



energiavirasto
energimyndigheten

Tämä on Energiaviraston sähköisesti allekirjoittama asiakirja.	Asiakirjan päivämäärä on:	20.03.2025
Detta är ett dokument som har signerats elektroniskt av Energimyndigheten.	Dokumentet är daterat:	20.03.2025
This is a document that has been electronically signed by the Energy Authority.	The document is dated:	20.03.2025

Esittelijä / Föredragande / Referendary

Nimi / Namn / Name: Lasse Lund
Pvm / Datum / Date: 20.03.2025

Ratkaisija / Beslutsfattare / Decision-maker

Nimi / Namn / Name: Simo Nurmi
Pvm / Datum / Date: 20.03.2025

Tämä asiakirja koostuu seuraavista osista:

- Kansilehti (tämä sivu)
- Alkuperäinen asiakirja tai alkuperäiset asiakirjat [Allekirjoitettu asiakirja alkaa seuraavalta sivulta. >](#)

Detta dokument består av följande delar:

- Titelblad (denna sida)
- Originaldokument [Det signerade dokumentet börjar på nästa sida. >](#)

This document contains:

- Front page (this page)
- The original document(s) [The signed document follows on the next page >](#)

Fingrid Oyj:n voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmä- teknisten vaatimusten VJV 2024 ja SJV 2024 vahvistaminen

Asianosainen

Fingrid Oyj (jäljempänä 'Fingrid' tai 'yhtiö')

Vireilletulo

14.6.2024

Ratkaisu

Energiavirasto vahvistaa Suomessa järjestelmävastuuseen määrätyn kantaverkonhaltija Fingridin Energiavirastolle toimittamat, tämän päätöksen liitteenä oleviin voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmätekniisiin vaatimuksiin sisältyvät ehdot.

Kantaverkonhaltija Fingridin tulee soveltaa voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia (VJV 2024) tämän päätöksen antamispäivästä lähtien ottaen huomioon Euroopan komission asetuksen (EU 2016/631, jäljempänä 'RfG-verkkosääntö') tuotannon verkkoliitännäsvaatimuksia koskevan verkkosäännön vaatimukset.

Kantaverkonhaltija Fingridin tulee soveltaa sähkövarastojen järjestelmäteknisiä vaatimuksia (SJV 2024) tämän päätöksen antamispäivästä lähtien ottaen huomioon verkkosäännön yhtenevät tavoitteet tasapuolisten ja syrjimättömien kilpailuolosuhteiden takaamisesta sähkön sisämarkkinoilla; sähköjärjestelmän käyttövarmuuden varmistamisesta; ja yhtenäisten liityntäehtojen luomisesta verkkoliitynnöille. Nykyinen verkkosääntö ei aseta erillisiä vaatimuksia sähkövarastoille.

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

Selostus asiasta

Fingridin vahvistuspyyntö

Fingrid on 14.6.2024 Energiavirastoon saapuneella sähköpostiviestillä pyytänyt Energiavirastoa vahvistamaan Fingridin voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV2024) ja sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset (SJV 2024). Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset perustuvat RfG-verkkosääntöön. Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset on asetettu ensimmäisen kerran kansallisella tasolla vuonna 2019 ja ne perustuvat suuntaajakytketyille



voimalaitoksille annettuihin vaatimuksiin. Euroopan unionin säätämät verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille.

Vahvistuspyynnön mukaan Fingrid on päivittänyt voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia kansallisilla lisäyksillä, jotka huomioivat RfG-verkkosäännön asettamat velvoitteet. Kansallisilla lisäyksillä täydennetään tai täsmennetään RfG-verkkosäännössä asetettujen vaatimusten vähimmäistasoa. Fingrid on päivittänyt sähkövarastojen järjestelmäteknisiä vaatimuksia muutoksilla, jotka mukailevat voimalaitosten järjestelmäteknisiin vaatimuksiin tehtyjä muutoksia. Lisäksi Fingrid asettaa uusia sähkövarastoja koskevia kansallisia vaatimuksia, jotka eivät kosketa voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia.

Fingrid on järjestänyt RfG-verkkosäännön mukaisen julkisen kuulemisen huhtikuussa 2024 ja huomionnut kuulemisen aikana annetut kommentit vaatimusten valmistelussa.

Energiavirasto toteaa, että Fingrid on toimittanut vahvistuspyynnön RfG-verkkosäännön mukaisesti.

Lausunnot

Lausuntopyyntö 19.6.2024 vahvistettavista ehdoista

Energiavirasto varasi 19.6.2024 Fingridin asiakkaille ja muille sidosryhmille tilaisuuden lausua vahvistettavista voimalaitosten järjestelmäteknisistä vaatimuksista ja sähkövarastojen järjestelmäteknisistä vaatimuksista. Määräaikaan 16.8.2024 mennessä Energiavirasto vastaanotti kahdeksan (8) lausuntoa. Lausunnon antoivat Better Energy Finland Oy, Caruna Oy ja Caruna Espoo Oy, Abo Energy Suomi Oy, Elenia Verkko Oyj, Kemijoki Oy, Fortum Power and Heat Oy, Vestas Wind Systems A/S, LNC International. Määräajan jälkeen saapui yksi (1) lausunto SMA Solar Technology AG:lta.

Energiavirasto toimitti 16.8.2024 saadut lausunnot (mukaan lukien määräajan jälkeen saapuneen lausunnon) Fingrid Oyj:lle tiedoksi ja pyysi samassa yhteydessä Fingrid Oyj:tä täydentämään ehdotustaan VJV 2024- ja SJV 2024-vaatimuksiksi. Fingrid Oyj toimitti päivitetyn ehdotuksensa VJV 2024- ja SJV 2024-vaatimuksiksi sekä vastineen annettuihin lausuntoihin 13.9.2024.

Fingrid toimitti Energiavirastolle päivitetyn ehdotuksen voimalaitosten järjestelmäteknisistä vaatimuksista (VJV 2024) ja sähkövarastojen järjestelmäteknisistä vaatimuksista (SJV 2024) Energiaviraston vahvistettavaksi 17.10.2024.

Lausuntopyyntö 1.11.2024 Energiaviraston valmistelemasta päätösluonnoksesta

Energiavirasto varasi 1.11.2024 Fingridin asiakkaille ja muille sidosryhmille tilaisuuden lausua Energiaviraston valmistelemasta

vahvistuspäätöksestä ja vahvistettavista voimalaitosten järjestelmäteknisistä vaatimuksista ja sähkövarastojen järjestelmäteknisistä vaatimuksista. Energiavirasto ei vastaanottanut lausuntoja Fingridin asakkailta tai muilta sidosryhmiltä määräaikaan 19.11.2024 mennessä.

Energiaviraston selvityspyyntö 12.12.2024

Energiavirasto pyysi Fingridiltä selvitystä koskien voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmäteknisten vaatimusten RfG-verkkosäätöön ja kansallisen järjestelmävaluun mukaisia perusteita sekä tietoa siitä, onko Fingridin esittämässä ehdoissa Energiaviraston jälkikäteisen valvonnan piiriin kuuluvia teknisiä vaatimuksia, jotka eivät perustu RfG-verkkosäätöön tai kansalliseen järjestelmävaluuseen. Lisäksi Energiavirasto selvitti yhtiöltä ehdoissa asetettuja erityistarkasteluvaatimuksia, joka Fingrid on esittänyt sekä voimalaitosten että sähkövarastojen järjestelmäteknisten vaatimusten luvussa 5 ”Erityistarkasteluvaatimukset”.

Fingridin vastaus selvityspyyntöön 20.1.2025

Fingrid toimitti vastauksen Energiaviraston selvityspyyntöön määräaikaan mennessä. Fingrid toteaa vastauksessaan, että yhtiön esittämät voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset perustuvat ainoastaan RfG-verkkosäätöön ja Fingridille sähkömarkkinalaissa (588/2013) säädettyyn kansalliseen järjestelmävaluuseen. Fingridin mukaan sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset perustuvat kokonaisuudessaan kansalliseen järjestelmävaluuseen, koska RfG-verkkosäätö ei aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Fingrid on toimitannut VJV-ehdoista erittelyn, josta käy ilmi ehtojen perustuminen joko RfG-verkkosäätöön asettamiin yksityiskohtaisiin vaatimuksiin, RfG-verkkosäätöön asettamiin ja Fingridin määrittelemiin ei-yksityiskohtaisiin vaatimuksiin ja Fingridin järjestelmävaluuseen (sähkömarkkinalain 45 §:n 2 momentti).

Fingrid on perustellut erityistarkasteluvaatimusten asettamista liittyjille sähkömarkkinalain 45 §:n 1 momentilla ja työ- ja elinkeinoministeriön kantaverkonhaltijan järjestelmävaluuta koskevalla asetuksen (655/2013) 5 §:n 2 momentilla sekä RfG-verkkosäätöön johdantoosan 15 kohdalla. Fingrid toteaa, että järjestelmävaluustaan tulee pyrkiä asettaa järjestelmätekniset vaatimukset siten, että verkon erityispiirteet ja tuotantoteknologioiden erot huomioidaan vaatimuksissa.

Fingrid katsoo vastauksessaan kohtelevansa erityistarkasteluvaatimuksillaan asiakkaita tasapuolisesti huomioiden liittyjien liittymispisteiden teknisen erilaisuuden ja verkolle sekä muille liittyjille aiheutuvat kustannukset. Fingrid arvioi kaikissa tyyppin D voimalaitos- ja sähkövarastohankkeissa erityistarkasteluiden tarpeen, jonka vähimmäislaajuus esitetään voimalaitosten ja järjestelmäteknisten järjestelmävaluusten luvussa 5. Arviointi on osa voimalaitoksen verkkoon



liittämisen edellytysten arviointia. Fingrid on pyrkinyt siihen, että järjestelmätekniset vaatimukset yhdenmukaistettu mahdollisimman pitkälle siten, että liittyjäkohtaisia erityistarkasteluvaatimuksia ei ole tai ne vaatimukset jäisivät mahdollisimman vähäisiksi.

Fingridin mukaan erityistarkasteluvaatimukset voidaan rinnastaa muihin liittyjälle asetettuihin vaatimuksiin, koska ne ovat liittymisen kannalta olennaisia järjestelmätekniisiä vaatimuksia, joita ei voida erottaa laitoksen suunnittelussa erilleen. Liittyjällä on vastuu erityistarkastelun toteuttamisesta, joka perustuu kokonaisvastuuseen oman laitteistonsa suunnittelusta. Liittyjä voi siten valita tavan suorittaa tarkastelun ja siitä mahdollisesti aiheutuvat laitosmuutokset aikataulu- ja kustannusmielessä tehokkaalla tavalla. Lisäksi voimalaitoksen tai sähkövaraston osalta laitteet ovat liittyjän omistuksessa ja sijaitsevat liittyjän puolella liittymispisteestä, jolloin niistä aiheutuvat kustannukset kuuluvat liittyjälle. Fingridin tehtävänä on määritellä vaatimukset, tarkastaa liittyjän suunnitelmat ja vahvistaa liittyjän toteutuksen vaatimustenmukaisuus. Fingrid pyrkii järjestelmävastuunsa perusteella kehittämään Suomen sähköjärjestelmää huomioiden kulloinkin käytössä olevan teknologian ja sen ennakoitavissa olevat muutokset. Fingridin mukaan asiakkaiden laitteiden rajoittamattoman yhteensopivuuden takaava kokonaisvastuu tai siitä syntyvät kustannukset eivät kuitenkaan kuulu yhtiölle säädetyin järjestelmävastuun piiriin.

Fingrid on perustellut vastauksessaan erityistarkasteluvaatimuksissa esitetyt vaatimukset verkkosuojasta tai muusta suojausratkaisusta ja sähkövaraston ulkopuolelta ohjatusta säätöratkaisusta. Fingrid toteaa kuitenkin, että erityistarkasteluvaatimuksissa esitettyä vaatimusta verkkosuojasta tai muusta suojausratkaisusta ei pidä sekoittaa Olkiluoto 3:n järjestelmäsuojan kaltaiseen järjestelyyn, jossa 1300 MW:n ylittävän tuotantotehon järjestelmävaikutus kompensoidaan kytke-mällä irti kuormaa muualla sähköverkossa, mikäli voimalaitos irtoaa verkosta. Fingrid esittää muutosta kyseisen VJV 2024- ja SJV 2024- ehtojen luvun 5 muotoiluun väärinkäsitysten välttämiseksi seuraavasti:

Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen ainakin seuraavien asioiden osalta:

- *alisykroninen vuorovaikutus,*
- *geomagneettisesti indusoituvat virrat,*
- *tehoheilahtelujen vaimentuminen ja,*
- *pieni liittymispisteen minimioikosulkuteho*
- *suuntaajien vuorovaikutusilmiöt ja*
- *tarve verkkosuojalle tai muulle suojausratkaisulle*



- ~~tarve sähkövaraston ulkopuolelta ohjatulle säätöratkaisulle ja~~
- ~~sähkön laatu.~~

Muutoksen myötä Fingrid ei olisi mahdollisissa suojaus- tai säätöratkaisussa aloitteellinen eikä niitä siten olisi tarpeen esittää Fingridin antamina vaatimuksina. Liittyjä voisi halutessaan ehdottaa Fingridille kolmannen osapuolen kanssa sopimaansa suojaus- tai säätöratkaisua, jonka hyväksyttävyyttä Fingrid arvioi senhetkisen lainsäädännön ja teknisten edellytysten perusteella huomioiden järjestelmävastuunsa ja kehittämisvelvoitteensa.

Fingrid toimitti Energiavirastolle yllä esitetyn mukaisesti muutetun ja siten lopullisen ehdotuksensa voimalaitosten järjestelmäteknisistä vaatimuksista (VJV 2024) ja sähkövarastojen järjestelmäteknisistä vaatimuksista (SJV 2024) vahvistettavaksi vastauksensa liitteenä.

Asiaan liittyvä lainsäädäntö

Sähkömarkkinalaki (588/2013)

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

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

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

Sähkömarkkinalain 45 §:n 2 momentin mukaan järjestelmävastaava kantaverkonhaltija voi asettaa järjestelmävastuun toteuttamiseksi tarpeellisia ehtoja voimalaitosten, energiavarastojen ja kuormien sekä



sähköverkkosten liittämiseen sähköjärjestelmään sekä sähköjärjestelmän ja siihen liitettyjen voimalaitosten, energiavarojen, kuormien ja sähköverkkosten käyttämiseen. Ehtoja voidaan soveltaa yksittäistapauksissa sen jälkeen, kun Energiavirasto on ne vahvistanut sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta annetun lain 10 §:n mukaisesti. Vahvistettuja ehtoja voidaan soveltaa muutoksenhausta huolimatta, jollei valitusviranomaisen toisin määrää.

Sähkömarkkinalain 45 §:n 4 momentin mukaan tarkempia säännöksiä järjestelmävastuun toteuttamisesta ja sisällöstä voidaan antaa ministeriön asetuksella.

Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (590/2013)

Valvontalain 10 §:n 1 momentin mukaan Energiaviraston tulee päätöksellään (vahvistuspäätös) vahvistaa verkonhaltijan, järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan ja järjestelmävastaavan siirtoverkonhaltijan sekä nesteytetyn maakaasun käsittelylaitoksenhaltijan noudatettaviksi seuraavat palvelujen ehdot ja palvelujen hinnoittelumenetelmät ennen niiden käyttöönottoa:

...

4) verkonhaltijan liittämispalvelun ehdot ja menetelmät liittamisestä perittävien maksujen määrittämiseksi;

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

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

1) sähkömarkkinalaissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä;

2) sähkökauppa-asetuksessa sekä sen nojalla annetuissa täytäntöönpanosäädöksissä ja delegoituissa säädöksissä;

4) kantaverkonhaltijaan kohdistuvassa lainvoimaisessa päätöksessä, joka on annettu yhteistyövirastoasetuksen 6 artiklan 10 kohdan nojalla.

Valvontalain 12 a §:n 1 momentin mukaan Energiaviraston tulee julkaista 10 ja 11 §:ssä tarkoitetut vahvistuspäätökset. Vahvistuspäätöksen yhteydessä on julkaistava yksityiskohtaiset tiedot 10 §:ssä tarkoitettujen verkonhaltijan verkkotoiminnan tuoton ja siirto- ja jakelupalvelusta perittävien maksujen määrittämistä koskevista menetelmistä ja kustannuksista.



Valvontalain 12 a §:n 2 momentin mukaan Energiaviraston on ennen 10 §:ssä tarkoitettujen vahvistuspäätösten antamista järjestettävä julkinen kuuleminen, jossa vahvistuspäätöksen kohteena oleville toiminnanharjoittajille, heidän asiakkailleen ja muille sidosryhmille varataan mahdollisuus lausua näkemyksensä vahvistuspäätösten sekä niiden sisältämien menetelmien ja ehtojen sisällöstä. Jos vahvistuspäätöksen antamista edeltävästä julkisesta kuulemisesta on säädetty 2 §:ssä tarkoitetussa Euroopan unionin lainsäädännössä, sovelletaan julkisen kuulemisen järjestämiseen unionin lainsäädännössä säädettyä menettelyä.

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

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

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

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

Perustelut

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

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

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

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

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

Lain esitöiden (HE 318/2022 vp) 45 §:n 2 momenttia koskevissa yksityiskohtaisissa perusteluissa todetaan, että järjestelmävastaavan tulee voida järjestelmävastuun toteuttamiseksi asettaa tarpeellisia



ehtoja voimalaitosten, energiavarastojen ja kuormien liittämiseen sähköjärjestelmään sekä sähköjärjestelmän ja siihen liitettyjen voimalaitosten, energiavarastojen ja sähkökäyttäjien kuormien käyttämiseen. Esimerkiksi kuormien tai sähköverkkojen irtikytkeminen voi olla tarpeen häiriötilanteissa ja sähköpulatilanteissa. Sillä estetään pahempien häiriöiden syntyminen ja turvataan sähkön saanti tärkeille kohteille.

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

Energiavirasto toteaa, että koska vahvistuspyynnössä on kyse valvontalain 10 §:n 1 momentin 4 ja 6 kohtien mukaisista ehdoista, koskee ehtoja etukäteisen valvonnan periaate, joka perustuu sähkömarkkinadirektiivin (EU) 2019/944 59 artiklan 7 kohdan vaatimukseen. Sähkömarkkinalain ja valvontalain esitöiden mukaan (HE 20/2013 vp, valvontalain 10 §:n yksityiskohtaiset perustelut) etukäteinen toimivalta merkitsee, ettei etukäteisen toimivallan piiriin kuuluvia ehtoja saa ottaa käyttöön, ennen kuin Energiavirasto on antanut niitä koskevan vahvistuspäätöksen.

Valvontalain 12 §:n 1 momentin mukaan järjestelmävastaavaan kantaverkonhaltijaan kohdistuvan vahvistuspäätöksen tulee perustua niihin perusteisiin, joista säädetään (1) sähkömarkkinalaissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä, (2) sähkökauppa-asetuksessa sekä sen nojalla annetuissa, täytäntöönpanosäädöksissä ja delegoiduissa säädöksissä, (4) kantaverkonhaltijaan kohdistuvassa lainvoimaisessa päätöksessä, joka on annettu yhteistyövirastoasetuksen 6 artiklan 10 kohdan nojalla.

Fingrid on toimittanut Energiavirastolle pyynnön vahvistaa voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset (VJV 2024) ja sähkövarastojen järjestelmätekniiset vaatimukset (SJV 2024).

Vahvistuspyynnön mukaiset voimalaitosten järjestelmätekniiset (VJV 2024) vaatimukset perustuvat RfG-verkkosäätöön. Lisäksi vaatimukseen on tehty useita muutoksia, jotka ovat luonteeltaan kansallisia lisäyksiä. Selvyyden vuoksi Energiavirasto toteaa, että asetus on sisällöllisesti oikeudellisesti suoraan sovellettava ja vaatimukset on sisällytetty nyt vahvistettavana olevaan asiakirjaan. Energiaviraston toimivallassa on vahvistaa asetuksen veloitteet siltä osin, kun ne sisältävät edellä mainitussa valvontalain 10 §:ssä mainittuja ehtoja.



Energiavirasto katsoo, että Fingrid Oyj:n voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV 2024) perustuvat vahvistuspyynnön mukaisesti RfG-verkkosäätöön ja kansalliseen sähkömarkkinoita koskevaan lainsäädäntöön kansallisten lisäysten osalta.

Energiavirasto toteaa sähkövarastoja koskevien järjestelmävaatimusten osalta, että Fingrid Oyj:n esittämällä tavalla eurooppalaiset liittynän verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Sähkövarastojen järjestelmäteknisissä vaatimuksissa on kuitenkin huomioitu eurooppalaisten liittynän verkkosääntöjen yhtenevät tavoitteet; tasapuolisten ja syrjimättömien kilpailuolosuhteiden takaaminen sähkön sisämarkkinoilla, sähköjärjestelmän käyttövarmuuden varmistaminen sekä yhtenäisten liityntäehtojen luominen verkkoliitynnöille. Lisäksi sähkövarastojen järjestelmäteknisissä vaatimuksissa on huomioitu kansallisen lainsäädännön asettamat velvoitteet. Energiavirasto toteaa myös, että kansallisessa lainsäädännössä sähkövarastoihin sovelletaan tässä yhteydessä, mitä liittymisen ehdoista on säädetty.

Energiavirasto on varannut Fingrid Oyj:n asiakkaille ja mahdollisille muille sidosryhmille tilaisuuden lausua Fingrid Oyj:n VJV 2024 ja SJV 2024 -ehdotuksesta. Fingrid Oyj on muuttanut vaatimuksia lausunnoista ilmenneiden kommenttien perusteella ja muilta osin perustellut vaatimuksia.

Energiavirasto on toimittanut Fingridille selvityspyynnön koskien voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmäteknisten vaatimusten perusteita sekä vaatimuksissa esitetyjä erityistarkasteluvaatimuksia. Fingrid on viraston selvityspyynnön antamassaan vastauksessa perustellut selvityspyynnön nähden riittävän kattavasti voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmäteknisiä vaatimuksia RfG-verkkosääntöön ja järjestelmävastuuasetuksen perusteella. Fingridin toimittama selvitys erityistarkasteluvaatimuksista voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten kohdassa 5 (VJV2024, s. 15) ja sähkövarastojen järjestelmäteknisten vaatimusten kohdassa 5 (SJV2024, s. 11) on myös perusteltu selvityspyynnön edellyttämällä tavalla. Energiavirasto katsoo, että Fingridin vastauksessa esittämät muutokset koskien VJV 2024- ja SJV 2024-ehtojen erityistarkasteluvaatimuksia ovat perusteltuja ja voidaan siten hyväksyä osaksi voimalaitosten ja sähkövarastojen järjestelmäteknisiä vaatimuksia.

Energiavirasto katsoo, että voimalaitosten järjestelmätekniset ehdot (VJV 2024) ja sähkövarastojen järjestelmätekniset (SJV 2024) ehdot voidaan Fingridin toimittamien lopullisten versioiden perusteella ja Energiaviraston toimivalta huomioiden vahvistaa valvontalain 10 §:n mukaisesti.



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

Sovelletut säännökset

Sähkömarkkinalaki (588/2013) 3 § 9 kohta, 8 § 1 mom. ja 45 § 1–2 ja 4 mom.

Laki sähkö- ja maakaasumarkkinoiden valvonnasta (590/2013) 10 § 1 mom. 4 kohta ja 6 kohta, 12 § 1 mom., 12 a § ja 13 § 1 mom.

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

Muutoksenhaku

Muutoksenhakua koskeva ohjeistus liitteenä. Päätöstä on noudatettava muutoksenhausta huolimatta.

Liitteet Valitusosoitus
Fingrid Oyj:n voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV 2024)
Fingrid Oyj:n sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset (SJV 2024)

Jakelu Fingrid Oyj

Tiedoksi

Maksutta



VALITUSOSOITUS

Valitusoikeus hallintopäätöksestä

Energiaviraston antamaan hallintopäätökseen saa hakea muutosta valittamalla siten kuin laissa oikeudenkäynnistä hallintoasioissa (808/2019) säädetään. Valituskelpoisella hallintopäätöksellä tarkoitetaan päätöstä, jolla asia on ratkaistu tai jätetty tutkimatta.

Hallintopäätökseen saa hakea muutosta valittamalla se, johon päätös on kohdistettu tai jonka oikeuteen, velvollisuuteen tai etuun päätös välittömästi vaikuttaa ja se, jonka valitusoikeudesta laissa erikseen säädetään.

Valitusviranomainen

Valitusviranomainen Energiaviraston päätökseen on markkinaoikeus.

Valituksen tekeminen ja valitusaika

Valituksen saa tehdä sillä perusteella, että päätös on lainvastainen.

Valitus on tehtävä kirjallisesti 30 päivän kuluessa päätöksen tiedoksisaannista.

Jos tiedoksianto on toimitettu tavallisena tiedoksiantona postitse kirjeellä vastaanottajalle, katsotaan hänen saaneen asiasta tiedon seitsemäntenä päivänä kirjeen lähettämisestä, jollei muuta näytetä. Mikäli päätös annetaan hakijalle tiedoksi sähköisenä viestinä, päätös katsotaan annetuksi tiedoksi kolmantena päivänä viestin lähettämisestä, jollei muuta näytetä. Jos päätös on postitettu saantitodistusta vastaan, vastaanottajan katsotaan saaneen asiasta tiedon saantitodistuksen osoittamana aikana. Valitusaikaa laskettaessa tiedoksiantopäivää ei oteta lukuun.

Milloin kysymyksessä on sijaistiedoksianto, tiedoksisaannin katsotaan tapahtuneen kolmantena päivänä sijaistiedoksiantoa koskevan tiedoksiantotodistuksen osoittamasta päivästä. Viranomaisen tietoon asian katsotaan tulleen kirjeen saapumispäivänä.

