön toiminta tulee koordinoita luvussa 10.4.3 kuvattujen verkkoa luovien

ominaisuuksien kanssa siten, ettei haitallisia vuorovaikutusilmiöitä esiinny. Periaatteena on, että nopea verkkoa luova säätö ja hitaammat laitostasoiset säädöt muodostavat kaskadisäädön, jossa verkkoa luova säätö tuottaa loistehon muutoksen alkuvasteen ja hitaampi säätö ohjaa loistehon loppuarvoonsa.

Liittyjän tulee sopia ennen sähkövaraston käyttöönoton aloittamista liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa verkkoa luovien säätöominaisuuksien käyttöönotosta sekä sähkövaraston jännitteen ja loistehonsäädön toimintatilasta pätötehon siirron aloittamishetken ja valmiin sähkövaraston käyttöönottestien välisenä aikana. Liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid voi vaatia jänniteensäädön käyttöönottoa jo ennen sähkövaraston täyden kapasiteetin valmistumista.

Liittyjän tulee tarvittaessa muuttaa säätöjen asetteluita sähkövaraston elinkaaren aikana vaatimustenmukaisuuden ylläpitämiseksi.

### 13.2.2 Vakiojännitesäätö

Sähkövaraston tulee kyetä toimimaan vakiojännitesäädöllä siten, että sähkövaraston suuntaajyksiköille yhteisen säädön avulla, loistehostatiikka huomioiden, on mahdollista ohjata suoraan liittymispisteen tai muun, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa sovitun pisteen jännitettä.

Vakiojännitesäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa liittymispisteen jännitteelle määritettyjen jatkuvan toiminta-alueen raja-arvojen mukaisesti enintään 0,1 kV:n portaissa. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa rampifunktiolla, jonka ohjaamana jännitteen keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 0,1 kV/s.

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

Sähkövaraston ollessa verkkoon kytkeytyneenä ja liittymispisteen jännitteen askelmaisen muutoksen ollessa alle  $\pm 0,02$  pu tulee vakiojännitesäädön vasteen olla seuraavanlainen:

- 1) verkkoa luova säätö (ks. luku 10.4.3) ohjaa loistehon nopeaa alkuvastetta.
- 2) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen nousuajan nolasta 80 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla korkeintaan 1 sekunti,
- 3) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % liittymispisteestä mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta,
- 4) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen tulee asettua tavoitetasolleen 5 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä,
- 5) liittymispisteestä mitatun pysyvän tilan loistehon oloarvon poikkeama saa olla korkeintaan  $\pm 5$  % loistehon muutoksen tavoitearvosta,
- 6) edellä määriteltyjen aikaviiveiden alkuhetki on verkossa näkyvän jänniteaskeleen alkuhetki.



Vaadittu loistehovaste tulee saavuttaa Fingridin määrittelemällä, liittymispisteen verkkoa kuvaavalla taustaverkolla tehdyssä suorituskykylaskelmassa. Mikäli jännitteensäädön toiminta ei ole stabiilia kaikissa käyttötilanteissa samoilla säädön asetteluilla, tulee jännitteensäädölle määritellä vaihtoehtoinen, eri asetteluihin perustuva asetteluryhmä, joka voidaan ottaa Fingridin tai liittymispisteen verkonhaltijan pyynnöstä tarvittaessa käyttöön. Asetteluryhmän vaihdon tulee tällöin olla tehtävissä kaukokäytöllä (ks. luku 10.4.1).

Olemassa oleviin sähkövarastoihin kohdistuvien jännitteensäädön suorituskykyyn vaikuttavien laitosmuutosten yhteydessä Fingrid määrittelee erikseen suorituskykyvaatimukset sähkövarastojen jännitteensäädölle, mikäli alkuperäinen tekninen toteutus ei mahdollista verkkoa luovan säädön käyttöönottoa.

### 13.2.2.1 Vakiojännitesäädön toteutustavat

Lähtökohtaisesti vakiojännitesäädön tulee ohjata suoraan sähkövaraston nostomuuntajan yläjänniteliittimien jännitettä liittymispisteen jännitetasossa. Mikäli nostomuuntajia on useita, jännitteensäätö ohjaa nostomuuntajille yhteistä kiskojaännitettä.

