

Muutokset SJV2019:ään on merkitty. Punaisella merkityt muutokset ja kommentit on lisätty Fingridin järjestämän julkisen kuulemisen (04/2024) jälkeen.

# FINGRID

1 (112)

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

## Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2024

### Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Termit ja määritelmät</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Vaatimusten soveltamisala</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Luottamuksellisuus</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Eriyistarkasteluvaatimukset</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut</b>	<b>14</b>
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana	14
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	14
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	15
6.2	Sähkövaraston järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	16
6.3	Vaiheittain etenevät sähkövarastohankkeet	16
6.4	Sähkövarastojen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitus-menettely	17
6.4.1	Tyypin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	17
6.4.2	Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	17
6.4.3	Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	18
<b>7</b>	<b>Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen</b>	<b>25</b>
7.1	Tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot	25
7.2	Tyypin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot	25
7.3	Tyypin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot	29
7.4	Tyypin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot	29
7.4.1	Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu	29
7.4.2	Toimitettavat tiedot	30
7.5	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot	37
<b>8</b>	<b>Poikkeukset vaatimuksista</b>	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi</b>	<b>39</b>
9.1	Tyypin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	39
9.2	Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	39
9.3	Tyypin C sähkövarastojen instrumentointi	39
9.4	Tyypin D sähkövarastojen instrumentointi	40
<b>10</b>	<b>Yleiset vaatimukset</b>	<b>42</b>
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	42
10.2	Tyypin A sähkövaraston yleiset vaatimukset	42
10.2.1	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue	42
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	42
10.2.3	Etäohjausvalmius	43
10.2.4	Autonominen kytketyminen	43
10.2.5	Suojaus	43
10.2.6	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä	44

10.3	Tyypin B sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	44
10.3.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	44
10.3.2	Lähivikakestoisuus .....	45
10.3.3	Ylijännitekestoisuus .....	46
10.3.4	Loisvirran syöttö .....	49
10.3.5	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen .....	52
10.3.6	Suojaus .....	53
10.3.7	Tietoliikenne ja tietoturva .....	53
10.4	Tyypin C sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	54
10.4.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	54
10.4.2	Autonominen kytketyminen .....	60
10.4.3	Verkkoa luovat ominaisuudet .....	61
10.4.4	Stabiiliutta koskevat vaatimukset .....	63
10.4.5	Sähkön laatu .....	64
10.4.6	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus .....	64
10.4.7	Pimeäkännistys ja saarekekäyttö .....	64
10.5	Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset .....	65
10.5.1	Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö .....	65
10.5.2	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue .....	65
10.5.3	Lähivikakestoisuus .....	66
10.5.4	Ylijännitekestoisuus .....	68
<b>11</b>	<b>Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....</b>	<b>69</b>
11.1	Tyypin A sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....	69
11.1.1	Pätötehonsäätö .....	69
11.1.2	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O) .....	69
11.2	Tyypin B sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö .....	70
11.3	Tyypin C ja D sähkövarastojen pätötehon ja taajuuden säätö .....	70
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa .....	70
11.3.2	Sähkövaraston mitoitusteho, käynnistys ja omakäyttö .....	71
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön ominaisuudet .....	71
11.3.4	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä .....	76
11.3.5	Säädön tarkkuus ja herkkyys .....	76
<b>12</b>	<b>Sähkövaraston loistehokapasiteetti .....</b>	<b>77</b>
12.1	Tyypin B sähkövaraston loistehokapasiteetti .....	77
12.2	Tyypin C ja D sähkövarastojen loistehokapasiteetti .....	77
12.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus .....	77
12.2.2	Lisäloistehokapasiteetti .....	78
12.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit .....	78
12.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma .....	79
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen .....	80
<b>13</b>	<b>Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....</b>	<b>81</b>
13.1	Tyypin B sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	81
13.2	Tyypin C sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	81
13.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet .....	81
13.2.2	Vakiojännitesäätö .....	82
13.2.3	Vakioloistehosäätö .....	84
13.2.4	Vakiotehokerroinsäätö .....	85
13.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset .....	85

13.2.6	Jänniteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet .....	86
13.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit .....	86
13.3	Tyypin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö .....	86
<b>14</b>	<b>Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut .....</b>	<b>87</b>
14.1.1	Toiminta jännitehäiriön yhteydessä .....	88
14.1.2	Vakiojännitesäädön suorituskyky .....	88
14.1.3	Verkon jännitteen kulmamuuutos .....	89
14.1.4	Toiminta saarekekäytössä .....	89
14.1.5	Impedanssiskannaus .....	90
<b>15</b>	<b>Sähkövarastojen käyttöönottokeet .....</b>	<b>91</b>
15.1	Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokeiden yhteiset vaatimukset .....	91
15.2	Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokeet .....	91
15.3	Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokeet .....	92
15.3.1	Käyttöönottokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto .....	92
15.3.2	Käyttöönottokeiden korvaaminen .....	94
15.3.3	Käyttöönottokeiden dokumentointi ja hyväksyminen .....	94
15.3.4	Käyttöönottokeissa todennettavat toiminnot .....	95
<b>16</b>	<b>Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....</b>	<b>104</b>
16.1	Tyypin C sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....	104
16.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset .....	104
16.1.2	Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten .....	104
16.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset .....	104
16.1.4	Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset .....	105
16.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset .....	105
16.1.6	Tyypin D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset .....	108
16.1.7	Eryvistarkasteluvaatimukset .....	108

## 1 Johdanto

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

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

EeE Eurooppalaiset liittynnän verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Näiden vaatimusten asettamisessa on huomioitu eurooppalaisten liittynnän verkkosääntöjen yhtenevät tavoitteet; tasapuolisten ja syrjimättömien kilpailuolosuhteiden takaaminen sähkön sisämarkkinoilla, sähköjärjestelmän käyttövarmuuden varmistaminen sekä yhtenäisten liityntäehtojen luominen verkkoliitynnöille.

Kansallisesti sähkövarastojen järjestelmäteknisten 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 järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi liittjän on noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE), kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja sekä liittymispisteen verkonhaltijan asettamia liittymisehtoja.

- noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE),
- noudatettava kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja
- noudatettava liittymispisteen verkonhaltijan asettamia liittymisehtoja  
sekä

**Commented [A1]:** Lause siirretty luvun loppuun, jossa käsitellään erikseen muut täytettävät ehdot ja vaatimukset

**Formatted:** Indent: Left: 3,57 cm, No bullets or numbering

# FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

5 (112)

- [täytettävä järjestelmäpalveluita tarjotessaan kullekin \(reservi\)markkinapaikalle asetetut vaatimukset.](#)

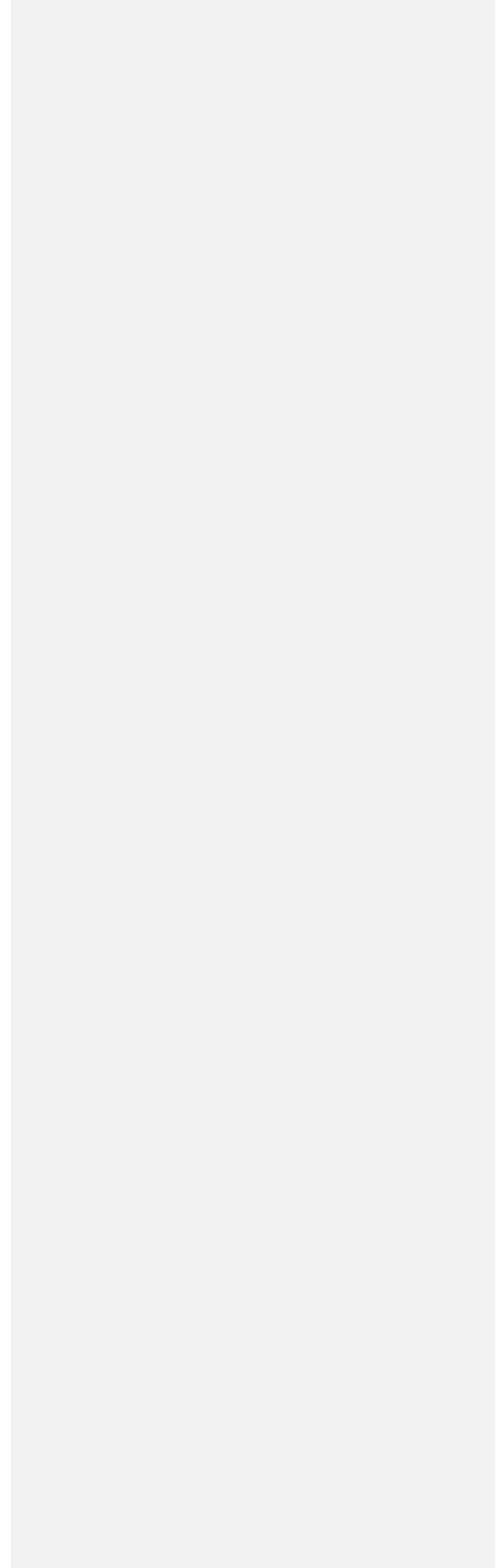
**Formatted:** Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

# FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

6 (112)



## 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.

Commented [A2]: Lisätty uusi määritelmä hybridilaitokselle

**Jännitteensäätäjä:** Säätää 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 syöttämä lisäloisvirta,  $I_n$  on sähkövaraston nimellisvirta,  $\Delta U$  vian-aikainen jäännösjänniteon jännitteen muutos viassa,  $U_n$  on verkon nimellisjännite.

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

Commented [A3]: Uusi määritelmä. Käytöstä vastaavan toimijan (muita asiayhteydestä riippuen käytettyjä nimityksiä mm. "valvoja", "sähkövaraston operaattori", "sähkövaraston valvomo") rooli on katsottu tarpeelliseksi määritellä SJV:ssä, koska ko. tahon vastuut ja velvollisuudet ovat varsinkin etäohjauksessa olevien laitojen osalta olleet epäselvät.

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

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Finnish

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Finnish

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

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold, Finnish

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Finnish

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

Formatted: Font: Not Bold, Finnish

Formatted: Finnish

**Liittymispiste:** Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

Commented [A4]: lisätty määritelmät

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

**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.

Formatted: Font: Italic

Commented [LL5]: Lisätty määritelmä

**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 sähköntuotanto- 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 matalataajuuksien tehoheilahtelujen vaimennusta sähköjärjestelmän alueiden välisen heilahtelun osalta.

**Pätöteho:** Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulon reaaliarvokomponentti, 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 tehoelektronikan 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 vakio-pätötehosäätö, taajuussäätö, vakiojännitesäätö 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 säätönsä perustuen kuten jännitelähde, joka on kytketty sarjaan lähdeimpedanssin kanssa. Verkkoa luovan säädön (engl. grid forming control, lyh. GFC) tavoitteena on pyrkiä pitämään suuntaajan säätöjärjestelmässä kuvattun 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 säätönsä 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.

**Commented [A6]:** Lisätty määritelmä käsitteelle, jolle ei ole aiemmin annettu kirjallisuudessa suomenkielistä vastinetta.

**Commented [A7]:** lisätty määritelmä

**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.

[Suuntaajakytketyt pumppuvoimalaitokset määritellään sähkövarastoiksi.](#)

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

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

[Liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää SJV2024:n mukaiset ne 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [LL8]: Mikäli Liittyjä on tehnyt liittymissopimuksen ennen SJV2024:n voimaantulua, mutta hanke ei ole edennyt toteutukseen (päälaitehankintoja ei ole tehty) kohtuullisen ajan kuluessa, tulee siihen soveltaa voimassa olevia järjestelmäteknisiä vaatimuksia. Asettamalla päivämäärä SJV:n soveltamisesta tällaisiin vanhoihin hankkeisiin varmistetaan voimalaitosten haluttu toiminta ja verkon korkea käyttövarmuus, vaikka laitoksen hankinta olisi viivästynyt.

**Taulukko 3.1. Sähkövaraston tyyppi luokittelu 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, tyyppi 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 keskijännitekeskoon. 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 liittymä haluaa yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi [hybridivoimalaitoksen](#) tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää, voidaan vaatimuksia tarkastella kokonaisuutena. Vaatimukset määräytyvät kokonaisjärjestelmän mitoitus- ja liittymispisteen jännitetason perusteella [sillä erotuksella, että alle 10 MW:in sähkövarastoilta ei edellytetä verkkoa luovia ominaisuuksia \(ks. luku 10.4.3\) niiden toimiessa osana C- tai D-tyypin kokonaisjärjestelmää](#). Fingrid määrittää yksityiskohtaiset vaatimukset tapauskohtaisesti liittymän pyynnöstä.

**Commented [A9]:** Eli esimerkiksi 40 MW tuulipuiston yhteyteen rakennetulta 7 MW sähkövarastolta ei vaadita verkkoa luovia ominaisuuksia, vaikka näiden yhdessä muodostama hybridivoimalaitos on D-tyyppiä.

## 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 kuitenkaan 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 saamia tietoja ainoastaan näiden Vaatimusten mukaisten tehtäviensä suorittamiseen, sanotun kuitenkaan 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 ja 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:

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

Mikäli sähkövaraston liittymän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, liittyjän tulee suorittaa tarkastelut viimeistään sähkövaraston liittymän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. [Mikäli sähkövarastossa käytettävän teknologian vaatimustenmukaisuudesta ei ole riittävää aiempaa näyttöä, 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 Vaatimuksiin ja liittyjä vastaa niiden toteuttamisesta.

Formatted: Default Paragraph Font

**Commented [A10]:** Nykyisellään erityistarkasteluvaatimusten arviointi on saatettu pyytää sähkövarastohankkeen liittymisestä sopimisen ja/tai pääkomponenttihankinnoista sopimisen jälkeen. Erityistarkastelut ja niistä aiheutuvat toimenpiteet voivat kuitenkin aiheuttaa muutoksia sähkövaraston suunnitteluun ja toteutukseen, joten erityistarkastelutarpeen arvioinnin varhainen suorittaminen sujuvoittaa hanketta ja varmistaa vaatimusten täyttymisen parhaalla mahdollisella tavalla.

**Commented [A11]:** Sähkövaraston liittäminen suuntaajavaltaiselle alueelle saattaa aiheuttaa tarvetta esim. stabiilustarkasteluille

**Commented [A12]:** Sähkövaraston liittäminen saattaa edellyttää esim. verkkosuojaa, joka irtikytkee laitoksen tietyissä verkon vioissa

**Commented [A13]:** Sähkövarastolta saatetaan edellyttää esimerkiksi laitoksen tehoa verkon tietyssä kuormituslanteessa edellyttävää säätöratkaisua

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

**Commented [A14]:** liittäminen saattaa edellyttää erityisiä stabiilustarkasteluita, joilla varmistetaan, onko liitettäväksi tarjotulla teknologialla edellytyksiä toimia stabiilisti verkon vioissa tai poikkeuksellisissa siirtotilanteissa.

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

Tässä luvussa [määritellään 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Liittyjän tulee huomioida, että tässä asiakirjassa kuvattu vaatimusten todentamisprosessi ei sisällä sähkövaraston liittämistä kokonaisuudessaan. Prosessi on kuvattu ainoastaan järjestelmätekniiikan todentamisen osalta. Liittyjän tulee sopia liittymisestä aina liittymispisteen verkonhaltijan kanssa ennen liittymän suunnittelua. Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltija solmivat liittymissopimuksen, jossa yksityiskohtaiset liittymisehdot on määritetty. Liittymää ei saa tehdä ilman liittymispisteen verkonhaltijan lupaa.

[Näissä vaatimuksissa liittymispisteen verkonhaltijalla tarkoitetaan sähköverkonhaltijaa, jolla on voimassa oleva, Energiaviraston myöntämä lupa harjoittaa sähköverkkolupa toimintaa. Mikäli sähkövaraston liittymispisteen verkonhaltijalla ei ole em. verkkolupaa, 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 verkkoluvallisen omaavan verkon liittymispiste.](#)

Commented [A15]: Liittymiseen verkonhaltijan määritelmä lisätty erotuksena esim. liittymisjohdon omistavaan yhtiöön, joka ei ole luvanvaraisen sähköverkkotoiminnan piirissä, eikä voi vastata sähkövaraston vaatimusten todentamisprosessin valvonnasta tai myöntää sähkövarastolle käyttöönottoilmoitusta (ION tai FON).

### 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 käyttöajan 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 lisävaatimusten välillä ratkaistaan Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken.

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi sähkövarastoprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja

Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa 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 simuloiteja toistuvan suunnitelman tai yleissuunnitelman mukaisesti tai vian, muutoksen tai laitteen korvaamisen jälkeen, joka voi vaikuttaa siihen, onko sähkövarasto Vaatimusten mukainen.

**Commented [A16]:** Vaatimustenmukaisuuden varmentaminen saattaa edellyttää esimerkiksi parametrien tarkistuksia, jotka eivät ole varsinaisia kokeita tai simuloiteja

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, simuloitien 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.

**Formatted:** Default Paragraph Font

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

**Formatted:** Default Paragraph Font

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 tyyppiin C tai D sähkövarastoon tai sen järjestelmäteknisiin ominaisuuksiin vaikuttaviin laitteistoihin tai järjestelmiin tehdään muutoksia, liittäjän 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 liittäjän kanssa.

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

## 6.3 Vaiheittain etenevät sähkövarastohankkeet

Liittäjän tulee ottaa huomioon sähkövaraston kapasiteetin kehittyminen hankkeen eri vaiheissa sekä sähkövaraston lopullinen tuotantotilan mitoitusteho. Vaiheittain etenevien sähkövarastohankkeiden osalta Vaatimukset määräytyvät sähkövaraston lopullisen tuotantotilan mitoitustehon mukaan.