Kun valituksen tekemisen määräajan viimeinen päivä on pyhäpäivä, itsenäisyyspäivä, vapunpäivä, joului- tai juhannusaatto tai arkilauantai, saa valituksen toimittaa ensimmäisenä arkipäivänä sen jälkeen.



Valitus on toimitettava valitusviranomaiselle viimeistään valitusajan viimeisenä päivänä ennen valitusviranomaisen aukioloajan päättymistä.

Valituksen tekemisestä säädetään lisäksi sähköisestä asioinnista viranomaistoiminnassa annetussa laissa (13/2003). Määräaikojen laskemisesta säädetään säädettyjen määräaikain laskemisesta annetussa laissa (150/1930).

Valituksen sisältö

Valituksessa on ilmoitettava:

- päätös, johon haetaan muutosta (*valituksen kohteena oleva päätös*);
- miltä kohdin päätökseen haetaan muutosta ja mitä muutoksia siihen vaaditaan tehtäväksi (*vaatimukset*);
- vaatimusten perustelut; sekä
- mihin valitusoikeus perustuu, jos valituksen kohteena oleva päätös ei kohdistu valittajaan.

Valituksessa on lisäksi ilmoitettava valittajan nimi ja yhteystiedot. Jos puhevaltaa käyttää valittajan laillinen edustaja tai asiamies, myös tämän yhteystiedot on ilmoitettava. Yhteystietojen muutoksesta on valituksen vireillä ollessa ilmoitettava viipymättä tuomioistuimelle.

Valituksessa on ilmoitettava myös se postiosoite ja mahdollinen muu osoite, johon oikeudenkäyntiin liittyvät asiakirjat voidaan lähettää (*prosessiosoite*). Mikäli valittaja on ilmoittanut enemmän kuin yhden prosessiosoitteen, voi tuomioistuin valita, mihin ilmoitetuista osoiteista se toimittaa oikeudenkäyntiin liittyvät asiakirjat.

Oikaisuvaatimuksen tekijä saa valittaessaan oikaisuvaatimuspäätöksestä esittää vaatimuksilleen uusia perusteluja. Hän saa esittää uuden vaatimuksen vain, jos se perustuu olosuhteiden muutokseen tai oikaisuvaatimuksen tekemisen määräajan päättymisen jälkeen valittajan tietoon tulleeseen seikkaan.

Valituksen liitteet

Valitukseen on liitettävä:

- valituksen kohteena oleva päätös valitusosoituksineen;
- selvitys siitä, milloin valittaja on saanut päätöksen tiedoksi, tai muu selvitys valitusajan alkamisen ajankohdasta; sekä
- asiakirjat, joihin valittaja vetoaa vaatimuksensa tueksi, jollei niitä ole jo aikaisemmin toimitettu viranomaiselle.



- asiamiestä käytettäessä valtakirja, sen mukaan kuin oikeudenkäynnistä hallintoasioissa annetun lain 32 §:ssä säädetään.

Valituskirjelmän toimittaminen valitusviranomaiselle

Valituskirjelmä on toimitettava valitusajan kuluessa markkinaoikeuteen, jonka osoite on

**Markkinaoikeus
Radanrakentajantie 5
00520 HELSINKI**

**faksi: 029 56 43314
sähköposti: markkinaoikeus@oikeus.fi**

Valituskirjelmä voidaan toimittaa valitusviranomaiselle myös postitse.

Valituksen voi tehdä myös *hallinto- ja erityistuomioistuinten asiointipalvelussa* osoitteessa <https://asiointi.oikeus.fi/hallintotuomioistuint/met/#/>

Kun valituskirjelmä toimitetaan *hallinto- ja erityistuomioistuinten asiointipalvelun* kautta, liitteet voi toimittaa skannattuna asiointipalvelussa tai kirjeitse. Kirjeitse toimitettaessa mainitse asiasta asiointipalvelun Viesti-kentässä.

Valituskirjelmän lähettäminen postitse tai sähköisesti tapahtuu lähettäjän omalla vastuulla.

Oikeudenkäyntimaksu

Valituksen käsittelystä markkinaoikeudessa voidaan periä oikeudenkäyntimaksu.

Valittajalta peritään markkinaoikeudessa oikeudenkäyntimaksu 2440 euroa.

Tuomioistuinmaksulaissa (1455/2015, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/2015/20151455?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=tuomioistuinmaksulaki#P5>) on erikseen säädetty tapauksista, joissa maksua ei peritä.

Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2024

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
2	Termit ja määritelmät	7
3	Vaatimusten soveltamisala	11
4	Luottamuksellisuus	14
5	Erytystarkasteluvaatimukset	15
6	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	16
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana	16
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	16
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	17
6.2	Voimalaitoksen järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	18
6.3	Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet	18
6.4	Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	18
6.4.1	Tyypin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	18
6.4.2	Tyypin B ja C voimalaitosten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	19
6.4.3	Tyypin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	20
7	Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen	26
7.1	Tyypin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	26
7.2	Tyypin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	26
7.3	Tyypin C voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	28
7.4	Tyypin D voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	28
7.4.1	Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu	28
7.4.2	Toimitettavat tiedot	29
7.5	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot	34
8	Poikkeukset vaatimuksista	35
9	Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi	36
9.1	Tyypin A voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	36
9.2	Tyypin B voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	36
9.3	Tyypin C ja D voimalaitosten reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	36
9.4	Tyypin C voimalaitosten instrumentointi	37
9.5	Tyypin D voimalaitosten instrumentointi	38
10	Yleiset vaatimukset	40
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	40
10.2	Tyypin A voimalaitoksen yleiset vaatimukset	40
10.2.1	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	40
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	40
10.2.3	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)	41
10.2.4	Pätötehonsäätö	42
10.2.5	Pätötehotuotannon sallittu alentaminen	42
10.2.6	Etäohjausvalmius	42

10.2.7	Autonominen kytkeytyminen	42
10.2.8	Suojaus.....	42
10.2.9	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä.....	43
10.3	Tyypin B voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	43
10.3.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	43
10.3.2	Lähivikakestoisuus	44
10.3.3	Ylijännitekestoisuus	46
10.3.4	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen	47
10.3.5	Suojaus.....	47
10.3.6	Tietoliikenne ja tietoturva	48
10.4	Tyypin C voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	49
10.4.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	49
10.4.2	Autonominen kytkeytyminen	54
10.4.3	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)	54
10.4.4	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	55
10.4.5	Sähkön laatu	56
10.4.6	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus	56
10.4.7	Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö	56
10.5	Tyypin D voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	56
10.5.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	56
10.5.2	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	56
10.5.3	Lähivikakestoisuus	57
10.5.4	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä	60
10.5.5	Ylijännitekestoisuus.....	62
10.5.6	Tahdistamista koskevat vaatimukset.....	62
	Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset	63
11	Tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	63
11.1	Tyypin A tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	63
11.2	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö.....	63
11.3	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	63
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	63
11.3.2	Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika	63
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	64
11.3.4	Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue	66
11.3.5	Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä.....	67
12	Tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	68
12.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti	68
12.2	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	68
12.2.1	Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti	68
12.2.2	Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti	68
12.2.3	Lisäloistehokapasiteetti	69
12.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma	69
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	70
13	Tahtikonevoimalaitosten jännitteensäätö.....	71
13.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	71
13.2	Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	71
13.2.1	Jännitteensäädön toiminta ja käyttötapa	71

13.2.2	Generaattorin jännitteensäädön suorituskyky.....	71
13.2.3	Generaattorin jännitteensäädön suorituskykylaskelma.....	72
13.2.4	Generaattorin jännitteensäädön toimintatilat ja toiminnallisuudet	73
13.2.5	Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset.....	73
13.2.6	Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset.....	73
13.2.7	Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit	74
13.3	Tyyppin D tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	74
14	Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet	76
14.1	Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	76
14.2	Tyyppin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	76
14.3	Tyyppin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	77
14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	77
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	78
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	79
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	79
14.4	Tyyppin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	84
15	Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	86
15.1	Tyyppin C ja D tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	86
15.1.1	Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset.....	86
15.1.2	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	86
15.1.3	Erytystarkasteluvaatimukset.....	88
15.1.4	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	88
	Suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia koskevat vaatimukset.....	89
16	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	89
16.1	Tyyppin A suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö.....	89
16.2	Tyyppin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö.....	89
16.2.1	Pätöteho	89
16.2.2	Pätötehon rajoittaminen	90
16.3	Tyyppin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	90
16.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	90
	Voimalaitoksen käynnistys ja omakäyttö	90
16.3.2	90
16.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	91
16.3.4	Pätötehon muutosnopeus	93
16.3.5	Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen	93
16.3.6	Pätötehon nopea alassäätö.....	94
16.3.7	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä	94
16.3.8	Säädön tarkkuus ja herkkyys	94
16.3.9	Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella.....	94
17	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti	96
17.1	Tyyppin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen loistehokapasiteetti	96
17.2	Tyyppin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti	96
17.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus	96
17.2.2	Lisäloistehokapasiteetti	97
17.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit	97
17.2.4	Loistehokapasiteettilaskelma	98
17.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	99

17.2.6	Hybridivoimalaitosten loistehokapasiteetti	99
18	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö.....	101
18.1	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö.....	101
18.1.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	101
18.1.2	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	101
18.2	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	103
18.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	103
18.2.2	Vakiojännitesäätö.....	104
18.2.3	Vakio-loistehosäätö	106
18.2.4	Vakiotehokerroinsäätö	106
18.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	107
18.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	107
18.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	107
18.2.8	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	108
18.2.9	Hybridivoimalaitosten jännitteensäätö	108
18.3	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	108
18.3.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	108
19	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeet.....	110
19.1	Kaikkien suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	110
19.2	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	110
19.3	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	111
19.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	111
19.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	112
19.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	113
19.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	113
19.3.5	Hybridivoimalaitosten käyttöönottokokeet	121
19.4	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	123
20	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	124
20.1	Tyypin C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	124
20.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	124
20.1.2	Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten	124
20.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	124
20.1.4	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset ...	125
20.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	125
20.2	Tyypin D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	127
20.2.1	Erytistarkasteluvaatimukset.....	127
21	Liite A: Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet	128
21.1	Johdanto	129
21.2	Jännitteensäätö.....	130
21.2.1	Jännitteensäädön säätötapa	130
21.2.2	Jännitteensäädön asetusarvo	130
21.2.3	Päämuuntajan mitoitus.....	130
21.2.4	Päämuuntajan käämikytkimen käyttö	130
21.3	Loistehostatiikka ja asetusarvo.....	131
21.3.1	Määritelmä	131
21.3.2	Asetusarvo.....	132
21.4	Laitosloistehonsäätö	133

21.5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista.....	134
21.5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos	134
21.5.2	Tahtikonevoimalaitos – yksi generaattori.....	135
21.5.3	Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita.....	136
22	Liite B: Lisästabiloinnin viritysohje Suomen voimajärjestelmään liitettäville generaattoreille	137
22.1	Johdanto	138
22.2	Taustatietoa lisästabiloinnista	138
22.3	Huomioitavat asiat.....	138
22.4	PSS tyypit	139
22.5	Lisästabiloinnin virittäminen	140
22.5.1	PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen	140
22.5.2	PSS:n ulostulon rajoitin	140
22.5.3	Suojaus ja hälytykset	140
22.5.4	Ohjaus	140
22.5.5	Washout-suodatin	140
22.5.6	Alipäästösuodatin.....	141
22.5.7	Vaihekompensoinnin virittäminen.....	141
22.5.8	Vahvistuksen määrittäminen	141
22.5.9	Käyttönottotestit	142
22.6	Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista.....	148

1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville voimalaitoksille.

Vaatimusten lähtökohtana on eurooppalainen verkkosääntö (Euroopan komission asetus 2016/631), johon Fingrid on tehnyt kansalliset lisäykset ja täsmennykset. Eurooppalaisten verkkosääntöjen tavoitteena on taata tasapuoliset ja syrjimättömät kilpailuolosuhteet sähkön sisämarkkinoilla, varmistaa sähköjärjestelmän käyttövarmuus ja luoda yhtenäiset liittymisehdot verkkoliittymisille.

Kansallisesti voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että

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

Luvuissa 3–10 esitetyt vaatimukset koskevat sekä tahtikone- että suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia. Luvuissa 11–15 esitetyt vaatimukset koskevat kaikkia niitä voimalaitoksia, joissa on suoraan verkkoon kytkettyjä tahtigeneraattoreita. Luvuissa 16–20 esitetyt vaatimukset koskevat kaikkia niitä voimalaitoksia, joiden tuottama sähköteho syötetään sähköjärjestelmään osittain tai kokonaan suuntaajan kautta. Jos muunlaisia voimalaitoksia aiotaan kytkeä sähköjärjestelmään, Fingrid määrittää niille vaatimukset erikseen.

Näiden järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi voimalaitosten on

- noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE),
- noudatettava kantaverkkosopimuksen mukaisia ehtoja
- noudatettava liittymispisteen verkonhaltijan asettamia liittymisehtoja
- täytettävä sähköjärjestelmän hätätilaa ja käytönpalautusta koskevan verkkosäännön (Euroopan komission asetus 2017/2196) nojalla annetut vaatimukset sekä
- täytettävä järjestelmäpalveluita tarjotessaan kullekin (reservi)markkinapaikalle asetetut vaatimukset.

2 Termit ja määritelmät

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

Erilliskäyttöinen voimalaitos: Voimalaitos, joka on suunniteltu toimimaan vain sähköjärjestelmän poikkeus- tai häiriötilanteessa tai saarekekäytössä.

Generaattorimuuntaja: Tahtikonevoimalaitoksen muuntaja, jonka kautta generaattorin tuottama sähköteho syötetään sähköjärjestelmään.

Generaattorin liitinjännite: Katso liitinjännite.

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

Jännitteensäätäjä: Säätää voimalaitoksen tuottamaa loistehoa käyttäen referenssinään joko generaattorin liitinjännitettä tai liittymispisteen jännitettä (engl. automatic voltage regulator (AVR)).

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

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

missä ΔI_q on suuntaajakytketyn voimalaitoksen viassa syöttämä lisäloisvirta, I_n on voimalaitoksen nimellisvirta, ΔU on jännitteen muutos viassa, U_n on verkon nimellisjännite.

Käyttöönottokokeet: Voimalaitosten järjestelmätekniisiin vaatimuksiin liittyvät voimalaitoksen käyttöönottokokeet.

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

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

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

Liitinjännite: Generaattorikiskon jännite.

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

Liittymispiste: Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

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

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

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

Loistehokapasiteetti: Suurin liittymispisteessä mitattava loisteho, jonka voimalaitos voi yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa tuottaa tai kuluttaa.

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

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

Mitoitusloisteho (Q_n): Voimalaitoksen mitoitusloisteho on voimalaitoksen jännitteen- tai loistehon säädön perusarvona käytettävä loistehokapasiteettivaatimuksen mukainen loisteho.

Mitoitusteho (P_{\max}): Voimalaitoksen mitoitusteho on voimalaitoksen liittymispisteestä mitattava suurin pätöteho, jolla laitos voi toimia yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa ja joka on määritetty liittymissopimuksessa tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittyjän kesken.

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

Nostomuuntaja: Suuntaajakytketyn voimalaitoksen kokoomakiskon ja liittymispisteen välissä oleva muuntaja, jonka kautta voimalaitoksen tuottama sähköteho syötetään sähköjärjestelmään.

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

Näennäisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

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

Pienin säätötaso: Minimiteho, mikäli primäärienergian saatavuus ei aseta rajoitteita.

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

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

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

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

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

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

Suuntaajakytketty voimalaitos: Sähköä tuottava yksikkö tai sähköä tuottavien yksiköiden muodostama kaupallinen kokonaisuus, joka on liitetty sähköverkkoon joko synkronoimattomasti tai tehoelektronikan kautta ja jolla on myös yksi liittymispiste siirtoverkkoon, jakeluverkkoon, mukaan lukien suljettu jakeluverkko, tai suurjännitteiseen tasasähköjärjestelmään.

Suurin säätötaso: Mitoitusteho, mikäli primäärienergian saatavuus tai ympäristön lämpötila ei aseta rajoitteita.

Synkronikompensaattori: tahtikone, jota käytetään oikosulkutehotason nostamiseen sekä verkon jännitteen hallintaan tarvittavan loistehon tuottamiseen. Synkronikompensaattori saa tahtikäytön aikana pyörimisenergiansa sähköverkosta, eikä tahtikoneen akselilla ole jatkuvatoimista voimakonetta. Synkronikompensaattori ei kykene jatkuvaan pätötehon tuotantoon eikä siten ole voimalaitos.

Säädön toimintatila: Säädön toimintatila tarkoittaa erilaisia voimalaitoksen säätöjärjestelmien toimintatiloja, esimerkiksi vakiopätötehosäätö, taajuussäätö, vakioiloistehosäätö tai vakiojännitesäätö.

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

Tahtikonevoimalaitos: Jakamaton laitteistokokonaisuus, joka voi tuottaa sähköenergiaa siten, että sen tuotetun jännitteen taajuus, generaattorin nopeus ja verkkojännitteen taajuus ovat vakiosuhteessa toisiinsa ja siten tahtikäytössä.

Toimintatila: Katso säädön toimintatila.

Tuotantoteho: Voimalaitoksen tuottama pätöteho tietyllä ajan hetkellä.

Turbiini-generaattori: Turbiinin ja generaattorin yhdistelmä, joka muuttaa turbiinin läpi virtaavan aineen liike-energian sähköenergiaksi.

Tuuliturbiini-generaattori: Voimantuotantoyksikkö, joka muuttaa tuulen liike-energian sähköenergiaksi.

Tuulivoimalaitos: Voimalaitos, jossa on yksi tai useampi tuuliturbiini-generaattori.

Vaatimukset: Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2024.

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

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

YLE: Fingridin yleiset liittymisehdot.

Ylimagnetointirajoitin: Ylimagnetointirajoitin on jännitteensäädön rajoitin, jonka tehtävänä on estää generaattorin ja generaattorimuuntajan ylimagnetointi rajoittamalla magnetointivirtaa (engl. overexcitation limiter).

3 Vaatimusten soveltamisala

Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset koskevat niitä Suomen sähköjärjestelmään kytkettyjä tai kytkettäviä voimalaitoksia, joiden mitoitusteho on vähintään 0,8 kW. Vaatimukset eroavat voimalaitoksen liittämistavan, voimalaitoksen mitoitustehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

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

Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää VJV2024:n mukaiset vaatimukset, mikäli voimalaitoksen liittymissopimus on tehty VJV2024:n vahvistamispäivän jälkeen tai voimalaitoksen sitova hankintasopimus on tehty 1.7.2025 jälkeen. Muussa tapauksessa liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää ne vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa voimalaitoksen liittymissopimusta tehtäessä. Vaatimukset tulee täyttää liittymispisteessä tai vaatimuskohtaisesti erikseen määritetyssä pisteessä.

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

Taulukko 3.1. Voimalaitosten tyyppiluokittelu mitoitus-tehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

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

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

Tahtikonevoimalaitoksen mitoitus-teho on luokiteltava laitteiston koon mukaan, ja siihen tulee sisällyttää kaikki voimalaitoksen osat, jotka tavallisesti käyvät erottamattomasti yhdessä, kuten yhden kombilaitteiston erilliset vaihtosähkögeneraattorit, joita käyttävät erilliset kaasua- ja höyryturbiinit. Laitosta, johon sisältyy useita tällaisia kombilaitteistoja, tulee arvioida yhden kombiyksikön koon eikä laitoksen kokonaiskapasiteetin perusteella.

Suuntaajakytketyn voimalaitoksen mitoitus-teho on luokiteltava liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitokselle sovitun mitoitus-tehon perusteella. Tällainen voimalaitos sisältää yhden tai useita suuntaajakytkettyjä tuotantoyksiköitä, jotka on koottu yhteen yhdeksi taloudelliseksi yksiköksi ja joilla on yksi liittymispiste. Suuntaajakytketyn voimalaitoksen mitoitus-teho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti sähköntuotantolaitteiston suuntaajakytkettyjen yksiköiden yhteenlaskettua nimellistä mitoitus-tehoa pienemmäksi.

Hybridivoimalaitoksen mitoitus-teho on luokiteltava liittymispisteen verkonhaltijan kanssa voimalaitokselle sovitun mitoitus-tehon perusteella. Tällainen voimalaitos koostuu kahdesta tai useammasta laitososioista, joilla on yksi liittymispiste ja joiden liittymispisteeseen syöttämää päätötehoa tai loistehoa ohjaa yhteinen säätäjä. Laitosot voivat olla eri primäärienergianlähteisiin perustuvia suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia, tahtikonevoimalaitoksia tai sähkövarastoja. Hybridivoimalaitoksen suuntaajakytkettyjen laitososioiden mitoitus-teho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti laitteiston suuntaajakytkettyjen yksiköiden yhteenlaskettua nimellistä mitoitus-tehoa pienemmäksi. Tahtikonelaitososioiden mitoitus-teho luokitellaan laitteiston koon mukaan.

Merellä sijaitsevien voimalaitosten, jotka on liitetty sähköjärjestelmään, on täytettävä maalla sijaitsevia voimalaitoksia koskevat vaatimukset, paitsi jos voimalaitoksen liityntä on toteutettu suurjännitteisellä tasasähköyhteydellä. Tällöin liittymisehdot määräytyvät näiden voimalaitoksia koskevien Vaatimuksien ja tasasähköyhteyksille asetettujen liittymisehtojen mukaan.

Energiavarojen osalta nämä vaatimukset koskevat ainoastaan pumppuvoimalaitoksia, muun tyyppiset energiavarastot on rajattu vaatimusten ulkopuolelle, kuten esimerkiksi akkuvarastot.

Teollisuuslaitosten verkkoihin liitettyjen voimalaitosten osalta voimalaitosten omistajilla, teollisuuslaitosten verkonhaltijoilla ja niillä liittymispisteen verkonhaltijoilla, joiden sähköverkko on liitetty teollisuuslaitoksen sähköverkkoon, on oikeus sopia ehdoista, jotka koskevat tällaisten voimalaitosten ja tuotantoprosessit turvaavien kriittisten kuormitusten irtikytkemistä liittymispisteen verkonhaltijan sähköverkosta. Tämän oikeuden käyttöä on koordinoitava Fingridin kanssa.

Teollisuuslaitosten verkkoihin liitettyjen sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten tulee täyttää pätötehon ja taajuuden säätöön liittyvät vaatimukset vain luvun 10.2.3 osalta, mikäli seuraavat kriteerit täyttyvät:

- laitosten pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa lämpöä kyseisen teollisuuslaitoksen tuotantoprosesseihin;
- sähkön ja lämmön tuotanto ovat erottamattomasti sidoksissa toisiinsa, eli muutos lämmöntuotannossa johtaa väistämättä muutokseen pätötehon tuotannossa ja päinvastoin.

Vaatimukset eivät koske erilliskäytössä olevia varavoimalaitoksia, mikäli ne käyvät sähköjärjestelmään kytkettyinä alle 5 minuuttia kalenterikuukaudessa, kun sähköjärjestelmä on normaalitilassa. Varavoimalaitoksen ja sähköjärjestelmän rinnakkaista toimintaa huollon tai käyttöönottokokeiden aikana ei oteta huomioon viiden minuutin määräajassa. Huolloksi katsotaan ajoittaiset toistuvat toimintakokeet, joiden ajankohta on ennalta määrätty (esim. tunnin koekäyttö jokaisen kuukauden ensimmäisenä maanantaina tunnilla 8–9).

Vaatimukset eivät koske synkronikompensaattoreita. Synkronikompensaattoreihin kohdistuvista järjestelmäteknisistä vaatimuksista tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

4 Luottamuksellisuus

Salassapitovelvoitteet on määrätty yksiselitteisesti Euroopan komission asetuksen 2016/631 artiklassa 12 ja niitä velvoitteita sovelletaan kansallisesti näihin Vaatimuksiin:

”12 artikla

Salassapitovelvollisuudet

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

5 Erityistarkasteluvaatimukset

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

Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen seuraavien asioiden osalta:

- alisynkroninen vuorovaikutus,
- geomagneettisesti indusoituvat virrat,
- tehoheilahtelujen vaimentuminen,
- pieni liittymispisteen minimoikosulkuteho,
- suuntaajien vuorovaikutusilmiöt ja
- sähkön laatu.

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

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

6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa kuvataan kaikille tahtikone- ja suuntaajakytketyille voimalaitoksille Vaatimusten todentamisprosessi ja jatkuva seuranta voimalaitosten vaatimustenmukaisuudesta sekä voimalaitosten 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 7–20.

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

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

6.1 Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana

6.1.1 Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

Liittyjällä on vastuu Vaatimusten täyttämistä ja todentamisesta sekä niihin liittyvistä kustannuksista. Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää Vaatimusten mukainen toiminta koko voimalaitoksen käyttöajan ajan.

Liittyjän on ilmoitettava liittymispisteen verkonhaltijalle suunnitelluista koeohjelmista ja menettelyistä, joita noudatetaan sen todentamiseksi, että voimalaitos 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 voimalaitoksen suorituskyvyn.

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

Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi voimalaitosprojektin aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkastaa liittyjän toimittamat tiedot ja arvioida, onko voimalaitos Vaatimusten mukainen, ja ilmoittaa arvioinnin tulos liittyjälle.

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

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

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

Liittymispisteen verkonhaltija voi siirtää vaatimustenmukaisuuden seurannan joko kokonaan tai osittain kolmansien osapuolten tehtäväksi. Tällaisissa tapauksissa liittymispisteen verkonhaltijan on edelleen varmistettava luottamuksellisuuden noudattaminen (luku 4), mukaan lukien salassapitosopimusten tekeminen tehtävien suorittajan kanssa.