Sähkövaraston ja liittymispisteen välisen liittymisjohdon vaikutusta sähkövaraston jännitteensäädön toimintaan ja loistehonhallintaan liittymispisteessä voidaan kompensoida käyttämällä paikalliseen jännitteen ja loistehon mittaukseen perustuvaa dynaamista kompensointifunktiota (LDC, line drop compensation). Liittymisjohdon loistehon kulutusta kompensoidaan tällöin perustuen johdon sähköisten arvojen avulla tehtyyn laskennalliseen arvioon.

Jännitteensäädön referenssimittaus voidaan joissain tapauksissa tuoda suoraan liittymispisteestä tai muusta mittauspisteestä käyttäen soveltuvaa tietoliikenneyhteyttä, jolla tarvittavat jännite- ja loistehomittaukset siirretään sähkövarastolle. Tällaista järjestelyä käytettäessä jännitteensäädöllä on aina oltava sähkövaraston paikallisiin mittauksiin perustuva jännitteensäädön varajärjestelmä.

Mikäli liittymisjohdon loistehoa kompensoidaan sähkövaraston jännitteensäädöllä, tulee sähkövaraston jännitteensäädölle asettaa rajoittimet, joilla pitkäaikaista paikallista jännitteenousua sähkövarastolla voidaan hallita. Rajoittimet eivät saa kuitenkaan estää voimalaitoksen loistehokapasiteetin täysimääräistä hyödyntämistä lyhytaikaisissa jännitehäiriöissä.

Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät käytettävästä jännitteensäädön toteutustavasta.

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

### 13.2.3 Vakioloistehosäätö

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

Vakioloistehosäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle loisteholle tulee olla vähintään 2 % mitoitusloistehosta (toleranssi  $\pm 0,5$  %).

Vakioloistehosäädön ohjearvon muutoksen ollessa  $\pm 30$  % mitoitusloistehosta tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaisuutuksesta olla 10 sekuntia (toleranssi  $\pm 1$  s).

Vakioloistehosäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa portaissa, jonka suuruus on korkeintaan 0,5 %:n mitoitusloistehosta, kuitenkin enintään 1 Mvar. Asettelualueen tulee vastata sähkövaraston todellista loistehokapasiteettia. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat asettelualueen muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana loistehon ohjearvon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa.

#### 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 päätötehon funktiona.

Vakiotehokerroinsäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle tehokertoimelle yli 50 %:n mitoitusalueella tuotanto- tai kulutustilassa toimittaessa tulee olla vähintään 0,005 (toleranssi  $\pm 0,002$ ).

Vakiotehokerroinsäädön ohjearvon muutoksen ollessa  $\pm 0,02$  tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaisuutuksesta olla 10 sekuntia (toleranssi  $\pm 1$  s).

Vakiotehokerroinsäädön ohjearvon tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa erikseen tuotanto ja kulutustilalle välillä 0,95ind–0,95kap tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,005:n portaissa. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana loistehon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa.

#### 13.2.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asettelualueiden muutokset

Säädön toimintatilan ja toimintapisteen muutosten tulee tapahtua ilman merkittäviä äkillisiä muutoksia (korkeintaan 5 % tuotantotilan mitoitusalueesta) tai toistuvia, merkittäviä heilahteluita laitoksen tuottamassa tai kuluttamassa päto- ja loistehossa.

Toimintatilan muutoksen tulee tapahtua ennalta määritetyn ajan kuluessa siitä, kun sähkövarastolle on annettu pyyntö vaihtaa säädön toimintatila, ks. luku 10.4.1. Loistehomuutosten tulee olla toimintatilan muutoksissa ramppimaisia ja loistehon muutosnopeus saa olla korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa.

Jännitteensäätäjän toimintatilojen ja asettelualueiden ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataan sähkövarastoa paikallisesti vai kaukokäytöllä.

Säätötilan tulee vaihtua automaattisesti säätöpiirin häiriötilanteessa, jossa esimerkiksi käytössä olevan säätötilan tarvitsema mittaustieto menetetään. Vaihto tulee suunnitella siten, että sähkövaraston pätö- tai loistehon tuotanto ei muutu tai lopu askelmaisesti. Säätötilan tulee vaihtua seuraavasti:

1. Jännitteensäätö liittymispisteen jännitemittauksen tai muun ulkoisen jännitereferenssin perusteella (mikäli käytössä).
2. Jännitteensäätö perustuen sähkövaraston paikallisiin mittauksiin.
3. Tehokerroinsäätö tai loistehosäätö suuntaajatasolla. Säätötapa ja asetteluarvo sovitaan liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.
4. Mikäli sähkövaraston keskussäätäjä menetetään, kytketään liittymispisteen verkonhaltijan niin vaatiessa sähkövarasto osin tai kokonaan irti verkosta laitteiston käytöstä vastaavan toimijan toimesta. Irkitykentä voidaan suorittaa myös autonomisesti laitos- tai yksikkötasolla perustuen esimerkiksi liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittuun viiveeseen.