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

- 1) sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho tai liittymispisteen jännitetaso ylittää Vaatimuksiin liittyvän, taulukon 3.1 mukaisen tyypipirajan,
- 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 sähkövarastoonPIENTUOTANTOLAITTEISTON JA/TAI SÄHKÖVARASTON LIITTÄMINEN SÄHKÖVERKKOON](#)".

### 6.4.2 Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

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

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

Kunkin uuden tyypin C sähkövaraston liittämistä koskevaa käyttöönottoilmoitusmenettelyä varten liittyjän on toimitettava liittymispisteen

verkonhaltijalle sähkövaraston asiakirjat (taulukot 7.2 ja 7.3), joihin sisältyy vaatimustenmukaisuusilmoitus.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

**Commented [A17]:** Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Jokaisesta sähkövarastosta on toimitettava erillinen riippumaton sähkövaraston asiakirja.

Liittyjän tulee todentaa sähkövaraston Vaatimusten mukainen toiminta käyttöönottokeihin ja toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle Vaatimusten mukaiset tiedot käyttöönottokeiden jälkeen.

Liittyjän suoritettua Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet, liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten todentamisesta. Hyväksyttyään 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 käyttöönottokeihin on määritetty luvussa 15-14. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16+5.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

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

## 6.4.3 Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

### 6.4.3.1 Todentamisprosessin vaiheistus

Formatted: Heading 4

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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa

# FINGRID

19 (112  
)

## ENERGIIVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

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 15-1415. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16-1516. [Prosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin tarvittavat taulukot on esitetty liitteessä A.](#)

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
<a href="#">Vaihe 0 (Esisuunnittelu)</a> <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Erytystarkastelutista sopiminen (luku 5)</a></li> <li><a href="#">Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin ml. todentamistavat ja seuranta</a></li> <li><a href="#">Tekniset määritelmät</a></li> </ul>	<a href="#">Voimalaitoksen toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.</a>	<a href="#">Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä ja pääkomponenttihankintoja.</a>
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköliittymispisteen 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 toimitus<a href="#">tapa</a></li> <li>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</li> </ul>	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot <a href="#">ja reaaliaikamittaus</a> tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, <a href="#">vähintään 6 kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa</a> , jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa <a href="#">7.4</a> .
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittaukset <a href="#">n. Jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä sekä mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa.</a> 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 suojausten lopulliset asetteluarvot</li> </ul>	Liittymispisteen verkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin sähkövarasto on syöttänyt ensimmäisen kerran päätetähoa

Commented [A18]: ks. uusi luku 6.4.3.2

Commented [A19]: ks. luvun 6.4.3.4 kommentit

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

• Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus		sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): • Toimitettujen tietojen tarkastus • Prosessin hyväksyntä	Liittyjä on toimitannut 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.

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

## 6.4.3.2 Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

[Liittyjän tulee sopia mahdollisimman varhain – sähkövarastoprojektin esisuunnitteluvaiheessa ennen liittymissopimuksen ja sähkövaraston pääkomponenttien sitovien hankintasopimusten 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.](#)

Commented [A20]: Todentamisprosessiin on lisätty uutena "esisuunnitteluvaihe", jonka hankkeet aina luonnostaan sisältävät, mutta jota ei ole toistaiseksi määritelty tarkemmin ja tästä johtuen sen sisällössä on ollut merkittäviä hankekohtaisia eroja. Esisuunnitteluvaiheen on tarkoitus varmistaa, että Liittyjä saa tietoonsa riittävän varhain hankkeeseen kohdistuvat keskeiset tekniset vaatimukset (erityisesti erityistarkasteluvaatimukset) ja ne huomioidaan asianmukaisesti suunnittelussa ja hankinnoissaan.

Formatted: Normal Indent, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

## 6.4.3.1-6.4.3.3 Fyysisen liittymän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

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

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

[Kytentäilmoitus ei oikeuta pätehon syöttämiseen liittymispisteeseen tai sähkövaraston lataamiseen liittymispisteestä.](#)

## 6.4.3.2-6.4.3.4 Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

Vaiheessa 1 liittyy 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 liittyy merkitsee taulukon 7.2 viite sarakeeseen 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 [ja reaaliaikamittaus](#) tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, [vähintään kuusi kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa](#), jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä [ajoissa](#). [Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun. Kun liittyy on toimitannut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen, tulee liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa toimitetut tiedot lukuun ottamatta mallinnustietoja, jotka tarkastaa Fingrid. Hyväksytyään tiedot ja saatuaan Fingridiltä hyväksynnän mallinnustiedoilleja, vahvistaa liittymispisteen verkonhaltija vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen sekä toimittaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksensa liittyjälle.](#)

[Sähkövaraston jatkuvatoimisen tallenninjärjestelmän, reaaliaikamittausten ja mahdollisen kaukokäyttöyhteyden tulee olla testattu ja toiminnassa ennen väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen toimitamista liittyjälle.](#)

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika on 18 kuukautta ja tänä aikana liittyy 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.

## 6.4.3.3-6.4.3.5 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittyy 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 liittyy merkitsee taulukon 7.3 Viite-sarakeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset.

**Commented [A21]:** Lisäty muistutuksena EONin rajoitteista. EON mahdollistaa sähkövaraston käyttöönoton aloittamisen, mutta pätehon tuottamiseen/kuluttamiseen sähkövaraston primääripiirin kautta oikeuttaa vasta ION.

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Commented [A22]:** Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

**Commented [A23]:** Toistuvat viivästykset laitosmallien toimituksissa ovat aiheuttaneet viivästyksiä IONin myöntämiseen muuten tuotantovalmiille hankkeille. Mallien tarkastaminen ja korjaaminen on osoittautunut aikaa vieväksi ja tästä johtuen on lisätty 6 kk aikavaatimus Vaiheen 1 tietojen toimitamisesta ennen IONia. Pelkkien mallien toimittaminen ei riitä vaan ne vaativat taustatiedoiksi muutkin (jo tässä vaiheessa saatavilla olevat ja mallinnuksen kannalta välttämättömät) tekniset tiedot ja tästä johtuen koko Vaiheen 1 dokumentaatio vaaditaan toimitettavaksi ajoissa.

**Commented [A24]:** Lisäys tuo selkeämmin esiin pätehon tuotannon käytännön edellytykset tallentimien, mittauksen ja ohjausten osalta. Vaatimukset eivät ole uusia, mutta niitä ei ole esitetty tässä kohtaa korostetusti yhdessä.

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

[Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.](#)

**Commented [A25]:** Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

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

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta liittyjän on toimitettava käyttöönotto-koee suunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytyksi 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin sähkövarasto on syöttänyt ensimmäisen kerran päätehoaa sähköjärjestelmään. [Mikäli käyttöönottokokeiden suorittaminen mainitussa aikataulussa ei ole perustellusta syystä mahdollista, Liittyjä voi anoa lisäaikaa kokeiden suorittamiselle huomioiden kuitenkin väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloajan. Lisäaikaa tulee anoa liittymispisteen verkonhaltijalta ja Fingridiltä, jotka voivat yksimielisellä päätöksellä myöntää lisäajan käyttöönottokokeiden ja vaiheen 2 toimenpiteiden suorittamiselle.](#)

#### 6.4.3.4-6.4.3.6 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 liittyjän käyttämään sähkövarastoa sekä syöttämään sähköä liittymispisteeseen.

#### 6.4.3.5-6.4.3.7 Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON)

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

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

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

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

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

Formatted: Default Paragraph Font



## 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.

**Formatted:** Default Paragraph Font

### 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.](#)

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Commented [A26]:** Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

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.](#)

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Commented [A27]:** Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

**FINGRID**

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

26 (112  
)

**Taulukko 7.1. Tyypin 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 [ensio/toisio], oikosulkumpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käänkytkimen säätöalue ja askel [%,%], käänkytkimen 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], mitoitusteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
3.3 Tuotanto- ja kulutustehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila)	
3.4 Mahdollisesti käytössä olevat kompensointi- ja/tai tehokertoimen korjaamisessa käytettävät laitteet	
Lukumäärä, tyyppi, mitoitusarvot (teho, virta, jännite, taajuus)	
Mikäli hyödynnetään yliaaltojen suodattukseen, 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 yliaajuudella	
4.4 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky	
4.5 Sähkövaraston lähivika- ja ylijännitekestoisuus	
4.6 Sähkövaraston loisvirran syöttö jännitehäiriön ja ylijännitteen aikana	
4.7 Sähkövaraston pätoitehäiriöominaisuudet	
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 asetteluarvot 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:	

1 Yleistiedot	Viite
1.1 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
1.2 Sähkövaraston tyyppi (esim. sähköakku, polttokenno tms.)	
1.3 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
<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 [ensio/toisio], oikosulkuiimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käänkytkimen säätöalue ja askel [%,%], käänkytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
<b>3 Sähkövaraston tekniset tiedot:</b>	
3.1 Sähkövarastointyöyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
3.2 Sähkövarastointyöyksiköiden 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 yliaallojen 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 ylijäätävyydellä	
4.4 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky	
4.5 Sähkövaraston lähivikakestoisuus	
4.6 Sähkövaraston vikavirran syöttö jännitehäiriön aikana	
4.7 Sähkövaraston päteohänsäätöominaisuudet	
4.8 Sähkövaraston jänniteensäätöominaisuudet	
<b>5 Sähkövaraston suojaustiedot:</b>	
5.1 Sähkövaraston relesuojauškaavio	
5.2 Sähkövaraston lopulliset relesuojauškaasettelut	
5.3 Tiedot saarekesuojan toimintaperiaatteesta (jos käytössä)	
<b>6 Käyttöönottodokumentit:</b>	
6.1 Käyttöönottopöytäkirjat	
6.2 Jänniteensäädön lopulliset asetteluarvot 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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

[Fingrid tarkastaa sähkövarastosta laaditut simulointimallinnustiedot \(ks. luku 16\). Huolimatta edellä mainitusta velvoitteesta toimittaa mallinnustiedot simulointimallit Fingridille vasta käyttöönoton jälkeen, Fingrid suosittelee mallinnustietojensimulointimallien toimittamista Fingridille tarkastettavaksi jo hyvissä ajoin \(vähintään 6 kuukautta\) ennen laitteiston käyttöönottoa.](#)

Commented [A28]: Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 Viitesarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. [Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A29]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-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:

Formatted: Default Paragraph Font

- 1) Todentamisprosessin vaiheessa 1 tulee toimittaa taulukon 7.2 mukaiset tiedot.
- 2) Todentamisprosessin vaiheessa 2 tulee toimittaa taulukon 7.3 mukaiset tiedot.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.](#)

Commented [A30]: Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 Viitesarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. [Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A31]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

# FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

31 (112  
)

Formatted: Normal Indent, Space After: 0 pt, Line spacing: single

**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)	
<b>2 Tekniset tiedot</b>	
2.1 Sähkövarastointyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Sähkövarastointyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulutusstilassa [MW], mitoitusteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
2.3 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensio/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytken säätöalue ja askel [%,%], käämikytken askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.4 Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet	
Soveltuvien osien vastaavat tiedot kuin sähkövarastointyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
<b>3 Jännite-taajuus toiminta-alue</b>	
3.1 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylijännitteellä (luku 10.2.1 tai 10.5.1)	
3.2 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylitaajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.1)	
3.3 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky (luku 10.2.2)	
<b>4 Lähivikakestoisuus</b>	
4.1 Laskelma sähkövaraston toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3)	
4.2 Sähkövaraston vikavirran syöttö jännitehäiriön aikana (luku 10.3.3)	
4.3 Tiedot pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.4)	
<b>5 Pätötehon ja taajuuden säätö</b>	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus pätötehon ja taajuuden säädöstä (luku 11)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohko-kaavioesitys säädön toteutuksesta.	
5.2 Säätäjille asetellavat parametrit ja toimintaviiveet	
<b>6 Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulutustehon muutokset</b>	
6.1 Tiedot sähkövaraston toiminnasta omakäytöllä (luku 11.3.2)	
Sähkövaraston omakäyttötehon suuruus, toiminta-aika omakäytöllä, omakäytölle siirtymisen rajoitteet	
6.2 Tuotanto- ja kulutustehon muutokset	
Pätötehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä	
Pätötehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila)	
Pätötehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	

**Commented [A32]:** lisätty:

- kohta 1.5; tietoturva ja tietoliikenneyhteydet lukuun 10.3.6 viitaten
- kohta 4.2; ylijännitekestoisuus lukuun 10.3.3 viitaten
- kohta 5; verkkoa luovat ominaisuudet

**Formatted:** Caption, Keep with next



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 Sähkövarastointyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Sähkövarastointyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulutustilassa [MW], mitoitussteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
2.3 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensio/toisio], oikosulkuperäisyys [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.4 Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet	
Soveltuvien osien vastaavat tiedot kuin sähkövarastointyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
<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 ylitajuudella (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 päätöhen 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 lohko- ja osastoitus säädön toteutuksesta.	
5.2 Tarkastelut toiminnasta saarekekäytössä ja verkon kulmamuutoksessa sekä impedanssikannaus (luku 14.1.3, 14.1.4 ja 14.1.5)	
5.3 Säätäjille asetettavat parametrit ja toimintaviiveet	
<b>6 Päätöhen ja taajuuden säätö</b>	
6.1 Dokumentaatio ja kuvaus päätöhen ja taajuuden säädöstä (luku 11)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohko- ja osastoitus säädön toteutuksesta.	
6.2 Säätäjille asetettavat parametrit ja toimintaviiveet	

Taulukko 7.2 jatkuu.

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

Formatted: Indent: Left: 0 cm, Don't keep with next

Formatted: Caption

<b>7</b>	<b>Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulutustehon muutokset</b>
<b>7.1</b>	Tiedot sähkövaraston toiminnasta omakäytöllä (luku 11.3.2) Sähkövaraston omakäytötehon suuruus
<b>7.2</b>	Tuotanto- ja kulutustehon muutokset Päätötehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä Päätötehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila) Päätötehon 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 Sähkövarastointiyksiköiden PQ-diagrammit sekä tiedot niiden jännite-taajuusriippuvuudesta. PQ-diagrammeihin tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetelut.
<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, päätöteho) 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>	Jänniteensäädön suorituskykylaskelma (luku 14.1.2)
<b>10</b>	<b>Sähkövaraston suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun</b>
<b>10.1</b>	Suojausasettelut (luku 10.3.6) Sähkövaraston relesuojauskaavio ja asetelut.
<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> Projekti-kohtaiset 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 asetelut (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. Vaatimustenmukaisuusilmoitus 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 Muutokset ja täsmennykset</b>	
Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettuihin tietoihin	
<b>2 Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot</b>	
<b>2.1 Käyttöönottokesuunnitelma (luku 14.3.1)</b>	
Yksityiskohtainen käyttöönottokesuunnitelma, sähkövarastotoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelystä <b>Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.</b>	
<b>2.2 Käyttöönoton aikataulu (luku 14.3.1)</b>	
Käyttöönoton aikataulu, myöhemmät muutokset käyttöönoton aikatauluun tulee koordinoida liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.	
<b>2.3 Mittausjärjestelyt (luku 14.3.1)</b>	
Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista.	
<b>3 Käyttöönottokokeiden tulokset</b>	
<b>3.1 Käyttöönottoraportti Vaatimuksiin liittyvistä kokeista (luku 14.3.3)</b>	
<b>3.2 Käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa (taulukko 15.2)</b>	
<b>4 Todennetut mallinnustiedot</b>	
Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskenmallit (luku 15)	
<b>5 Säätäjien lopulliset asetteluarvot</b>	
Sähkövaraston pätolehon ja taajuuden säädön sekä jännitteen ja loistehon säädön lopulliset asetteluarvot.	
<b>6 Suojauksen lopulliset asetteluarvot</b>	
Sähkövaraston ja sähkövarastoliittynän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
<b>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</b>	
Liittjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat sähkövaraston täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvitys:	

Formatted: Caption, Keep with next

# FINGRID

37 (112 )

## ENERGIIVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)	Viite
<b>1 Muutokset ja täsmennykset</b>	
Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettuihin tietoihin	
<b>2 Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot</b>	
<b>2.1 Käyttöönottokoesuunnitelma (luku 15.3.1)</b>	
Yksityiskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma, 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 Käyttöönoton aikataulu (luku 15.3.1)</b>	
Käyttöönoton aikataulu, myöhemmät muutokset käyttöönoton aikatauluun tulee koordinoida liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.	
<b>2.3 Mittausjärjestelyt (luku 15.3.1)</b>	
Suunnitelma Vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittausten toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista.	
<b>3 Käyttöönottokokeiden tulokset</b>	
<b>3.1 Käyttöönottoraportti Vaatimuksiin liittyvistä kokeista (luku 15.3.3)</b>	
<b>3.2 Käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa (taulukko 16.2)</b>	
<b>4 Todennetut mallinnustiedot</b>	
Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskenmallit (luku 16)	
<b>5 Säätäjien lopulliset asetteluarvot</b>	
Sähkövaraston päotehon ja taajuuden säädön sekä jännitteen ja loistehon säädön lopulliset asetteluarvot.	
<b>6 Suojauksen lopulliset asetteluarvot</b>	
Sähkövaraston ja sähkövarastoliittymän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
<b>Vaatimustenmukaisuusilmoitus</b>	
Liittyjän 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 toimitettaviin tietoihin liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin pyytäessä.](#)

**Commented [A33]:** Mikäli Liittyjällä ei ole esittävä vaatimusten todentamiseksi tarvittavaa teknistä aineistoa, voidaan sopia testeistä, jotka Liittyjä suorittaa ja raportoi.