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

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

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

6.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

Mikäli Fingrid saa tiedon tai havaitsee voimalaitoksen poikkeavan Vaatimuksista missä tahansa voimalaitosprojektin vaiheessa tai voimalaitoksen normaalin käytön aikana, voi Fingrid vaatia lisäselvitystä ja toimenpiteitä poikkeaman korjaamiseksi. Jos Vaatimuksiin liittyvät voimalaitoksen toiminnan puutteet vaikuttavat sähköjärjestelmän toimintaan, Fingridillä on järjestelmävastaavana oikeus rajoittaa voimalaitoksen toimintaa ja asettaa

voimalaitoksen käyttöön liittyviä ehtoja. Fingridillä on oikeus pitää asetetut rajoitteet voimassa, kunnes voimalaitoksen toiminnassa havaitut puutteet on korjattu ja voimalaitoksen kyky täyttää Vaatimukset on todennettu.

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

6.2 Voimalaitoksen järjestelmätekniisten ominaisuuksien muuttaminen

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

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

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

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

6.3 Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet

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

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

- 1) voimalaitoksen mitoitus-teho tai liittymispisteen jännitetaso ylittää Vaatimuksiin liittyvän, taulukon 3.1 mukaisen tyyppirajan,
- 2) voimalaitoksen rakenne tai toiminnallisuudet muuttuvat siten, että muutos vaikuttaa voimalaitoksen järjestelmätekniisiin ominaisuuksiin ja toiminnallisuuksiin.

6.4 Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

6.4.1 Tyyppin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Kunkin tyyppin A uuden voimalaitoksen liittämistä koskevaan käyttöönottoilmoitusmenettelyyn on sisällyttävä asennusdokumentin toimittaminen.

Liittyjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalta saatuun asennusdokumenttiin merkitään vaaditut tiedot ja se toimitetaan liittymispisteen verkonhaltijalle.

Jokaisesta voimalaitoksesta on toimitettava erillinen asennusdokumentti. Liittyjä voi käyttää vaatimustenmukaisuuden todentamiseen asetuksen (EY) N:o 765/2008 mukaisesti annettuja laitetodistuksia.

Liittymispisteen verkonhaltijan on varmistettava, että kolmannet osapuolet voivat toimittaa vaaditut tiedot liittyjän puolesta.

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

- a) paikka, jossa fyysinen liityntä tehdään;
- b) liittymispäivämäärä;
- c) laitteiston mitoitusteho kilowatteina;
- d) primäärienergiälähteen 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.

Liittyjän on varmistettava, että liittymispisteen verkonhaltijalle ja Energiavirastolle ilmoitetaan voimalaitoksen pysyvästä käytöstä poistamisesta. Liittymispisteen verkonhaltijan on varmistettava, että tällaisen ilmoituksen voivat tehdä kolmannet osapuolet, mukaan luettuina toimitusyhteenliittymät (ts. aggregaattorit).

6.4.2 Tyypin B ja C voimalaitosten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

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

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

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

Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee luvun 7 taulukon Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että voimalaitos täyttää asetetut Vaatimukset.

Jokaisesta voimalaitoksesta on toimitettava erillinen riippumaton voimalaitoksen asiakirja.

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

Liittyjän suoritettua Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet, liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkastaa liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten todentamisesta. Hyväksyttyään täydellisen ja riittävän voimalaitoksen 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.

Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa 7. Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi on määritetty luvussa 9. Vaatimusten todentaminen käyttöönottokokein on määritetty luvuissa 14 ja 19. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvuissa 15 ja 20.

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

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

6.4.3 Tyypin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

6.4.3.1 Todentamisprosessin vaiheistus

Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan tulee suorittaa tyypin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely vaiheittain taulukon 6.1 mukaisesti. Taulukossa 6.1 esitetty menettely on kuvattu yksityiskohtaisesti vaiheittain tämän luvun alaluvuissa. Todentamisprosessin toteutuksesta osana voimalaitosprojektia tulee sopia mahdollisimman aikaisin projektin esisuunnitteluvaiheessa luvussa 6.4.3.2 kuvatulla tavalla. Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen vaihekohtaisesti sekä toimittaa kunkin vaiheen jälkeen vaaditun kytkentä- tai käyttöönottoilmoituksen liittyjälle. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi, mukaan lukien käyttöönottokokeet voimalaitosprojektin aikana, sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille prosessin kunkin vaiheen vahvistamisen jälkeen.

Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa 7. Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi on määritetty luvussa 9. Vaatimusten todentaminen käyttöönottokokein on määritetty luvuissa 14 ja 19. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvuissa 15 ja 20.

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

Taulukko 6.1. Voimalaitoksen Vaatimusten todentamisprosessi, käyttöönottoilmoitusmenettely ja aikatauluvaatimukset tyypin D voimalaitoksille.

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
Vaihe 0 (Esisuunnittelu) <ul style="list-style-type: none"> Erytistarkasteluista sopiminen (luku 5) Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessi ml. todentamistavat ja seuranta Tekniset määritelmät 	Voimalaitoksen toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.	Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä .
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1 (Suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> Suunnittelutiedot Mallinnustiedot Vaaditut laskelmat Projektikohtaiset alustavat asetteluarvot Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa Vaatimustenmukaisuusilmoitus 	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, vähintään 6 kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa, jotta voimalaitoksen väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittaukset. Jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä sekä mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa. Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää voimalaitosta ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen enintään 18 kuukauden ajan.

<p>Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muutokset ja päivitykset vaiheen 1 tietoihin • Käyttöönottokokeiden suunnittelu ja toteutus • Koetulosten raportointi • Mallinnustietojen validointi • Säättäjien ja suojauksen lopulliset asetteluarvot • Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus 	<p>Liittymispisteen verkkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.</p>	<p>Liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma liittymispisteen verkkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin voimalaitos on syöttänyt ensimmäisen kerran päätötehoa sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.</p>
<p>Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toimitettujen tietojen tarkastus • Prosessin hyväksyntä 	<p>Liittyjä on toimittanut vaiheen 2 mukaiset tiedot ja toteuttanut toimenpiteet sekä Liittymispisteen verkkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.</p>	<p>Liittymispisteen verkkonhaltijan tulee tarkastaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittaminen. Liittymispisteen verkkonhaltijan tulee toimittaa lausunto vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen.</p>
<p>FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus</p>	<p>Liittymispisteen verkkonhaltija on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.</p>	<p>Lopullisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää voimalaitosta ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.</p>

6.4.3.2 Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

Liittyjän tulee sopia mahdollisimman varhain – voimalaitosprojektin esisuunnitteluvaiheessa ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista – liittymispisteen verkkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitoksen vaatimustenmukaisuuden todentamisesta osana projektia.

Liittyjän vastuulla on järjestää todentamisprosessia käsittelevä aloituskokous, johon kutsutaan liittymispisteen verkkonhaltija 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 voimalaitoshankkeen aikataulua vasten.

6.4.3.3 Fyysisen liittynän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

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

Kytkentäilmoitus antaa liittäjälle oikeuden kytkeä sähköt hallitsemaansa liittymispisteen takaiseen sähköverkkoon ja siellä sijaitseviin voimalaitoksen apulaitteisiin. Kytkentäilmoitus ei oikeuta pätötehon syöttämiseen liittymispisteeseen.

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

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

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

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

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

Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloaika on 18 kuukautta ja tänä aikana liittjä saa oikeuden käyttää voimalaitostaan ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen.

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

6.4.3.5 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittjä suorittaa voimalaitoksen käyttöönottokokeiden suunnittelun ja toteutuksen sekä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa 7.4 listatut tiedot. Lisäksi vaiheen 1 tietojen mahdolliset muutokset ja päivitykset tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle vaiheessa 2.

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

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

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta 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 voimalaitos on syöttänyt ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään. Mikäli käyttöönottokokeiden suorittaminen mainitussa aikataulussa ei ole perustellusta syystä mahdollista esimerkiksi tuotannon sääriippuvuudesta johtuen, 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.

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

Vaiheessa 3 liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa 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 voimalaitosta sekä tuottamaan sähköä liittymispisteeseen.

6.4.3.7 Rajoitettu käyttöönottoilmoitus (LON)

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

- voimalaitoksella 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 voimalaitoksen 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 voimalaitoksen käytön rajoitetun käyttöönottoilmoituksen voimassaolon päätyttyä, liittynä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

7 Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen

7.1 Tyypin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot

Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tyypin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot, luvun 6.4.1 ohjeistuksen mukaisesti.

7.2 Tyypin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot

Tyypin B voimalaitoksesta on toimitettava taulukon 7.1 mukaiset tiedot. Lisäksi tahtikonevoimalaitoksesta on toimitettava taulukon 7.4 mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä voimalaitostiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina käyttöönottokokeiden jälkeen. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukon 7.1 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että voimalaitos täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Taulukko 7.1. Tyyppin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot.

1 Yleistiedot	Viite
1.1 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
1.2 Rakenne	
Voimalaitoksen tyyppi (esim. tuulivoima, aurinkovoima, biomassa, kaasutus)	
Perustiedot (esim. tuulivoimalaitoksesta tornin korkeus, roottorin halkaisija, suuntaajakäyttö yms.)	
1.3 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
1.4 Tietoliikenneyhteyksien yhteyskaavio (CSA, Common Service Architecture) ja tietoturvasuunnitelma	
2 Muuntajien tekniset tiedot:	
2.1 Voimalaitoksen muuntajien lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensio/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
3 Voimalaitoksen tekniset tiedot:	
3.1 Sähköntuotantoyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
3.4 Sähköntuotantoyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Näennäisteho [MVA], mitoitusteho [MW], maksimiteho [MW], minimiteho [MW], virta [A], jännite [V], taajuus [Hz]	
Tahtikoneista sähköiset parametrit (resistanssit, reaktanssit ja niihin liittyvät aikavakiot) ks. taulukko 7.4	
3.5 Tuotantotehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. tuulen voimakkuus, lämpötila)	
3.6 Mahdollisesti käytössä olevat kompensointi- ja/tai tehokertoimen korjaamisessa käytettävät laitteet	
Lukumäärä, tyyppi, mitoitusarvot (teho, virta, jännite, taajuus)	
Mikäli hyödynnetään yliaaltojen suodatukseen, tiedot rakenteesta ja viritystaajuudesta	
4 Voimalaitoksen ominaisuudet:	
Seuraavat kohdat voidaan korvata esim. valmistajan laitedokumenteilla, IEC61400-21 standardin mukaisella testausdokumentaatiolla tai muulla testausdokumentaatiolla	
4.1 Tiedot voimalaitoksen loistehokapasiteetista ja generaattoreiden PQ-diagrammit	
4.2 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä	
4.3 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylitaajuudella	
4.4 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia jännitehäiriöiden yhteydessä	
4.5 Tiedot voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana	
4.6 Tiedot voimalaitoksen päteohensäätöominaisuuksista	
4.7 Tiedot voimalaitoksen jänniteensäätöominaisuuksista	
5 Voimalaitoksen suojaustiedot:	
5.1 Voimalaitoksen relesuojauskaavio	
5.2 Voimalaitoksen lopulliset relesuojasasettelut	
5.3 Tiedot saarekesuojan toimintaperiaatteesta	
6 Käyttöönottodokumentit:	
6.1 Käyttöönottopöytäkirjat	
6.2 Jänniteensäädön lopulliset asetteluarvot ja toimintatila	
Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat voimalaitoksen täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

7.3 Tyypin C voimalaitoksesta toimitettavat tiedot

Tyypin C voimalaitoksista on toimitettava taulukoiden 7.2 ja 7.3 mukaiset tiedot. Lisäksi tahtikonevoimalaitoksista on toimitettava taulukon 7.4 mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä voimalaitostiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina käyttöönottokokeiden jälkeen. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

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

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että voimalaitos täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

7.4 Tyypin D voimalaitoksesta toimitettavat tiedot

7.4.1 Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu

Liittyjän on toimitettava voimalaitostietoja liittymispisteen verkonhaltijalle tyypin D voimalaitoksista luvussa 6.4.3 määritetyn voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti:

- 1) Todentamisprosessin vaiheessa 1 tulee toimittaa taulukon 7.2 mukaiset tiedot. Lisäksi tahtikonevoimalaitoksista on toimitettava taulukon 7.4 mukaiset tiedot.
- 2) Todentamisprosessin vaiheessa 2 tulee toimittaa taulukon 7.3 mukaiset tiedot.

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

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että voimalaitos täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

7.4.2 Toimitettavat tiedot

Tyypin D voimalaitoksista toimitettavat tiedot on määritetty taulukoissa 7.2 ja 7.3. Taulukossa 7.4 on määritetty tahtikonevoimalaitoksista toimitettavat lisätiedot. Taulukoissa on viitattu joidenkin toimitettavien tietojen kohdalla tämän asiakirjan lukuihin, joissa aihetta ja toimitettavaa tietoa on käsitelty laaja-alaisemmin.

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

Vaihe 1 (Suunnittelu)		Viite
1	Yleistiedot	
1.1	Hankkeen nimi ja yhteystiedot, liittymispiste, liittymispisteen verkonhaltija ja yhteystiedot	
1.2	Sähköpääkaavio (single line diagram) Voimalaitoksen keskeisimmät komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit	
1.3	Tyypitiedot Voimalaitoksen tuotantotyyppi ja polttoaine (esim. tuulivoima, vesivoima, lauhdevoima [kivihiili]) Perustiedot (esim. tuulivoimalaitoksesta tornin korkeus, roottorin halkaisija, suuntaajakäyttö yms.)	
1.4	Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
1.5	Tietoliikenneyhteyksien yhteyskaavio (CSA, Common Service Architecture) ja tietoturvasuunnitelma (luku 10.3.7)	
2	Tekniset tiedot	
2.1	Sähköntuotantoyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyypitiedot	
2.2	Sähköntuotantoyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet Tuotantoyksiköiden näennäisteho [MVA], mitoitusteho [MW], minimiteho [MW], virta [A], jännite [V], taajuus [Hz] Tahtikoneista taulukon 7.4 mukaiset tiedot Vesivoimalaitoksista vesiaikavakio (T_w)	
2.3	Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensio/toisio], oikosulkuiмпedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.4	Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet Soveltuvin osin vastaavat tiedot kuin sähköntuotantoyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
3	Jännite-taajuus toiminta-alue	
3.1	Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.2	Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylitaajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.3	Tiedot voimalaitoksen taajuuden muutosnopeuden sietokyvystä (luku 10.2.2)	
4	Lähivika- ja ylijännitekestoisuus	
4.1	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3)	
4.2	Tiedot voimalaitoksen toiminnasta lyhytaikaisen ylijännitteen aikana (luku 10.3.3)	
4.3	Tiedot suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisivirran syötöstä (luku 18.1.2)	
4.4	Tiedot pätohtehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.4)	
5	Pätohtehon ja taajuuden säätö	
5.1	Dokumentaatio ja kuvaus pätohtehon ja taajuuden säädöstä (luku 11 tai 16) Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista. Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkoavioesitys säädön toteutuksesta (esim. IEEE PES-TR1 mukaan).	
5.2	Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
6	Omakäyttö ja tuotantotehon muutokset	
6.1	Tiedot voimalaitoksen toiminnasta omakäytöllä (luku 11.3.5) Voimalaitoksen omakäyttötehon suuruus, toiminta-aika omakäytöllä, mahdolliset viiveet omakäytölle siirtymisen ja verkkoon tahdistumisen suhteen sekä omakäytölle siirtymisen rajoitteet	
6.2	Tuotantotehon muutokset Tuotantotehon muutokset taajuus- ja jännitevaihteluiden yhteydessä Tuotantotehon riippuvuus käyttöolosuhteista (esim. lämpötila, tuulen nopeus) Tuotantotehon alasarjoon johtavat käyttöolosuhteet (esim. maksituulennopeuden raja-arvo) Tuotantotehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	

Taulukko 7.2 jatkuu.

7	Voimalaitoksen loistehokapasiteetti	
7.1	Loistehokapasiteetilaskelma (luku 12.2.4 tai 17.2.4)	
7.2	PQ-diagrammit	
	Voimantuotantoyksiköiden tai generaattoreiden PQ-diagrammit sekä tiedot niiden jännite-taajuusriippuvuudesta. PQ-diagrammeihin tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetellut.	
7.3	Muut loistehoon vaikuttavat komponentit	
	Loistehoa tuottavat (esim. kondensaattori tai STATCOM) ja kuluttavat komponentit sekä niiden toiminta komponentteihin vaikuttavien suureiden (esim. jännite, pätöteho) funktiona	
8	Jännitteen ja loistehon säätö	
8.1	Dokumentaatio ja kuvaus jännitteen ja loistehon säädöstä (luku 13 tai 18)	
	Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
	Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohko-kaavioesitys säädön toteutuksesta (esim. IEEE 421.5 mukaan).	
8.2	Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
8.3	Jännitteensäädön suorituskyky-laskelma (luku 13.2.3 tai 18.2.2.1)	
9	Voimalaitoksen suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun	
9.1	Suojausasettelut (luku 10.3.5)	
	Tiedot generaattoreiden ja laitostason relesuojauskaaviosta ja kuvattujen suojien asetteluista. Tiedot on toimitettava suojista, jotka johtavat generaattorin/laitoksen verkosta irtoamiseen sekä suojista, joiden toiminta johtaa generaattorin/voimalaitoksen pätötehon, loistehon tai jännitteen rajoittamiseen tai automaattiseen muuttamiseen.	
9.2	Voimalaitoksen vaikutus sähkön laatuun (luku 10.4.5)	
	Kuvaus voimalaitoksen verkkoonliittymisen aiheuttamasta sähkön laadun muutoksesta sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit (esim. IEC61400-21) mukaan.	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot	
	Projektiikohtaiset dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskentamallit Vaatimusten mukaisesti (luku 15 tai 20)	
11	Reaaliaikaiset mittaustiedot ja instrumentointi	
11.1	Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa ja todennus (luku 9.3 ja 10.4.1)	
11.2	Tallentimien tekniset tiedot ja asetellut (luku 9.4 tai 9.5)	
12	Erityistarkasteluvaatimukset	
	Vaadittavat erityistarkastelut Vaatimuksiin liittyen (luku 5)	
13	Voimalaitosprojektin aikataulu ja käyttöönotto	
	Voimalaitoshankkeen aikataulu ja Vaatimuksiin liittyvien käyttöönottokokeiden suunniteltu ajankohta. Myös mahdolliset optiot projektin laajentumiselle ja jo tiedossa olevat tulevaisuuden laajennussuunnitelmat tulee ilmoittaa.	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat voimalaitoksen täyttävän sille asetetut Vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvitys:	

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

Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)		Viite
1	Muutokset ja täsmennykset	
	Muutokset ja täsmennykset todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettuihin tietoihin	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot	
2.1	Käyttöönotto-ohjelma (luku 14.3.1 tai 19.3.1)	
	Yksityiskohtainen käyttöönotto-ohjelma, voimalaitostoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Vaatimusten todentamiseksi tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kk ennen kokeiden aloittamista.	
2.2	Käyttöönoton aikataulu (luku 14.3.1 tai 19.3.1)	
	Käyttöönoton aikataulu, myöhemmät muutokset käyttöönoton aikatauluun tulee koordinoida liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.	
2.3	Mittausjärjestelyt (luku 14.3.1 tai 19.3.1)	
	Suunnitelma vaatimuksiin liittyvien kokeiden mittauksien toteuttamisesta. Tiedot sekä kiinteästi asennettavista että vain käyttöönottokokeiden aikana käytössä olevista mittalaitteista.	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset	
3.1	Käyttöönottoraportti vaatimuksiin liittyvistä kokeista (luku 14.3.3 tai 19.3.3)	
3.2	Käyttöönottokokeiden keskeiset tulokset numeerisessa muodossa (taulukko 15.2 tai 20.2)	
4	Todennetut mallinnustiedot	
	Validoidut dynaamisen toiminnan mallintamiseen tarvittavat tiedot tai laskenmallit (luku 15 tai 20)	
5	Säätäjien lopulliset asetteluarvot	
	Voimalaitoksen/generaattoreiden pätehon ja taajuuden säätäjien sekä jännitteen ja loistehon säätäjien lopulliset asetteluarvot.	
6	Suojauksen lopulliset asetteluarvot	
	Voimalaitoksen/generaattoreiden ja voimalaitosliittynän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
	Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
	Liittyjän edustaja vahvistaa allekirjoituksellaan, että tämän taulukon viitetietojen osoittamat dokumentit todentavat voimalaitoksen täyttävän sille asetetut vaatimukset. Paikka, aika, allekirjoitus ja nimenselvennys:	

Taulukko 7.4. Tahtikonevoimalaitoksen generaattoreista toimitettavat tiedot.

1 Mitoitusarvot	
1.1	Mitoitusjännite U_r [kV]
1.2	Jännitealue [p.u.]
1.3	Näennäisteho S_r [MVA]
1.4	Mitoitusteho P_{max} [MW]
1.5	Mitoitusvirta I_r [A]
1.6	Mitoitustehokerroin $\cos \phi_r$
1.7	Mitoituspyörimisnopeus n [1/min]
1.8	Mitoitusmagnetointijännite U_e [V]
1.9	Mitoitusmagnetointivirta I_f [A]
2 Impedanssit	
2.1	Staattori-resistanssi R [p.u.]
2.2	Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d [p.u.]
2.3	Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d (kyllästynyt) [p.u.]
2.4	Poikittainen tahtireaktanssi X_q [p.u.]
2.5	Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d' [p.u.]
2.6	Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d' (kyllästynyt) [p.u.]
2.7	Poikittainen muutosreaktanssi X_q' [p.u.]
2.8	Pitkittäinen alkureaktanssi X_d'' [p.u.]
2.9	Poikittainen alkureaktanssi X_q'' [p.u.]
2.10	Staattorin hajareaktanssi X_1 [p.u.]
2.11	Nollareaktanssi X_0 [p.u.]
2.12	Vastareaktanssi X_2 [p.u.]
3 Aikavakiot	
3.1	Tasakomponentin aikavakio T_a [s]
3.2	Pitkittäinen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{d0}' [s]
3.3	Poikittainen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{q0}' [s]
3.4	Pitkittäinen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{d0}'' [s]
3.5	Poikittainen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{q0}'' [s]
3.6	Pitkittäinen muutosaikavakio T_d' [s]
3.7	Poikittainen muutosaikavakio T_q' [s]
3.8	Pitkittäinen alkuaikavakio T_d'' [s]
3.9	Poikittainen alkuaikavakio T_q'' [s]
4 Mekaaniset parametrit	
4.1	Hitausvakio (turpiini, generaattori ja muut pyörivät komponentit) H [s]
4.2	Generaattorin hitausmomentti J_g [kgm ²]
4.3	Kunkin turpiinin hitausmomentti $J_{t1}, J_{t2}, J_{t3}, \dots$ [kgm ²]
4.4	Magnetointikoneen (jos käytössä) hitausmomentti J_{exc} [kgm ²]
4.5	Edellä annettujen turpiinigenaattorien osien väliset jousivakiot $K_{t1_t2}, K_{t2_t3}, \dots, K_{tx_g}, K_{g_exc}$ [Nm/Rad]

7.5 Tyypin B, C tai D voimalaitoksen tyypin- ja tehdaskokeiden tiedot

Mikäli tyypin B, C tai D voimalaitoksen 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 voimalaitoksen 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.

8 Poikkeukset vaatimuksista

Poikkeamamenettely on määrätty yksiselitteisesti Euroopan komission asetuksen 2016/631 artiklassa 60. Kuvattua menettelyä sovelletaan kansallisesti näihin Vaatimuksiin.

Asetuksen 2016/631 artiklan 62 (5) mukaisesti tyyppin C ja D voimalaitosten poikkeamien osalta Fingridin on arvioitava poikkeamaa. Fingrid arvioi poikkeamapyyntöä seuraavien kriteerien perusteella:

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

9 Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi

9.1 Tyypin A voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Tyypin A voimalaitokselta ei vaadita reaaliaikaista mittausta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittelee ilmoitusmenettelyn ennen voimalaitoksen kytkemistä.

9.2 Tyypin B voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

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

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

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

Mittaustiedot toimitetaan ensisijaisesti nettomittauksena¹⁾. Tiedot voidaan erikseen sovittaessa toimittaa tuottajakohtaisena summana, mikäli voimalaitoskohtaisia tietoja ei pystytä toimittamaan. Tällöin tuulivoimatuotanto ja aurinkovoimatuotanto toimitetaan muusta tuotannosta erillisenä.

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

Voimalaitoksen ohjaukseen ja kaukokäyttöön liittyvän tiedonvaihdon vaatimukset on esitetty luvussa 10.3.1.

Tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatiedonvaihdon sovellusohjeessa.

9.3 Tyypin C ja D voimalaitosten reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen reaaliaikaiset pätö- ja loistehomittaukset sekä kytkinlaitteiden tilatiedot. Mittaustiedot toimitetaan ensisijaisesti nettomittauksena¹⁾. Lisäksi liittyjän on toimitettava jännitemittaustieto siitä jännitteestä, jonka mukaan voimalaitos säätää jännitettä toimiessaan vakiojännitesäädöllä.

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

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

¹⁾ Voimalaitoksen nettomittaus tarkoittaa lukemaa, joka saadaan, kun voimalaitoksen bruttotuotannosta vähennetään kyseisen voimalaitoksen omakäyttö.

Ennen kuin voimalaitos aloittaa pätötehon syöttämisen sähköjärjestelmään, liittyjän tulee ilmoittaa asiasta sekä liittymispisteen verkonhaltijalle että Fingridin Kantaverkkokeskukseen.