Kuvaus säätötilojen vaihdon toiminnasta häiriötilanteissa tulee sisällyttää osaksi toimitettavia tietoja.

### 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 täyttämiseksi. Lisäksi tarpeesta koordinoida laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jännitteensäätöön 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 jännitteensäädön vaikutuksia sähkömekaanisiin heilahteluihin sekä suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen.

Jännitteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

Verkkoa luovien säätöjen sekä laitostason jännitteen ja loistehon säädön virittämisessä tulee huomioida säätäjän toiminnan mahdollinen vaikutus sähköjärjestelmän dynamiikkaan. Säädön vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä 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. heilahtelujen vaimennuspiirejä, engl. power oscillation damping, lyh. POD) vastaavin toiminnallisuuksin. Tällaisten lisäsäätöjen tarve arvioidaan ensisijaisesti osana erityistarkasteluvaatimuksia (luku 5).

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

Säädön toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä

## 14 Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut

Tyypin D sähkövarastoista tulee laatia tässä luvussa esitetyt dynaamiset tarkastelut.

Tyypin D sähkövarastolle suoritetuista tarkasteluista laadittu raportti ja niissä käytetyt simulointimallit tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1, kuusi kuukautta ennen kuin sähkövarasto syöttää ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään.

Liittymispisteen verkonhaltija määrittelee tyypin A, B ja C sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut. Fingrid suosittelee suorittamaan tyypin C sähkövarastoille tässä luvussa esitetyt dynaamiset tarkastelut ja toimittamaan niistä laaditun raportin ja simulointimallit Fingridille kuusi kuukautta ennen kuin sähkövarasto syöttää ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään.

Tarkastelut tulee suorittaa seuraavissa toimintapisteissä, mikäli ne on mainittu kyseisen laskelman yhteydessä. Mikäli sähkövaraston varaustasolla on vaikutusta laitteiston dynaamiseen vasteeseen, varaustason huomioimisesta tarkasteluissa tulee sopia Fingridin kanssa erikseen.

**Taulukko 14.1. Dynaamisissa tarkasteluissa käytettävät toimintapisteet.**

Toimintapiste	Pätöteho	Loisteho
A1	$P_{\max,p}$	$Q_{\max, \text{kap.}}$
A2	0	0
A3	$P_{\max,p}$	$Q_{\max, \text{ind.}}$
A4	$P_{\max,p}$	0
A5	$P_{\max,d}$	0

Tarkasteluiden lähtötilanteessa sähkövarasto toimii vakiojännitesäädöllä. Liittymispisteen jännite on 1,0 pu.

Taustaverkko kuvataan kussakin tarkastelussa Fingridin antamalla verkkomallilla tai sijaiskytkennän arvoilla.

## 14.1.1 Toiminta jännitehäiriön yhteydessä

Tarkastelu suoritetaan PSS®E- sekä PSCAD™-malleilla toimintapisteissä A4 ja A5.

Tarkastelun tulee kuvata sähkövaraston dynaaminen toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä, laskentaperusteet tarkasteltaville häiriöille 1-4 on esitetty taulukossa 14.2.

Jännitehäiriötarkastelu tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen häiriötä.
- Tarkasteltavat viat ovat liittymispisteessä tapahtuva
  - I. 3-vaiheinen vikavastukseton oikosulku,
  - II. 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku,
  - III. 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku maakosketuksella sekä
  - IV. 1-vaiheinen vikavastukseton maasulku.
- Tarkastelun tuloksia tulee verrata sähkövaraston suojausasetteluihin ja osoittaa, ettei suojaus toimi virheellisesti lähiviassa.

**Taulukko 14.2. Jännitehäiriötarkastelussa käytettävät lähtötiedot.**

Lähtötieto	Häiriö 1	Häiriö 2	Häiriö 3	Häiriö 4
Jännitehäiriön kesto	200 ms	200 ms	200 ms	250 ms
Liittymispisteen jännite häiriön aikana	0,0 pu	0,0 pu	0,0 pu	0,25 pu
Liittymispisteen oikosulkuteho ennen häiriötä	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali
Liittymispisteen oikosulkuteho häiriön jälkeen	Minimi	Minimi, jännitteen kulmaero +30°	Minimi, jännitteen kulmaero -30°	Normaali
Tarkasteltavat viat	I-IV	I	I	I

## 14.1.2 Vakiojännitesäädön suorituskyky

Tarkastelu suoritetaan PSS®E- sekä PSCAD™-malleilla toimintapisteissä A4 ja A5.