Mikäli tarvittava aineisto on jo olemassa, se on oltava myös verkonhaltijan ja Fingridin käytettävissä vaatimusten todentamiseksi.

## 8 Poikkeukset vaatimuksista

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

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

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

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

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

## 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 liittyjää 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- ja D sähkövarastojen instrumentointi

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

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- 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
- 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

**Commented [A34]:** mittaaminen liittymissopimuksen mukaisesta liittymispisteestä voi olla teknisen toteutuksen vuoksi hankalaa tai epätarkoituksenmukaista. Mittauksille määritellään sopiva piste, josta saadaan tarvittavat mittaukset.

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

- suojaarele 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 toimintapisteeet 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: \(pre\) 0,5...1 s, vian jälkeen yli-/\(post\) 2...n s](#)
  - heilahtelutallentimelle [ennen vikaa 1–5 s, vian jälkeen yli 15 s:-\(pre\) 1...5 s /-\(post\) 15...n s](#)

Formatted: Finnish

7. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittymälle.

Formatted: Font: 12 pt, Bold, Kern at 14 pt

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.](#)

Commented [A35]: Häiriötallenteita pyydettyä toistuvana ongelmana on ollut tallenteiden ylikirjoittuminen tallennukseen käytettyjen suojaareiden alhaisesta muistikapasiteetista johtuen. Vaatimusta on täsmennetty riittävän kyvykkyyden aikaansaamiseksi.

9.—

## 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 kytkeytyneenä verkkoon. Laitteiston tulee tallentaa todenmukaisesti sähköjärjestelmän häiriö- ja muutostilanteet.](#)

[Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:](#)



# FINGRID

## ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

41 (112  
)

1. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaihteittain.
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 verkkohaltija 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-areleiden häiriötallennin ominaisuuksien käyttöönottoa ja tallenteiden saattamista sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan saataville.

**Commented [A36]:** Sähköjärjestelmän suuntaajavaltaisuuden kasvaessa verkossa tapahtuvien muutosilmiöiden määrä lisääntyy ja luonne muuttuu (esim. säätäjien aiheuttamat vuorovaikutusilmiöt). Tapahtumien analysointi vaatii entistä pidempiä, korkearesoluutioisia tallenteita, joiden avulla ilmiöiden syitä ja seurauksia pystytään nykyistä paremmin selvittämään. Tallenteet pitää saada nopeasti sähkövaraston käytöstä vastaavan tahon, verkkohaltijan ja Fingridin käyttöön eivätkä ne saa ylikirjoitua nopeasti riittämättömästä muistikapasiteetista johtuen. Tallenteista on merkittävää apua akuutissa häiriöselvityksessä sekä verkon yleistä käyttövarmuutta parantavassa kehitystyössä.

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

**10 Yleiset vaatimukset****10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet**

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

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

Fingridin sähköverkossa jännitteen vaihtelualueet normaalitilanteessa sekä häiriö- ja poikkeustilanteessa ovat seuraavat. Nimellisjännitteeltään 400 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 395–420 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 360–420 kV. Nimellisjännitteeltään 220 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 215–245 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 210–245 kV. Nimellisjännitteeltään 110 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 105–123 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 100–123 kV.

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

**10.2 Tyypin A sähkövaraston yleiset vaatimukset****10.2.1 Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue**

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

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

[Sähkövaraston toimintakyky 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.

**Commented [A37]:** Täsmennyksellä pyritään välttämään laitteiden tarpeettoman tiukka parametointi, joka rajoittaisi perusteella niiden suorituskykyä.

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää sähkövaraston suojauksessa vain silloin, kun sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on alle 50 kW. Suojalaitte saa irrottaa sähkövaraston verkosta, mikäli suojausrajan ylittävää taajuuden muutosnopeutta on mitattu vähintään 500 millisekunnin ajan. Tämän kaltaisten suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkäytyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella.

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

#### 10.2.5-10.2.3 Etäohjausvalmius

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

#### 10.2.6-10.2.4 Automaattinen-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 [automaattisesti autonomisesti](#) sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz
- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- sähkövaraston päätöhen suurin sallittu muutosnopeus on korkeintaan ~~400~~ **10020** % tuotantotilan mitoitustehosta minuutissa, [ellei liittymispisteen verkonhaltija ole määritellyt pienempää muutosnopeuden arvoa.](#)
- Liittymispisteen verkonhaltija sallii [autonomaattisen](#) 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 liittymisen toimittava koordinoitusti ja sovittava keskenään sähkövaraston ja sähköverkon tarvitsemista suojausjärjestelmistä ja sähkövarastoon liittyvistä asetuksista.](#)

[Liittymisen vastuulla on määrittää sähkövaraston ja sähkövaraston liittymisen suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.](#)

**Commented [A38]:** Täsmennetty terminologiaa (tuleva RfG 2.0 käyttää vastaavaa termiä) puhumalla autonomisesta kytkeytymisestä. Lisätty täsmennys, että sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on valtuutettava sähkövaraston kytkeytyminen ts. se ei voi perustua pelkästään haluun kytkeytyä verkkoon jollakin ajanhetkellä. "Valtuutus" voi tarkoittaa liittymisen ja verkonhaltijan välistä sopimusta tai signaloitua kytkeytymislupaa.

**Commented [A39]:** Lisätty uusi luku, jonka alle siirretty vanha RoCoF-suojaan kohdistuva vaatimus sekä uutena Vector shift-suojausten käytön rajaus.

# FINGRID

44 (112 )

## ENERGIIVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

Taajuuden muutosnopeuden (engl. rate of change of frequency, lyh. RoCoF) tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää sähkövaraston suojauksessa vain silloin, kun sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho on alle 50 kW. Suojalaite saa irrottaa sähkövaraston verkosta, mikäli suojausrajan ylittävää taajuuden muutosnopeutta on mitattu vähintään 500 millisekunnin ajan. Tämän kaltaisten suojalaitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytketyminen voi tapahtua normaalilla jännite-taajuustoiminta-alueella.

Formatted: English (United States)

Jännitteen kulmamuuutoksen (engl. vector shift tai phase jump) tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää sähkövaraston suojauksessa vain silloin, kun sähkövaraston mitoitusteho on alle 50 kW.

Säteilteisissä sähköverkoissa sSaarekekäytön 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).

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

### 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

#### 10.3.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttöEtäohjausvalmius

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.

Commented [A40]: Käytöstä vastaavan toimijan (muita asiayhteydestä riippuen käytettyjä nimityksiä mm. "valvoja", "voimalaitoksen operaattori", "voimalaitoksen valvomo", "tuulivoimavalvomo") rooli on katsottu tarpeelliseksi määritellä SJV:ssä, koska ko. tahon vastuut ja velvollisuudet ovat varsinkin etäohjauksessa olevien laitojen osalta olleet epäselvät. Määrittely katsotaan tarpeelliseksi jo B-tyypin sähkövarastoille, koska ne ovat tehollaan merkittäviä ajatellen esim. 20 kV jakeluverkon siirtokykä ja käyttöä.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on tarvittaessa oikeus määrittellä 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 S sähkövarasto tulee varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta päätötehon tuotantotilaa voidaan muuttaa (kulutus/tuotanto) ja sille voidaan asettaa ohjearvo. Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöön otosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan. Väyläliitännän tulee olla yhteensopiva IEC 60870-6 (Eicom, ICCP/TASE.2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850 protokollan kanssa.

Sähkövarastot saattavat saada ulkopuolelta ohjauspyyntöjä useilta tahoilta, esim. laitostoimittajalta (esim. teknisestä ylläpidosta vastaava laiteohjaintaja), kaupallisesta valvomosta (reservimarkkinaohjaus), jakeluverkkoyhtiö (tehorajoitukset ja säätötilapyynnöt), Fingrid (voimajärjestelmän hallinta ja säätö yleensä). Näillä pyynnöillä pitää olla prioriteetti, eikä niitä toimeenpano saa tapahtua käytöstä vastaavan tahon tietämättä.

## 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.

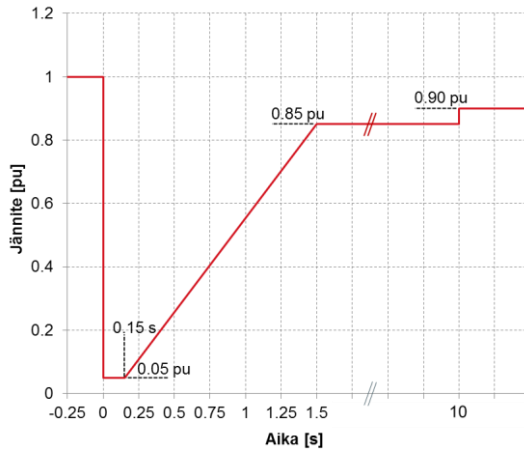
Formatted: Default Paragraph Font

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 maoikosuluissa, 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 jänniteensäätö ([AVR](#)) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan [liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla kesätilanteen normaali](#) ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



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

[Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti, mikäli jännitehäiriön aikana tapahtuu lisäksi verkon jännitteen pysyvä kulmamuutos, jonka suuruus on korkeintaan  \$\pm 30\$  astetta.](#)

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

[Sähkövaraston tulee pyrkiä säilyttämään vikaa edeltävä Ppätöteho huomioiden suuntaajien virtarajat ja loisivirran priorisointi \(luku 10.3.4\). n-syöttöä sähköverkkoon jännitehäiriöiden aikana ja jälkeen ei saa tarpeettomasti rajoittaa.](#)

### 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. Ylijännite voi olla](#)

[kuvan 10.2 mukainen lyhytaikainen käyttötaajuinen, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävä ylijännite tai](#)

[2,0 pu suuruinen, alle 20 ms kestävä kytkentäylijännite](#)

[Ylijännitekestoisuusvaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa \(3-vaiheisissa oikosuluissa\), epäsymmetrisissä vioissa \(2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maa-oikosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa\) sekä kytkentätilanteissa.](#)

[Ylijännitekestoisuusvaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:](#)

**Commented [A41]:** Fingrid selvitti 2023 ylijännitteiden esiintymistä suuntaajavaltaisessa järjestelmässä ja selvityksen tuloksena määriteltiin tässä luvussa esitetyt uudet vaatimukset. Vastaavan kaltainen ylijännitevaatimus on jo nykyisellään käytössä useissa Euroopan maissa (kansallinen lisävaatimus, koska RTG ei tätä vielä vaadi, joskin on tulossa lähivuosina) ja maailmalla.

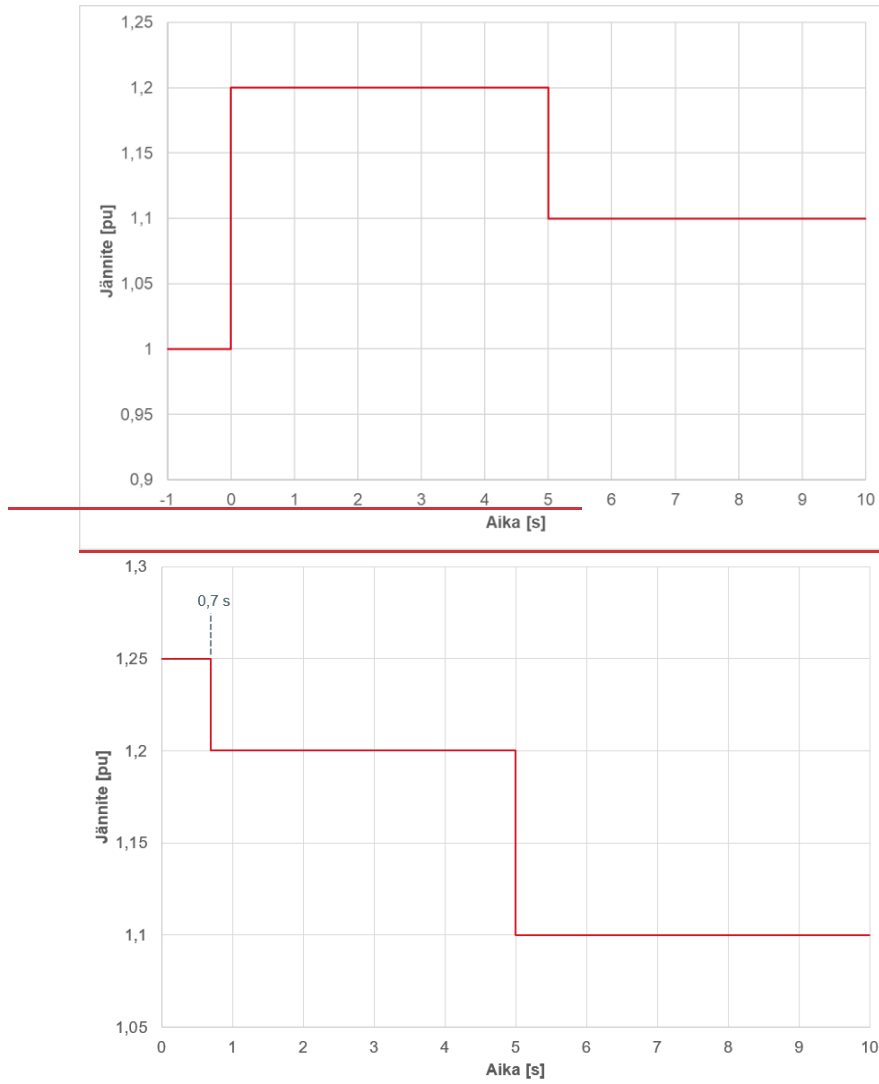
Pääosa kuvan 10.2 vaatimuksen kattavista ylijännitteistä syntyy lähivikojen (jännitekuoppien) seurauksena voimalaitosten palautuessa viasta, jolloin jännite nousee hetkellisesti yli normaalin käyttöjännitealueen.

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

## ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

- 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.



Formatted: Normal Indent, Left, Indent: Left: 0 cm, Space After: 0 pt, Don't keep with next

[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.](#)

Formatted: Caption, Indent: Left: 4,55 cm



## 2.0.0 Sähkövaraston vikavirran syöttö

Sähkövaraston vikavirransyötön on aktivoitettava, joko

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

Sähkövaraston vian aikainen vikavirransyöttö tulee asetella seuraavien vaatimusten mukaisesti:

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

Vikavirran syöttömoodin tulee poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.

### 10.3.4 Loisivirran syöttö

Sähkövaraston tulee syöttää kapasitiivista loisivirtaa alijännitteiden aikana ja induktiivista loisivirtaa ylijännitteiden aikana. Loisivirran ( $I_q$ ) syöttöä tulee priorisoida pätövirtaan ( $I_p$ ) nähden.

Sähkövaraston on pystyttävä aktivoimaan nopea loisivirransyöttö (vikavirransyöttö) joko

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

Alijännitteiden aikaisen loisivirran 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 loisivirran 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.

Loisivirran nousujänskäynnin 90%:iintulee nousta tavoitearvosta on tulee olla 30–50 ms kuluessa ja loisivirran tulee asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 60–80 ms kuluessa. Viive määritellään jännitteen askelmaisen muutoksen alkuehetestä.

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

Formatted: Caption, Indent: Left: 2,3 cm

Formatted: Caption, Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

Formatted: Caption, Indent: Left: 2,3 cm

Formatted: Caption, Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

Commented [A42]: Tämän luvun sisältö on siirretty tähän luvusta 10.3.3 ja sitä on täydennetty uusilla induktiivisen vikavirran syöttövaatimuksilla.

Commented [A43]: Tämä on uusi vaatimus. Induktiivisen vikavirran syötöllä pyritään alentamaan sähköjärjestelmässä esiintyviä ylijännitteitä, mikä estää sähkövarastojen, voimalaitosten ja kuluttajien irtoamista verkosta ylijännitetilanteissa ja parantaa siten verkon käyttövarmuutta.

Vaatimus katsotaan kohtuulliseksi, sillä ominaisuus on jo saatavilla useimpien laitevalmistajien suuntaajissa ja sen käyttöä vaaditaan useissa maissa.

Commented [A44]: Muotoilu on yhdenmukainen VJV2024 kanssa, joka taas pohjautuu velvoittavaan RfG-verkkosääntöön

# FINGRID

50 (112 )

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

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

Loisvirran syötön aktivoituminen toiminta on esitetty kuvassa 10.3. Loisvirran syötön aktivoituessa vaadittu lisäloisvirta  $\Delta I_0$  summautuu aktivoitumista edeltäneeseen loisvirtaan. Suurimman syötetyn loisvirran määrittää suuntaajan virtakestoisuus.

Mikäli tyypin 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 esitetyjä periaatteita. Selvyyden vuoksi todettakoon, että tyypin B sähkövarastoilta ei vaadita verkkoa luovia ominaisuuksia.

**Commented [A45]:** Lisäloisvirran tulkinnasta on ollut epäselvyyttä ja asiaa pyritään selventämään tällä täsmennyksellä sekä uudella kuvalla 10.5, joka kuvaa k-kertoimen määrittelyä ja vikavirransyötön aktivoitumista.