Voimalaitoksen ohjaukseen ja kaukokäyttöön liittyvän tiedonvaihdon vaatimukset on esitetty luvussa 10.4.1.

Tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatieonvaihdon sovellusohjeessa.

9.4 Tyypin C voimalaitosten instrumentointi

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

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Häiriötallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaiheittain. Häiriötallentimen tulee liipaista, kun:
 - suojarele toimii (laukaisu)
 - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
2. Heilahtelutallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja virrat RMS-arvoina vaiheittain, sekä tallentaa jännitteiden ja virtojen vaihekulmat. Jos vaihekulmia ei tallenneta, tulee tallentaa generaattorin pätö- ja loisteho. Lisäksi tulee tallentaa taajuus. Heilahtelutallentimen tulee liipaista, kun:
 - suojarele toimii (havahtuminen)
 - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
 - taajuus alittaa 49,80 Hz tai ylittää 50,20 Hz
3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot
4. Kohtien 1 ja 2 mittaukset voidaan toteuttaa tahtikonevoimalaitoksissa generaattorin liitinsuureista.
5. Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.

6. Heilahtelutallentimen näytteenottotaajuuden tulee olla korkea (1 kHz) ja tallennustaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
7. Molemmissa tallentimissa pitää ottaa talteen näytettä jo ennen liipaisuhetkeä. Liipaisun tapahtuessa hetkellä 0 s tulee tallentimien tallentaa hetki ennen vikaa (engl. pre-fault) ja loput vian jälkeen (engl. post-fault). Nämä (pre- / post-fault) ajat ovat:
 - häiriötallentimelle ennen vikaa 0,5–1 s, vian jälkeen yli 2 s
 - heilahtelutallentimelle ennen vikaa 1–5 s, vian jälkeen yli 15 s
8. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittyjälle.
9. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa muistikapasiteetilla, jolla varmistetaan häiriötallenteiden saatavuus vähintään seitsemän päivää tallennetun tapahtuman jälkeen. Vaatimuksen katsotaan täyttyvän tallennuksen kattaessa vähintään 20 viimeistä tallennettua tapahtumaa.

9.5 Tyypin D voimalaitosten instrumentointi

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

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen jännitteet ja virrat hetkellisarvoina vaiheittain.
2. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen pätö- ja loisteho sekä taajuus. Teho- ja taajuusmittausten tallennustaajuuden tulee olla vähintään 50 Hz.
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. Tallentimen aika tulee synkronoida ulkoisen aikapalvelimen (esim. voimalaitoksen automaatiojärjestelmä tai GNSS-järjestelmä) kanssa.
6. Tallennusjärjestelmä tulee toteuttaa siten, että voimalaitoksen käytöstä vastaavalla toimijalla on alle tunnissa pääsy tallentimen mittauksiin ja

liittymispisteen verkonhaltija sekä Fingrid saavat tallenteet käyttöönsä viimeistään kahdeksan tunnin kuluessa niiden pyytämisestä.

7. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa vähintään 30 päivää kattavalla muistikapasiteetilla. Tallennus voidaan toteuttaa sovelluspohjaisella ratkaisulla, jossa mittaustiedot siirretään voimalaitoksen ulkopuoliseen tietovarastoon huomioiden kuitenkin tallennuksen jatkuvuus esim. tietoliikennehäiriöissä.

Alle 100 MW tahtikonevoimalaitoksilla jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä voidaan korvata luvun 9.4 mukaisilla häiriö- ja heilahtelutallentimilla.

Vaikka jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä toimii voimalaitoksen ensisijaisena häiriötallentimena, Fingrid suosittelee voimalaitoksen suojareiden häiriötallenninominaisuuksien käyttöönottoa ja tallenteiden saattamista voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan saataville.

10 Yleiset vaatimukset

10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

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

Suomen kantaverkon nimellisjännitteet ovat 110 kV, 220 kV ja 400 kV. Liitynnän suunnittelun lähtökohtana käytettävät kantaverkon 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 voimalaitoksen yleiset vaatimukset

10.2.1 Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue

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

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

Voimalaitoksen toimintakykyä sille teknisesti mahdollisella taajuus- ja jännitealueella ei saa rajoittaa ilman teknisesti perusteltua syytä. Tämä tulee huomioida erityisesti suojausasetteluissa. Hybridivoimalaitoksen yksittäisen laitososion irtikytkäytyminen sähköverkosta käyttötoimenpiteen tai häiriön seurauksena ei saa johtaa muiden laitososioiden suunnittelemaan irtikytkäytymiseen.

10.2.2 Taajuuden muutosnopeuden sietokyky

Voimalaitoksen tulee kyetä jatkamaa toimintaansa normaalisti taajuuden muutosnopeuden ollessa alle 2,0 Hz/s.

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

10.2.3 Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)

Voimalaitoksen tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz (ks. kuva 10.1), mikäli primäärienergian saatavuus ei aseta rajoitteita.

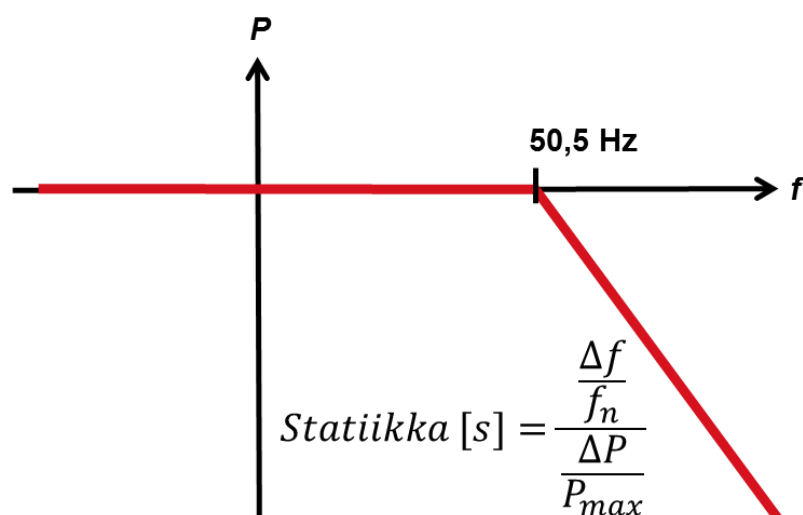
Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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

Kun voimalaitos saavuttaa pienimmän mahdollisen säätötason, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla. Pienin säätötaso on minimiteho, mikäli primäärienergian saatavuus ei aseta rajoitteita. Pätötehon alassäätö ei saa johtaa suuntaajaketyn voimalaitoksen tai sen yksittäisten suuntaajakettyjen yksiköiden irtikykytymiseen.

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

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



Kuva 10.1. Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilassa voimalaitoksen tulee kyetä pienentämään pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus ylittää 50,5 Hz. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on voimalaitoksen pätöteho, P_{\max} on voimalaitoksen mitoitusteho.

10.2.4 Pätötehonsäätö

Voimalaitoksen tulee kyetä ylläpitämään tavoitearvon mukaista pätötehoa taajuuden muutoksista riippumatta, paitsi silloin kun jokin taajuussäädön toimintatila on aktiivinen. Mikäli primäärienergiantuotanto (esim. tuulen voimakkuus) heikkenee nopeasti, ei pätötehoa tarvitse ylläpitää erillisellä energiavarastolla.

10.2.5 Pätötehotuotannon sallittu alentaminen

Voimalaitos saa alentaa pätötehotuotantoaan lineaarisesti 10 % jokaista 1 Hz:n taajuusmuutosta kohden, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49 Hz.

Pätötehon aleneman oletetaan tapahtuvan ympäristöolosuhteissa, joissa voimalaitos kykenee tuottamaan mitoitustehonsa.

10.2.6 Etäohjausvalmius

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

10.2.7 Autonominen kytkeytyminen

Autonomisella kytkeytymisellä tarkoitetaan voimalaitoksen itsenäisesti suorittamaa, automatisoidun sekvenssin ohjaamaa kytkeytymistä verkkoon ja tehon siirron aloittamista. Autonomisesta kytkeytymisestä sovitaan aina erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Voimalaitos saa kytkeytyä autonomisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

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

10.2.8 Suojaus

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

Liittyjän vastuulla on määrittää voimalaitoksen ja voimalaitosliitynnän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

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

Saarekekäytön estämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

10.2.9 Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä

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

10.3 Tyypin B voimalaitoksen yleiset vaatimukset

Tyypin B voimalaitosta koskevat samat yleiset vaatimukset (luku 10.2) kuin tyypin A voimalaitosta, lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luku 10.2.6). Sen lisäksi tyypin B voimalaitoksen tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

10.3.1 Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö

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

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

Liittymispisteen verkonhaltijan ohjauskyvyn osalta vähimmäisvaatimuksena on varustaa voimalaitos väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotannolle voidaan antaa ohjearvo pätötehon alentamiseksi ohjearvon mukaan. Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöönotosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

10.3.2 Lähivikakestoisuus

Voimalaitoksen tulee pystyä jatkamaan toimintaansa syvän jännitekuopan aiheuttavien sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen:

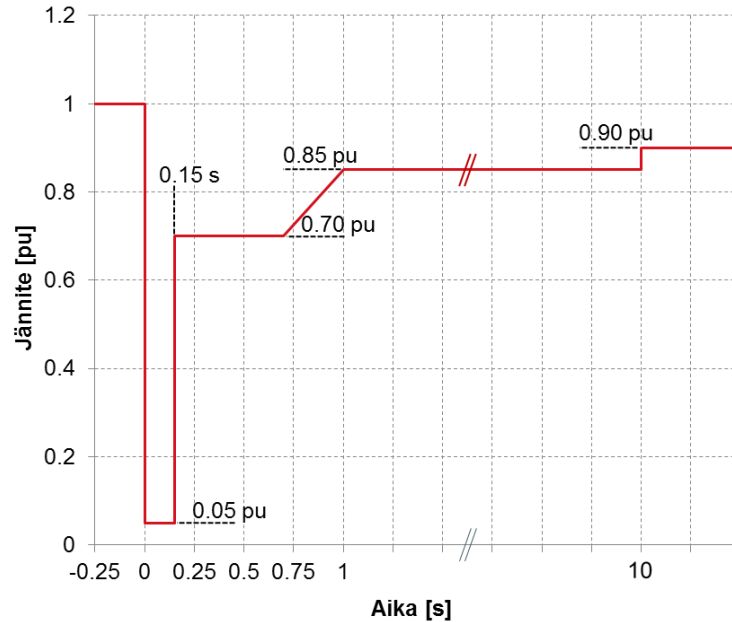
- *Tahtikonevoimalaitos* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.2 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta ja menettämättä tahtikäyttöään. Tahtikoneen navan hetkellinen luiskahdus (engl. pole slipping) ei ole sallittu.
- *Suuntaajakytketty voimalaitos* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.3 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

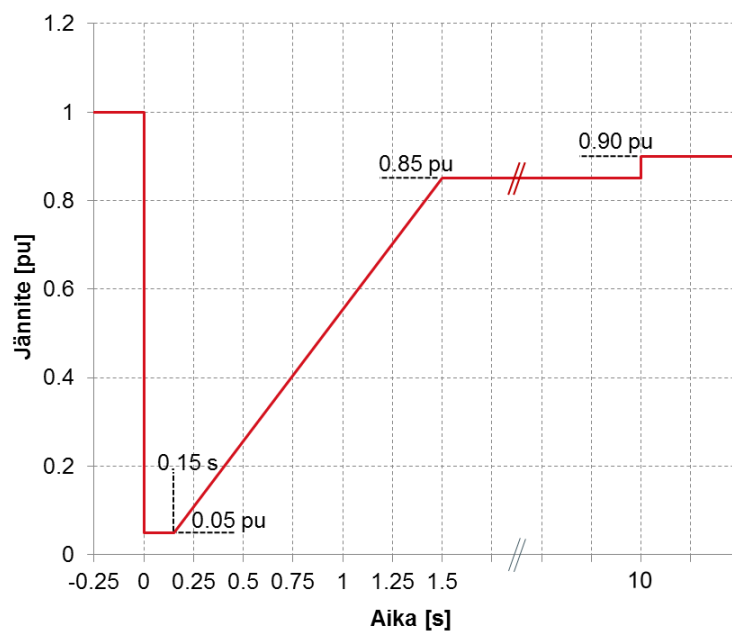
Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.2. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B ja C tahtikonevoimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,05 pu 150 millisekunnin ajan.



Kuva 10.3. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B ja C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,05 pu 150 millisekunnin ajan.

Voimalaitos ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena. Irtikytketyminen on sallittu ainoastaan tällaisessa tapauksessa, mikäli

voimalaitoksen transienttikulmastabiilius vaarantuu tai jarrutusenergian kestoisuus ylittää mitoitusarvon.

Pätötehon syöttöä sähköverkkoon jännitehäiriöiden aikana ja jälkeen ei saa tarpeettomasti rajoittaa.

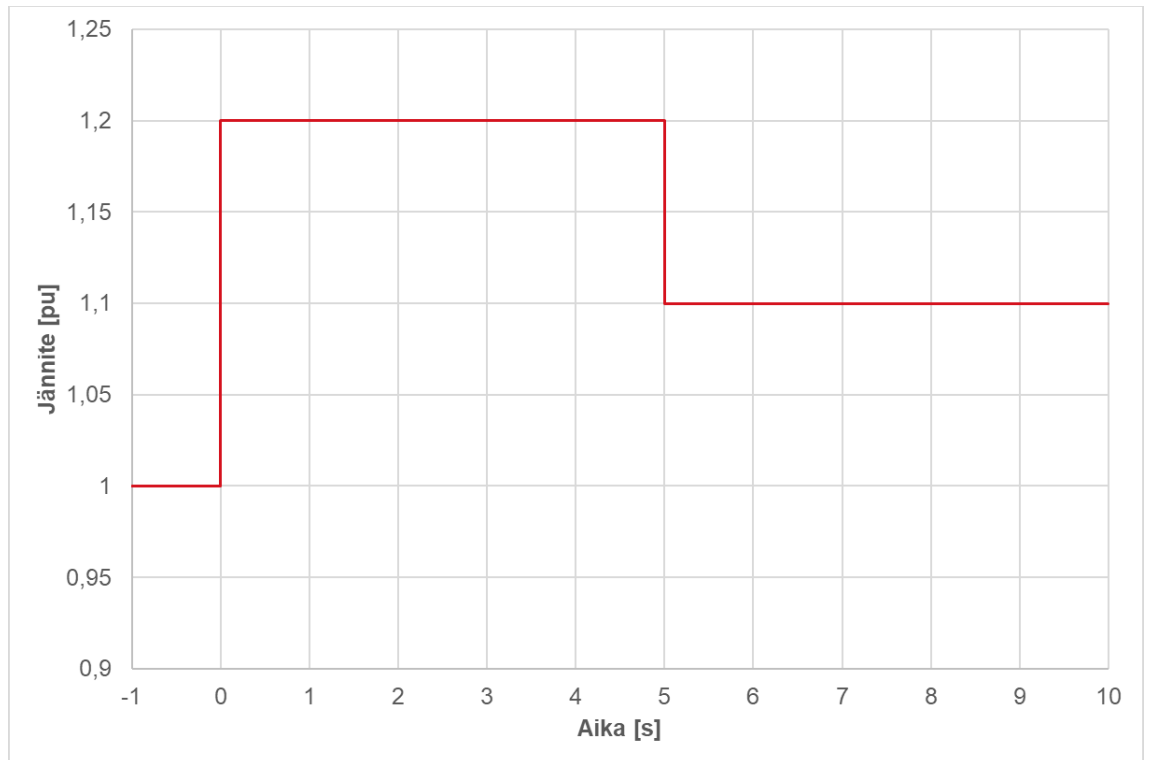
10.3.3 Ylijännitekestoisuus

Voimalaitoksen tulee pystyä jatkamaan toimintaansa irtoamatta verkosta liittymispisteessä esiintyvän kuvan 10.4 mukaisen lyhytaikaisen käyttötaajuuden, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävän ylijännitteen aikana ja sen jälkeen.

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

Ylijännitekestoisuusvaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen ylijännitettä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on normaali käyttöjännite eli 1,0 pu.
- Ennen ylijännitettä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen ylijännitettä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen vikaa sekä sen jälkeen.
- Liittymispisteen verkonhaltija määrittelee jännitteen suuruuden kuvassa 10.4 esitetyn aikaskaalan ulkopuolella.



Kuva 10.4. Lyhytaikaista ylijännitettä vastaava liittymispisteen pääjännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin B, C ja D voimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on liittymispisteen normaali käyttöjännite ennen häiriötä.

10.3.4 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku 10.3.2 tai 10.5.2) voimalaitoksen tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso kolmen sekunnin kuluessa häiriön alkamisesta. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho on vikaa edeltävällä tasolla (toleranssi ± 5 % asetusravosta). Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.

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

10.3.5 Suojaus

Suojasasettelujen tulee olla sellaiset, että voimalaitos pysyy verkossa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana niin kauan kuin se on voimalaitoksen teknologian ja toiminnallisen turvallisuuden sallimissa rajoissa mahdollista.

Liittyjä vastaa siitä, että voimalaitoksen suojauksen suunnittelussa otetaan huomioon sähköjärjestelmässä tapahtuvien häiriöiden ja vikojen aiheuttama lyhytaikaiset

voimakkaat muutokset sähköverkon jännitteissä, virroissa ja taajuudessa sekä voimajohtojen käytön palautuksessa yleisesti käytettävät pika- ja aikajälleenkytkennät. Asettelujen tulee perustua laitteiden kykyyn kestää voimakkaita vaihteluita järjestelmän taajuudessa ja liittymispisteen jännitteessä. Voimalaitoksen suojaus ei saa olla ristiriidassa Vaatimusten kanssa.

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

1. sähköverkon ja voimalaitoksen suojaus,
2. synteettinen inertia (jos vaadittu),
3. pätötehon ja taajuuden säätö,
4. tehon rajoittaminen,
5. tehon muutosnopeuden rajoittaminen.

10.3.6 Tietoliikenne ja tietoturva

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

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

10.4 Tyypin C voimalaitoksen yleiset vaatimukset

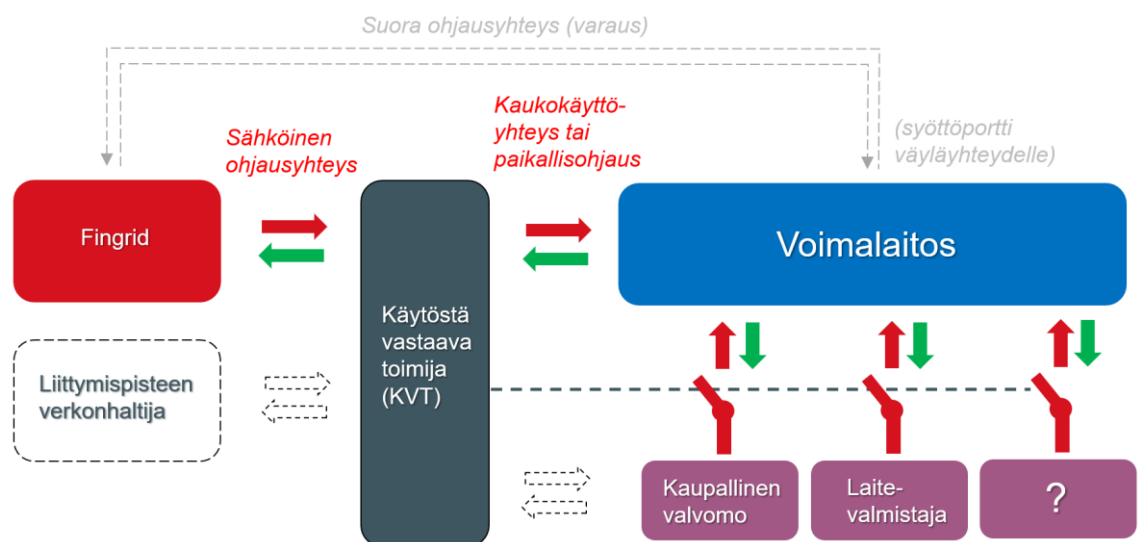
Tyypin C voimalaitosta koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A ja B voimalaitoksia (luvut 10.2 ja 10.3), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.6 ja 10.3.1) ja autonomista kytkeytymistä (luku 10.2.7). Sen lisäksi tyypin C voimalaitoksen tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

10.4.1 Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö

Voimalaitoksella on oltava yksi Liittyjän nimeämä voimalaitoksen käytöstä vastaava toimija (lyh. KVT), jolla on joka hetki tieto voimalaitoksen toimintatilasta, oikeus ja mahdollisuudet ohjata voimalaitosta ja muuttaa sen toimintapistettä ja säätötilaa sekä valtuuttaa tai rajoittaa mahdollisia voimalaitoksen ulkopuolelta annettavia ohjauksia. Käytöstä vastaava toimija voi ohjata voimalaitosta kaukokäytöllä tai paikallisesti. Mikäli ensisijaisena ohjaustapana on kaukokäyttö, tulee käytöstä vastaavalla toimijalla olla ohjauspaikallaan saatavilla voimalaitoksen etäohjaamiseen ja -valvontaan tarvittavat ohjaukset ja mittaukset.

Voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on muutettava voimalaitoksen säätöjen toimintatilaa tai asetteluarvoa voimalaitosteknologian 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 10.5.



Kuva 10.5. Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö. Voimalaitoksen käytöstä vastaava toimija operoi voimalaitosta. Fingrid voi antaa voimalaitoksen käytöstä vastaavalle toimijalle ohjauspyyntöjä (punaiset nuolet) sekä vastaanottaa tilatietoja (vihreät nuolet) sähköisellä ohjausyhteydellä. Erillisen, suoran Fingridin ja voimalaitoksen välisen ohjausyhteyden toteuttamisesta päätetään erikseen. Käytöstä vastaavalla toimijalla voi lisäksi olla sähköinen ohjausyhteys (katkoviivanuolet vasemmalla) tai muuta tiedonvaihtoa mahdollisen liittymispisteen verkonhaltijan (esim. jakeluverkkoyhtiö) tai muiden voimalaitosta mahdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet oikealla). Käytöstä vastaavalla toimijalla on mahdollisuus oikeuttaa ja rajoittaa muiden toimijoiden ohjauskykyä.

10.4.1.1 Fingridin sähköinen ohjausyhteys

Fingridin sähköisellä ohjausyhteydellä (ks. kuva 10.5) tarkoitetaan Fingridin ja voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedonvaihtoa, jonka toteuttamisesta Liittyjä vastaa. Sähköisen ohjausyhteyden tarkoituksena on tukea sähköjärjestelmän käyttövarmuutta mahdollistamalla Fingridille järjestelmävastaavana voimalaitosten toiminnan koordinointi poikkeustilanteissa.

Voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on kyettävä sähköisen ohjausyhteyden välityksellä

- vastaanottamaan ja toteuttamaan taulukon 10.1 mukaiset Fingridin lähettämät ohjauspyynnöt sekä
- keräämään ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille.

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

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

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

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

n:o	Ohjauspyyntö	Vastaanotettava tieto	Tahtikonevoimalaitos	Suuntaajakytketty voimalaitos
1	Pätötehon maksimiarvo	$P_{\min}-P_{\max}$	X	X
2	Pätötehon asetusarvo	$P_{\min}-P_{\max}$	X	X
3	Pätötehon asetusarvon mukaista tehoa pyydetty	kyllä/ei (aktivoi yo. pätötehon asetusarvopyynnön)	X	X
4	Pätötehon muutosnopeuden maksimiarvo asetusarvon muutoksissa	$0,1 \times P_{\max}/\text{min}$ –rajoittamaton, ks. luku 16.3.5		X
5	Pätötehon nopea alassäätö 100→20 % / 5 s	Päälle / pois ks. luku 16.3.6		X
6	Jännitteen- ja loistehonsäädön toimintatila	jännitteensäätö / vakioloistehosäätö / vakiotehokerroinsäätö		X
7	Vakioloistehosäädön asetusarvo	$Q_{\min}-Q_{\max}$ (suurin induktiivinen loisteho – suurin kapasitiivinen loisteho).	X	X
8	Jännitteen asetusarvo	105–123 kV / 215–245 kV / 395–420 kV. Asettelualueen ylittävät asetteluarvot tulee estää. Tahtikoneiden osalta tulee sopia liitinjännitesäätöä vastaavat asetusarvot.	X	X
9	Vakiotehokerroinsäädön asetusarvo	$0,95_{\text{kap}}-0,95_{\text{ind}}$, ks. luku 18.2.4		X
10	Jännitteensäädön asetteluryhmä*	asetteluryhmän vaihto kahden etukäteen määritellyn parametroidin välillä (asettelu 1 / asettelu 2), ks. luku 18.2.2		X
11	Jännitteensäädön statiikan asetusarvo*	2...7%, ks. luku 18.2.2		X

12	Taajuussäädön ohjaus taajuusalueittain	päälle/pois	X	X
13	Taajuussäädön statiikka taajuusalueittain	Selitetty luvussa 16.3.3.3		X
14	Taajuussäädön tehoalue	Selitetty luvussa 16.3.3.3		X
15	Käytönpalautuksen tila	Normaalitila / hälytystila / häiriötila / suurhäiriötila / palautustila. Tilatieto on informatiivinen ja sitä voidaan käyttää Liittyjän tai Liittymispisteen verkonhaltijan kanssa erikseen sovittavien ohjausten toteuttamisessa.	X	X

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

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

n:o	Tilatieto	Lähetettävä tieto	Tahtikone-voimalaitos	Suuntaaja-kytketty voimalaitos
1	Kuittaus Taulukon 10.1 ohjausten vastaanotosta		X	X
2	Taulukon 10.1 ohjauksia vastaava tilatieto / lukuarvo		X	X
3	Voimalaitoksen käytettävissä oleva pätötehokapasiteetti	MW	X	X
4	Voimalaitoksen käytettävissä oleva loistehokapasiteetti*	Mvar, erikseen induktiivinen ja kapasitiivinen kapasiteetti.	X	X
5	Voimalaitoksen ja käytöstä vastaavan toimijan välisen kaukokäyttöyhteyden käytettävyystieto	on/ei	X	X

*) Loistehokapasiteetti voidaan antaa voimalaitoksen pätötehotasoon perustuvana suuntaa-antavana arviona, jonka tarkkuuden on oltava vähintään $\pm 15\% \times Q_n$.