Laskelmassa on osoitettava verkkoon liitetyn sähkövaraston jännitteensäätäjän suorituskyky seuraavasti:

- asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan taustaverkon jännitettä 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, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.
- asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan 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, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.

### 14.1.3 Verkon jännitteen kulmamuuutos

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

Tarkastelussa on osoitettava luvun 10.4.4 vaatimusten mukainen sähkövaraston kyky pysyä kytkeytyneenä verkkoon ja jatkaa toimintaansa verkon jännitteen askelmaisessa muutoksessa, jonka suuruus on +30° ja –30°.

Tarkastelu suoritetaan kahdella taustaverkon oikosulkuteholla, jotka kuvaavat heikkoa ja vahvaa verkkoa.

### 14.1.4 Toiminta saarekekäytössä

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla toimintapisteessä A2, A4 ja A5.

Tarkastelussa on osoitettava sähkövaraston verkkoa luovien ominaisuuksien toiminta saarekekäyttötilanteessa. Koejärjestely tunnetaan myös nimellä ”loss of last synchronous machine”. Tarkastelu suoritetaan verkkomallilla, jossa on liitetty samaan kiskoon

- sähkövarasto, joka vastaa ominaisuuksiltaan ja mitoitusteholtaan liitettävää sähkövarastoa
- sähkövarasto, joka vastaa ominaisuuksiltaan liitettävää sähkövarastoa ja se mitoitus-teho on puolet liitettävän sähkövaraston mitoitus-tehosta
- tahtigeneraattori, joka vastaa mitoitus-teholtaan liitettävää sähkövarastoa
- kuorma, joka vastaa mitoitus-teholtaan liitettävää sähkövarastoa ja jonka tehokerroin on 0,95 ind.
- taustaverkko.

Mallilla suoritetaan seuraava tarkastelu:

1. Sähkövarastot toimivat toimintapisteessä A2 ja generaattori syöttää mitoitus-tehoaan. Sähkövarastot ja tahtigeneraattori toimivat taajuussäädössä 4 % päättehostatiikalla ja jännitteensäädössä 4 % loistehostatiikalla.
2. Yhteys taustaverkkoon kytketään irti.
3. Kuorman ottama päto- ja loisteho jakautuu sähkövarastoille ja tahtigeneraattorille.
4. Tahtigeneraattori kytketään irti.

5. Kuorman ottama pätö- ja loisteho jakautuu sähkövarastoille.
6. Saareke tahdistetaan takaisin taustaverkkoon vaihekulmaeron ollessa  $10^\circ$ , taajuuseron 0,2 Hz ja jännitepoikkeaman 0,05 pu.

Kunkin simulointiaskeleen jälkeen annetaan muutosilmiöiden tasaantua ennen seuraavan askeleen suorittamista.

## 14.1.5 Impedanssiskannaus

Tarkastelu suoritetaan PSCAD<sup>TM</sup>-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

Sähkövarastolle suoritetaan liittymispisteestä käsin dynaaminen impedanssiskannaus taajuusalueella 1–300 Hz.

Fingrid arvioi impedanssiskannauksen tuloksia lukujen 10.4.3 ja 10.4.4 vaatimuksia vasten.

## 15 Sähkövarastojen käyttöönottokokeet

### 15.1 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 soveltuvalla etäyhteydellä esimerkiksi 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.

Käyttöönottokokeissa sähkövaraston järjestelmien toimintatilan pitää vastata normaalia käyttötilannetta ja 90 % sen suuntaajayksiköistä tulee olla käytössä kokeiden aikana.

### 15.2 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
- Kokeen on osoitettava sähkövaraston kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen 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.  
Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto-että kulutustilassa.
  - Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 11.1.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Liittymispisteen verkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia käyttöönottokokeiden laajuudelle.

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 liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.



### 15.3 Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokokeet

#### 15.3.1 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.

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:

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

Mittausten näytteenottotaajuuden tulee olla vähintään 1 kHz ja tallennustaajuuden vähintään 50 Hz.