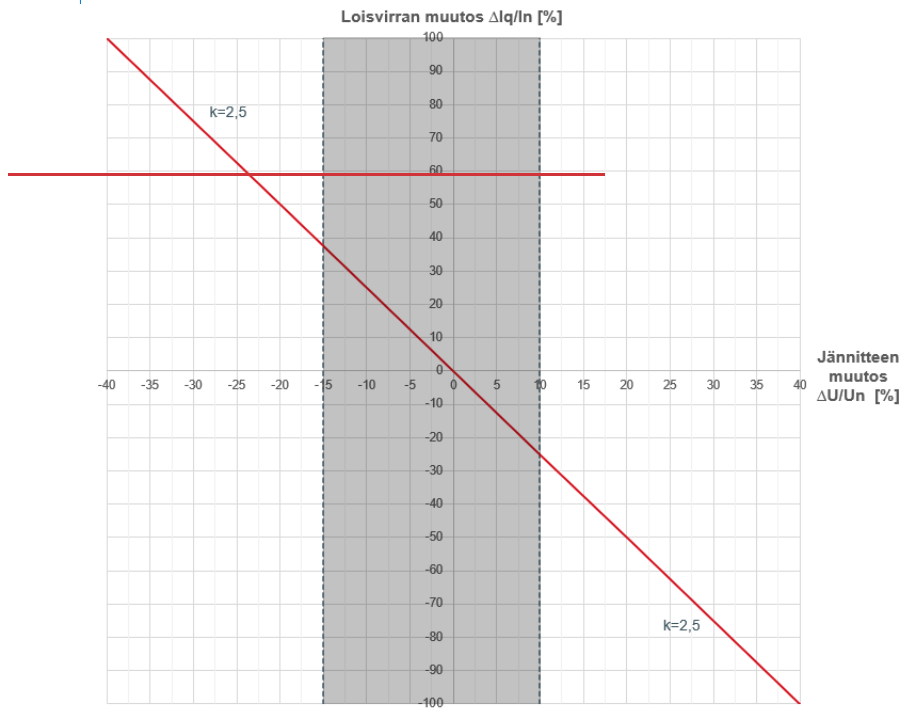
**Commented [A46]:** Ruutukaappauksessa automaattisen kielitarkistuksen virhemerkintä

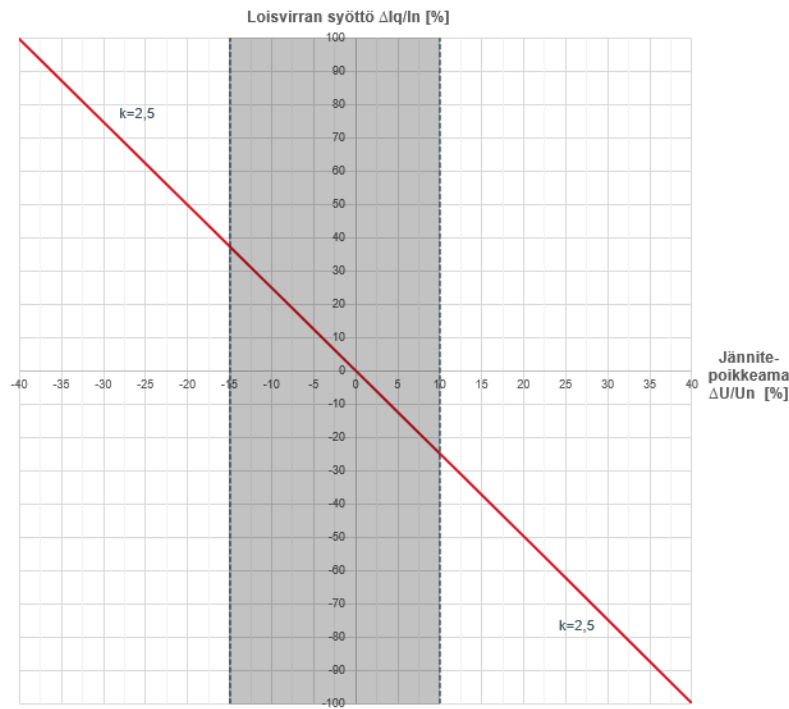
# FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

51 (112  
)





• [Kuva 10.3. Loisivirran aktivointirajat jännitteen perusteella sekä k-kertoimen määrittely.](#) Loisivirran syöttö aktivoituu harmaan alueen ulkopuolella. Nuolen alkupiste kuvaa loisivirransyötön aktivoitumista ja suunta lisäloisivirran kasvua jännitepoikkeaman kasvaessa. Suora viiva kuvaa kulmakertoimta  $k=2,5$ .

Formatted: Caption, Indent: Left: 2,25 cm, No bullets or numbering

## 10.3.3-10.3.5 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku 10.3.2 tai 10.5.2) sähkövaraston tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso **1-3 kolmen** sekunnin kuluessa häiriön alkamisesta. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho on vikaa edeltävällä tasolla (toleranssi  $\pm 5\%$  ohjeasetteluvarvosta). Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

**Commented [A47]:** Aiempaa muotoilua "1-3" on tarkennettu. Järjestelmäteknisten selvitysten perusteella palautuminen kolmen sekunnin kuluessa riittää eli toisin sanoen laitosten pätöteho saa palautua myös alle yhdessä sekunnissa.

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

#### 40.3.4-10.3.6 Suojaus

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

Liittäjän vastuulla on määrittää sähkövaraston ja sähkövaraston liittymän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

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

Liittäjä vastaa siitä, että sähkövaraston suojauksen suunnittelussa otetaan huomioon sähköjärjestelmässä tapahtuvien häiriöiden ja vikojen aiheuttamat lyhytaikaiset voimakkaat muutokset sähköverkon jännitteissä, virroissa ja taajuudessa sekä voimajohtojen käytön palautuksessa yleisesti käytettävät pika- ja aikajälleenkytkennät. Asettelujen tulee perustua laitteiden kykyyn kestää voimakkaita vaihteluita järjestelmän 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. Liittäjän 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

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

**Commented [A48]:** Tämä luku on uusi. Fingrid kartoitti vuonna 2023 voimalaitosten tietoturvaa ja selvityksen perusteella todettiin tarpeelliseksi varmistaa myös vaatimuksin se, että tietoturvaan kiinnitetään asianmukaista huomiota sillä puutteet sähkövarastojen tietoturvassa voivat muodostaa merkittävän uhan voimajärjestelmän käyttövarmuudelle. Tulokset ovat yleistettävissä sähkövarastoille.

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

40.

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

40.6.1-10.4.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

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

**Commented [A49]:** Fingridin tarkoituksena ei ole alkaa määrittelemään tarkempaa toteutusta sähkövarastojen tietoturvalle, mutta Liittyjän suunnittelema toteutuksesta kerätään jatkossa perustiedot (Taulukon 7.1 kohta 1.4 ja Taulukon 7.2 kohta 1.5), joiden perusteella Fingridin arvioi Liittyjän toteutusta ja on tarvittaessa yhteydessä Liittyjään, mikäli toteutuksessa havaitaan selkeitä puutteita. Fingridin tavoitteena on myös jakaa tietoa toimivista tietoturvaratkaisuista.

Tietoturvaan liittyvät tiedot kerätään vastauksena Fingridin laatimaan tietoturvakyselyyn.

**Commented [A50]:** Tietojen toimitustavasta (esim. turvasähköposti) sovitaan suoraan Fingridin kanssa. Mikäli liittymispisteen verkonhaltija tarvitsee tietoja Liittyjän tietoturvasta, siitä on sovittava Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken erikseen.

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, Space After: 11 pt, Line spacing: single, No bullets or numbering

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

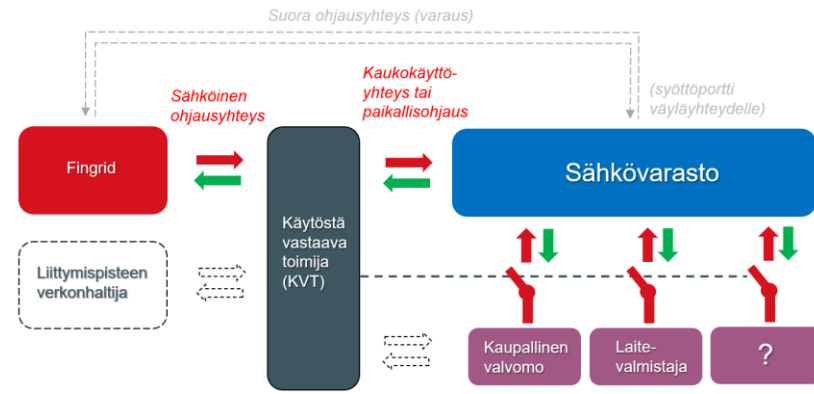
**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Commented [A51]:** Käytöstä vastaavan toimijan (muita asiayhteydestä riippuen käytettyjä nimityksiä mm. "voimalaitoksen operaattori", "voimalaitoksen valvomo") rooli on katsottu tarpeelliseksi määritellä SJV:ssä, koska ko. tahon vastuut ja velvollisuudet ovat varsinkin etäohjauksessa olevien laitojen kuten tuulivoimalaitosten osalta olleet epäselvät.

Sähkövarastot saattavat saada ulkopuolelta ohjauspyyntöjä useilta tahoilta, esim. laitostoimittajalta (esim. teknisestä ylläpidosta vastaava laiteoimittaja), kaupallisesta valvomosta (reservimarkkinaohjaus), jakeluverkkoyhtiö (tehorajoitukset ja säätötilapyynnöt), Fingrid (voimajärjestelmän hallinta ja säätö yleensä). Näillä pyynnöillä pitää olla prioriteetti, eikä niitä toimeenpano saa tapahtua käytöstä vastaavan tahon tietämättä.

**Commented [A52]:** Voimalaitoksille ja sähkövarastoille annettavissa ohjauspyynnöissä ollaan menossa kohti sähköistä ohjausyhteyttä, koska puhelimitse annettavien ohjausten toteutus on haastavassa käyttötilanteessa käytännössä ajankäytöllisesti vaikeaa tarpeen kohdistuessa samanaikaisesti useisiin laitoiksi.



**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 puolella) tai muuta tiedonvaihtoa mahdollisen liittymispisteen verkonhaltijan (esim. jakeluverkkoyhtiö) tai muiden sähkövarastoa ehdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet oikealla puolella). 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.

Käytöstä vastaava toimija voi ohjata sähkövarastoa kaukokäytöllä tai paikallisesti. Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on muutettava taulukon 10.1 määrittelemässä laajuudessa sähkövaraston pätö- tai loistehonsäädön säätöjen toimintatilaa tai asetteluarvoja sähkövaraston teknologian asettamissa rajoissa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai liittymispisteen verkonhaltija sitä pyytää. Ohjauspyyntö voidaan antaa käyttämällä sähköistä ohjausyhteyttä tai puhelimitse. Sähköisellä ohjausyhteydellä annettu toimintatilan tai ohjeasetusarvon muutos on saatettava voimaan mahdollisimman nopeasti, kuitenkin viimeistään yhden minuutin kuluessa Fingridin

Formatted: Heading 4

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

**Commented [A53]:** Voimalaitoksille ja sähkövarastoille annettavissa ohjauspyynnöissä ollaan menossa kohti sähköistä ohjausyhteyttä, koska puhelimitse annettavien ohjausten toteutus on haastavassa käyttötilanteessa käytännössä ajankäytöllisesti vaikeaa tarpeen kohdistuessa samanaikaisesti useisiin laitoksiin.

**Commented [A54]:** Esimerkiksi tuulivoimalaitoksen jännitteensäädön vaihtaminen loistehonsäädölle

**Commented [A55]:** esimerkiksi pätötehorajoitus 100-->50%

antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Pyydettyä ja asetusteluarvoa vastaava uusi toimintapiste (P, Q) tulee saavuttaa viimeistään yhden minuutin 15 minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön asetusteluarvo muutoksesta vastaanottamisesta. Puhelimitse annettuna pyydetyn muutoksen mukainen lopputila tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta (toleranssi-lukujen 11.3.3.4 ja 16.3.7 mukaisesti).

Sähköisellä ohjausyhteydellä tarkoitetaan Fingridin ja sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedonvaihtoa, jonka toteuttamisesta Liittyjä vastaa. Sähkövaraston on kyettävä vastaanottamaan taulukon 10.1 mukaiset sähköiset ohjaukset ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille. Sähköiseen ohjausyhteyteen liittyvän tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatieonvaihdon sovellusohjeessa. Pyydetty muutos on saavutettava 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta.

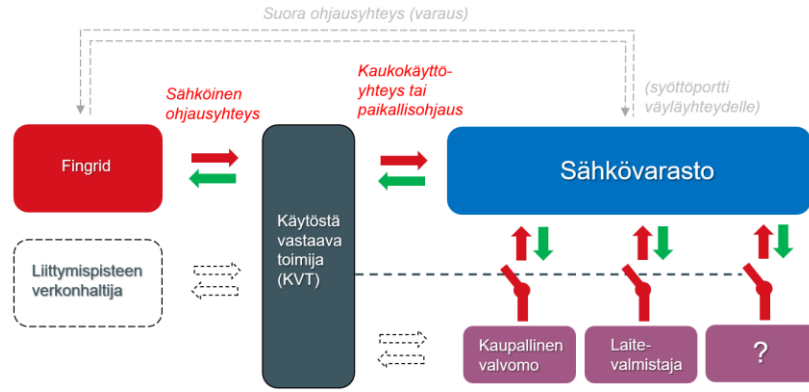
Sähköisen ohjausyhteyden tarkoituksena on tukea sähköjärjestelmän käyttövarmuutta mahdollistamalla Fingridille järjestelmävastaavana voimalaitoskesäkövarastojen toiminnan koordinointi poikkeustilanteissa. Sähköistä ohjausyhteyttä käytetään välittämään Fingridin pyyntö vaikuttaa voimalaitoskesäkövaraston toimintaan voimalaitoskesäkövaraston käytöstä vastaavalle toimijalle, eikä voimalaitoskesäkövaraston operointivastuu siirry ohjauspyyntöjä lähetettäessä Fingridille. Ohjauspyyntöjen toteuttaminen sähkövaraston järjestelmissä voidaan automatisoida, mutta käytöstä vastaavan toimijan vastuulla on aina arvioida, rajoittavatko esimerkiksi henkilö- tai laitosturvallisuuteen liittyvät syyt ohjauspyynnön toteuttamista. Tällaisesta syytä ohjauspyynnön voimaansaattamista voidaan viivästyä vaaditusta minuutin vasteajasta.

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

Sähkövarasto tulee lisäksi varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jonka kautta Fingrid voi ohjata sähkövarastoa suoraan. Väyläliitännän tulee mahdollistaa taulukoiden 10.1 ja 10.2 signaalinvaihto, jotta päätöksen tuotantotilaa voidaan muuttaa (kulutus/tuotanto) ja sille voidaan asettaa ohjearvo. Väyläliitännän tulee olla yhteensopiva IEC60870-6 (Elcom, IEC/TASE.2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850-protokollan kanssa. Fingrid päättää suoran ohjausyhteyden toteuttamisesta ja väyläliitännän käyttöönotosta erikseen kussakin voimalaitoskesäkövarastohankkeessa ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

Liittymispisteen verkonhaltijalla on tarvittaessa oikeus määritellä tarvittavat ohjaukset ja tilatiedot, jotka se tarvitsee verkkoonsa liittyvien voimalaitoskesäkövarastojen hallitsemiseen ja valvontaan.





Kuva 10.4. Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö. Sähkövaraston käytöstä vastaava toimija operoi sähkövarastoa. Fingrid voi antaa sähkövarastolle ohjauksia (punaiset nuolet) sekä vastaanottaa tilatietoja (vihreät nuolet) sähköisellä ohjausyhteydellä. Erillisen, suoran Fingridin ja sähkövaraston välisen ohjausyhteyden toteuttamisesta päätetään erikseen. Käytöstä vastaavalla toimijalla voi lisäksi sähköinen ohjausyhteys (katkoviivanuolet ylhäällä) tai muuta tiedenvaihtoa mahdollisen liittymispisteen verkkohaltijan (esim. jakeluverkko-yhtiö) tai muiden sähkövarastoa mahdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet alhaalla). Käytöstä vastaavalla toimijalla on mahdollisuus oikeuttaa ja rajoittaa muiden toimijoiden ohjauskykyä.

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 ohjeasetusarvo	$P_{max,d}-P_{max,p}$
3	Pätötehon ohjeasetusarvon mukaista tehoa pyydetty	kyllä/ei  (aktivoi yo. pätötehon asetusarvopyynnön)
4	Pätötehon tuotannon muutosnopeuden maksimiarvo ohjeasetusarvon 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

Formatted Table

**Commented [A56]:** Tarkoittaa suurinta sallittua pätötehoa, jonka sähkövarasto saa syöttää liittymispisteeseensä. Mikäli verkon puolelta ei ole voimassa olevia rajoitteita, tämä on normaalisti Pmax.

**Formatted:** Subscript

**Formatted:** Subscript

**Commented [A57]:** Fingrid voi pyytää pätötehon syöttöä verkkoon

**Commented [A58]:** Pätötehon pyyntö aktivoidaan erillisellä signaalilla. Muussa tapauksessa järjestelmävastaavalla ei ole aktiivista pyyntöä syöttää tiettyä pätötehoa.

7	Vakioloistehosäädön <a href="#">Loistehon ohjeasetusarvo</a>	$Q_{min}-Q_{max}$ (suurin induktiivinen loisteho – suurin kapasitiivinen loisteho), $\neq Q_n$ ( $\pm 33\% \times P_{max,p}$ )
8	<a href="#">Jännitteen asetusarvo</a>	105...123 kV / 215...245 kV / 395...420 kV. Asettelualueen ylittävät asetteluarvot tulee estää.
9	Vakiotehokerroinsäädön <a href="#">asetusarvo</a>	0,95 $k_{ap}$ –0,95 $i_{nd}$ , annettavissa erikseen tuotanto- ja kulutustilalle
10	<a href="#">Jännitteensäädön asetteluryhmä*</a>	asetteluryhmän vaihto kahden etukäteen määritellyn parametroidin välillä (asettelu 1 / asettelu 2)
11	<a href="#">Jännitteensäädön statiikan asetteluarvo* ka</a>	2...7%, ks. luku 13.2.2
12	<a href="#">Taajuussäädön ohjaus taajuusalueittain</a>	päälle/pois
13	<a href="#">Taajuussäädön statiikka taajuusalueittain</a>	Selitetty luvussa 11.3.3.3
14	<a href="#">Taajuussäädön tehoalue</a>	Selitetty luvussa 11.3.3.3
15	<a href="#">Käytönpalautuksen tila</a>	Normaalitila / hälytystila / häiriötila / suurhäiriötila / palautustila.  Tilatieto on informatiivinen ja sitä voidaan käyttää Liittyjän tai Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa erikseen sovittavien ohjausten toteuttamisessa.