10.4.1.2 Fingridin suora ohjausyhteys

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

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

10.4.1.3 Liittymispisteen verkonhaltijan ohjausyhteydet

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

10.4.1.4 Voimalaitosten kaukokäyttöön liittyvät muut vaatimukset

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

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

- voimalaitoksen ja käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikan välisen kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä sekä
- voimalaitoksen yksittäisten tuotantoyksiköiden ohjattavuuteen liittyvästä epäkäytettävyydestä.

Mikäli voimalaitoksen tuotantoyksiköiden ohjattavuus menetetään, tulee voimalaitoksen tuotantoyksikön jatkaa toimintaansa ennen ohjauksen menetystä voimassa olleiden ohjearvojen mukaisesti, ellei poikkeavasta menettelystä, kuten tuotannon automaattisesta pysäyttämisestä ole erikseen sovittu liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Mikäli ohjattavuutta ei saada palautettua kahden tunnin kuluessa ohjattavuuden menetyksestä, pitää voimalaitos miehittää viipymättä tai kytkeä osittain tai kokonaan irti verkosta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin vaatiessa.

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

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

10.4.2 Autonominen kytkeytyminen

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

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

Voimajärjestelmän tila saattaa estää autonomisen kytkeytymisen tai vaatia sen tekemistä normaalista käyttötilanteesta poikkeavin laiteasetteluin. Voimalaitoksen on kyettävä vastaanottamaan tieto autonomisen kytkeytymisen estosta ja käytettävistä ennalta sovituista asetteluista. Fingrid antaa tiedon voimajärjestelmän tilasta sähköisenä ohjauksena luvun 10.4.1 signaalia ”käytönpalautuksen tila” käyttäen.

10.4.3 Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

Voimalaitoksen tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz, ks. kuva 10.6

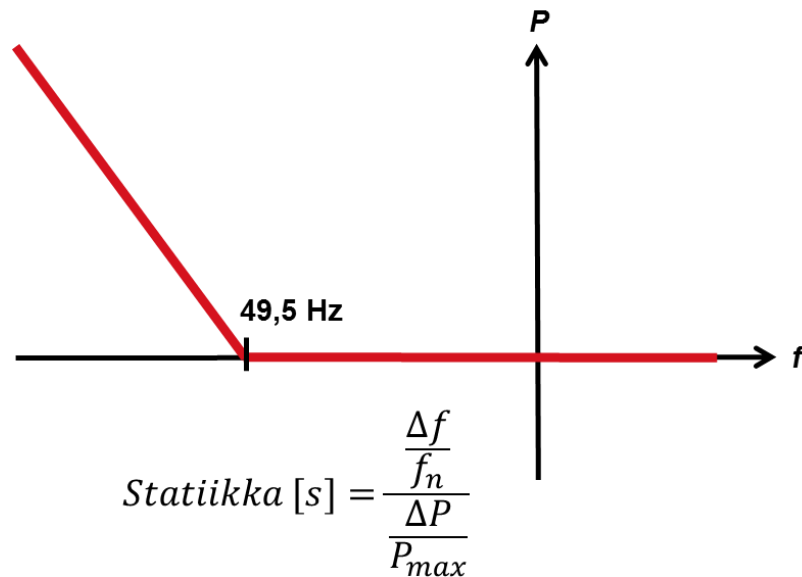
Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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

Kun voimalaitos saavuttaa suurimman mahdollisen säätötason, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla. Suurin säätötaso on mitoitusteho, mikäli primäärienergian saatavuus, ympäristön lämpötila tai verkonhaltijan antama tehoraja ei aseta rajoitteita.

Voimalaitoksen tulee toimia stabiilisti taajuussäätö-alitaajuustoimintatilassa ja tilan aktivoiduttua sen asetusarvo (suurin säätötaso) on ensisijainen mahdollisiin muihin pätötehon asetusarvoihin nähden lukuun ottamatta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin pyytämää pätötehon maksimiarvoa (ks. taulukko 10.1).

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



Kuva 10.6. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilassa voimalaitoksen tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Staiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on voimalaitoksen pätöteho, P_{\max} on voimalaitoksen mitoitusteho.

10.4.4 Stabiiliutta koskevat vaatimukset

Jännitestabiiliuden osalta voimalaitos 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 voimalaitoksen tulee kytkeytyä irti sähköverkosta.

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

Voimalaitoksen on pystyttävä pysymään liitettynä sähköverkkoon ja jatkamaan toimintaansa ilman tehon alenemista, kun jännite ja taajuus pysyvät Vaatimuksissa määriteltyjen rajojen sisällä, tämän kuitenkin rajoittamatta sallittua pätötehonalentamista taajuuden alittaessa 49,0 Hz (ks. luku 10.2.5).

Voimalaitoksen on pystyttävä pysymään liitettynä sähköverkkoon silmukoituneen verkon yksi- tai kolmivaiheisten automaattisten jälleenkytkentöjen aikana, mikäli voimalaitoksen liittymispiste ei ole irtikyttävissä sähköverkon osassa.

Kulmastabiiliuden menetyksen tai säädettävyyden menetyksen osalta voimalaitoksen on pystyttävä kytkeytymään automaattisesti irti sähköverkosta, jotta sähköjärjestelmän käyttövarmuus voidaan säilyttää tai voidaan estää voimalaitoksen vaurioituminen. Kulmastabiilius on menetetty, kun voimalaitoksen ja sen liittymispisteen pätötehon välinen sähköinen kulmaero ylittää pysyvässä tilassa 90 astetta.

10.4.5 Sähkön laatu

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

Liittyjä on velvollinen noudattamaan liittymispisteen verkonhaltijan asettamia sähkön laatuvaatimuksia. Liittyjän tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijan pyytämät tiedot ja raportit (esim. IEC 61400-21), joiden perusteella liittymispisteen verkonhaltija voi arvioida voimalaitoksen vaikutusta sähkön laatuun ennen voimalaitoksen verkkoon liittämistä.

Liittyjän tulee varautua liittymispisteen verkonhaltijan määrittämään sähkön laatuun.

10.4.6 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

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

10.4.7 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

Pimeäkäynnistys- ja saarekekäyttöjärjestelyistä sovitaan tarvittaessa erikseen Euroopan komission asetuksen 2016/631 artiklan 15(5) mukaisesti.

10.4.8 Suojaus

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavien suojalaitteiden käyttö on kielletty.

10.5 Tyypin D voimalaitoksen yleiset vaatimukset

Tyypin D voimalaitosta koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A, B ja C voimalaitoksia (luvut 10.2, 10.3 ja 10.4), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.6 ja 10.3.1), autonomista kytkeytymistä (luku 10.2.7) ja lähivikakestoisuutta (luku 10.3.2). Sen lisäksi tyypin D voimalaitoksen tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

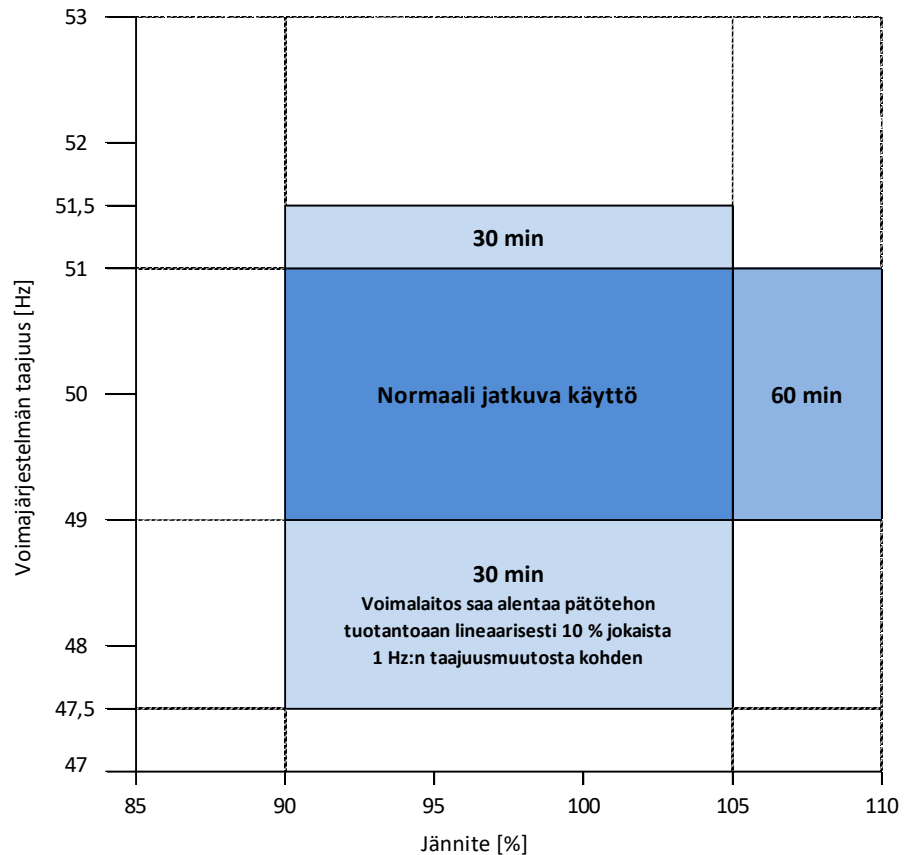
10.5.1 Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö

Luvun 10.4.1 vaatimusten lisäksi tyypin D voimalaitoksen on kyettävä vastaanottamaan siltä vaadittujen erikoissäätöjen ohjaus päälle ja pois sekä lähettämään tieto kunkin säädön toimintatilasta. Tällaisia erikoissäätöjä ovat esimerkiksi tahtikoneiden pätohostabilisaattori (PSS) ja luvun 5 erityistarkasteluvaatimusten nojalla suuntaajakytetyiltä voimalaitoksilta vaadittu POD-säätö.

10.5.2 Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue

Voimalaitoksen 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 voimalaitoksen pysyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa 10.7

määritetyt ajat. Voimalaitos saa alentaa pätötehon tuotantoon lineaarisesti 10 % jokaista 1 Hz:n taajuusmuutosta kohden taajuuden alittaessa 49,0 Hz.



Kuva 10.7. Voimalaitoksen on pysyttävä verkkoon kytkeytyneenä kuvassa esitetyillä erilaisilla liittymispisteen taajuuksilla ja jännitteillä. Jatkuvan toiminta-alueen 100 %:n jännite on 400 kV:n verkossa aina 400 kV. Muilla jännitteillä 100 %:n arvoa vastaava jännite on selvitettävä liittymispisteen verkonhaltijalta.

10.5.3 Lähivikakestoisuus

Voimalaitoksen tulee pystyä jatkamaan toimintaansa syvän jännitekuopan aiheuttavien sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen:

- *Tahtikonevoimalaitos* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta ja menettämättä tahtikäyttöään. Tahtikoneen navan hetkellinen luiskahdus (engl. pole slipping) ei ole sallittu. Vaatimukset on eriytetty liittymispisteen jännitetason mukaan:
 - Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen, jonka liittymispisteen nimellisjännite on alle 400 kV, tulee kestää kuvan 10.8 osoittama liittymispisteen jännitteen vaihtelu.

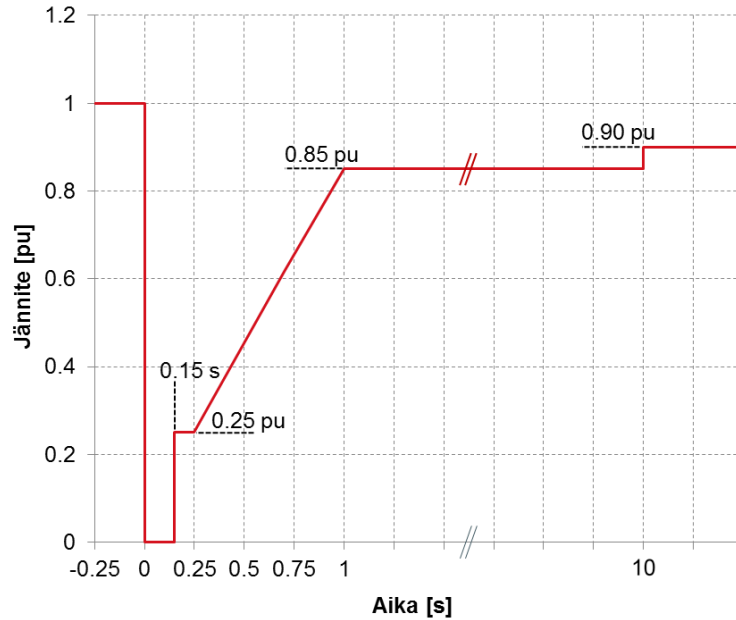
- Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen, jonka liittymispisteen nimellisjännite on vähintään 400 kV, tulee kestää kuvan 10.9 osoittama liittymispisteen jännitteen vaihtelu.
- *Suuntaajakytketty voimalaitos* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.10 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

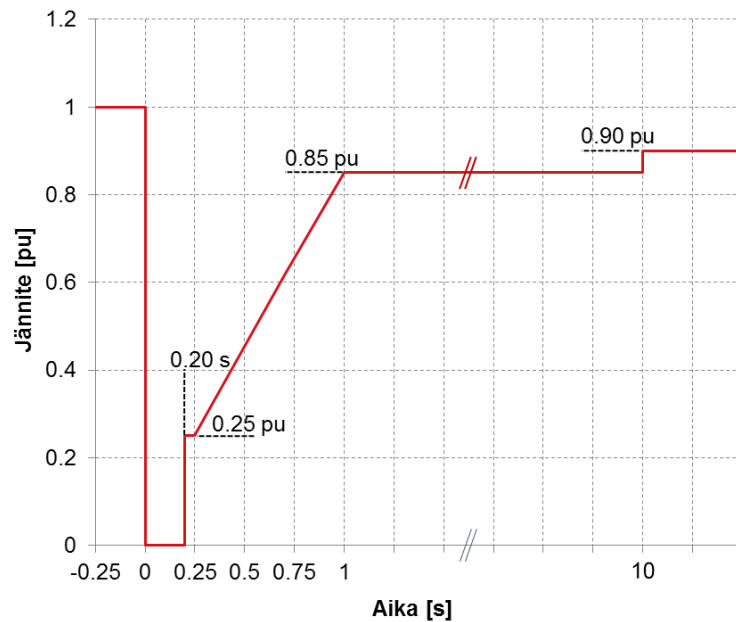
Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

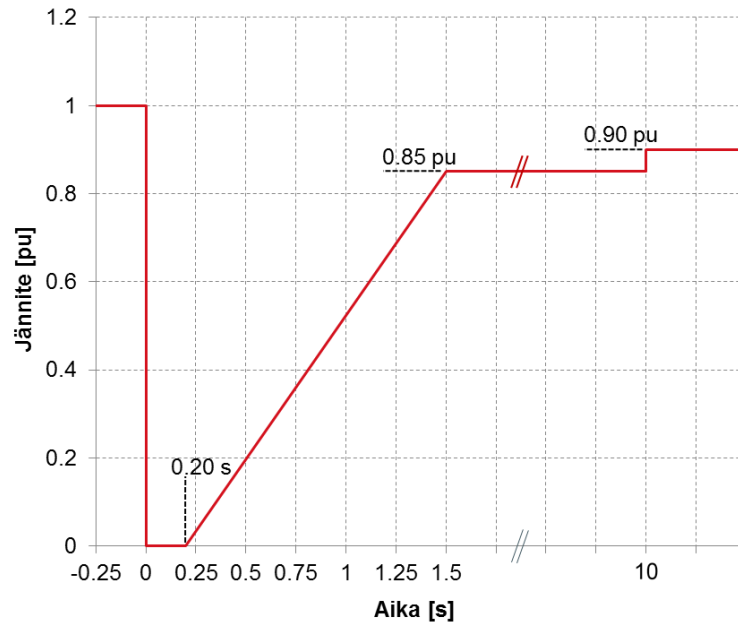
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.8. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin D tahtikonevoimalaitoksen, jonka liittymispisteen nimellisjännite on alle 400 kV, tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 150 millisekunnin ajan.



Kuva 10.9. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin D tahtikonevoimalaitoksen, jonka liittymispisteen nimellisjännite on vähintään 400 kV, tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan.



Kuva 10.10. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan.

Voimalaitos ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena. Irtikytketyminen on sallittu ainoastaan tällaisessa tapauksessa, mikäli voimalaitoksen transienttikulmastabiilius vaarantuu tai jarrutusenergian kestoisuus ylittää mitoitusarvon.

Pätötehon syöttöä sähköverkkoon jännitehäiriöiden aikana ja jälkeen ei saa tarpeettomasti rajoittaa.

10.5.4 Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä

Voimalaitoksen lähivikakestoisuudesta tulee toimittaa laskelma liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa ei tarvitse kuvata voimantuotantoprosessia, mutta prosessin asettamat rajoitteet sähköntuotannolle tulee huomioida laskelmassa. Laskelman tulee kuvata voimalaitoksen dynaaminen toiminta jännitehäiriöiden yhteydessä, laskentaperusteet on esitetty taulukoissa liittymispisteen nimellisjännitteen mukaan:

- liittymispisteen nimellisjännite on alle 400 kV (taulukko 10.3)
- liittymispisteen nimellisjännite on vähintään 400 kV (taulukko 10.4)

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on 1.0 pu.

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos syöttää liittymispisteeseensä mitoituspätötehonsa suuruisen pätötehon
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa.
- Voimalaitoksesta katsottuna liittymispisteen takana olevasta sähköjärjestelmästä tehdään sijaiskytkentä, jossa on sarjaan kytkettynä sähköjärjestelmän oikosulkutehoa kuvaava impedanssi ja ideaalinen jännitelähde. Mikäli voimalaitoksen liittymispiste on 400 kV:n jännitetasossa tai sähköisesti lähellä 400 kV:n siirtoverkkoa, on sähköjärjestelmän mallintamisesta sovittava Fingridin kanssa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen häiriötä. Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa 10.3 tai 10.4 esitetyt oikolukutehot liittyjälle. Taulukoissa "Normaali" oikosulkutehotaso tarkoittaa normaalitilanteen vaihteluvälin alarajaa. "Minimi" on oikosulkutehotaso häiriön jälkeen, kun liittymispistettä lähinnä oleva vahvin syöttävä yhteys on irtikytkeytynyt.
- Tahtikonevoimalaitosten osalta laskelmassa tarkasteltava vika on liittymispisteessä tapahtuva 3-vaiheinen, vikavastukseton oikosulku.
- Suuntaajakytketyn voimalaitoksen osalta laskelmassa tarkasteltavat viat ovat liittymispisteessä tapahtuva 3-vaiheinen vikavastukseton oikosulku, 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku, 2-vaiheinen vikavastukseton oikosulku maakosketuksella sekä 1-vaiheinen vikavastukseton maasulku.
- Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkokaavioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.
- Laskennan tuloksia tulee verrata voimalaitoksen suojausasetteluihin ja osoittaa, ettei suojaus toimi virheellisesti jännitehäiriössä.

Taulukko 10.3. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot, kun liittymispisteen jännite on alle 400 kV.

Lähtötieto	Häiriö 1	Häiriö 2
Jännitehäiriön kesto	150 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

Taulukko 10.3. Jännitehäiriölaskelmassa käytettävät lähtötiedot, kun liittymispisteen jännite on vähintään 400 kV.

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

10.5.5 Ylijännitekestoisuus

Jännitteen suuruus kuvassa 10.4 esitetyn aikaskaalan ulkopuolella määrätty kuvan 10.7 mukaisesti eli jännite voi säilyä 1,10 pu. tasolla 60 minuuttia sisältäen kuvan 10.4 kuvaaman 10 sekunnin jakson.

10.5.6 Tahdistamista koskevat vaatimukset

Voimalaitoksen tahdistamista koskevat seuraavat vaatimukset:

- Voimalaitos on varustettava tarvittavilla tahdistuslaitteilla.
- Liittyjä saa tahdistaa voimalaitoksen verkkoon vasta, kun liittymispisteen verkonhaltija on antanut siihen luvan.
- Voimalaitos tulee kyetä tahdistamaan verkkoon luvussa 10.5.1 esitetyillä normaalin jatkuvan käytön taajuuksilla ja jännitteillä.
- Liittyjän tulee sopia tahtikonevoimalaitoksen tahdistusehtojen asettamisesta liittymispisteen verkonhaltijan kanssa, mikäli ehdot poikkeavat tässä esitetystä:
 - Taajuus 49,0–51,0 Hz
 - Jännite 0,90–1,05 pu.
 - Vaihekulmaero < 10°
 - Taajuuspoikkeama < 0,2 Hz
 - Jännitepoikkeama < 0,05 pu.
 - Vaihejärjestys on sama tahdistavan katkaisijan molemmin puolin

Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset

11 Tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö

11.1 Tyypin A tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin A tahtikonevoimalaitoksella tulee olla luvussa 10.2 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun 11.3.1 kuvauksen mukaisesti.

11.2 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin B tahtikonevoimalaitoksella tulee olla luvussa 10.3 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun 11.3.1 kuvauksen mukaisesti.

11.3 Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin C tahtikonevoimalaitoksella tulee olla luvussa 10.4 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet.

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin D tahtikonevoimalaitoksella tulee olla luvussa 10.5 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet.

11.3.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

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

11.3.2 Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika

11.3.2.1 Minimiteho

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

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

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

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

11.3.2.2 Mitoitusteho ja lyhytaikainen ylikuormitettavuus

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

11.3.2.3 Käynnistysaika

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

Sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten sekä muiden voimalaitosten suhteen vaatimuksia käynnistysajan suhteen ei ole kuin luvussa 11.3.5 esitetyt vaatimukset omakäytöltä paluun yhteydessä. Arvio käynnistysajoista laitoksen eri käynnistysvalmiustiloissa tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

11.3.3 Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus

11.3.3.1 Yleiset säätäjävaatimukset

Voimalaitos tulee varustaa turbiinisäätäjällä ja siihen liittyvällä pyörimisnopeuden säädöllä, joilla teho ja tehon muutosnopeus voidaan asetella.

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

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

Mikäli taajuusmittauksen yhteyteen toteutetaan taajuusmittausta suodattavia keskiarvoistavia tai muuten mittausta hidastavia tai mittauksen luonnetta muuttavia toimintoja tai toimilaitteita, kuvaus niiden vaikutuksesta taajuusmittauksen tarkkuuteen ja viiveeseen on toimitettava osana toimitettavia tietoja.

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

11.3.3.2 Taajuussäädön toiminnallisuudet

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

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

11.3.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50 Hz.

Taajuussäädön statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa. Oletusarvo säätäjään käyttöönottovaiheessa aseteltavalle statiikalle on 4 %.

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

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

- tilamuutokseen johtavat taajuusrajat: ± 2 Hz enintään 0,1 Hz:n portain,
- viive, jonka jälkeen tilamuutos toteutetaan: 0–60 s enintään 1 sekunnin portain,
- viive, jonka jälkeen palautuminen tilamuutoksesta toteutetaan: 0–600 s enintään 1 sekunnin portain.
- tilamuutoksesta palautumisen jälkeinen estoaika, jolloin uusi tilamuutos edellisen tilamuutoksen kanssa samansuuntaisesta taajuusrajan ylityksestä on estetty: 0–15 min enintään 1 minuutin portain.

Taajuussäädölle tulee olla aseteltavissa minimitehotasoa suurempi tehotaso, jolle tehon alassäätö pysähtyy. Taajuussäädön toiminta ei saa aiheuttaa voimalaitoksen irtoamista sähköverkosta (esim. takatehosta).

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

11.3.3.4 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla minimi- ja mitoitustehon välisellä tehoalueella vähintään $\pm 0,05 \times P_{\max}$, kuitenkin enintään 10 MW. Vaadittu tarkkuus määritellään mitattuna yhden minuutin aikakeskiarvona ja se huomioi primääriteholähteen pätötehon jatkuvan vaihtelun.

Taajuussäädön herkkyys tulee olla vähintään 10 mHz. Taajuussäädön alkuviiheen taajuuden askelmuutoksessa tulee olla enintään 2 s (taajuussäädön reagointiaika on 1 s

taajuuden askelmuutoksesta ja säädön vaste näkyy enintään 2 s kuluttua taajuuden askelmuutoksesta).

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

11.3.3.5 Toimintatilan muutokset

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

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

11.3.4 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue

11.3.4.1 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue normaalissa käyttötilassa

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

Normaalissa käyttötilanteessa vesi-, kaasuturbiini- ja moottorivoimalaitosten tehon muutosnopeuden tulee olla vähintään ± 40 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon muutosnopeus tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 40–100 % mitoitustehosta. Tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa kyseisen voimalaitoksen ominaisuuksien rajoittamaan suurimpaan sallittuun tehon muutosnopeuteen, kun laitoksen teho on alle 40 % mitoitustehosta.

Sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosten sekä muiden kuin vesi-, kaasuturbiini- tai moottorivoimalaitosten tehon muutosnopeuden tulee olla vähintään ± 5 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon muutosnopeus tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 60–90 % mitoitustehosta. Tällöin kerralla tapahtuva tehonmuutos on korkeintaan 20 % mitoitustehosta. Kun laitoksen teho on alle 60 % tai yli 90 % mitoitustehosta, tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa kyseisen voimalaitoksen ominaisuuksien rajoittamaan suurimpaan sallittuun tehon muutosnopeuteen.