Muista kokeista poiketen vakiojännitteensäädön käyttöönottokokeessa (kohta 15.3.4 / 5) c ja d) pitää lisäksi mitata jännite ja virta yhdestä suuntaajayksiköstä vähintään 2 kHz näytteenotto- ja tallennustaajuudella.

Mikäli mittausten suorittaminen liittymissopimuksen mukaisessa liittymispisteessä ei ole mahdollista, tulee korvaavasta järjestelystä sopia Fingridin kanssa.

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen ohjearvo sekä ohjearvon muutokset.

Mittauksissa voidaan hyödyntää sähkövaraston omia kiinteitä mittalaitteita niiden mittaus- ja tallennusominaisuuksien ollessa riittävät. Käyttöönottokokeet on suunniteltava siten, että sähkövaraston todellisen toiminnan ja dynamiikkamallinnustietojen vastaavuus voidaan laskelmin osoittaa.

### 15.3.2 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 todentamisen menetelmänä 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 laboratorioden sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset testausraportit,
- 2) jatkuva seuranta,
- 3) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettavat laskentatarkastelut.

### 15.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin, joka osoittaa käyttöönottokokeissa todennettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun 16.1.5 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 vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku 16.1.5).

Käyttöönottoraportin kuvaajissa ja taulukoissa tulee esittää käyttöönottokokeissa mitatut suureet ja asetusarvojen muutokset sellaisella aikaikkunalla ja resoluutiolla, joka mahdollistaa tulosten vaatimustenmukaisuuden arvioinnin kunkin testin osalta. Mikäli kokeen tuloksen arvioinnin kriteerinä on jokin tavoiteltava numeerinen raja-arvo, tulee raportissa esittää selvästi kyseinen arvo sekä sen kytkentä sähkövaraston suunnitteluperusteisiin.

#### 15.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Ennen käyttöönottokokeiden aloittamista tulee tarkastaa, että sähkövaraston säätöjen, rajoittimien ja suojausten hankekohtaiset laiteasettelut vastaavat toimitettuja tietoja. Erityisesti tulee todentaa toimitetuissa simulointimalleissa käytettyjen parametrien vastaavuus. Eroavaisuudet asetteluissa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset asetteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)
  - Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka, aktivoitumistaajuus 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 osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz ylitaajuudella. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa. Koe voidaan suorittaa osana koetta 3f.
  - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.1.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

## 2) Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

- 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 osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen  $-0,7$  Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz alitaajuudella. 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. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue sekä pätötehorajat ylös- ja alassäädölle, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava.  
Taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään  $\pm 10$  % sähkövaraston tuotantotilan mitoitustehosta. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa. Taajuussäädön toiminnan jatkuvuus eri asettelut omaavalta taajuusalueelta toiselle on todennettava.
- Koe on suoritettava verkon taajuusmittaukseen perustuen sekä simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon taajuusalueesta riippuvat 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. Sähkövaraston käytöstä vastaava toimija suorittaa taajuussäädön asettelun ja päälle-/poiskytkennän.
- Koe voidaan suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa seuraavin menettelyin:
  - a) Asetetaan taajuussäädön tehoalueet koeolosuhteet huomioiden siten, että sähkövarasto toimii kokeen aikana sekä tuotanto- että kulutustilassa ja statiikka taajuusalueittain esim. seuraavasti:
    - i.  $<49,5$  Hz / 4 % (LFSM-U)

- ii. 49,5–49,9 Hz / 6 %
  - iii. 49,9–50,0 Hz / 5 %
  - iv. kuolleeksi alueeksi asetellaan 0 mHz
  - v. 50,0–50,1 Hz / 3 %
  - vi. 50,1–50,5 Hz / 7%
  - vii. >50,5 Hz / 4 % (LFSM-O)
- b) Kytetään taajuussäätö päälle kaikilla taajuusalueilla ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
  - c) Syötetään taajuusmittaukseen +0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - d) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - e) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,0–50,1 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - f) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen +0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - g) Syötetään taajuusmittaukseen –0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - h) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - i) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,9–50,0 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - j) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen –0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
  - k) Kytetään taajuussäätö kaikilla taajuusalueilla päälle ja asetetaan taajuussäädön statiikka taajuusalueittain kohdasta a) poikkeaviin arvoihin. Syötetään taajuusmittaukseen –0,7...+0,7 Hz suuruinen häiriösignaali ramppimaisena siten, että sähkövaraston tehonsäätö kykenee seuraamaan taajuusmuutosta läpi kokeen annetulle tehorajalle asti.