**Commented [A59]:** Loistehon asettelumahdollisuus mitoitusloistehon  $Q_n$  puitteissa riittää vaikka toimintapiste (pätöteho) mahdollistaisi suuremman loistehon

**Formatted Table**

**Formatted:** English (United States)

**Formatted:** English (United States)

**Commented [A60]:** Tämä tarkoittaa taajuussäädön aktivointia esiaseteltujen ja käyttöönottokeissa testattujen säätöparametrien mukaisesti.

**Formatted:** English (United States)

**Formatted:** English (United States)

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

**Formatted:** Indent: Left: 2,25 cm

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

**Formatted:** Caption, Indent: Left: 2,25 cm

n:o	Tilatieto	Lähetettävä tieto
-----	-----------	-------------------

**Formatted Table**

1	<a href="#">Kuittaus Taulukon 10.1 ohjausten vastaanotosta</a>	
2	<a href="#">Taulukon 10.1 ohjauksia vastaava tilatieto / lukuarvo</a>	
3	<a href="#">Sähkövaraston käytettävissä oleva energia</a>	% tai MWh
4	<a href="#">Sähkövaraston käytettävissä oleva pätehtehokapasiteetti</a>	MW, erikseen tuotanto- ja kulutustilalle
5	<a href="#">Sähkövaraston käytettävissä oleva loistehokapasiteetti</a>	Mvar, erikseen induktiivinen ja kapasitiivinen kapasiteetti
6	<a href="#">Sähkövaraston ja käytöstä vastaavan toimijan välisen kaukokäyttöyhteyden käytettävyyssiato</a>	on/ei.

**Commented [A61]:** Suurin verkkoon syötettävä pätehto, jolle sähkövaraston teho voidaan tarvittaessa nostaa

**Commented [A62]:** Sähkövaraston saatavilla oleva induktiivinen ja kapasitiivinen loistehokapasiteetti

#### 10.4.1.2 Fingridin suora ohjausyhteys

**Formatted:** Heading 4

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

**Formatted:** Heading 4

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

**Formatted:** Heading 4

Edellytyksenä pätehtehon 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

14.6.2024

- sähkövaraston ja käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikan välisen kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä sekä
- sähkövaraston yksittäisten suuntaajyksiköiden ohjattavuuteen liittyvästä epäkäytettävyydestä.

Kaukokäyttöön käytettävien tietoliikenneyhteyksien toimivuus tulee varmistaa jatkuvalla valvonnalla, joka antaa sähkövaraston käytöstä vastaavalle toimijalle viipymättä tiedon kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä.

Mikäli sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan ja sähkövaraston suuntaajyksiköiden välinen kaukokäyttöyhteysohjattavuus menetetään, tulee yksittäisen suuntaajyksikön sähkövaraston jatkaa toimintaansa ennen ohjauksen menetyttä voimassa olleiden ohjausarvojen mukaisesti, ellei poikkeavasta menettelystä, kuten tehonsiirron automaattisesta pysäyttämistä ole erikseen sovittu liittymispisteeseen verkonhaltijan kanssa. Mikäli ohjattavuutta kaukokäytöllä ei saada palautettua kahden tunnin kuluessa ohjattavuuden menetyksestä, pitää voimalaitesähkövarasto miehittää viipymättä tai kytkeä osittain tai kokonaan irti verkosta liittymispisteeseen verkonhaltijan tai Fingridin niin vaatiessa.

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

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

Edellytyksenä päätöksen syötön aloittamiselle Suomen sähköjärjestelmään Liittyjän tulee toteuttaa ja testata edellä kuvattu kaukokäyttöön liittyvä tiedonvaihto sekä ilmoittaa Fingridille ja liittymispisteeseen verkonhaltijalle sähkövaraston sekä sen liittymisverkon käytöstä vastaavien toimijoiden yhteystiedot. Liittyjän vastuulla on ilmoittaa Fingridille ja liittymispisteeseen verkonhaltijalle sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan yhteystiedot, viimeistään kun sähkövarasto aloittaa päätöksen syötön Suomen sähköjärjestelmään. Liittyjä vastaa siitä, että käytöstä vastaava toimija on tavoitettavissa 24 tuntia päivässä 7 päivänä viikossa.

## 10.4.2 Autonominen kytkettyminen

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

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz
- liittymispisteeseen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- sähkövaraston kaukokäyttöyhteys on toiminnassa

**Commented [A63]:** Voimalaitoksen käytöstä vastaavalla taholla pitää olla joka hetki tieto laitoksen ohjattavuudesta, jotta korjaustoimenpiteet voidaan käynnistää välittömästi ohjausyhteyden menetyksen jälkeen

**Commented [A64]:** Sähkövaraston käytöstä vastaavalla taholla pitää olla joka hetki tieto laitoksen ohjattavuudesta, jotta korjaustoimenpiteet voidaan käynnistää välittömästi ohjausyhteyden menetyksen jälkeen

**Commented [A65]:** Kaukokäytössä olevat sähkövarastot eivät voi ajaa rajattomasti ilman valvontaa, mikäli kaukokäyttö menetetään.

**Commented [A66]:** Täsmennetty terminologiaa (tuleva RfG 2.0 käyttää vastaavaa termiä) puhumalla autonomisesta kytketymisestä. Lisätty täsmennys, että sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on valtuutettava sähkövaraston kytkettyminen ts. se ei voi perustua pelkästään haluun kytkeytyä verkkoon jollakin ajanhetkellä. "Valtuutus" voi tarkoittaa liittyjän ja verkonhaltijan välistä sopimusta tai signaloitua kytkettymlupaa.

- [kytkeytymisen jälkeinen toimintapiste \(P, Q, U\), ja säätötila ja muut ohjeet ovat](#) sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan määrittämiä tai valtuuttamia
- [pätötehon muutosnopeus ei ylitä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittua arvoa](#)
- [mikäli sähkövarasto on kytkeytynyt irti sähköverkosta verkkohäiriön seurauksena, lupa tuotannon tai lataamisen aloittamiseen tulee aina erikseen pyytää liittymispisteen verkonhaltijalta. 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 asetteluista. Fingrid antaa tiedon voimajärjestelmän tilastato annetaan sähköisenä ohjauksena luvun 10.4.1.1 signaalia "käytönpalautuksen tila" käyttäen.

**Commented [A67]:** Lähinnä tuulivoimalaitosten kanssa on ollut tilanteita, joissa voimalaitos on kytkeytynyt esimerkiksi verkossa tapahtuneen vian meneillään olevan verkkoa heikentävän keskeytyksen aikana verkkoon ilman voimalaitoksen operaattorin lupaa. Tässä lisäyksellä halutaan varmistaa sähkövaraston etäohjauksen toiminta sekä käytöstä vastaavan toimijan valtuudet sallia tai estää kytkeytyminen.

Jos laitos saa luvan kytkeytyä, on se toimintapisteen (teho, jännite) ja säätötilan oltava KVT:n määrittelemä tai valtuuttama.

Häiriön jälkeen autonominen kytkeytyminen ei ole sallittua ilman verkonhaltijan lupaa

**Formatted:** Font: Not Bold

### 10.4.3 Verkkoa luovat ominaisuudet

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

**Commented [A68]:** Tämä luku on kokonaan uusi ja määrittelee nk. Grid Forming-toiminnallisuudet, joita edellytetään jatkossa kaikilta C- ja D-tyypin sähkövarastoilta.

**Formatted:** Heading 3, No bullets or numbering

#### 10.4.3.1 Yleiset vaatimukset

Verkkoa luovien säätöominaisuuksien

- [tulee olla toiminnassa aina sähkövaraston ollessa kytkeytyneenä verkkoon, eikä toimintatila saa vaihtua verkon muutostilanteissa tai häiriöissä](#)
- [tulee olla toiminnassa sähkövaraston toimiessa missä tahansa tuotanto- ja kulutustilan mitoitustehon ja sähkövarastolta vaaditun loistehokapasiteetin rajaamassa toimintapisteessä](#)
- [tulee olla toiminnassa sähkövaraston varustilasta riippumatta](#)
- [tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston pätötehoa säätävissä säätötiloissa kuten vakioitehosäädössä ja taajuussäädössä.](#)
- [tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston loistehoa säätävissä säätötiloissa kuten vakiojännitesäädössä, vakioiloistehosäädössä ja vakioitehokerroinsäädössä.](#)
- [toiminta suuntaajien virtarajoilla tulee koordinoida siten, että mahdollinen tarve rajoittaa virtaa ei aiheuta epäjatkuvuutta verkkoa luovan säädön toimintaan tai muutoin vaaranna sähkövaraston stabiilia toimintaa. Säädöille asetettujen virtarajojen](#)

**Formatted:** Heading 4

**Commented [A69]:** Joidenkin valmistajien toteutuksissa vaihdetaan esim. jännitehäiriössä Grid Following (verkkoa seuraava)-tilaan. Tilavaihdokset ovat ongelmallisia ja niissä esiintyvä säädön epäjatkuvuus voi aiheuttaa ongelmia verkkoon ja aiheuttaa laitteiden irtoamisen. Tästä syystä niitä ei sallita.

**Commented [A70]:** Verkkoa luovan säädön roolia suuntaajaa nopeasti ohjaavana säätönä voi ajatella tahtikoneanalogian kautta; tahtigeneraattorilla on luontaiset muutosta vastustavat ominaisuutensa sekä liitinjännitteensäätöön nopeasti ohjaava magnetointi. Laitostasolla päto- ja loistehoa ohjataan ylempään tason säädöillä, joita nämä d ja e ovat.

tulee vastata laitteiston todellista suorituskykyä siten, että myös laitteiden lyhytaikainen ylikuormitettavuus hyödynnetään.

- g) toiminta tulee koordinoita sähkövaraston muiden pätö- 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 ylittää verkkoa luovista säätöominaisuuksista johtuen.

#### 10.4.3.2 Toiminnalliset vaatimukset

Verkko luoville säätöominaisuuksille asetetaan seuraavat toiminnalliset vaatimukset:

- Sähkövaraston tulee tuottaa autonomista, lähes viiveetöntä taajuus- ja jännitetukea.
  - Verkon jännitteen askelmaisissa kulmamuuksissa sähkövarasto vastustaa kulmamuuksista syöttämällä pätö- ja loistehoa.
  - Verkon jännitteen amplitudimuutoksissa sähkövarasto vastustaa jännitemuutosta syöttämällä loistehoa vahvistaen näin verkkoa (lisää jännitejäykkyyttä) paikallisesti.
  - Kohtien a ja b vaatimusten mukaisen vasteen tulee näkyä sähkövaraston suuntaajien liittimissä aktivoitua lähes viiveettömästi (virta alkaa muuttua säädön ohjaamana muutamia millisekunnin kuluessa verkossa tapahtuvasta askelmaisesta muutoksesta). Säätötavoite voidaan kuvata säädön pyrkimyksenä pitää säätötekniisesti luodun sisäisen jännitelähteen jänniteosoin vakiona subtransientissa aikaikkunassa hyödyntäen suuntaajan koko käytettävissä olevaa virtakapasiteettia.
- Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään sulavasti saarekekäyttöön ja takaisin verkkokäyttöön.
  - Saarekekäytöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa sähkövaraston liittymispisteen sisältämä, mahdollisesti muuta tuotantoa ja kulutusta sisältävä verkonosa irtoaa kantaverkosta. Tällaisessa tilanteessa sähkövaraston tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti mitoitustehonsa ja energiakapasiteettinsa puitteissa, kunnes saareke tahdistetaan verkonhaltijan toimesta takaisin kantaverkkoon.
  - Vaatimuksen täyttyminen kuvaa verkkoa luovan suuntaajan kykyä toimia itsenäisen jännitelähteen tavoin. Vaatimuksen täyttyminen 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.
- Sähkövaraston vasteen sähköverkon taajuus- ja jänniteheilahteluihin on oltava niitä vahvistamaton tai vaimentava

**Commented [A71]:** Liittyjä mitoitaa laitteiston energiakapasiteetin ja mitoitustehon omista kaupallisista lähtökohdistaan. Verkkoa luova säätö säätää näiden mitoitusarvojen puitteissa - ei tarvitse ylittää.

**Formatted:** Heading 4

**Commented [A72]:** vasteajat verkkoa luovalle säädölle ovat millisekunteja - eivät kymmeniä millisekunteja. "Nousujan" (esim. vaste 90%:iin) tai esimerkkivasteiden määrittely ei ole mielekäs; tärkeää on säädön mahdollisimman nopea aktivoituminen ja pyrkiminen kohti hetkellistä säätötavoitetta.

**Commented [A73]:** Tämän vaatimuksen tarkoitus on varmistaa sähkövaraston kyvykyys toimia itsenäisenä "jännitelähteenä" verkossa, jossa ei ole muita tahtikoneita. Kyvykyys osoitetaan luvun 14.1.4 simuloinnilla ja mahdollisesti verkkokokeella.

a. Sähkövaraston tulee toimia piensignaalistabiiliuden näkökulmasta stabiilisti osana voimajärjestelmää.

b. Sähkövarasto ei saa heikentää vahvistaa sähköjärjestelmän heilahteluiden vaimentumistata käyttötaajuudesta poikkeavilla taajuuksilla. Erityistä huomioita tulee kiinnittää heilahteluiden vaimentumiseen taajuuskaistalla

- -0,2–1,00,5 Hz (tulkittuna dq-tasossa), jolla esiintyy heilahteluita alueiden välisissä tehoheilahteluissa sekä

- 1–15 Hz (tulkittuna dq-tasossa), jolla esiintyy jänniteheilahteluita verkkoa seuraavilla suuntaajilla heikossa verkossa.

c. Liittymispisteestä määritetyn sähkövaraston vasteen tulee olla passiivinen taajuuskaistalla 15–45 Hz (tulkittuna dq-tasossa). Passiivisuus määritellään sähkövaraston kykyä toimia stabiilisti riippumatta taustaverkon impedanssista.

a.-

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

#### 4. Sähkövaraston on balansoitava verkon jännitettä

a. Jännitteen epäsymmetriasta aiheutuvalla virralle tulee säätöteknisesti järjestää suljettu virtapiiri.

b. Sähkövaraston tulee syöttää virran vastakomponenttia ylläpitääkseen jännitesymmetriaa.

#### 10.6.2-10.4.4 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.

**Commented [A74]:** Tämä vaatimus keskittyy heilahteluun sähkövaraston ja sähköjärjestelmän välillä nimenomaan kyseisessä liittymispisteessä

**Formatted**

**Commented [A75]:** Tämä vaatimus keskittyy suuntaajien ominaisuuksiin tietyllä taajuuskaistalla riippumatta kyseisen liittymispisteen tämänhetkisistä ominaisuuksista.

**Formatted:** Indent: Left: 6,5 cm, No bullets or numbering

**Formatted:** Indent: Left: 4,2 cm, No bullets or numbering

**Commented [A76]:** Mikäli tällainen vaimennussäätö tarvitaan, se voidaan tahtikonealogiaa käyttäen ymmärtää päätötehostabiloinnin (PSS) kaltaisena erillisenä säätöön kytkettynä vaimennuspiirinä, joka ei ole osa laitteistolle luontaisia vaimennusominaisuuksia, jotka tulevat sähkövarastolla verkkoa luovan säädön toiminnasta tai tahtikoneella generaattorin fyysisistä ominaisuuksista.

**Formatted:** Indent: Left: 4,2 cm

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

**Commented [A77]:** balansointi tehdään suuntaajaa ohjaamalla, ei fyysisillä muutoksilla

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

**Formatted:** Default Paragraph Font

Teho- tai jänniteheilahtelujen esiintyessä sähkövaraston on säilytettävä pysyvän tilan stabiilius toimiessaan missä tahansa PQ-diagrammin toimintapisteessä.

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

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

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

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

**Commented [A78]:** Verkon vikatilanteessa sähkövarastoon saattaa kohdistua suuriakin askelmaisia kulmamuutoksia.

**Commented [A79]:** Verkon vikojen seurauksena, suuntaajakytketyn tuotannon määrän vaihdellessa tai keskeytystilanteissa sähkövaraston kokema oikosulkutehotaaso saattaa muuttua merkittävästi. Tämä voi olla haastavaa verkkoa luovien säätöjen vrittämiselle laajalle oikosulkutehoalueelle.

## 10.6.3-10.4.5 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 internetisivuilta.

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.

## 10.6.4-10.4.6 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

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

## 10.6.5-10.4.7 Pimeäkännistys ja saarekekäyttö

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

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

Verkkoa luovilla suuntaajilla on luontainen kyvykyvyys 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 tilietoihin perustuen.

## 10.7-10.5 Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset

Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A, B ja C sähkövarastoja (luvut 10.2, 10.3 ja 10.4), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.3 ja 10.3.1), automaattista kytketymistä (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 erikoissäättöjen (esim. POD) ohjaus päälle ja pois sekä lähettämään tieto kunkin säädön toimintatilasta.