11.3.4.2 Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue häiriötilassa

Pätötehon muutosnopeusvaatimukset häiriötilassa on määritetty vasteaikoina taajuusmittauksessa tapahtuvalle askelmaiselle vähintään 0,5 Hz:n muutokselle. Vaadittu kokonaismuutos tulee saavuttaa 30 sekunnissa häiriöstä (suurin sallittu aika täyteen aktivoitumiseen).

Vesi-, kaasuturbiini- ja moottorivoimalaitosten tehomuutoksen tulee häiriötilanteissa olla vähintään ± 10 % mitoitustehosta. Tehomuutos tulee olla toteutettavissa, kun laitoksen teho on 50–100 % mitoitustehosta. Tehomuutos voidaan rajoittaa voimalaitoksen

ominaisuuksien mukaiseen suurimpaan sallittuun tehomuutokseen, kun laitoksen teho on alle 50 %, mutta tällöin tehomuutosta rajoittavat määräävät tekijät on ilmoitettava osana toimitettavia tietoja.

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

11.3.5 Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä

Voimalaitos on suunniteltava siten, että se pystyy siirtymään turvallisesti omakäytölle silloin, kun liittymispisteen jännitteet tai taajuudet ovat sellaiset, että voimalaitos luvun 10 mukaan saa siirtyä omakäytölle. Voimalaitoksen tulee kyetä siirtymään omakäytölle miltä tahansa tehotasolta minimi- ja mitoitustehon välillä.

Vesivoimalaitosten ja reservikaasuturbiinivoimalaitosten tulee kyetä toimimaan omakäytöllä vähintään kahdeksan tunnin ajan. Muiden kuin vesi- ja ydinvoimalaitosten tulee kyetä toimimaan omakäytöllä vähintään tunnin ajan ja niiden tulee olla tämän jälkeen uudelleen käynnistettävissä ja tahdistettavissa takaisin sähköjärjestelmään mahdollisimman nopeasti tekniset reunaehdot huomioiden, kuitenkin enintään neljässä tunnissa seuraavien 12 tunnin aikana. Ydinvoimalaitosten on toimittava omakäytöllä ja oltava käynnistettävissä turvallisuusteknisten käyttöehtojensa ja Säteilyturvakeskuksen (STUK) määräysten edellyttämällä tavalla.

Seuraavat kuvaukset on toimitettava osana toimitettavia tietoja:

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

12 Tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti

12.1 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti

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

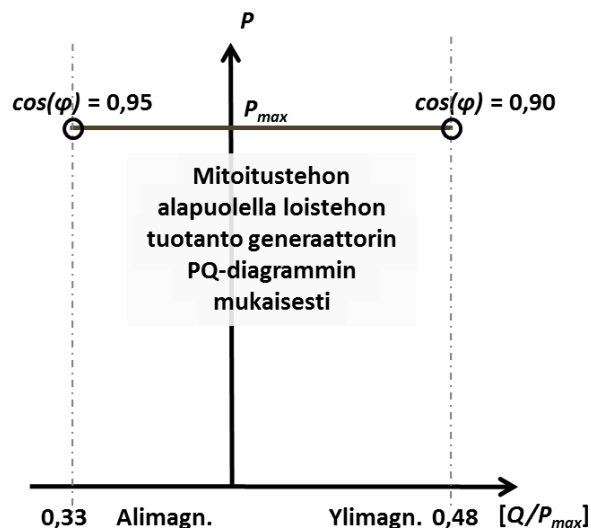
12.2 Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti

12.2.1 Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti

Voimalaitoksen generaattori(e)n tulee voida toimia jatkuvasti mitoitustehollaan P_{max} , kun generaattorin liittimistä mitattava tehokerroin on 0,95kap–0,90ind. Kuva 12.1 havainnollistaa tätä.

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

Voimalaitoksen tulee kyetä rajoittamaan liittymispisteen jännitteen nousua kuluttamalla loistehoa, kun liittymispisteen jännite on korkeampi kuin liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä normaali käyttöjännite. Voimalaitoksen tulee kyetä rajoittamaan liittymispisteen jännitteen laskua tuottamalla loistehoa, kun liittymispisteen jännite on matalampi kuin liittymispisteen verkonhaltijan määrittämä normaali käyttöjännite.



Kuva 12.1. Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti.

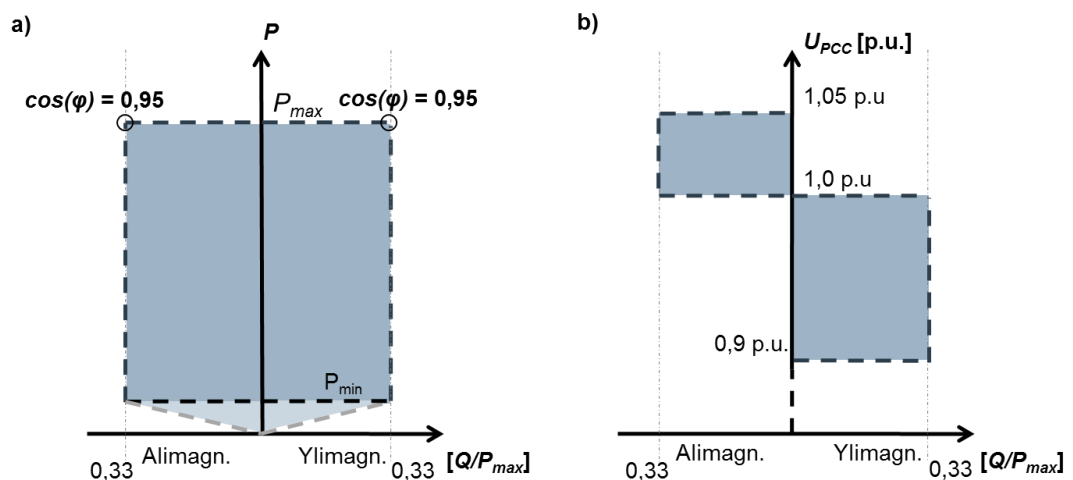
12.2.2 Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti

Voimalaitoksen tulee kyetä tuottamaan ja kuluttamaan loistehoa (Q) minimitehonsa ja mitoitus-tehonsa rajaamalla toiminta-alueella yli- tai alimagnetoituna loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä nimellistehon tehokertoimella 0,95. Kuvassa 12.2a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

Liittymispisteestä mitatun loistehon tulee olla kuvan 12.2b) osoittamalla tavalla:

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

Voimalaitokselta ei vaadita loistehontuotantoa minimitehoa pienemmällä teholla.



Kuva 12.2. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja liittymispisteen jännitteen funktiona tyypin C ja D tahtikonevoimalaitoksille. Kuvassa jännite 1,0 pu vastaa liittymispisteen verkonhaltijan määrittämää normaalia käyttöjännitettä.

Mikäli voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimusta ei voida väliaikaisesti täyttää esimerkiksi generaattorin tai kompensointilaitteiden epäkäytettävyydestä johtuen, voimalaitoksen pätötehotuotantoa tulee rajoittaa tehotasolle, jolla loistehokapasiteettivaatimus täyttyy.

12.2.3 Lisäloistehokapasiteetti

Loistehokapasiteetin osalta liittymispisteen verkonhaltija voi määritellä lisäloistehon, joka on tuotettava, jos tahtikonevoimalaitoksen liittymispiste ei ole generaattorimuuntajan suurjänniteliittimissä, joissa jännitetaso nostetaan liittymispisteen tasoon, eikä vaihtosähkögeneraattorin liittimissä, jos generaattorimuuntajaa ei ole.

Tämän lisäloistehon on kompensoitava liittymisjohdon tai -kaapelin kuluttama loisteho ja sen on oltava säätyvä siten, että liittymispisteessä käytettävissä oleva loisteho on luvun 12.2.2 mukainen.

12.2.4 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän on toimitettava voimalaitoksen liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen loistehokapasiteetista liittymispisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava voimalaitoksen kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa 12.1 määritetyillä liittymispisteen jännitetasoilla ja voimalaitoksen pätötehotasoilla.

Mikäli voimalaitoksen generaattorimuuntaja on varustettu käämikytkimellä, laskelma on esitettävä generaattorimuuntajan käämikytkimen keskiasennon lisäksi käämikytkimen automaattisäädöllä.

Voimalaitokselle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteetilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten generaattoreiden jännitealueet ja PQ-diagrammit. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asettelut.

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

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

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

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

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

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä voimalaitoksen loistehokapasiteetti liittymispisteessä tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä luvussa 14 kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

12.2.5 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

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

Loistehokapasiteetin rajoittamiseksi käytettävien magnetoinnin lisäsäätöjen, rajoittimien ja magnetoinnin toimintaan liittyvien suojiin tulee olla koordinoitu siten, että generaattorin loistehokapasiteetti tulee hyödynnettyä tehokkaasti ilman generaattorin verkosta irtikykytymisen riskiä.

13 Tahtikonevoimalaitosten jännitteensäätö

13.1 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö

Jännitteensäätöjärjestelmän osalta tahtikonevoimalaitoksen on oltava varustettu pysyvällä automaattisella magnetoinnin säätöjärjestelmällä, joka tuottaa vaihtosähkögeneraattorin vakioliitinjännitteen valittavissa olevalla asetusarvolla stabiilisti tahtikonevoimalaitoksen koko käyttöalueella.

13.2 Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö

13.2.1 Jännitteensäädön toiminta ja käyttötapa

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

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

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

13.2.2 Generaattorin jännitteensäädön suorituskyky

Sähköjärjestelmän käyttövarmuuden turvaamiseksi jännitteensäädön toteutuksessa tulee huomioida seuraavat asiat:

- Jännitteensäätäjä tulee toteuttaa kaksikanavaisena. Kanavanvaihdon on tapahduttava automaattisesti käytössä olevan säätökanavan vikaantuessa.
- Kummassakin säätökanavassa tulee olla automaattinen generaattorin liitinjännitteensäätö ja sen varajärjestelmänä magnetointivirran vakiovirtasäätö (magnetointivirran käsisäätö).
- Säätökanavan tai säätötilan vaihdosta aiheutuvan muutosilmiön suuruus tulee minimoida, eikä siitä saa aiheutua haittaa voimalaitoksen toiminnalle tai sähkönlaatupoikkeamaa liittymispisteen verkkoon.
- Jännitteensäätäjä on mitoitettava siten, että sen kattojännite on staattisella magnetoinnilla vähintään kaksi kertaa ja harjattomalla magnetoinnilla vähintään 1,6 kertaa generaattorin mitoituskuormitusta¹⁾ vastaava magnetointijännite ottaen

huomioon kuitenkin muut jännitteensäädölle asetettavat vaatimukset. Kattojännite tulee kyetä ylläpitämään vähintään 10 sekunnin ajan. Kattomagnetointi tulee huomioida voimalaitoksen suojauksen sekä magnetoinnin rajoittimien asettelussa sekä generaattorin mitoituksessa.

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

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

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

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

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

Generaattorin jännitteensäätäjän suorituskykyvaatimus tulee täyttää normaalia matalammassa tai korkeintaan normaalissa generaattorin käyttölämpötilassa, jossa suoritetaan generaattorin käyttöönoton aikainen keskeytymätön testiajo.

13.2.3 Generaattorin jännitteensäädön suorituskykylaskelma

Liittyjän on toimitettava voimalaitoksen liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyvystä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyky, kun tyhjäkäyvän ja verkosta irti olevan generaattorin jännitteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan luvussa 13.2.2 kuvatun mukaisesti:

- askelmaisesti ylöspäin 95 prosentista 105 prosenttiin,
- askelmaisesti alaspäin 105 prosentista 95 prosenttiin.

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

13.2.4 Generaattorin jännitteensäädön toimintatilat ja toiminnallisuudet

Jännitteensäätäjän tulee kyetä toimimaan generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäädöllä. Lisäksi jännitteensäätäjällä voi olla muita toimintatiloja, kuten esimerkiksi vakioistehosäätö tai vakiotehokerroinsäätö.

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

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

Jännitteensäädön loistehostatiikan tulee olla lineaarinen sekä aseteltavissa alueella 0–7 % enintään 0,5 prosenttiyksikön portaissa. Asetteluarvo voidaan asettaa positiivisena tai negatiivisena.

Mikäli voimalaitokselle toteutetaan vakioistehonsäätö, asetteluarvon tulee olla aseteltavissa enintään 1 Mvar:n portaissa.

Mikäli voimalaitokselle toteutetaan vakiotehokerroinsäätö, asetteluarvon tulee olla aseteltavissa enintään 0,005 portaissa.

13.2.5 Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset

Säädön toimintatilan muutokset on kyettävä tekemään generaattorin ollessa verkossa.

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

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

Toimintatilojen ja asetusarvojen muutokset tulee kyetä tekemään voimalaitoksen valvomosta.

13.2.6 Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset

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

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

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

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

13.2.7 Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit

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

13.3 Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö

Tyypin D tahtikonevoimalaitosta koskevat samat jännitteensäätövaatimukset kuin tyypin C voimalaitosta (luku 13.2) seuraavin lisäyksin.

Generaattorin magnetointijärjestelmän tehoaste tulee toteuttaa siten, ettei yksittäisen tehopuolijohdesillan vioittuminen alenna magnetointilaitteiston Vaatimusten mukaista suorituskykyä. Vaatimuksen katsotaan täyttyvän, mikäli tehoaste on toteutettu esimerkiksi 2x100 % tai 3x50 % -periaatteella.

Voimalaitoksen generaattoreiden jännitteensäätö on varustettava lisästabilointipiirillä (PSS), mikäli

- voimalaitoksen generaattorin mitoitusteho on yli 20 MW
- kyseessä on useasta itsenäisestä voimalaitoksesta koostuva, mitoitusteholtaan yli 40 MW vesivoimalaitos, jonka yksittäisen generaattorin mitoitusteho on alle 20 MW ja generaattorien liittymispisteet ovat sähköisesti lähellä toisiaan (esim. sama kytkinlaitos).
- generaattori liittyy Lapin sähköverkkoon

Lisästabiloinnin rakenteen tulee olla sellainen, että piiri voidaan virittää vaimentamaan generaattorin ja sähköjärjestelmän välisiä heilahteluja 0,2–2,0 Hz:n taajuuksilla.

Lisästabilointipiiri tulee virittää siten, että se parantaa voimalaitoksen ja sähköjärjestelmän välisen niin kutsutun laitokohtaisen heilahtelutaajuuden vaimennusta. Lisästabilointipiiri ei saa vahvistaa 0,2–2,0 Hz järjestelmätaajuisia heilahteluja. Lisästabilointipiirin virityksessä tulee huomioida toiminta pohjoismaisen sähköjärjestelmän taajuushäiriöissä, joissa esiintyy myös alle 0,2 Hz taajuuskomponentteja.

Fingrid suosittelee käyttämään IEEE 421.5 standardin mukaisia PSS2A, PSS2B tai PSS2C dual-input -tyyppistä lisästabilointia. Lisästabilointipiirin virittämisestä järjestelmätaajuisien heilahteluiden vaimentamiseksi tulee sopia erikseen Fingridin kanssa.

Lisästabiloinnin on oltava päälle- ja poiskytkettävissä voimalaitoksen valvomosta, paikallisesti säätäjistä sekä kaukokäytöllä miehittämättömillä laitoksilla. Lisästabilointisignaalin suuruutta on rajoitettava rajoittimilla, joiden asettelut voidaan valita.

Lisästabilointiin vaatimustenmukainen toiminta tulee todentaa käyttöönottokeiden yhteydessä. Lisästabilointiin virittämistä varten on julkaistu ohje tämän asiakirjan liitteessä B.

14 Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet

14.1 Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa voimalaitoksen toiminta sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti voimalaitoksen käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla kokeilla, jotka tehdään voimalaitoksen tavanomaisen primäärienergiälähteen avulla.

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 laitosalueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin määrittelemät signaalit, jos liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskyvyn rekisteröimiseen. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

14.2 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

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

Liittyjän vastuulla on todentaa käyttöönottokokein tyypin B tahtikonevoimalaitoksen seuraavat Vaatimusten mukaiset ominaisuudet:

- 1) Voimalaitoksen käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon liittymispisteessä
 - Kokeessa tarkastetaan, ettei voimalaitoksen käynnistys tai pysäytys aiheuta sähkön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- 2) Voimalaitoksen mitoitusteho
 - Kokeessa tarkastetaan voimalaitoksen liittymissopimuksen mukainen mitoitusteho.
- 3) Voimalaitoksen loistehokapasiteetti
 - Kokeessa tarkastetaan voimalaitoksen loistehokapasiteetti ajamalla voimalaitosta mitoitusteholla sekä suurimmalla mahdollisella induktiivisella ja kapasitiivisella loisteholla.
- 4) Jännitteensäädön toiminta
 - Kokeessa tarkastetaan vakiojännitesäädön toiminta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittaessa tarkemman ohjeistuksen.
- 5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset. Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

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

14.3 Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

14.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

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

Liittyjän on laadittava voimalaitoskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa Vaatimusten mukaisen toiminnan testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottokoesuunnitelma, alustavat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Kuvauksen käytännönjärjestelyistä tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

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

Järjestelmävastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa käyttöönottokokeiden aikataulua, mikäli kokeiden suorittaminen suunniteltuna ajankohtana ei ole sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen mahdollista. Liittymispisteen verkonhaltijalla

on vastaava oikeus oman sähköverkkonsa käyttötilanteen osalta. Peruuttamisen tai aikataulun muuttamisen syitä voivat olla esimerkiksi voimalaitosten käyttöön liittyvät olosuhteet tai sähköjärjestelmän käyttötilanne. Mikäli käyttöönottokokeiden ajankohtaa joudutaan siirtämään, liittyjä sopii uudesta aikataulusta liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Kaikissa käyttöönottokokeista tulee mitata vähintään 1 kHz:n näytteistystaajuudella ja tallentaa ainakin seuraavat suureet vähintään 50 Hz:n tallennustaajuudella:

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

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen asetteluarvo sekä asetteluarvon muutokset.

Mittauksissa voidaan hyödyntää voimalaitoksen omia kiinteitä mittalaitteita, mikäli ne täyttävät em. vaatimukset.

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

14.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

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

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

- 1) valtuutetun todentajan myöntämät laitetodistukset, akkreditoitujen laboratorioden sertifikaatit tai vastaavat yksityiskohtaiset turbiini-generaattoreiden testausraportit,
- 2) jatkuva seuranta,

- 3) todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettut laskentatarkastelut.

14.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin, joka osoittaa käyttöönottokokeissa todennettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun 15.2.2 määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle. Liittyjän on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa 6.3 kuvattujen vaiheittain etenevien voimalaitoshankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa vaatimukseen liittyvän todentamisvelvoitteen täytyminen käyttöönottokokeiden osalta seuraavien neljän osakokonaisuuden perusteella:

- 1) Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.
- 2) Kokeet on suoritettu Vaatimusten mukaisessa laajuudessa.
- 3) Kokeissa todennettu voimalaitoksen toiminta on Vaatimusten ja voimalaitoksesta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu Vaatimukseen liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa (luku [15.1.2](#)).

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

14.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

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

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila
 - Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätoheoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.

- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz ylitaajuudella.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

2) Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa mitoitustehon alapuolella olevissa toimintapisteissä taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri pudotus.
- Koe on suoritettava simuloimalla asianmukaisia pätötehon kuormituspisteitä pienillä taajuusaskelilla ja -rampeilla, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen -0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz alitaajuudella.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.4.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

3) Taajuussäätötoimintatila ja pätötehon muutosnopeus häiriötilassa

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa koko käyttöalueella mitoitustehon ja pienimmän säätötason välillä taajuuden säätämiseksi. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava. Säätimen automaattinen tilamuutos normaali- ja häiriötilan välillä on todennettava. Kokeiden alkaessa voimalaitoksen pätötehotuotannon tulee olla vähintään 30 % voimalaitoksen mitoitustehosta ja taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % voimalaitoksen mitoitustehosta.
- Koe on suoritettava verkon taajuusmittaukseen perustuen sekä simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue sekä kyky tosiasiallisesti kasvattaa tai vähentää pätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:

- a) Mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
 - b) Syötetään taajuusmittaukseen $+0,1:n$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
 - c) Syötetään taajuusmittaukseen $+0,5$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
 - d) Syötetään taajuusmittaukseen $-0,1$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
 - e) Syötetään taajuusmittaukseen $-0,5$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
 - f) Syötetään taajuusmittaukseen häiriötilan tilamuutoksen taajuusrajaa 10 mHz pienempi muutos, jossa tilamuutosta ei tapahdu. Tämän jälkeen syötetään taajuusmittaukseen häiriötilan tilamuutoksen taajuusrajaa 10 mHz suurempi muutos, jossa tilamuutos tapahtuu ja määritetään aktivoitumisaika. Palautetaan taajuus 50,0 Hz:iin ja odotetaan, että säädin palaa normaalitilaan. Tämän jälkeen todennetaan tilamuutoksen palautumisen jälkeinen estoaika samansuuntaisella ja erisuuntaisella taajuusrajan ylityksellä.
 - g) Asetetaan kuollut alue ± 10 mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
 - h) Asetetaan kuollut alue ± 100 mHz. Syötetään taajuusmittaukseen $+50$ mHz ja -50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään $+150$ mHz ja -150 mHz suuruinen häiriösignaali.
 - i) Asetetaan statiikka asettelun alueen minimi- ja maksimiarvoon. Asetetaan kuollut alue asettelun alueen maksimi- ja minimiarvoon.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3 sekä luvun 11.3.4.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.
- 4) Pätötehon muutosnopeus
- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa pättötehoa luvun 11.3.4.1 määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen pättöteho pienimmälle pättötehotasolle, jossa vaadittu pättötehon muutosnopeus on mahdollinen ja tämän jälkeen ohjaamalla voimalaitoksen pättöteho suurimmalle pättötehotasolle, jossa vaadittu pättötehon muutosnopeus on mahdollinen. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä.

- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.4.1 vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen aikana tai sen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

5) Siirtyminen omakäytölle

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky siirtyä omakäytölle ja toimia stabiilisti omakäytöllä.
- Koe on suoritettava voimalaitoksen mitoitusteholla ja normaalikäytön aikaisella loisteholla ennen irtikytkeytymistä sähköjärjestelmästä. Irtikytkeytymisen jälkeen omakäytöllä on toimittava vähintään tunnin ajan ennen uudelleen tahdistumista sähköjärjestelmään.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli siirtyminen omakäytölle onnistuu, stabiili toiminta omakäytöllä on osoitettu vähintään tunnin ajan ja uudelleen tahdistuminen sähköjärjestelmään on suoritettu onnistuneesti.

6) Jännitteensäädön askelvastekoe tyhjäkäynnillä

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen jännitteensäädön suorituskyky luvun 13.2.2 vaatimusten mukaisesti generaattorin toimiessa tyhjäkäynnillä sähköverkosta irtikytkytyneenä.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 13.2.2 vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen voimalaitos saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

7) Kanavanvaihdon testaus

- Kokeen on osoitettava jännitteensäätäjän kanavanvaihdon toiminta luvun 13.2.2 vaatimusten mukaisesti säätäjän yksittäisen kanavan viassa.
- Koe voidaan suorittaa generaattorin ollessa kytkeytyneenä sähköverkkoon simuloimalla säätäjävika vuorotellen molempiin säätökanaviin.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 13.2.2 vaatimukset täyttyvät, eikä kanavanvaihdossa esiinny sähkönlaatupoikkeaman aiheuttavaa muutosilmiötä generaattorin pätö- tai loistehossa.

8) Jännitteensäädön kokeet sähköverkkoon kytkeytyneenä

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää jännitettä ja toimia lukujen 13.2.4 ja 13.2.5 vaatimusten mukaisesti generaattorin toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava generaattorin jännitteensäädön askelvastekokeet, kun generaattori on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa

jännitteensäädön ohjearvon ja loistehostatiikan aseteltavuus.

Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:

- a) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan generaattorin 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 generaattorin jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 13.2.4 ja 13.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen voimalaitos saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.
 - Mikäli jännitteensäätäjällä on vakiojännitesäätön lisäksi käytössä muita toimintatiloja, kuten vakioiloistehosäätö tai vakiotehokerroinsäätö, tulee näiden toiminta todentaa ja raportoida.

9) Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset

- Kokeen on osoitettava rajoittimien kyky rajoittaa generaattorin loistehoa lukujen 12.2.5 ja 13.2.6 periaatteiden mukaisesti ennen kuin suojaus toimii. Koe voidaan suorittaa muuttamalla generaattorin jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti, jolloin rajoitin pysäyttää muutoksen rajoittimen raja-arvoa vasten. Koe voidaan suorittaa myös loistehokapasiteettikokeen yhteydessä.
- Kokeen katsotaan onnistuneen rajoittimien salliessa generaattorin loistehokapasiteetin laajan hyödyntämisen lukujen 12.2.5 ja 13.2.6 periaatteiden mukaisesti.

10) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun 12.2 vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteettilaskelman tulokset. Lisäksi kokeessa todennetaan pätötehon rajoittaminen ja pätötehon säädön tarkkuus.
- Ennen kokeen suorittamista liittyjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sallituista jännite- ja loistehorajoista. Loistehokapasiteettikoe tulee rajoittaa verkon normaalin käyttöjännitteen sallimiin rajoihin.
- Koe on suoritettava voimalaitoksen suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, voimalaitoksen tuottaessa pätötehoa kolmessa eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:
 - a) mitoitusteholla, vähintään 60 minuuttia
 - b) 50 % mitoitustehosta, vähintään 60* minuuttia

c) minimiteholla, vähintään 60* minuuttia

*) Kokeen kesto minimiteholla ja 50 % tehotasolla voidaan lyhentää 15 minuuttiin, mikäli generaattorin ja magnetointilaitteiston loistehokapasiteetti vähintään 60 minuuttia kestävässä kokeessa osoitetaan valtuutetun todentajan antamin laitetodistuksin (tyyppi- tai tehdaskoeraportti). Laitetodistukset tulee esittää osana koeohjelmaa ennen kokeen suorittamista.