- l) Asetetaan kuollut alue  $\pm 10$  mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
  - m) Asetetaan kuollut alue  $\pm 100$  mHz. Syötetään taajuusmittaukseen +50 mHz ja -50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään +150 mHz ja -150 mHz suuruinen häiriösignaali.
- 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,  $0,1 \times P_{\max}/\text{min}$  ja maksimimuutosnopeudella sekä tuotanto- että kulutustilassa.
  - Koe suoritetaan ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle kulutusteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle tuotantoteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä eri rampinopeudella.
  - 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:
    - a) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan askelmaisesti sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu.
    - b) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan askelmaisesti 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.
    - c) Tehdään jännitemuutos sähkövaraston sisäverkossa esimerkiksi askeltamalla sähkövaraston päämuuntajan käämikytkintä. Kokeen

tarkoituksena on todentaa suuntaajaysiköiden verkkoa luovan säädön nopea alkuvaste.

- d) Tehdään jännitemuutos liittymispisteen verkossa esimerkiksi askeltamalla kantaverkon muuntajan käämikytöntä tai kytkemällä reaktori. Kokeen suorittamisesta sovitaan erikseen Fingridin kanssa.
  - e) Mikäli jännitteensäädölle on määritelty vaihtoehtoinen asetteluryhmä, kohtien a-d kokeet tulee toistaa myös näillä asetteluilla.
  - f) Osoitetaan sähköverkon käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- 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.
  - Mikäli jännitteensäädölle on valittavissa useita toimintatiloja tai mittauspisteitä, tulee säädön toiminta myös niissä todentaa.

## 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 askelmaisia muutoksia  $0,3 * Q_n$  portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Eriksään osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus..
- 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 0,02:n portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- 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. Mikäli sähkövarastolla on käytössä luvun 13.2.7 mukaisia erillisiä kompensointilaitteita, tulee myös niiden toiminta todentaa.
- Ennen kokeen suorittamista liittäjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sallituista jännite- ja loistehorajoista. Loistehokapasiteettikoe tulee rajoittaa verkon normaalin käyttöjännitteen sallimiin rajoihin.
- Koe on suoritettava sähkövaraston suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, sähkövaraston tuottaessa tai kuluttaessa pätötehoa neljässä eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:
  - a) Suurimmalla kokeessa käytettävissä olevalla suuntaajien pätöteholla tuotantotilassa, vähintään 30 minuuttia
  - b) 30–50 % mitoitus-tehosta tuotantotilassa, vähintään 15 minuuttia
  - c) 0 % mitoitus-tehosta, vähintään 15 minuuttia
  - d) 100 % mitoitus-tehosta kulutustilassa, vähintään 30 minuuttia
  - e) 30–50 % mitoitus-tehosta kulutustilassa, vähintään 15 minuuttia
- Koe voidaan suorittaa muuttamalla sähkövaraston jänniteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen raja-asteeseen kullakin pätötehotasolla. Vaihtoehtoisesti koe voidaan suorittaa vakioloistehosäädöllä.
- 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 laatu- tai jännitepoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.2.2 ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.



## 10) Jännitteensäädön häiriö

- Kokeen on osoitettava, että sähkövaraston jännitteensäätö vaihtaa suunnitellusti tilaansa häiriötilanteessa, jossa esimerkiksi mittaus säädettävästä kiskosta menetetään. Kaikki suunnitellut tilanvaihdot tulee todentaa.
- Koe voidaan suorittaa simuloimalla mittaushäiriö mittaussiirisiin.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 13.2.5 vaatimukset täyttyvät.

## 11) Kaukokäytön ohjaukset

- Kokeen on osoitettava, että sähkövarastolta vaaditut kaukokäytön ohjaukset toimivat. Kokeen tulee kattaa kaikki ohjauspaikat mukaan lukien Fingridin sähköinen ohjausyhteys ja mahdollinen liittymispisteen verkonhaltijan ohjausyhteys sekä osoittaa ohjauspaikkojen välisten ohjausoikeuksien priorisointi. Lisäksi on osoitettava mahdollisten kaukokäytön epäkäytettävyyteen liittyvien automatisoitujen toimintojen suunniteltu toiminta (kuten tuotannon keskeyttäminen viiveellä).
- Koe suoritetaan antamalla ohjauspaikalta sähköinen ohjaus sähkövarastolle. Ohjaukset tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjaukset suoritetaan muiden käyttöönottokokeiden yhteydessä käyttäen sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan ensisijaista käyttöliittymää. Muiden ohjauspaikkojen ohjausten – mukaan lukien Fingridin ja sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan välinen sähköinen ohjausyhteys – toiminta voidaan todentaa erikseen.
- Kokeen katsotaan onnistuneen luvun 10.4.1. vaatimusten täytyessä.