### 10.7.1-10.5.2 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 pysyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa 10.2-10.5 määritetyt ajat.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

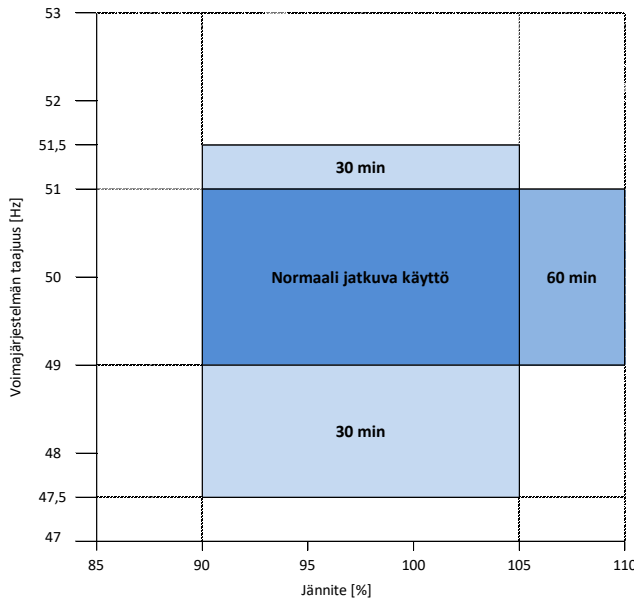
Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A80]: Tämä ohjaus/tilatieto täydentää taulukoiden 10.1 ja 10.2 listaa D-tyypin sähkövarastojen osalta



Kuva 10.52. 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.

### 40.7.2-10.5.3 Lähivikakestoisuus

Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa [syvän jännitekuopan aiheuttavien](#) sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan [40-310.6](#) mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

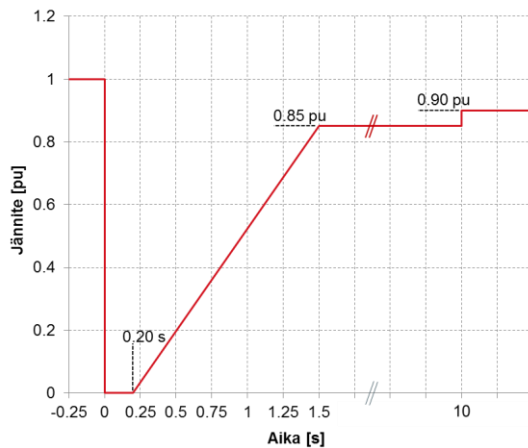
Sähkövaraston tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten järjestelmätaajuuksien sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaikosuluissa, 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 jänniteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan [liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla kesätilanteen normaali](#) ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.63. 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 kulmamuutos, 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. Pätötehon syöttöä sähköverkkoon jännitehäiriöiden aikana ja jälkeen ei saa tarpeettomasti rajoittaa.](#)

**Commented [A81]:** Esim. sähkövarasto ei saa säätää pätötehon syöttöään verkkoon nolnaan, mikäli jännitekuoppa ei ole niin syvä, että olisi edellytykset jatkaa pätötehon syöttöä alennetulla pätöteholla.

### 10.7.3 Laskelma sähkövaraston toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä

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

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1.0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jänniteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Sähkövarastosta katsottuna liittymispisteen takana olevasta sähköjärjestelmästä tehdään sijaiskytkentä, jossa on sarjaan kytkettynä sähköjärjestelmän oikosulkutehoa kuvaava impedanssi ja ideaalinen jännitelähde (Theveninin ekvivalentti). Mikäli sähkövaraston liittymispiste on 400 kV:n jännitetasossa tai sähköisesti lähellä 400 kV:n siirtoverkkoa, on sähköjärjestelmän mallintamisesta sovittava Fingridin kanssa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen häiriötä. Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa 10.1 esitetyt oikosulkutehot liittyjälle.
- Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkokaavioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Taulukko 10.1. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot.

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

#### 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.

Formatted: Default Paragraph Font

#### 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 (LFM-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.

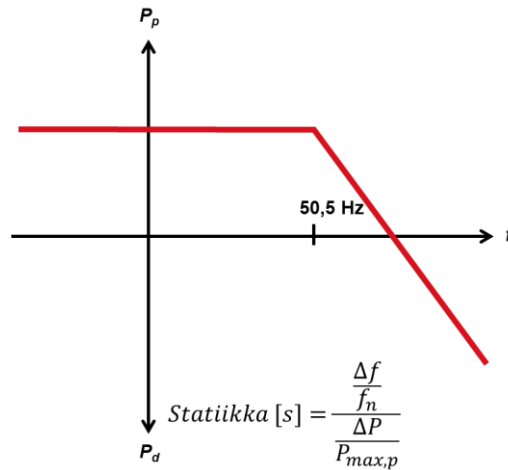
Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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 irtikytkymiseen.](#)

Sähkövaraston tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoiduttua 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 väleillä 2–12 %. Kuvassa  $f$  on taajuus,  $f_n$  on nimellistaajuus (50 Hz),  $P$  on sähkövaraston pätöteho,  $P_p$  on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa,  $P_d$  on sähkövaraston pätöteho kulutustilassa,  $P_{max,p}$  on sähkövaraston tuotantotilan mitoitus-teho.

## 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 toiminnallisuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuksia luvun 11.3.1 kuvauksen mukaisesti.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

## 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

### 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, voimalaitossähkövarasto 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.](#)

**Commented [A82]:** Mitoitustehoa voidaan rajoittaa ohjelmallisesti, mutta tiedot rajoituksesta on toimitettava

**Commented [A83]:** Mikäli mitoitusteho voi ylittyä, tulee käyttövarmuuden turvaamiseksi laitos varustaa laukaisevalla suojalaitteella, joka rajoittaa tehon nopeasti sallitulle tasolle.

**Commented [A84]:** Mikäli laitoksen merkitys verkon käyttövarmuudelle on suuri, voidaan ylittehosuojaus joutua asettelemaan tiukemmin.

#### 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 koordinoida 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.

Commented [A85]: 1 MW asettelutarkkuus on karkea mitoitustehon ollessa esim. 10 MW luokkaa.

### 11.3.3.2 Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

Sähkövaraston pätötehon muutosnopeutta on pystyttävä rajoittamaan seuraavissa tilanteissa: pätöteholle annetaan uusi ohjearvo, pätötehon rajoittimien asettelua 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 voimalaitoksen sähkövarastolle suurin mahdollinen muutosnopeus, kuitenkin vähintään 100 % tuotantotilan mitoitustehosta minuutissa ( $0,1 \times P_{\max,p}/\text{min}$ – $(1,0 \times P_{\max,p}/\text{min})$ ). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/minuutti). Oletusarvona pätötehon muutosnopeudelle voidaan käyttää 50/100 % mitoitustehosta minuutissa, ellei liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid ole määrittänyt tästä poikkeavaa rajaa, kuitenkin korkeintaan 120 MW minuutissa (keskimäärin 2 MW/s). Tehon muutoksen tulee tapahtua lineaarisesti ilman yli 5 %:n askelmaisia muutoksia.

Commented [A86]: Annettu vaatimukset tehorampille ja oletusarvot rampinopeudelle.

Vaatimukset P-pätötehon muutosnopeudelle ja suurin sallittu aika täyteen aktivoitumiseen svaatimus voimalaitoksen sähkövaraston toimiessa taajuussäädössä -määräytyvä markkinapaikan (esim. FCR-N ja FCR-D) asettamien teknisten vaatimusten perusteella.

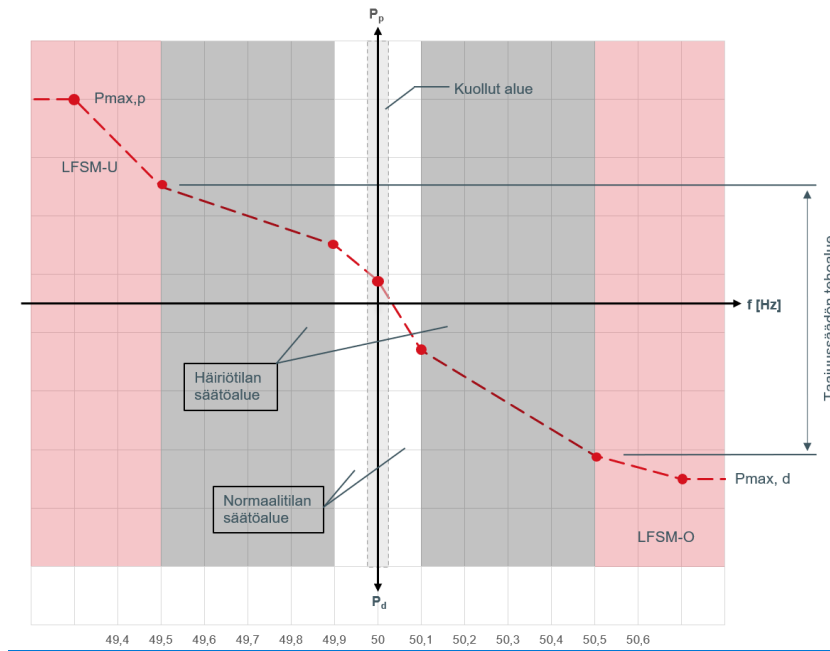
Pätötehon kasvua ja sen pienentymistä rajoittavat muutosnopeuden asetteluarvot tulee kyetä määrittämään erikseen.

### 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)



14.6.2024



**Kuva 11,24. Taajuussäätö. Taajuussäätötoiminnan 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**

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

**Formatted:** Left

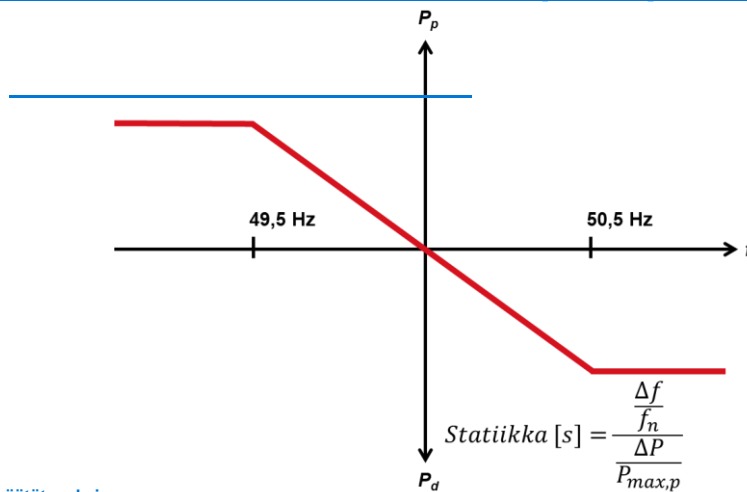
**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

**Commented [A87]:** Korvaa aiemman kuvan 11.2, jossa taajuussäätö määrittely ei ollut taajuusaluekohtainen

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

tuotanto- ja kulutustilan mitoitus-tehoa, jotka on esimerkissä valittu suurimmaksi ja pienimmäksi



säätötasoksi.

Formatted: Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

Formatted: Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

Formatted: Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

Formatted: Font: 9 pt, Bold, Font color: Accent 1

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

Formatted: Normal, Indent: Left: 0 cm

Formatted: Font color: Auto

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50,00 Hz.

Staitiikka,  $s$ , määritellään seuraavasti:

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

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

Commented [A88]: siirretty aiemmasta kuvasta 11.2, joka sisälsi kaavan ja sen määrittelyn

Taajuussäädön staitiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa. Staitiikan tulee olla aseteltavissa taajuusaluekohtaisesti huomioiden taajuussäätöylitajuuus- ja alitajuuustoimintatilat (LFSM-O/U). Oletusarvo säätäjään käyttöönottovaiheessa aseteltavalle staitiikalle 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 portaisissa. 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 portaisissa. Tehoalue tulee kyetä asettelemaan yhdistäen tuotanto- ja kulutusalueet siten, että tuotanto- ja kulutusalueen rajat ovat aseteltavissa erikseen, eli alue tulee voida määrittellä epäsymmetrisiksi.

Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella.

#### 11.3.3.5-11.3.3.4 Taajuussäätö-alिताajuustoimintatila (LFSM-U)

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

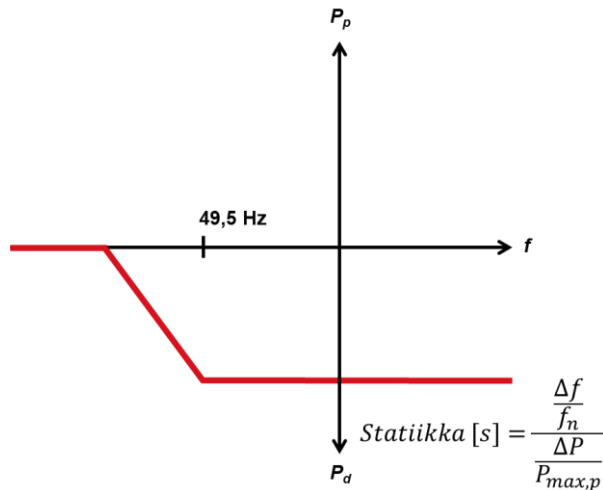
Taajuussäätö-alिताajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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

Sähkövaraston tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-alिताajuustoimintatilassa ja tilan aktivoituttua sen asetteluarvo on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetteluarvoihin nähden lukuun ottamatta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin pyytämää asetusarvoa.

Taajuussäätö-alिताajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.

**Commented [A89]:** Mikäli verkko rajoittaa pätötehoa, LFSM:n suurinta säätötasoa on pakko rajoittaa.



Kuva 11.222223. Taajuussäätö-alitajuustoimintatila. 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 [etäyhteydellä kaukokäytöllä](#).

#### 11.3.5 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla [tuotanto- ja kulutustilan mitoitustehon välisellä tehoalueella](#) vähintään  $-1 \text{ MW}$  tai  $\pm 35 \%$  tuotantotilan mitoitustehosta, [kuitenkin enintään  \$5 \text{ MW}\$](#)  (arvoista valitaan suurempi). [Vaadittu tarkkuus määritellään mitattuna kymmenen sekunnin aikakeskiarvona.](#)

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz ja [taajuuden askelemaisessa muutoksessa taajuussäädön alkuviiveen reagointiajan](#) tulee olla enintään 2 s.

Commented [A90]: Täsmennetty määritelmää.

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 mitoitusuotantotehon ja -kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä tuotantotilan mitoitusuotantotehon tehokertoimella 0,95. Kuvassa 12.1a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

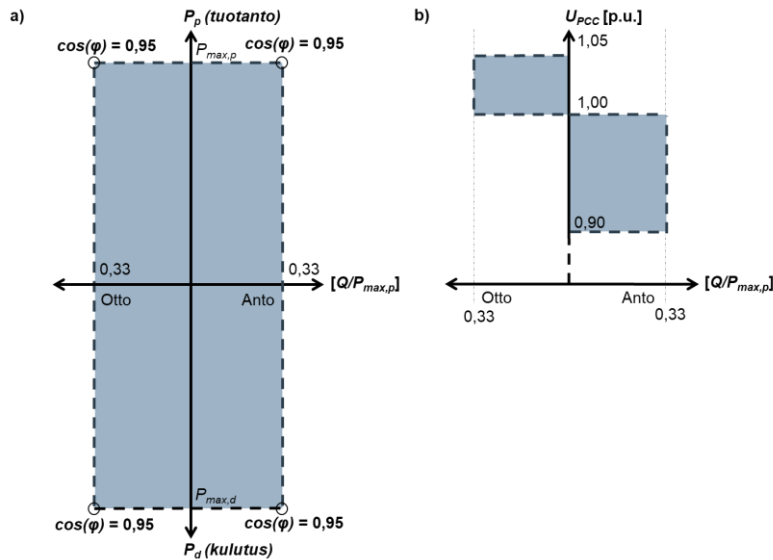
[Sähkövaraston loistehokapasiteettivaatimus tulee ensisijaisesti täyttää sähkövaraston liittymispisteessä. Vaihtoehtoisesti vaaditun loistehokapasiteetin määrittämisessä käytettävänä tuotantotilan mitoitusuotantotehona \( \$P\_{\max,p}\$ \) voidaan käyttää sähkövaraston päämuuntajan yläjännitepuolen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

[Liittymispisteestä 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.

Formatted: Subscript

Commented [A91]: Tämä täsmennys mukailee voimalaitoksille tehtyä nykytulkintaa, joka on esitetty 8.7.2020 julkaistussa ohjeessa <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/kulutuksen-ja-tuotannon-liittaminen-kantaverkkoon/voimalaitosten-loistehokapasiteettivaatimus-ja-lisakompensointi.pdf>



Kuva 12.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja liittymispisteen loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteen jännitteen funktiona tyypin 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 suurjänniteliittimissä, joissa jännitetaso nostetaan liittymispisteen tasoon, eikä sähkövaraston liittimissä, jos nostomuuntajaa ei ole.

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

Formatted: Default Paragraph Font

## 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 1343 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.

**Commented [A92]:** Grid Forming-säädön vaatimuksista johtuen kompensointiparistot eivät sovellu osaksi loistehonsäätöä niiden toiminnan ollessa epäjatkovaa.

## 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 päätötehotasoilla. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asettelut.

**Formatted:** Default Paragraph Font

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	1,10
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 kulutustilassa $P_{max,d}$			
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				
Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,05
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 kulutustilassa $P_{max,d}$			
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				

**Commented [A93]:** korjattu 1,05-->1,10 (ollut oikein SJV2019 englanninkielisessä käännöksessä, suomenkielisessä väärin)

**Formatted:** Finnish

**Formatted:** Finnish

**Formatted:** Finnish

**Formatted:** Finnish

**Formatted:** Caption, Indent: Left: 2,25 cm, Space After: 0 pt, Keep with next

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 kulutustilassa $P_{max,d}$				
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä saatavilla oleva loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan					

**Formatted:** Subscript

**Formatted:** Subscript

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.