- Koe voidaan suorittaa muuttamalla generaattorin jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli toiminta-aika vaaditussa toimintapisteessä on todennettu ja lukujen 11.3.3.4 ja 12.2 vaatimukset täytyvät.

11) Lähivikakestoisuus

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen 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, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluin ja jatkuvan seurannan avulla voimalaitoksen käytön aikana.

12) Kaukokäytön ohjaukset

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitokselta vaaditut kaukokäytön ohjaukset ja muu tiedonvaihto (mittaukset, tilatiedot) toimii lukujen 9.3, 10.4.1 ja 10.5.1 (tyyppi D) mukaisesti. Kokeen tulee kattaa kaikki ohjauspaikat mukaan lukien Fingridin sähköinen ohjausyhteys ja mahdollinen liittymispisteen verkonhaltijan ohjausyhteys sekä osoittaa ohjauspaikkojen välisten ohjausoikeuksien priorisointi.
- Koe suoritetaan antamalla ohjauspaikalta sähköinen ohjaus voimalaitokselle. Ohjaukset tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjaukset suoritetaan muiden käyttöönottokokeiden yhteydessä käyttäen voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan ensisijaista käyttöliittymää. Muiden ohjauspaikkojen ohjausten – mukaan lukien Fingridin ja voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan välinen sähköinen ohjausyhteys – toiminta voidaan todentaa erikseen.
- Kokeen katsotaan onnistuneen luvun 10.4.1 ja 10.5.1 vaatimusten täytyessä.

14.4 Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

Tyypin D tahtikonevoimalaitosta koskevat samat käyttöönottokoevaatimukset kuin tyypin C tahtikonevoimalaitosta (luku 14.3). Näiden lisäksi tyypin D voimalaitoksen käyttöönottokokeissa tulee todentaa generaattorin jännitteensäädön lisästabilointiin (PSS) vaatimustenmukainen toiminta ja ominaisuudet (luku 13.3). Lisästabilointiin käyttöönottokokeissa todennetaan säätäjän vaste sähkömekaanisille heilahteluille, koska ne vaikuttavat sähköverkon siirtokykyyn ja siirtokyvyn arvioimiseen.

Lisästabiloointipiirin käyttöönottokokeiden yksityiskohtainen sisältö ja laajuus tulee erikseen sopia Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Käyttöönottokokeen on sisällettävä vähintään seuraavat asiat:

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

Lisästabiloointipiirin virittämistä ja siihen liittyvää raportointia koskeva ohje on esitetty tämän asiakirjan liitteenä [B](#).

15 Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset

15.1 Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset

15.1.1 Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset

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

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

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavien tietojen tulee mahdollistaa voimalaitoksen todenmukaista toimintaa vastaavien mallien rakentaminen Fingridin käyttämille PSS[®]E ja PSCAD[™]-ohjelmistoille hyödyntäen ohjelmistojen omien kirjastojen mukaisia valmiita lohkokaaavioita (IEEE 421.5).

Mikäli toimitetut mallinnustiedot eivät ole standardoituja ja yksiselitteisiä, tulee mallit toimittaa itse luotuina avoimina (nk. white box) tai suljettuina (nk. black box) valmistajamalleina, jotka ovat yhteensopivia Fingridin määrittelemien simulointiohjelmien kanssa.

15.1.2 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia voimalaitoksen käyttöönottokokeiden tuloksiin. Mallinnustietojen todentamisvaatimus koskee voimalaitosta taulukoiden 15.1 ja 15.2 esittämässä laajuudessa.

Dynamiikkalaskentaa varten toimitettavat tiedot on dokumentoitava. Liittyjän on toimitettava tiedot sähköisinä asiakirjoina liittymispisteen verkonhaltijalle. Toimitettavien asiakirjojen tulee olla kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä.

Dokumentaation tulee kattaa seuraavat pääkohdat:

- 1) Vaihtosähkögeneraattori ja voimakone sekä niihin liittyvät mekaaniset pyörivät komponentit
- 2) Lohkokaavioesitys nopeuden ja pätötehon säädöstä parametreineen (ml. rajoittimet)

- 3) Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen (ml. rajoittimet)
- 4) Lohkokaavioesitys lisästabilointipiiristä parametreineen (vain tyyppi D)
- 5) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallinnustietojen todentamisesta,
 - b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 15.1 esittämässä laajuudessa,
 - c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 15.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 15.1 todennettavaksi velvoittaa,
 - d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

Taulukko 15.1. Tahtikonevoimalaitosten mallinnustietojen todentamisvelvoite (X) tyyppiluokittain.

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Generaattorin jänniteensäädön askelvaste tyhjäkäynnillä (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X
Voimalaitoksen loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X
Lisästabiloinnin (PSS) toiminta		X
Lähivikakoe ¹		X

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

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

Todennettava osa-alue	U_{gen}	U_f tai U_{ef}	f_{gen}	I_f tai I_{ef}	P_{gen}	Q_{gen}	Signaalit
Generaattorin jännitteensäädön askelvaste (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X	X			Jännitteen ohjearvo
Voimalaitoksen loistehokapasiteetti	X	X	X	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Lisästabiloinnin (PSS) toiminta, ks. liite B.	X	X	X	X	X	X	PSS- ulostulosignaalit
Lähivikakoe	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli voimalaitoksen lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.						
U_{gen}	generaattorin liitinjännite						
U_{ef}	magnetointikoneen magnetointijännite						
U_f	generaattorin magnetointijännite						
f_{gen}	generaattorin taajuus						
I_{ef}	magnetointikoneen magnetointivirta						
I_f	generaattorin magnetointivirta						
P_{gen}	generaattorin pätöteho						
Q_{gen}	generaattorin loisteho						

15.1.3 Erityistarkasteluvaatimukset

Mikäli erityistarkasteluissa (luku 5) käytetään sähkömagneettisten muutosilmiöiden tarkasteluun soveltuvia laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät voimalaitoksen laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kyseiset laskentamallit on päivitettävä käyttöönottokokeiden jälkeen ja toimitettava Fingridille osana voimalaitoksen loppudokumentaatiota.

15.1.4 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Passiiviset kompensointilaitteistojen tiedot, kuten kondensaattoriparisto, liitetään osaksi toimitettavia mallinnustietoja. Voimalaitosprojektiin liittyvien aktiivisten kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.

Suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia koskevat vaatimukset

16 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö

16.1 Tyypin A suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin A suuntaajakytketyllä voimalaitoksella tulee olla luvussa 10.2 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun 16.3.1 kuvauksen mukaisesti.

16.2 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö

Tyypin B suuntaajakytketyllä voimalaitoksella tulee olla luvussa 10.3 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet. Mikäli voimalaitoksen ominaisuuksiin kuuluu muita pätötehon ja taajuuden säätöön liittyviä toiminnallisuuksia, on Fingridillä oikeus hyödyntää tarvittaessa näitä toiminnallisuuksia luvun 16.3.1 kuvauksen mukaisesti.

16.2.1 Pätöteho

16.2.1.1 Minimiteho

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

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

16.2.1.2 Mitoitusteho

Voimalaitoksen pätötehotuotannon riippuvuus ulkoisista tekijöistä, kuten tuulen voimakkuudesta tai ulkoilman lämpötilasta, tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

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

Hybridivoimalaitoksista ilmoitetaan lisäksi hybridivoimalaitoksen muodostavien laitososioiden mitoitustehot ja sekä tiedot niiden mahdollisesta kyvystä toimia itsenäisinä voimalaitoksina.

Voimalaitoksen ylikuormituskykyyn liittyvät tiedot (esim. kesto ja riippuvuus ulkoisista tekijöistä kuten lämpötilasta) on toimitettava osana toimitettavia tietoja.

Mitoitusteho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti liittymän sähköntuotantolaitteiston asennetun tuotantokapasiteetin määrittämää nimellistä mitoitustehoa pienemmäksi. Mikäli

voimalaitoksen mitoitustehoa rajoitetaan ohjelmallisesti, tulee kuvaus rajoituksen syistä, toteutuksesta ja valvonnasta sisällyttää toimitettavaan tietoihin.

Mikäli voimalaitoksen suuntaajakytketyistä yksiköistä samanaikaisesti saatavilla oleva, säätäjillä rajoittamaton pätöteho voi ylittää mitoitustehon, voimalaitos pitää varustaa suojalaitteella, joka varmistaa, ettei mitoitustehoa ylitetä (esim. säätäjäviassa). Suojalaitteen tulee mitata voimalaitoksen pätötehoa ja irrottaa sallitun mitoitustehon saavuttamiseen tarvittava määrä tuotantoa, mikäli teho ylittää $105 \% \times P_{\max}$ 20 sekunnin ajan tai $120 \% \times P_{\max}$ yhden sekunnin ajan. Liittymispisteen verkonhaltija voi vaatia suojaukselle alemman asettelun.

16.2.2 Pätötehon rajoittaminen

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

Säädettävän ylärajan tulee toiminnallaan varmistaa, että pätötehotuotanto, joka mitataan 10 sekunnin keskiarvoina, ei ylitä määriteltyä tasoa. Ylärajan asettelu tulee antaa vähintään 0,1 MW:n tarkkuudella suuntaajakytketyn voimalaitoksen minimi- ja mitoitustehon rajaamalla alueella.

Pätötehon rajoittamisen yhteydessä tapahtuvan tehomuutoksen nopeutta tulee voida rajoittaa.

16.3 Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin C suuntaajakytketyllä voimalaitoksella tulee olla luvussa 10.4 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet.

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin D suuntaajakytketyllä voimalaitoksella tulee olla luvussa 10.5 kuvatut pätötehon ja taajuuden säätöön sekä tehotason ylläpitoon vaadittavat toiminnallisuudet.

16.3.1 Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

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

16.3.2 Voimalaitoksen käynnistys ja omakäyttö

16.3.2.1 Voimalaitoksen käynnistys

Voimalaitoksen kytkeminen sähköjärjestelmään ei saa aiheuttaa yli 3 %:n muutosta voimalaitoksen liittymispisteen jännitteessä.

Tarpeesta rajoittaa pätötehon tuotannon nousunopeutta voimalaitoksen käynnistämisen yhteydessä tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

16.3.2.2 Omakäyttöteho

Voimalaitoksen omakäyttöteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja. Omakäyttöteho ilmoitetaan voimalaitoksen ollessa tuotantovalmiudessa kytkettyneenä verkkoon ilman pätötehon tuotantoa sekä sen toimiessa mitoitusteholla (loistehon siirto verkkoon minimoitu).

16.3.3 Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus

16.3.3.1 Yleiset säätäjävaatimukset

Voimalaitos on varustettava laitteilla, joilla pätöteho ja pätötehon muutosnopeus voidaan asettaa.

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

16.3.3.2 Taajuussäädön toiminnallisuudet

Taajuussäädön on toimittava verrannollisesti taajuuspoikkeamaan eli säätöjärjestelmässä on oltava aseteltavissa oleva taajuussäädön lineaarinen statiikka, jonka asettelu voidaan määrittellä taajuusaluekohtaisesti huomioiden normaali- ja häiriösäätöalueet sekä taajuussäätö-ylitaajuus- ja alitaajuustoimintatilat (LFSM-O/-U), ks. kuva 16.1.

Taajuussäädön toiminnan tulee olla jatkuvaa siirryttäessä taajuusalueelta toiselle.

Taajuussäädön tulee olla kytkettävissä päälle ja pois taajuusaluekohtaisesti.

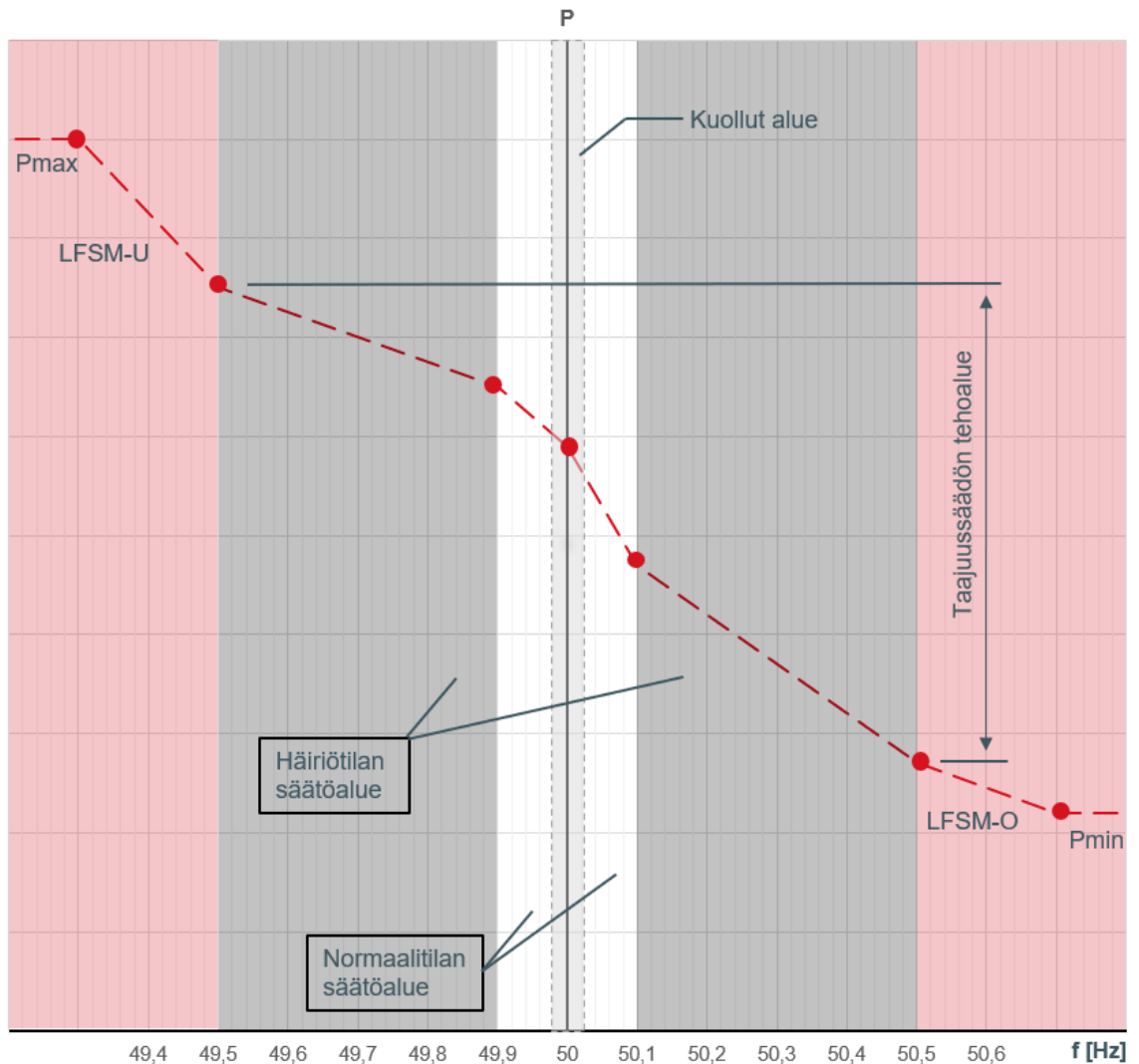
Voimalaitoksen pätötehoa tulee kyetä rajoittamaan siten, että taajuussäädön toiminnan seurauksena voimalaitos voi kasvattaa tai pienentää pätötehotuotantoaan taajuuden vaihtelun mukaan. Rajoitus on kyettävä tekemään vakiopätötehotasolle sekä suhteessa primäärienergiasta saatavissa olevaan tehoon.

Taajuussäädölle tulee voida määrittää taajuusaluekohtaisesti tehoalue, jossa voidaan säätää voimalaitoksen tuottamaan pätötehoa.

Pätötehon alassäätö ei saa johtaa suuntaajakytketyn voimalaitoksen tai sen yksittäisten suuntaajakytkettyjen yksiköiden irtikytkymiseen.

Taajuussäädölle on oltava aseteltavissa kuollut alue. Mikäli kuollut alue on käytössä, taajuussäädön säätökäyrä alkaa kuolleen alueen rajalta.

Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella.



Kuva 16.1. Taajuussäädön jatkuva toiminta eri taajuusalueilla. 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} ja P_{min} kuvaavat suurinta ja pienintä säätötasoa.

16.3.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50 Hz.

Taajuussäädön statiikan tulee olla aseteltavissa taajuusaluekohtaisesti

- välillä 2–12 % enintään yhden prosenttiyksikön portaissa.
- vähintään neljälle taajuusalueelle (ei sisällä LFSM-O ja -U, toiminnallisuuksia, jotka ovat erillisiä toimintoja), joiden leveyden tulee olla aseteltavissa välillä 0,05–1,0 Hz

Oletusarvo säätäjään käyttöönottovaiheessa aseteltavalle statiikalle kaikilla taajuusalueilla on 4 %.

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

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

Taajuussäädössä käytettävä pätötehon muutosnopeutta tulee pystyä rajoittamaan taajuussäädölle määritetyn pienimmän ja suurimman säätötason välisellä alueella.

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

16.3.4 Pätötehon muutosnopeus

Pätötehon muutosnopeusvaatimus määritellään suurimpana tehon muutosnopeutena, joka on saavutettava vasteena voimalaitoksen pätötehon asetteluarvon muutokselle.

Olettaen, että primäärienergian saatavuus ei rajoita pätötehon tuotantoa, voimalaitoksen tehon muutosnopeuden tulee olla tehon ylös- ja alassäädössä vähintään 100 % mitoitustehosta minuutissa.

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

16.3.5 Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

Voimalaitoksen ja sen suuntaajakytkettyjen yksiköiden pätötehon tuotannon muutosnopeutta on pystyttävä rajoittamaan.

Pätötehon kasvaessa muutosnopeutta on voitava rajoittaa sekä tilanteessa, jossa pätötehon rajoittimen asetteluarvoa muutetaan, että tilanteessa, jossa voimalaitoksen pätötehon tuotanto kasvaa primäärienergiantuotannon kasvaessa (esim. tuulen voimakkuuden kasvaessa).

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

Kuvaus toiminnallisuuden toteuttamistavasta on toimitettava osana voimalaitosdokumentaatiota.

Pätötehon muutosnopeuden asetteluarvo tulee pystyä määrittämään vähintään alueella, jonka minimiarvo on 10 % mitoitustehosta minuutissa ($0,1 \times P_{\max}$ / minuutti) ja maksimiarvo on voimalaitokselle suurin mahdollinen muutosnopeus, kuitenkin vähintään 100 % mitoitustehosta minuutissa ($1,0 \times P_{\max}$ / minuutti). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/minuutti). Oletusarvona

pätötehon muutosnopeudelle voidaan käyttää 100 % mitoitustehosta minuutissa. Tehon muutoksen tulee tapahtua lineaarisesti ilman yli 5 %:n askelmaisia muutoksia.

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

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

16.3.6 Pätötehon nopea alassäätö

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

Pätötehon palauttaminen takaisin nopeasti alassäädön jälkeen on oltava mahdollista.

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

16.3.7 Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä

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

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

16.3.8 Säädön tarkkuus ja herkkyys

Pätötehon säädön tarkkuuden tulee olla minimi- ja mitoitustehon välisellä tehoalueella vähintään $\pm 0,05 \times P_{\max}$, kuitenkin enintään 10 MW. Vaadittu tarkkuus määritellään mitattuna yhden minuutin aikakeskiarvona ja se huomioi primääriteholähteen pätötehon jatkuvan vaihtelun. Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz. Taajuuden askelmallisessa muutoksessa taajuussäädön alkuviveen tulee olla enintään 2 s.

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

16.3.9 Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella

Tuulivoimalaitoksen tuuliturbiini-generaattorit eivät saa pysähtyä yhtä aikaa suuren tuulenopeuden vuoksi. Pysäytyksen tulee olla porrastettu ja porrastuksen tulee perustua tuuliturbiini-generaattoreiden kykyyn toimia turvallisesti voimakkaalla tuulella.

Tuuliturbiini-generaattorin automaattisen pysäytyksen porrastuksen toteutus toiminnallisen turvallisuuden takaamisen kannalta kriittisten tuulennopeuksien ja niihin liittyvien viiveiden osalta tulee dokumentoida ja toimittaa osana voimalaitoksen dokumentaatiota. Dokumentoinnin tulee myös sisältää kuvaus tuotannon jatkamiseen liittyvistä periaatteista suuren tuulennopeuden seurauksena tapahtuneen tuotannon keskeytyksen jälkeen.

17 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti

17.1 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen loistehokapasiteetti

Liittymispisteen verkonhaltija asettaa loistehokapasiteettivaatimuksen tyypin B voimalaitokselle. Vaatimus ei saa kuitenkaan ylittää tyypin C ja D suuntaajakytketyille voimalaitoksille asetettua loistehokapasiteettivaatimusta.

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

17.2 Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti

17.2.1 Loistehokapasiteettivaatimus

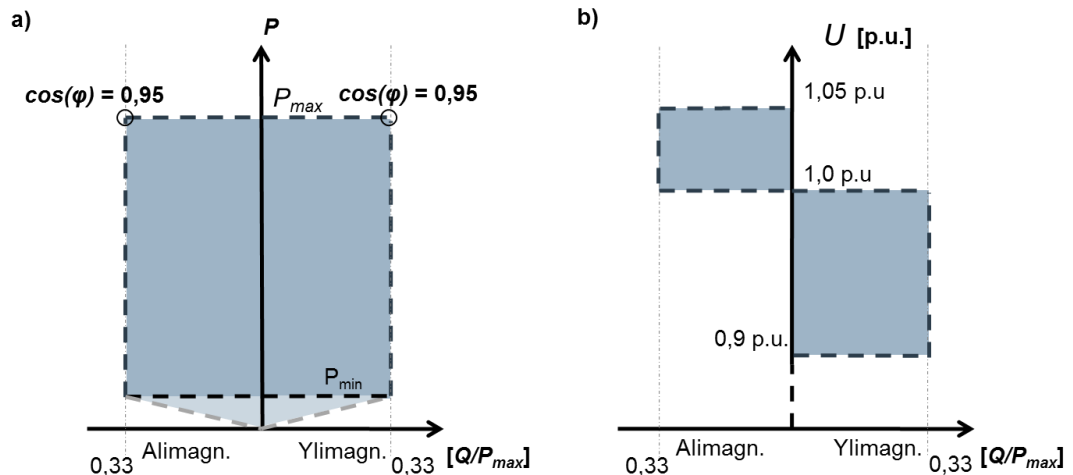
Voimalaitoksen tulee kyetä tuottamaan ja kuluttamaan loistehoa (Q) minimitehonsa ja mitoitustehonsa rajaamalla toiminta-alueella yli- tai alimagnetoituna loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä nimellistehon tehokertoimella 0,95. Kuvassa 17.1a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

Voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimus tulee ensisijaisesti täyttää voimalaitoksen liittymispisteessä. Vaihtoehtoisesti vaaditun loistehokapasiteetin määrittämisessä käytettävänä mitoituskehona (P_{\max}) voidaan käyttää voimalaitoksen päämuuntajan yläjännitepuolen navoista mitattavaa suurinta pätötehoa, jolloin loistehokapasiteettivaatimuksen tulee täytyä tässä pisteessä, eikä mahdollista päämuuntajan ja liittymispisteen välistä liittymisverkkoa ja sen häviöitä huomioida voimalaitoksen mitoituskehossa ja loistehokapasiteetin määrittämisessä.

Loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä mitatun loistehon tulee olla kuvan 17.1b) osoittamalla tavalla:

- $0-0,33 [Q/P_{\max}]$ ylimagn., kun liittymispisteen jännite on 0,90–1,00 pu.
- $0-0,33 [Q/P_{\max}]$ alimagn., kun liittymispisteen jännite on 1,00–1,05 pu.

Voimalaitokselta ei vaadita loistehontuotantoa minimitehoa pienemmällä teholla.



Kuva 17.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteen jännitteen funktiona tyypin C ja D suuntaajakytketyille voimalaitoksille. Kuvassa jännite 1,0 pu vastaa liittymispisteen verkonhaltijan määrittämää normaalia käyttöjännitettä.

Mikäli voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimusta ei voida väliaikaisesti täyttää esimerkiksi suuntaajien tai kompensointilaitteiden epäkäytettävyydestä johtuen, voimalaitoksen pätötehontuotantoa tulee rajoittaa tehotasolle, jolla loistehokapasiteettivaatimus täyttyy.

17.2.2 Lisäloistehokapasiteetti

Loistehokapasiteetin osalta liittymispisteen verkonhaltija voi määritellä lisäloistehon, joka on tuotettava, jos suuntaajakytketyn voimalaitoksen liittymispiste ei ole nostomuuntajan suurjänniteliittimissä, joissa jännitetaso nostetaan liittymispisteen tasoon, eikä suuntaajakytketyn yksikön 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 17.2.1 mukainen.

17.2.3 Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit

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

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

Voimalaitoksen loistehokapasiteettia voidaan täydentää kytkettävillä kompensointiparistoilla, mikäli suuntaajakytkettyjen voimalaitosyksiköiden suuntaajien kapasiteetti ei riitä loistehokapasiteettivaatimuksen täyttämiseen. Kytkevät kompensointiparistot voivat muodostaa korkeintaan 20 % suuntaajakytketyltä voimalaitokselta vaaditusta kokonaisloistehokapasiteetista. Lisäksi voimalaitoksen tulee kyetä täyttämään vaadittu loistehokapasiteettivaatimus kokonaisuudessaan ilman kytkettävää lisäkompensointia, kun voimalaitoksen pätötehon tuotanto on alle 85 % mitoitustehosta (P_{max}).