## 12) Autonominen kytkeytyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

- Kokeen on osoitettava, että autonomiseen kytkeytymiseen suunniteltu sähkövarasto palautuu ulkoisen sähkönsyöttö- ja tietoliikenneyhteyksien menetyksen jälkeen suunnitellusti takaisin paikallishjaukseen ja kaukokäyttöön, suunnitellun mukaiseen tuotantovalmiuteen ja lopulta sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan valtuuttamana tuotantoon. Lisäksi kokeen tulee osoittaa, ettei ulkoisten verkkoyhteyksien menetys aiheuta laitteiden asetteluihin tahattomia muutoksia, kuten säätäjien palautumista tehdasasetuksiin.
- Koe voidaan suorittaa avaamalla sähkövaraston liittymispisteessä oleva tai vastaava katkaisija sähkövaraston toimiessa vähintään 10 %:n tuotantotilan pätohetotasolla. Tämän lisäksi sähkövaraston kaukokäytön tietoliikenneyhteydet katkaistaan samanaikaisesti. Syöttö liittymispisteen verkosta sekä kaukokäyttöyhteys palautetaan 30 minuutin kuluttua.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 10.2.6, 10.4.1, 10.4.2 ja 10.5.1 (tyyppi D) vaatimukset täyttyvät.

## 13) Stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston säätöjärjestelmien kyky toimia stabiilisti alueen suuntaajakäyttöisten voimalaitosten, sähkövarastojen ja kulutuskohteiden kanssa luvun 13.2.1 vaatimusten mukaisesti.

## 14) Lähivikakestoisuus

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston lähivikakestoisuus luvun 10.3.2 (tyyppi C) tai 10.5.2 (tyyppi D) vaatimusten mukaisesti.

## 15) Saarekekäyttö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston kyky siirtyä saarekekäyttöön ja takaisin verkkokytkeentään luvun 10.4.3.2 vaatimusten mukaisesti.

## 16) Kulmahyppy

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston kyky toimia luvun 10.4.4 vaatimusten mukaisesti verkon jännitteen kulman askelmaisessa muutoksessa.

Kokeiden 13-16 toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta. Kokeissa voidaan käyttää testiverkkoa, jonka topologia poikkeaa kytkennältään ja oikosulkuteholtaan sähkövaraston normaalista verkkoliitynnästä. Mikäli koetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminnan vaatimustenmukaisuus osoitetaan laskentatarkasteluin ja jatkuvan seurannan avulla sähkövaraston käytön aikana.

Mikäli tyypin D sähkövaraston jännitteensäädön toiminnan vaikutus sähkömekaanisiin heilahteluihin tai suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen on sähköjärjestelmän siirtokykyä heikentävä, tulee luvun 13.3 mukaisten lisäsäätötoimintojen todentamisesta sopia erikseen Fingridin kanssa.

## 16 Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

### 16.1 Tyypin C sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

#### 16.1.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

Sähkövarastoista toimitettavien laskentamallien tulee toistaa sähkövaraston keskeiset toiminnallisuudet ja ominaisuudet todenmukaisesti.

Laskentamallien tulee sisältää kaikki sähkövaraston pääkomponentit mukaan lukien kompensointilaitteistot sekä sähkövaraston toimintaan verkossa vaikuttavat säätimet, rajoittimet ja suojalaitteet. Laskentamallien tulee olla parametroitavissa Vaatimusten piirissä olevien ominaisuuksiensa osalta. Laskentamallien mukana tulee toimittaa kattava dokumentaatio, joka mahdollistaa mallin käytön ja parametroidinnin erilaisia käyttö- ja häiriötilanteisiin liittyviä tarkasteluja varten. Laskentamallit tulee toimittaa erikseen PSS<sup>®</sup>E sekä PSCAD<sup>™</sup>-laskentaohjelmistoille laadittuna mallina. Fingrid ylläpitää erillistä mallinnusohjetta, jossa on kuvattu kulloinkin käytössä olevat ohjelmistoversiot sekä niillä laadituilta malleilta edellytettävät ominaisuudet.