**Formatted:** Default Paragraph Font

## 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.

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Commented [A94]:** Erikoistapauksissa loistehokapasiteettia saatetaan joutua rajoittamaan väliaikaisesti tai pysyvästi.

Sähkövarastossa käytettävien virtarajoittimien (tai vastaavien) toimintaan liittyvien suojien tulee olla koordinoitu siten, että saatavilla oleva loistehokapasiteetti tulee hyödynnettyä tehokkaasti ilman sähköjärjestelmästä irtikykytymisen 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 verkkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia voimallituksen jännitteen ja loistehon säädölle.

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

**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.

Formatted: Default Paragraph Font

Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

- 1) vakiojännitesäätö
- 2) vakioleistehosäätö 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 pätoitehossa.

Säädön toiminta tulee koordinoida 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.

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

Liittymän 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 sovittuun pisteeseen jännitettä.

Vakiojännitesäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa liittymispisteen jännitteelle määritettyjen jatkuvan toiminta-alueen raja-arvojen mukaisesti enintään 0,00514 puKV:n portaissa. Jänniteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana jänniteenloistehon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 2 Mvar/s0,1 kV/s.

Jänniteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

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 tai jänniteensäätäjän ohjearvon muutoksen ollessa alle  $\pm 0,025$  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. loistehovasteen nousuaika nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–1,0 sekuntia.
- 2) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % liittymispisteestä mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta.

**Formatted:** Space Before: 0 pt, After: 11 pt, Outline numbered + Level: 3 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm

**Commented [A95]:** Tällä lisäyksellä halutaan varmistaa, että isotkaan ohjearvojen muutokset eivät johda suuriin askelmaisiin muutoksiin vaan toimintapisteiden välillä liikutaan rampilla.

**Commented [A96]:** Tavoitteena on jänniteensäädön kokonaisvaste, jossa verkko luova säätö reagoi millisekunneissa tuottaen suuntaajatason nopea loistehovasteen. Verkkoa luova säätö stabiloi jänniteensäätöä mahdollistaen kokonaisvasteen saavuttamisen selvästi alle sekunnissa (80%/1s) ollessa ohjaava yläraja vasteelle. Säädön virityksessä pitää huomioida overshoot, <15%.

Tällaisen vasteen on havaittu stabiloivan huomattavasti jänniteensäätöä suuntaajavaltaisilla alueilla, joilla on nyt paljon verkkoa seuraavia suuntaajia.

3)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, kuitenkin enintään  $\pm 1$  Mvar

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 asetteluiluilla, tulee jännitteensäädölle määritellä vaihtoehtoinen, eri asetteluihin perustuva asetteluryhmä, joka voidaan ottaa Fingridin tai liittymispisteen verkkohaltijan pyynnöstä tarvittaessa käyttöön. Asetteluryhmän vaihdon tulee tällöin olla tehtävissä kaukokäytöllä (ks. luku 10.4.1).

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

## 1.0.0.0 Vakiojännitesäädön suorituskykylaskelma

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

- Asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu.

- Asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu.

## 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.

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

[Sähkövaraston ja liittymispisteen välisen liittymisjohdon vaikutusta sähkövaraston jänniteensäädön 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.](#)

[Jänniteensäädön referenssimittaus voidaan joissain tapauksissa tuoda suoraan liittymispisteestä tai muusta mittauspisteestä käyttäen soveltuvaa tietoliikenneyhteyttä, jolla tarvittavat jännite- ja loistehomittaukset siirretään sähkövarastolle. Tällaista järjestelyä käytettäessä jänniteensäädöllä on aina oltava sähkövaraston paikallisiin mittauksiin perustuva jänniteensäädön varajärjestelmä.](#)

[Mikäli liittymisjohdon loistehoa kompensoidaan sähkövaraston jänniteensäädöllä, tulee sähkövaraston jänniteensäädölle asettaa rajoittimet, joilla pitkäaikaista paikallista jänniteennousua sähkövarastolla voidaan hallita. Rajoittimet eivät saa kuitenkaan estää voimalaitoksen loistehokapasiteetin täysimääräistä hyödyntämistä lyhytaikaisissa jännitehäiriöissä.](#)

[Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät käytettävästä jänniteensäädön toteutustavasta.](#)

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

### 13.2.3 Vakioloistehosäätö

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

Vakioloistehosäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle loisteholle tulee olla vähintään [+1 Mvar 2 % mitoitusloistehosta](#) (toleranssi  $\pm 0,5 \% \text{ Mvar}$ ). ~~Asettelualueen asettelualueen tulee vastata sähkövaraston todellista loistehokapasiteettia.~~

Vakioloistehosäädön [ohjearvon muutoksen ollessa  \$\pm 30 \%\$  mitoitusloistehosta tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta olla 10 sekuntia \(toleranssi  \$\pm 1 \text{ s}\$ \).](#)

[Vakioloistehosäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa portaissa, jonka suuruus on korkeintaan 0,5 %:n mitoitusloistehosta, kuitenkin enintään 1 Mvar. Asettelualueen asettelualueen tulee vastata sähkövaraston todellista loistehokapasiteettia. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat ohjeasettelualueen muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana loistehon ohjearvon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa  \$2 \text{ Mvar/s}\$ .](#)

[tulee saavuttaa tavoitearvo 10-sekunnin kuluttua sähkövaraston loistehon ohjearvon muuttamisen jälkeen.](#)

#### 13.2.4 Vakiotehokerroinsäätö

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

~~Vakiotehokerroinsäädön asetteluarvon tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa välillä 0,95ind–0,95kap tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,0051:n portaissa.~~

Vakiotehokerroinsäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle tehokertoimelle yli 50 %:n mitoitusteholla tuotanto- tai kulutustilassa toimittaessa tulee olla vähintään 0,0054 (toleranssi  $\pm 0,0025$ ).

Vakiotehokerroinsäädön ohjearvon muutoksen ollessa  $\pm 0,02$  tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nollasta 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. 2 Mvar/s. tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua sähkövaraston äkillisen päätötehon muuttumisen jälkeen.~~

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

Säädön toimintatilan ja toimintapisteen muutosten tulee tapahtua ilman merkittäviä äkillisiä muutoksia (korkeintaan 5 % tuotantotilan mitoitustehosta) tai toistuvia, merkittäviä heilahteluita laitoksen tuottamassa tai kuluttamassa 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 2 Mvar/s.

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

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

1. Jänniteensäätö liittymispisteen jännitemittauksen tai muun ulkoisen jännitereferenssin perusteella (mikäli käytössä).
2. Jänniteensäätö perustuen sähkövaraston paikallisiin mittauksiin.

Formatted: Default Paragraph Font

3. Tehokerroinsäätö tai loistehosäätö suuntaajatasolla. Säätötapa ja asetteluarvo sovitaan liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Laitostason tehokertoimen asetteluarvo  $\cos \phi = 1.00$  tai liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittu arvo

— Vakioistehosäätö, laitostason loistehon asetteluarvo  $Q=0$  tai liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittu arvo

4. Mikäli sähkövaraston keskussäätäjä menetetään, kytketään liittymispisteen verkonhaltijan niin vaatiessa sähkövarasto osin tai kokonaan irti verkosta laitteiston käytöstä vastaavan toimijan toimesta. Irtykytkentä 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 13.13 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 suuntaajälähtöiseen stabiiliuteen.

Jännitteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

Verkkoa luovien säätöjen sekä Laitostason jännitteen ja loistehon säädön viritämisessä tulee huomioida säätäjän toiminnan mahdollinen vaikutus sähköjärjestelmän dynamiikkaan. Jännite- ja loistehosäädön 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

**Commented [LL97]:** Kuolleen alueen asettelukiello on poistettu C-tyypiltä luvusta ja 18.2.2, mutta on edelleen voimassa D-tyypille ja siksi siirretty tähän. Syynä on C-tyypin voimailaitosten jännitteensäädön toiminnan koordinointi jakeluverkon päämuuntajan käämikytkimen kanssa. Käämikytkimen toiminta ennen jännitteensäätöä ja siten voimailaitoksen ajautuminen loistehorajalleen on estettävissä asettelemalla säädölle kuollut alue tai kasvattamalla jännitteensäädön statiikka-asettelua, joista jälkimmäistä kannattaa suosia. Asia on kuvattu tarkemmin luvussa 21.2.2.

lisäsäätötoimintojen avulla, esim. lisästabilointipiirejä (PSS) tai (esim. heilahtelujen vaimennuspiirejä, engl. power oscillation damping, lyh. POD) vastaavin toiminnallisuuksin. Tällaisten lisäsäätöjen tarve arvioidaan ensisijaisesti osana erityistarkasteluvaatimuksia (luku 5).

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

Säädön toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä.

## 14 Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut

Typin D sähkövarastoista tulee laatia tässä luvussa esitetyt dynaamiset tarkastelut.

Typin 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 päätöthoa 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 päätöthoa 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	Pätötho	Loistho
A1	$P_{max,p}$	$Q_{max,kap}$
A2	0	0
A3	$P_{max,p}$	$Q_{max,ind}$
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.

**Commented [A98]:** Mikäli liittijä tai liittymispisteen verkonhaltija haluaa varmistaa C-typin laitteiston ja mallien vaatimustenmukaisuuden Fingridiltä ennen sen käyttöönottoa, mallit ja niillä tehdyt tarkastelut tulee toimittaa hyvissä ajoin Fingridille arvioitavaksi. SJV2024 velvoittaa toimittamaan mallit vasta käyttöönoton jälkeen, mutta huomioiden verkkoa luoviin säätöihin liittyvän uuden teknologian ja sen käyttöönottoon mahdollisesti liittyvät haasteet, Fingrid suosittelee ennakoivaa lähestymistapaa.

**Formatted:** Caption, Indent: Left: 2,3 cm, Keep with next

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold, Font color: Background 1

**Formatted:** Font: 9 pt, Bold

**Formatted:** Centered

**Formatted Table**

**Formatted:** Font: 9 pt, Font color: Background 1

**Formatted:** Font: 9 pt

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 9 pt, Font color: Background 1

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 9 pt, Font color: Background 1

**Formatted:** Font: 9 pt

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 9 pt, Font color: Background 1

**Formatted:** Font: 9 pt

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 9 pt, Font color: Background 1

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 9 pt

**Formatted:** Centered

**Formatted:** Font: 11 pt, Finnish

**Formatted:** Font: 11 pt, Finnish

**Formatted:** Font: 11 pt, Finnish

## 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
  - 3-vaiheinen vikavastukseton oikosulku.
  - 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku.
  - 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku maakosketuksella sekä
  - 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 lähtö 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	↓	↓	↓

## 14.1.2 Vakiojännitesäädön suorituskyky

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

Laskelmassa on osoitettava verkkoon liitetyn voimalaitesähkövarastoksen jännitteesäätäjän suorituskyky seuraavasti:

- asetetaan sähkövaraston voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 44 % ja muutetaan laustaverkon 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 voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan jännitteesäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu.

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A99]: Tulee osoittaa laitteiston ja mallin kyky toistaa epäsymmetriset viat oikein.

Commented [A100]: Suojauksen koordinoinnin tärkeyttä halutaan korostaa vaatimalla sen tarkastus lähivikakalaskelman tuloksia vasten.

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm

Formatted: Font: 9 pt, Bold, Font color: Background 1

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Formatted: Font: 9 pt

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Formatted: Font: 9 pt, Bold

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Left, Indent: Left: 0 cm

Formatted: Heading 3

Formatted: Font color: Red

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm



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 kulmamuutos

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

Tarkastelussa on osoitettava luvun 10.4.4 vaatimusten mukainen sähkövaraston kyky pysyä kytkettyneenä 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.

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 mitoitusteho on puolet liitettävän sähkövaraston mitoitustehosta
- tahtigeneraattori, joka vastaa mitoitusteholtaan liitettävää sähkövarastoa
- kuorma, joka vastaa mitoitusteholtaan liitettävää sähkövarastoa ja jonka tehokerroin on 0,95 ind.
- taustaverkko.

Mallilla suoritetaan seuraava tarkastelu:

1. Sähkövarastot toimivat toimintapisteessä A2 ja generaattori syöttää mitoitustehoaan. Sähkövarastot ja tahtigeneraattori toimivat taajuussäädössä 4 % pätötehostatiikalla ja jännitteensäädössä 4 % loistehostatiikalla.
2. Yhteys taustaverkkoon kytketään irti.
3. Kuorman ottama pätö- ja loisteho jakautuu sähkövarastoille ja tahtigeneraattoreille.
4. Tahtigeneraattori kytketään irti.
5. Kuorman ottama pätö- ja loisteho jakautuu sähkövarastoille.
6. Saareke tahdistetaan takaisin taustaverkkoon vaihekulmaeron ollessa 10°, taajuuseron 0,2 Hz ja jännitepoikkeaman 0,05 pu.

**Commented [A101]:** Jännitteensäädön vaste testataan muuttamalla erikseen verkon ja säätäjän referenssiä, koska ne tuottavat erilaisen vasteen

**Formatted:** Font color: Red

**Formatted:** Normal Indent

**Formatted:** Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

**Formatted:** Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

# FINGRID

90 (112  
)

## ENERGIIVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

Kunkin simulointiaskeleen jälkeen annetaan muutosilmiöiden tasaantua ennen seuraavan askeleen suorittamista.

Formatted: Normal Indent, Indent: Left: 3,04 cm

### 14.1.5 Impedanssiskannaus

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

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

## **44-15 Sähkövarastojen käyttöönottokeheet**

### **44.1-15.1** Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokeiden 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.

### **44.2** [Käyttöönottokeissa voimalaitoksen sähkövaraston järjestelmien toimintatilan pitää vastata normaalia käyttötilannetta ja 90 % kaikkien sen suuntaajayksiköistään tulee olla käytössä kokeiden aikana.](#)

### **44.3-15.2** Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokeheet

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

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

- 1) Sähkövaraston käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon liittymispisteessä
  - Kokeessa tarkastetaan, ettei sähkövaraston käynnistys tai pysäytys aiheuta sähkön laatupoikkeamia 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.

Formatted: Outline numbered + Level: 2 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm

#### 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. Säätojen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -rampeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue. Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 11.1.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

#### 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.

#### 14.4.15.3 Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokokeet

##### 14.4.1-15.3.1 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 käyttöönottoes suunnitelma, 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.

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

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

- sähkövaraston pätöteho,
  - sähkövaraston loisteho,
  - jännite liittymispisteessä,
  - taajuus liittymispisteessä.
- Mittausten näytteenottotaajuuden tulee olla vähintään 1 kHz ja tallennustaajuuden vähintään 50 Hz.

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

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

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen ohjeasettelu arvo sekä ohjeasettelu arvon 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.

**Commented [A102]:** Täsmennetty näytteenottotaajuudelle annettuja vaatimuksia.

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

**Commented [A103]:** Tällä halutaan varmistaa, että jänniteensäädön nopea alkuvaste (luku 18.2.2) saadaan todennettua riittävän tarkasti. Mittauksen voi tehdä erillisellä tallentimella tai kiinteästi asennetulla laitteella, jolla on korkea näytteenottotaajuus.

**Commented [A104]:** Usein mittausta ei voi tai ei tarpeen suorittaa liittymispisteessä, esim. johdonvarsiiliitynnoissa tai tapauksissa joissa mittalaitteet tulisi vielä verkonhaltijan sähköasemalle. Vaihtoehtoisesti mittaus voidaan usein tehdä voimalaitoksen omia mittauksia käyttäen ja arvioida vaatimustenmukaisuutta laskentamallien ko. pisteeseen antamia tuloksia käyttäen.

**Commented [A105]:** Luvun 9.5 instrumentointivaatimuksissa annetut tallenninvaatimukset takaavat kyvykkyyden käyttöönottestien tallentamiseen.

#### 44.4.2-15.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

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

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

1) valtuutetun todentajan myöntämät laitetodistukset, akkreditoitujen laboratoriodien sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset testausraportit,

2) jatkuva seuranta,

— todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettua laskentatarkastelua.

3)

#### 44.4.3-15.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittäjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin, joka osoittaa käyttöönottokokeissa todennettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden. Liittäjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun 156.1.5 määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittäjän on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa 6.3 kuvattujen vaiheittain etenevien sähkövarastohankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa vaatimuksiin 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.

**Formatted:** Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

**Commented [A106]:** Korostetaan raportin roolia vaatimusten todentamisen välineenä, ei pelkkänä dokumentointina.

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

4) Kokeista on toimitettu vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku 156.1.5).

Formatted: Default Paragraph Font

4) [Käyttöönottoraportin kuvaajissa ja taulukoissa tulee esittää käyttöönottokokeissa mitatut suuret 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 kytkeä voimaitoksesähkövaraston suunnitteluperusteisiin.](#)

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

#### 14.4.4-15.3.4 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 vastavuus. Eroavaisuudet aseteluuissa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset aseteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.](#)

Commented [A107]: Raporteissa esitetään usein aikatason mittausten tulokset tarkkuudella, josta ei voi tulkita vaatimuksen täyttymistä. Myöskään usein ei oteta kantaa siihen, täytyykö vaatimus. Tämän tärkeyttä on haluttu korostaa täällä täsmennyksellä.

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

##### 1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätehoja taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka, [aktivoitumistaajuus ja kuollut alue](#), ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätehojen muutoksen, joka on kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan mitoistehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue.
- Koe voidaan suorittaa [osoittamalla säädön aktivoituminen](#) syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % [ja kuollut alue 0,00 Hz](#). [Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoitu 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.