#### 16.1.2 Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten

Sähkövaraston tehonjako-, vikavirta- ja dynamiikkalaskentamallit tulee toimittaa yhtenä, koko sähkövarastoa kuvaavana kokonaisuutena, jossa samanlaisista suuntaajakytketyistä yksiköistä koostuvat osajärjestelmät kuvataan yhdellä ekvivalenttigeneraattorilla. Mallin tulee käsittää sähkövarasto sekä sähkövaraston sähköjärjestelmään liittämiseksi tarvittavat muuntajat sekä liittymisverkko. Aggregointivaatimus ei koske luvun 15.1.6 laskentamalleja sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmaan.

#### 16.1.3 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.

#### 16.1.4 Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaaan 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) kulmastabiiliuteen liittyviin pienten ja suurten herätteiden jälkeisiin sähkömekaanisiin heilahteluihin taajuuksilla 0,1–2 Hz,
- 3) jännitestabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin. Näissä on otettava huomioon sähkövaraston toiminta lyhytaikaisten jännitehäiriöiden yhteydessä sekä pätötehon palautumisen ja loistehokapasiteetin riippuvuus jännitteestä.
- 4) suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen liittyviin muutosilmiöihin, joista PSS<sup>®</sup>E-mallin tulee toistaa nopeat muutosilmiöt (10 ms–10 s) ja PSCAD<sup>™</sup>-mallin erittäin nopeat muutosilmiöt (0,4 ms–10 s)
- 5) resonanssistabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms – 10 s) ilmiöihin.

## 16.1.5 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. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid toimittavat liittyjälle todentamisessa tarvittavat tiedot verkosta ja sen tilasta. Todentaminen tehdään tarvittaessa yhteistyössä Fingridin kanssa hyödyntäen Fingridin verkkomalleja.

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 16.1 esittämässä laajuudessa,
  - c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 16.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 16.1 todennettavaksi velvoittaa,

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

**Taulukko 16.1. Sähkövarastojen mallinnustietojen todentamisvelvoite (X) tyyppiluokittain.**

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Sähkövaraston jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla luvun 14.3.4 / 5) a ja b mukaisesti (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
Luvun 15.3.4 kokeet 13-16 (lähivikakoe, kulmahyppykoe, saarekekäyttökoe, stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa) <sup>1)</sup>	X	X

<sup>1)</sup> Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli koetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta osoitetaan laskentatarkasteluilla.

**Taulukko 16.2. 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 (vain tyyppi D, ks.luku 13.3)	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti
Luvun 15.3.4 kokeet 13-16 (lähivikakoe, kulmahyppykoe, saarekekäyttökoe, stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa)	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövaraston kyseistä koetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta osoitetaan laskentatarkasteluilla.			
$U_{PCC}$	liittymispisteen jännite			
$P_{PCC}$	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston pätoheho			
$Q_{PCC}$	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston loisteho			

## 16.1.6 Tyypin D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat mallinnusvaatimukset kuin tyypin C sähkövarastoa. Sen lisäksi tyypin D sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

Todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettaville ja vaiheessa 2 päivitettävälle malleille asetetut vaatimukset saattavat poiketa toisistaan. Liittyjän tulee kussakin todentamisprosessin vaiheessa toimitettavia tietoja kootessaan tarkastaa voimassa olevat mallinnusvaatimukset Fingridiltä ja huomioida ne toimitettavissa malleissa.

Mallien todentamisvelvoite käyttöönottoestejä vasten (taulukko 16.1) koskee kaikkia toimitettuja malleja.

Liittyjän tulee toimittaa tiedot sähkövarastomallin sisältämien suuntaajakytkettyjen yksiköiden, säätäjien, suojalaitteiden ja muiden aktiivisten komponenttien toimintaa kuvaaville malleille tehdyistä todentamistoimenpiteistä, kuten Hardware-In-the-Loop (HIL)-testeistä, joissa fyysisen laitteen vastetta sähköverkon ilmiöihin testataan osana simulointimallia. Fingridillä on oikeus vaatia mallien toiminnan todentamista HIL-testein, mikäli mallin ja Fingridin verkon käyttövarmuuden kannalta merkittävän laitteen toiminnan vastaavuutta ei voida muulla tavoin todentaa.

## 16.1.7 Erityistarkasteluvaatimukset

Luvun 5 mukaisesti asetetuissa erityistarkasteluissa käytetyt laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kyseiset laskentamallit on päivitettävä käyttöönottokokeiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana sähkövaraston loppudokumentaatiota.