Commented [A108]: Usein käyttöönottoa tekeville henkilöillä ei ole tietoja suunnitteluvaiheesta ja erityisesti mallinnusten yhteydessä sovitusta parametreineista, jolloin laitteet parametroidaan käyttäen vakioasetteluita tai kokemusperäisiä aseteluita. Vastaavasti muutetut asetelut eivät päädy sähkövaraston loppudokumentointiin ja simulointimalleihin. Asetelut ja niiden muutokset pitää dokumentoida ja sisällyttää raporttiin.

Formatted: Default Paragraph Font

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

14.6.2024

- 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 % ja kuollut alue 0,00 Hz. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoitu alle 0,5 Hz alitaajuudella. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3.4 vaatimukset täytyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

### 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 alassäädöille, 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 asetellut 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. Voimallituksen käytöstä vastaava toimija suorittaa taajuussäädön asetellun 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)

- a)b) Kytetään taajuussäätö päälle kaikilla taajuusalueilla ja  
Mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon  
normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
- b)c) Syötetään taajuusmittaukseen +0,1 Hz suuruinen  
häiriösignaali askel-~~sekä ramppi~~maisena, käyttäen kahdella eri statiikan  
arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- 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.
- e) 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.  
Syötetään taajuusmittaukseen +0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askel-  
sekä ramppimaisena käyttäen kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 %

Formatted

~~ja 6 % Taajuussäätö taajuusalueella 50,0–50,1 Hz kytetään pois käytöstä.~~

~~k)~~

~~d) Syötetään taajuusmittaukseen  $\pm 0,1$  Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena käyttäen, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.~~

~~— Syötetään taajuusmittaukseen  $\pm 0,5$  Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena käyttäen, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %. Taajuussäätö taajuusalueella 49,9–50,0 Hz kytetään pois käytöstä.~~

~~— Syötetään taajuusmittaukseen  $-0,7...+0,7$  Hz suuruinen häiriösignaali ramppimaisena siten, että sähkövaraston tehonsäätö kykenee seuraamaan taajuusmuutosta läpi kokeen annetulle tehorajalle asti. Asetetaan taajuussäädön tehoalueet siten, että sähkövarasto toimii testin aikana sekä tuotanto- että kulutustilassa ja statiikka vaihtelee taajuusalueittain esim. seuraavasti:~~

~~— <49,5 Hz / 4 % (LFSM-U)~~

~~— 49,5–49,9 Hz / 6 %~~

~~— 49,9–50,0 Hz / 5 %~~

~~— 50,0–50,1 Hz / 3 %~~

~~— 50,1–50,5 Hz / 7%~~

~~— >50,5 Hz / 4 % (LFSM-O)~~

~~e)~~

~~f)) Asetetaan kuollut alue  $\pm 10$  mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.~~

~~g)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.~~

~~—) Asetetaan statiikka asettelualueen minimi- ja maksimiarvoon. Asetetaan kuollut alue asettelualueen maksimi- ja minimiarvoon.~~

- ~~• Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3.3-3 ja 11.3.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahetkeluja.~~

4) Pätötehon muutosnopeus

**Commented [A109]:** Toisistaan poikkeavien statiikka-arvojen tarkoitus on osoittaa taajuusalueiden aseteluiden riippumattomuus toisistaan.

**Formatted:** Indent: Left: 4,84 cm, No bullets or numbering

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

— 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  $1,0 \times P_{\max}/\text{min}$

Formatted: Default Paragraph Font

• — sekä tuotanto- että kulutustilassa.

- Koe suoritetaan voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle kulutusteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle tuotantoteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä eri ramppinopeudella.

Formatted: Default Paragraph Font

- 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.

Formatted: Default Paragraph Font

- 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:

Formatted: Default Paragraph Font

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, ~~1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 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 suuntaajajyksiköiden verkkoa luovan säädön nopea alkuvaste.

d) Tehdään jännitemuutos liittymispisteen verkossa esimerkiksi askeltamalla kantaverkon muuntajan käämikytkintä 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.

**Commented [A110]:** Koe todentaa laitostason vasteen verkon jännitemuutokseen. Puistosäätimen jänniteasettelun muutos ei tuota samaa vastetta, joten koe tulee tehdä näin. Koe suoritetaan vain mikäli jännitemuutos verkossa voidaan tehdä mielekkäästi. Esimerkiksi johdonvarsiiliitynnöissä kahden aseman välillä koetta ei todennäköisesti ole mielekäästi suorittaa puiston näkemän jännitemuutoksen jäädessä pieneksi.

b)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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

6) Vakioiloistehosäätö

- 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 esimerkiksi  $0,23 * Q_n$  portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.  $1-Mvar:n$  portain.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 13.2.3 ja 13.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

7) Vakiotehokerroinsäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää liittymispisteestä mitattavaa tehokerrointa ja toimia lukujen 13.2.4 ja 13.2.5 vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä loistehon askelmaisia muutoksia, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi  $0,024:n$  portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

14.6.2024

- 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 loistehokapasiteetilaskelman 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) ~~100% Yli 60% mitoitustehosta~~ Suurimmalla kokeessa käytettävissä olevalla suuntaajien pätöteholla tuotantotilassa, vähintään 30 minuuttia
    - b) 30–50 % mitoitustehosta tuotantotilassa, vähintään 1530 minuuttia
    - c) 0 % mitoitustehosta, vähintään 15 minuuttia
    - ~~e)d)~~ 100 % Yli 60% mitoitustehosta kulutusstilassa, vähintään 30 minuuttia
    - ~~e)e)~~ 30–50 % mitoitustehosta kulutusstilassa, vähintään 1530 minuuttia
  - Koe voidaan suorittaa muuttamalla sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla. Vaihtoehtoisesti koe voidaan suorittaa vakiloistehosäädöllä.
  - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 11.3.3.1, 11.3.5 ja 12.2 vaatimukset täyttyvät.
- 9) Pysäytys ja käynnistys
- Kokeen on osoitettava, ettei sähkövaraston pysäytys ja käynnistys aiheuta sähkön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
  - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.2.22 ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A111]: Tulee osoittaa kompensointilaitteiden ohjauslogiikan toimivan suunnitellulla tavalla.

Commented [A112]: Täsmennys.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

## 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 mittaussiirissä.](#)
- [Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 13.2.5 vaatimukset täyttyvät.](#)

**Commented [A113]:** Todennetaan luvun 13.2.5 uudet vaatimukset

## 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. Ohjauskokeet tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjauskokeet suoritetaan muiden käyttöönottokokeiden yhteydessä käyttäen sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan ensisijaista käyttöliittymää. Muiden ohjauspaikkojen ohjauksen – mukaan lukien Fingridin ja sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan välinen sähköinen ohjausyhteys – toiminta voidaan todentaa erikseen.](#)
- [Kokeen katsotaan onnistuneen luvun 10.4.1. vaatimusten täytyessä.](#)

**Commented [A114]:** Todennetaan luvun 10.4.1 uudet vaatimukset

## 12) Autonominen kytketyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

- [Kokeen on osoitettava, että autonomiseen kytketymiseen suunniteltu sähkövarasto palautuu ulkoisen sähkönsyöttö- ja tietoliikenneyhteyksien menetyksen jälkeen suunnitellusti takaisin paikallisohjaukseen 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 toimissa vähintään 10 %:n tuotantotilan päätötehotasolla. 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.](#)

**Commented [A115]:** On ollut useita tapauksia, joissa voimalaitokset ovat palautuneet käytöstä vastaavan toimijan tai liittymispisteen verkonhaltijan tahdon vastaisesti verkkoon toimintapisteeseen, joka ei ole ollut haluttu. Tämän välttämiseksi suunniteltu toiminta testataan.

## 13) Stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojenvoimalaitosten kanssa

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

**Commented [A116]:** Fingrid varaa oikeuden suorittaa laajempia verkkokokeita, joilla vaatimustenmukaisuutta arvioidaan. Näitä tehdään vain tapauskohtaisen harkinnan perusteella mikäli voimalaitoksen poikkeuksellinen koko tai sijainti sitä edellyttää.

**Formatted:** Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

## 14) Lähivikakestoisuus

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

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** Default Paragraph Font

## 15) Saarekekäyttö

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

**Formatted:** Default Paragraph Font

## 16) Kulmahyppy

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

**Formatted:** Default Paragraph Font

**Formatted:** No bullets or numbering

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

**Formatted:** Indent: Left: 2,3 cm, No bullets or numbering

## Tyyppin D-sähkövaraston käyttöönottokokeet

Tyyppin D-sähkövarastoa koskevat samat käyttöönottoe vaatimukset kuin tyyppin C sähkövarastoa (luku 14.3). Mikäli tyyppin 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.

**Formatted:** Default Paragraph Font

## 45-16 Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

### 45.1.16.1 Tyypin C ja D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

#### 45.1.1-16.1.1 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 parametroidin erilaisia käyttö- ja häiriötilanteisiin liittyviä tarkasteluja varten.

Laskentamallit tulee toimittaa erikseen PSS®E joko Fingridin määrittelemälle sekä PSCAD™ laskentaohjelmistolle soveltuvana laadittuna mallina tai yksityiskohtaisina lohkokaaviotason kuvauksina asetelluina. Mallit voidaan korvata toisilla laskentaohjelmilla toteutetuilla lohkokaaviomalleilla ja parametrisoituksilla, mikäli mallit ovat julkisesti dokumentoitujen standardien mukaisia (IEC tai IEEE). Fingrid ylläpitää erillistä mallinnusohjetta, jossa on kuvattu kulloinkin käytössä olevat ohjelmistoversiot sekä niillä laadituilta malleilta edellytettävät ominaisuudet.

#### 45.1.2-16.1.2 Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten

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

#### 45.1.3-16.1.3 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.

**Commented [A117]:** Täsmennetty mallien vaatimuksia

**Commented [A118]:** Nimetty PSSE-ohjelmisto, jota Fingrid käyttää pääasiallisena työkalunaan RMS-tarkasteluissa

**Commented [A119]:** PSCAD-mallit ovat välttämättömiä, kun tarkastellaan verkkoa luovia ominaisuuksia ja nopeita sähköisiä ilmiöitä joihin liittyy mahdollisesti epäsymmetriaa (kolmivaihejärjestelmässä)

**Commented [A120]:** Sähköverkkojen mallinnus ja siihen liittyvät ohjelmistot ovat jatkuvassa voimakkaassa kehityksessä, eikä useiden vuosien mittaisissa hankkeissa voida lukittautua tiettyihin hyvin yksityiskohtaisiin mallinnusvaatimuksiin, jotka lyötäisiin lopullisesti lukkoon hankkeen alussa.

Tästä johtuen SJV määrittelee vain keskeisimmät vaatimukset malleille ja erillinen mallinnusohje antaa tulkinnan kulloinkin noudatettavista yksityiskohdista.

**Formatted:** Default Paragraph Font



#### 15.1.4-16.1.4 Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaa varten tarkoitettujen mallien 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 0,12–2 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®E-mallin tulee toistaa nopeat muutosilmiöt \(10 ms–10 s\) ja PSCAD™-mallin erittäin nopeat muutosilmiöt \(0,4 ms–10 s\)](#)
- 3)5) [resonanssistabiiliuteen liittyviin nopeisiin \(10 ms – 10 s\) ilmiöihin.](#)

#### 15.1.5-16.1.5 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:

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A121]: Tarkastelut saattavat edellyttää tarkempia mallinnustietoja kuten muiden voimalaitosten malleja, joita Fingrid ei voi luovuttaa Liittyjälle. Näissä tapauksissa Fingrid suorittaa tarkastelut.

- a) raportti mallin todentamisesta,
- b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 156.1 esittämässä laajuudessa,
- c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 165.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 165.1 todennettavaksi velvoittaa,
- d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

d)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Numbered + Level: 1 + Numbering Style: a, b, c, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

**Taulukko 156.1. Sähkövarastojen mallinnustietojen todentamisvelvoite (X) tyyppiluokittain.**

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Sähkövaraston jänniteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla <a href="#">luvun 14.3.4 / 5</a> 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
<a href="#">Luvun 15.3.4 kokeet 13-16 (lähivikakoe, kulmahyppykoe, saarekekäyttökoe, stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten voimalaitostenlaitteistojen kanssa)</a> Lähivikakoe <sup>1)</sup>	X	X

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

<sup>1)</sup> Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli [sähkövaraston lähivikakoetta koetta](#) ei toteuteta, sähkövaraston toiminta [lähiviassa](#) osoitetaan laskentatarkasteluilla.

**Taulukko 156.2. Numeerisessa muodossa toimitettavat käyttöönottokokeiden mittaustiedot, joihin mallinnustiedoilla laskettuja tuloksia verrataan.**

Todennettava osa-alue	$U_{PCC}$	$P_{PCC}$	$Q_{PCC}$	Signaalit
Sähkövaraston jänniteensäädön 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 ( <a href="#">vain tyyppi D, ks. luku 13.3</a> )	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

# FINGRID

107 (  
112)

## ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

<a href="#">Luvun 15.3.4 kokeet 13-16</a> ( <a href="#">L</a> ähivikakoe, <a href="#">kulmahyppykoe</a> , <a href="#">saarekekäyttökoe</a> , <a href="#">stabiili toiminta</a> <a href="#">suuntaajakäyttöisten</a> <a href="#">voimalaitostenlaitteistojen kanssa</a> )	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövaraston <a href="#">lähivikakoetta-kyseistä koetta</a> ei toteuteta, sähkövaraston toiminta <a href="#">lähiviasa_</a> osoitetaan laskentatarkasteluilla.
<b><math>U_{PCC}</math></b>	liittymispisteen jännite
<b><math>P_{PCC}</math></b>	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston päteho
<b><math>Q_{PCC}</math></b>	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston loisteho

#### 15.1.6 Erityistarkasteluvaatimukset

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

#### 15.1.7 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Sähkövarastoon liittyvien kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.

#### 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 käyttöönototestejä 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 käyttöönottokokoiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana sähkövaraston loppudokumentaatiota. Mikäli erityistarkasteluissa käytetään sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät sähkövaraston laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kyseinen laskentamalli on päivitettävä käyttöönottokokoiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana sähkövaraston loppudokumentaatiota.

Formatted: Normal

Formatted: Normal, Space Before: 0 pt, After: 0 pt

Formatted: Normal

Formatted: Heading 3, No bullets or numbering

## 16 Liite A: Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessin seurantataulukot

### 16.1 Vaihe 1 (Suunnittelu)

	Toimitettavat tiedot	Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytyt	Vaativuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Yleistiedot			Hyväksytyt	
2	Tekniset tiedot			Hyväksytyt	
3	Jännite-taajuus toiminta-alue			Hyväksytyt	
4	Lähteväkestoisuus (sis. lähteväkalaskelma)			Hyväksytyt	
5	Pätötehon ja taajuuden säätö			Hyväksytyt	
6	Omakäyttö sekä tuotanto- ja kulutustehon muutokset			Hyväksytyt	
7	Sähkövaraston loistehokapasiteetti (sis. loistehokap. laskelma)			Hyväksytyt	
8	Jännitteen ja loistehon säätö (sis. jännitteesäädön suorituskykykalkelma)			Hyväksytyt	
9	Sähkövaraston suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun			Hyväksytyt	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot			Hyväksytyt	
11	Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi			Hyväksytyt	
12	Eriyistäkasteleuvaatimukset			Hyväksytyt	
13	Projektin aikataulu ja suunniteltu käyttöönottopäivä			Hyväksytyt	
14	Vaatimustenmukaisuusilmoitus			Hyväksytyt	
	<b>Vaiheen 1 tila</b>			Hyväksytyt	

**Commented [A122]:** Taulukkoliite on poistettu Oma Fingrid-palvelun korvattua taulukot ja tiedostopakettien lähettelyn tiedonvaihtolustana ja seurantatyökaluna.

**Formatted:** Space Before: 11 pt

**Formatted:** Level 1, Space Before: 11 pt, Outline numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm, Keep with next

### 16.2 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

**Formatted:** Space Before: 11 pt

# FINGRID

## ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

110 (  
112)

	Toimittavat tiedot	Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytyt	Vaatimuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Muutokset joissain vaiheissa esitettyihin tietoihin			Kesken	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot			Kesken	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset			Kesken	
4	Todennetut mallinnustiedot			Kesken	
5	Säätäjien lopulliset asetteluarvot			Kesken	
6	Suojauksen lopulliset asetteluarvot			Kesken	
7	Vaatimustenmukaisuusilmoitus			Kesken	
	<b>Vaiheen 2 tila</b>			Kesken	

**Formatted:** Level 1, Space Before: 11 pt, Outline numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm, Keep with next

## 16.3 Vaihe 2 – Sähkövaraston käyttöönottokokeet yksityiskohtaisesti

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

Formatted: Space Before: 11 pt

Formatted: Level 1, Space Before: 11 pt, Outline numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm, Keep with next

## 16.4 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä)

SIV2018 osakokonaisuus	Toimenpide aloitettu	Toimenpide hyväksytysti suoritettu	Tila	Kommenteja
EON - kytkentäilmoitus			Hyväksyty	
Vaihe 1			Hyväksyty	
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus			Hyväksyty	
Vaihe 2			Hyväksyty	
Vaihe 3			Hyväksyty	
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus			Hyväksyty	
Vaatimusten todentaminen		Hyväksyty		

**Formatted:** Space Before: 11 pt

**Formatted:** Level 1, Space Before: 11 pt, Outline numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm, Keep with next

**Formatted:** Level 1, Space Before: 11 pt, After: 11 pt, Line spacing: single, Keep with next