Kompensointiparistot pitää toteuttaa estokelaparistona tai muuna suodattimena. Kytkevän kompensointipariston

- viritystaajuudeksi suositellaan 189 Hz, ellei liittymispisteen verkonhaltija ilmoita tästä poikkeavaa mitoitusarvoa.
- kytkentä ei saa aiheuttaa Fingridin verkkoon yli 3 % jännitemuutosta
- ohjauksen tulee perustua voimalaitoksella tuotetun pätötehon sekä loistehon määrään, mikäli kompensointiparistoa ei pidetä kytkettynä jatkuvasti
- ohjaukseen tulee määritellä aikaviiveet, jotka estävät pariston tarpeettoman kiinni- ja irtikytkennän verkon ohimenevissä muutostilanteissa
- kiinni- ja irtikytkennän välillä tulee olla hystereesi, joka estää pariston tarpeettoman kytkeytymisen ja irtoamisen.

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

17.2.4 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittäjän on toimitettava voimalaitoksen liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen loistehokapasiteetista liittymispisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava voimalaitoksen kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa 17.1 määritetyillä liittymispisteen jännitetasoilla ja voimalaitoksen pätötehotasoilla. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetelut.

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

Voimalaitokselle laskelmalla määritetyn loistehokapasiteetin lisäksi loistehokapasiteetilaskelmassa on esitettävä laskelman lähtökohtina käytetyt tiedot, kuten suuntaajakytkettyjen voimalaitosyksiköiden jännitealueet, loistehokapasiteetit sekä loistehokapasiteettia mahdollisesti rajoittavat muut komponentit tai toiminnalliset vaatimukset.

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

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

Taulukko 17.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

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

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

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä voimalaitoksen loistehokapasiteetti liittymispisteessä tulee todentaa käyttöönoton yhteydessä luvussa 19 kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

17.2.5 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Kun toimitaan luvussa 17.2.1 määritettyjen raja-arvojen ulkopuolella, voimalaitoksen ja sen voimalaitosyksiköiden loistehon tuotantokyvyn tulee olla loistehokapasiteetilaskelmalla osoitetun mukainen, eikä sitä saa ohjelmallisesti rajoittaa, ellei muusta toimintatavasta ole sovittu Fingridin kanssa.

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

17.2.6 Hybridivoimalaitosten loistehokapasiteetti

Hybridivoimalaitosten tulee täyttää luvuissa 17.2.1–17.2.5 esitetyt vaatimukset, joita tämä luku täydentää.

Hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimus määräytyy sen mitoitustehon perusteella kuvan 17.1 mukaisesti ja on voimassa täysimääräisenä hybridilaitoksen suurimman laitososion toimiessa minimitehonsa yläpuolella. Muiden tuotantovalmiudessa olevien ja jännitteensäätöön osallistuvien laitososioiden loistehokapasiteettia tämän minimitehotason alapuolella ei saa ohjelmallisesti rajoittaa laitteiston todellisen teknisen suorituskyvyn alapuolelle.

Mikäli yksittäisiä laitososioita voidaan käyttää myös itsenäisesti (esim. toisten laitososioiden ollessa poissa käytöstä), tulee niiden tuolloin täyttää laitososiokohtaisen

mitoitustehonsa mukainen loistehokapasiteettivaatimus hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä.

Mikäli hybridivoimalaitokseen kuuluu tyyppin C tai D sähkövarasto, on loistehokapasiteettivaatimus voimassa kyseiseltä laitososiolta vaadittavan loistehokapasiteetin osalta myös kulutustilassa sähkövarastojen järjestelmäteknisten vaatimusten mukaisesti.

Hybridivoimalaitoksen ja itsenäisesti toimivien laitososioiden loistehokapasiteettivaatimus voidaan täyttää hyödyntämällä jännitesäätöön osallistuvien laitososioiden loistehokapasiteettien yhdistelmää.

18 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö

18.1 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö

18.1.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

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

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

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

18.1.2 Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö

Suuntaajakytketyn voimalaitoksen tulee syöttää kapasitiivista loisvirtaa alijännitteiden aikana ja induktiivista loisvirtaa ylijännitteiden aikana. Loisvirran (I_Q) syöttöä tulee priorisoida pätövirtaan (I_P) nähden ali- ja ylijännitteiden aikana.

Suuntaajakytketyn voimalaitoksen on pystyttävä aktivoimaan nopea loisvirransyöttö (vikavirransyöttö) joko

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

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

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

Toimittaessa jännitteellä, jolla loisvirran syöttömoodi ei ole aktiivinen, tulee priorisoida pätövirran (I_P) syöttöä.

Loisvirran nousuajan 90 %:iin tavoitearvosta tulee olla 30–50 ms ja loisvirran tulee asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...–10 %) 80 ms kuluessa. Viive määritellään jännitteen askelmaisen muutoksen alkuhetkestä. Vaadittu lisäloisvirta määritellään pisteeseen, josta loisvirran syötön aktivoiva jännitemuutos mitataan.

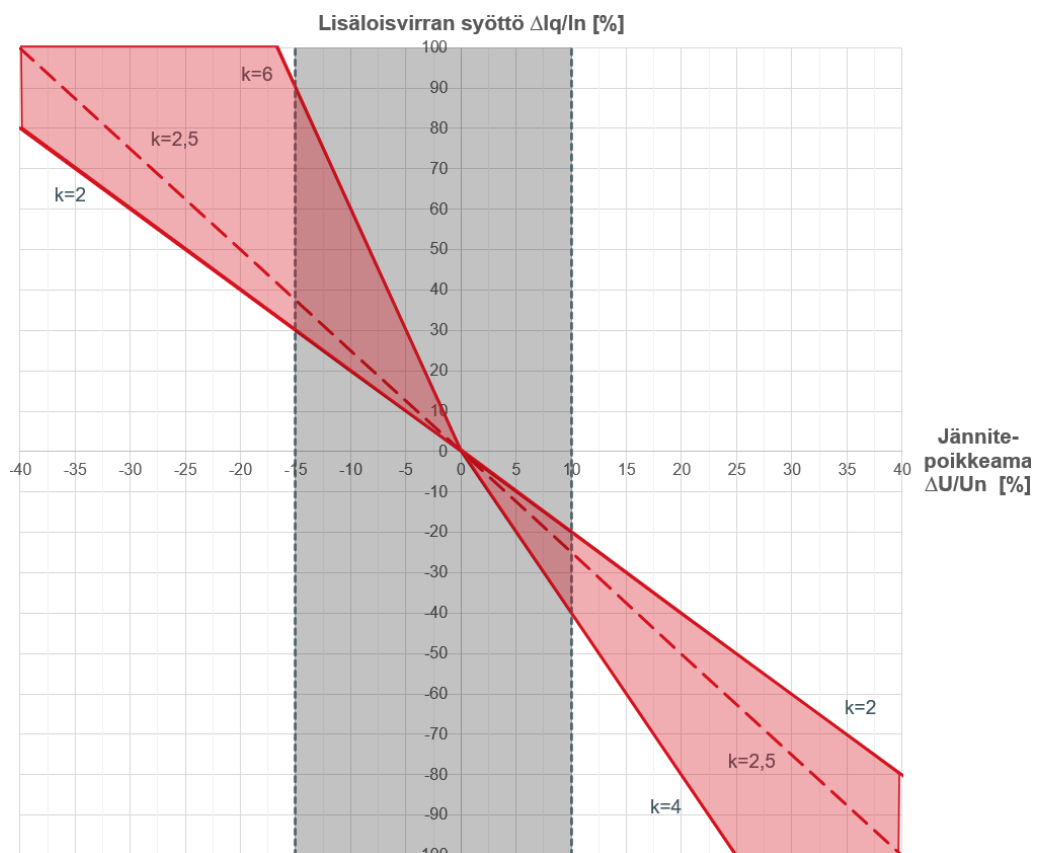
Voimalaitoksen jännitteen- tai loistehonsäädön tulee palautua jännitemuutosta edeltäneeseen toimintatilaansa mahdollisimman pian jännitteen palaututtua vaihteluvälille 0,90...1,05 pu.

Täyssuunnatulla konvertterilla (FC) varustetun voimalaitoksen loisvirran syötön k -kertoimen tulee olla aseteltavissa erikseen kapasitiiviselle ja induktiiviselle loisvirralle välillä 2–6. Loisvirran syötön k -kertoimen oletusarvo on 2,5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k -kertoimen määräämässä suhteessa.

Kaksoissyötetyllä epätahtikoneella (DFIG) varustetun voimalaitoksen loisvirran syötön k -kertoimen tulee olla aseteltavissa erikseen kapasitiiviselle loisvirralle välillä 2–6 ja induktiiviselle loisvirralle välillä 2–4. Epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää koneen luontaisesti tuottama vastakomponentti standardin EN 50549-1/-2 mukaisesti.

Loisvirran syötön toiminta on esitetty kuvassa 18.5. Loisvirran syötön aktivoituessa vaadittu lisäloisvirta ΔI_q summautuu aktivoitumista edeltäneeseen loisvirtaan. Suurimman syötetyn loisvirran määrittää suuntaajan virtakestoisuus.

Mikäli suuntaajakytketyn voimalaitoksen suuntaajat ovat nk. verkkoa luovia suuntaajia, loisvirran syöttöominaisuudet saattavat poiketa tässä luvussa vaaditusta. Tässä tapauksessa Fingrid arvioi toteutuksen vaatimuksenmukaisuuden erikseen.



Kuva 18.5. Loisvirran aktivointirajat jännitteen perusteella sekä k -kertoimen määrittely. Loisvirran syöttö aktivoituu harmaan alueen ulkopuolella. Punainen alue kuvaa DFIG-voimalaitoksen k -kertoimen asettelualueita. Katkoviiva kuvaa täyssuuntaajalaitoksen kulmakeroa $k = 2,5$.

18.2 Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö

18.2.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

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

Jännitteen ja loistehon säädön tulee mahdollistaa voimalaitoksen loistehokapasiteetin hyödyntäminen luvussa 17 kuvatulla tavalla. Säädön toiminta ei saa häiriintyä sähköjärjestelmän jännitteen ja taajuuden muutoksista tai lyhytaikaisista jännitehäiriöistä.

Voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

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

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

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

Voimalaitos laitos- ja laitetasoisine säätöineen tulee suunnitella toimimaan stabiilisti osana voimajärjestelmää, jossa suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ja suuntaajakytkettyjen kulutuslaitteistojen osuus on hallitseva tahtikonevoimalaitosten määrään verrattuna. Liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid voi asettaa stabiiliin toiminnan varmistamiseksi lisävaatimuksia säätöjen tekniselle toteutukselle, niihin liittyville tarkasteluille, voimalaitoksesta laadittaville laskentamalleille ja vaatimusten täyttymisen todentaville käyttöönottokokeille. Liittyjän tulee tarvittaessa muuttaa säätöjen asetteluita voimalaitoksen elinkaaren aikana vaatimustenmukaisuuden ylläpitämiseksi.

Suuntaajakytketyn voimalaitoksen toimiessa minimitehonsa (P_{min}) alapuolella voimalaitoksella ei Vaatimusten kannalta ole velvoitetta säätää liittymispisteen jännitettä tai loistehoa.

Liittyjän tulee sopia ennen voimalaitoksen käyttöönoton aloittamista liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitoksen jännitteen ja loistehonsäädön toimintatilasta pätötehon syötön aloittamishetken ja valmiin voimalaitoksen käyttöönototestien välisenä aikana. Liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid voi vaatia

jännitteensäädön käyttöönottoa jo ennen voimalaitoksen täyden kapasiteetin valmistumista.

18.2.2 Vakiojännitesäätö

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

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

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

Voimalaitoksen ollessa verkkoon kytkeytyneenä tulee vakiojännitteensäädön vasteen olla liittymispisteen jännitteen askelmaisessa $\pm 0,02$ pu muutoksessa seuraavanlainen:

- 1) loisvirran (I_q) nousuaika nolasta 5 prosenttiin suuntaajakytketyltä yksiköltä mitatusta loisvirran kokonaismuutoksesta tulee olla korkeintaan 30 ms. Tämän loisvirran muutoksen nopean alkuvasteen tulee perustua suuntaajakytkettyjen yksiköiden nopeaan säätöön ja loisvirran muutoksen suunnan tulee olla kohti loppuarvoa. Loisvirran suuruutta tai nousuaikaa ei tule tarpeettomasti rajoittaa, vaan vasteen tulee aktivoitua nopeasti ja mahdollisimman suurena säädön stabiili toiminta huomioiden.
- 2) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen nousuajan nolasta 80 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla korkeintaan 1 sekunti.
- 3) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % liittymispisteestä mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta,
- 4) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen tulee asettua tavoitetasolleen 5 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä,
- 5) liittymispisteestä mitatun pysyvän tilan loistehon oloarvon poikkeama saa olla korkeintaan ± 5 % loistehon muutoksen tavoitearvosta.
- 6) edellä määriteltyjen aikaviiveiden alkuhetki on verkossa näkyvän jänniteaskeleen alkuhetki.

Vaadittu vaste tulee saavuttaa Fingridin määrittelemällä, liittymispisteen verkkoa kuvaavalla taustaverkolla tehdyssä suorituskykylaskelmassa.

Mikäli jännitteensäädön toiminta ei ole stabiilia kaikissa käyttötilanteissa samoilla säädön asetteluilla, tulee jännitteensäädölle määritellä vaihtoehtoinen, eri asetteluihin perustuva

asetteluryhmä, joka voidaan ottaa Fingridin tai liittymispisteen verkonhaltijan pyynnöstä tarvittaessa käyttöön. Asetteluryhmän vaihdon tulee tällöin olla tehtävissä kaukokäytöllä (ks. luku 10.4.1).

Olemassa oleviin voimalaitoksiin kohdistuvien jännitteensäädön suorituskykyyn vaikuttavien laitosmuutosten yhteydessä Fingrid määrittelee erikseen suorituskykyvaatimukset voimalaitosten jännitteensäädölle, mikäli säädön alkuperäinen tekninen toteutus ei mahdollista loisvirran nopeaa alkuvastetta.

18.2.2.1 Vakiojännitteensäädön suorituskykylaskelma

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyvystä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1.

Laskelmassa on osoitettava verkkoon liitetyn voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyky seuraavasti:

- asetetaan voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan askelmaisesti taustaverkon jännitettä seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.
- asetetaan voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan askelmaisesti jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.

Taustaverkko kuvataan laskelmassa Fingridin antamalla mallilla tai sijaiskytkennän arvoilla. Fingrid tarkastaa ja arvioi laskelmassa esitetyn jännitteensäädön toiminnan ja käytettävät asetellut Liittyjän toimittamalla simulointimallilla (ks. luku 20), joka liitetään osaksi Fingridin verkkomallia. Mikäli jännitteensäädön vaste ei ole stabiili, täytä luvun 18.2.2 suorituskykyvaatimuksia tai ole muutoin sähköjärjestelmän toiminnan kannalta tarkoituksenmukainen, tulee Liittyjän yhdessä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa tehdä tarvittavat toimenpiteet sähköjärjestelmän käyttövarmuuden kannalta riittävän suorituskyvyn varmistamiseksi. Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkokaaevioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.

18.2.2.2 Vakiojännitesäädön toteutustavat

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

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

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

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

Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät käytettävästä jännitteensäädön toteutustavasta.

18.2.3 Vakioloistehosäätö

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

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

Vakioloistehosäädön ohjearvon muutoksen ollessa ± 30 % mitoitusloistehosta tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nollassa 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta olla 10 sekuntia (toleranssi ± 1 s).

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

18.2.4 Vakiotehokerroinsäätö

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

Vakiotehokerroinsäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle tehokertoimelle yli 50 % mitoitusloholla tulee olla vähintään 0,005 (toleranssi $\pm 0,002$).

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

Vakiotehokerroinsäädön asettelualueen tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa välillä 0,95ind–0,95kap tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,005:n portaissa. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa

ramppfunktiolla, jonka ohjaamana loistehon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa.

18.2.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset

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

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

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

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

1. Jännitteensäätö liittymispisteen jännitemittauksen tai muun ulkoisen jännitereferenssin perusteella (mikäli käytössä).
2. Jännitteensäätö perustuen voimalaitoksen paikallisiin mittauksiin
3. Tehokerroinsäätö tai loistehosäätö suuntaajatasolla. Säätötapa ja asetteluarvo sovitaan liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.
4. Mikäli voimalaitoksen keskussäätäjä (esim. puistosäätäjä) menetetään, suoritetaan liittymispisteen verkonhaltijan niin vaatiessa tuotannon alasajo tai voimalaitoksen irtikytkentä voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan toimesta. Tuotannon lopettaminen voidaan suorittaa myös autonomisesti laitos- tai yksikkötasolla perustuen esimerkiksi liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittuun viiveeseen.

Kuvaus säätötilojen vaihdon toiminnasta häiriötilanteissa tulee sisällyttää osaksi toimitettavia tietoja.

18.2.6 Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

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

18.2.7 Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit

Mikäli loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnetään erillisiä, osaksi voimalaitosta toteutettavia kompensointilaitteita, niiden toiminta on koordinoitava

suuntaajakytkettyjen voimalaitosyksikköjen säätäjien toiminnan kanssa muiden luvussa 18 esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Lisäksi tarpeesta koordinoita laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jännitteensäätöön osallistuvien komponenttien kanssa tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

18.2.8 Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö

Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen on täytettävä loisvirran syötön osalta kaikki samat vaatimukset kuin tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen.

18.2.9 Hybridivoimalaitosten jännitteensäätö

Hybridivoimalaitosten tulee täyttää luvuissa 18.2.1–18.2.8 esitetyt vaatimukset, joita tämä luku täydentää.

Kaikkien hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimuksen täyttämiseen osallistuvien laitososioiden tulee toimia jatkuvassa jännitteensäädössä. Jännitteensäädön statiikan määrittelyssä käytettävä mitoitusloisteho määritellään hybridivoimalaitoksen mitoitusstehon perusteella. Laitososioiden toimiessa itsenäisesti mitoitusloisteho määritellään laitososion mitoitusstehon perusteella.

Laitososiokohtaiset alemmat tason säädöt tulee koordinoita keskenään sekä ylemmän laitostason säädön kanssa niin, että jännitteensäätö toimii stabiilisti sekä normaalissa käyttötilanteessa että häiriöissä, eikä vaatimusten mukaisen toiminnan estäviä vuorovaikutusilmiöitä synny.

18.3 Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö

18.3.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen, ja lisäksi niille on lisävaatimuksia, jotka koskevat loistehon- ja jännitteensäädön vaikutuksia sähkömekaanisiin heilahteluihin sekä suuntaajalähtöisen stabiiliuteen.

Jännitteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

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

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

damping, POD) vastaavin toiminnallisuuksin. Tällaisten lisäsäätöjen tarve arvioidaan ensisijaisesti osana erityistarkasteluvaatimuksia (luku 5).

Säädön asetteluun liittyvät yksityiskohdat tulee dokumentoida kattavasti ja toimittaa osana toimitettavia tietoja. Säädot tulee kuvata todenmukaisesti osana toimitettavia simulointimalleja.

Säädön toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä.

19 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeet

19.1 Kaikkien suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

Liittyjän vastuulla on todentaa voimalaitoksen toiminta sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Liittyjä vastaa todentamiseen liittyvistä kustannuksista. Vaatimukset tulee todentaa ensisijaisesti voimalaitoksen käyttöönoton yhteydessä suoritettavilla kokeilla, jotka tehdään voimalaitoksen tavanomaisen primäärienergiälähteen avulla.

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 laitosalueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin määrittelemät signaalit, jos liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskyvyn rekisteröimiseen. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

Käyttöönottokokeissa voimalaitoksen järjestelmien toimintatilan pitää vastata normaalia käyttötilannetta ja sen suuntaajakytketyistä yksiköistä tulee olla käytössä vähintään 80 %.

19.2 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet

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

Liittyjän vastuulla on todentaa Käyttöönottokokein tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen seuraavat vaatimustenmukaiset ominaisuudet:

- 1) Voimalaitoksen käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon liittymispisteessä
 - Kokeessa tarkastetaan, ettei voimalaitoksen käynnistys tai pysäytys aiheuta sähkön laatueroja liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- 2) Voimalaitoksen mitoitus-teho
 - Kokeessa tarkastetaan voimalaitoksen liittymissopimuksen mukainen mitoitus-teho.
- 3) Voimalaitoksen loistehokapasiteetti
 - Kokeessa tarkastetaan voimalaitoksen loistehokapasiteetti ajamalla voimalaitosta mitoitus-teholla sekä suurimmalla mahdollisella induktiivisella ja kapasitiivisella loisteholla.
- 4) Jännitteensäädön toiminta

- Kokeessa tarkastetaan vakiojännitteensäädön toiminta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittaessa tarkemman ohjeistuksen.

5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset. Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Liittymispisteen verkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia käyttöönottokokeiden laajuudelle.

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

19.3 Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet

19.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

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

Liittyjän on laadittava voimalaitoskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa vaatimusten toiminnallisuuksien testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottokoesuunnitelma, alustavat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Kuvauksen käytännön järjestelyistä tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

Liittyjän on käyttöönottoon liittyvien suunnitelmien laatimisen ja toimittamisen yhteydessä sovittava tapaaminen liittyjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Tapaamisen ajankohdan on oltava viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeita. Tapaamisessa liittyjän tulee sopia lopullinen käyttöönottokoesuunnitelma, aikataulu ja

käytännön järjestelyt liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat, että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovittavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

Järjestelmävastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa käyttöönottokokeiden aikataulua, mikäli kokeiden suorittaminen suunniteltuna ajankohtana ei ole sähköjärjestelmän käyttötilanteesta johtuen mahdollista. Liittymispisteen verkonhaltijalla on vastaava oikeus oman sähköverkkonsa käyttötilanteen osalta. Peruuttamisen tai aikataulun muuttamisen syitä voivat olla esimerkiksi voimalaitosten 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:

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

Mittausten näytteenottotaajuuden tulee olla vähintään 1 kHz ja tallennustaajuuden vähintään 50 Hz. Muista kokeista poiketen vakiojännitesäädön käyttöönottokokeessa (kohta 19.3.4 / 5c ja 5d) pitää lisäksi mitata jännite ja virta yhden suuntaajayksikön tai voimalaitoksen jonkin nostomuuntajan liittimissä vähintään 2 kHz näytteenotto- ja tallennustaajuudella.

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

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen ohjearvo sekä ohjearvon muutokset. Mittauksissa voidaan hyödyntää voimalaitoksen omia kiinteitä mittalaitteita niiden mittaus- ja tallennusominaisuuksien ollessa riittävät.

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

19.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

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

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

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

19.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin, joka osoittaa käyttöönottokokeissa todennettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun 20.1.5 määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle.

Liittyjän on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa luvussa 6.3 kuvattujen vaiheittain etenevien voimalaitoshankkeiden osalta kokeiden suorittamisajankohdasta.

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa vaatimukseen liittyvän todentamisveloitteen täytyminen käyttöönottokokeiden osalta seuraavien neljän osakokonaisuuden perusteella:

- 1) Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.
- 2) Kokeet on suoritettu Vaatimusten mukaisessa laajuudessa.
- 3) Kokeissa todennettu voimalaitoksen toiminta on Vaatimusten ja voimalaitoksesta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu vaatimukseen liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku 20.1.5).

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

19.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

Ennen käyttöönottokokeiden aloittamista tulee tarkastaa, että voimalaitoksen säätöjen, rajoittimien ja suojausten hankekohtaiset laiteasettelut vastaavat toimitettuja tietoja.

Erityisesti tulee todentaa toimitetuissa simulointimalleissa käytettyjen parametrien vastaavuus. Eroavaisuudet asetteluissa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset asetteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

1) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka, aktivoitumistaajuus ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz ylitaajuudella. Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

2) Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa mitoitustehon alapuolella olevissa toimintapisteissä taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri pudotus.
- Koe on suoritettava simuloimalla asianmukaisia pätötehon kuormituspisteitä pienillä taajuusaskelilla ja -rampeilla, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, kun kokeen aloituspiste on enintään 80 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen -0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz alitaajuudella.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.4.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

3) Taajuussäätötoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa koko käyttöalueella mitoitustehon ja pienimmän säätötason välillä taajuuden säätämiseksi. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue sekä pätötehorajat ylös- ja alassäädölle, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto

taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava. Taajuussäädön toiminnan jatkuvuus eri asettelut omaavalta taajuusalueelta toiselle on todennettava. Kokeiden alkaessa voimalaitoksen pätötehotuotannon tulee olla vähintään 30 % voimalaitoksen mitoitustehosta ja taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % voimalaitoksen mitoitustehosta.

- 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 tosiasiallisesti kasvattaa tai vähentää pätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa voimalaitoksen pätötehon muutosnopeus tulee asettaa suurimpaan sallittuun arvoon. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Voimalaitoksen käytöstä vastaava toimija suorittaa taajuussäädön asettelun ja päälle-/poiskytkennän. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:
 - a) Asetetaan taajuussäädön tehoalueet koeolosuhteet huomioiden siten, että ne ovat kokeen aikana saavutettavissa ja statiikka taajuusalueittain esim. seuraavasti:
 - i. $<49,5$ Hz / 4 % (LFSM-U)
 - ii. 49,5–49,9 Hz / 6 %
 - iii. 49,9–50,0 Hz / 5 %
 - iv. kuolleeksi alueeksi asetellaan 0 mHz
 - v. 50,0–50,1 Hz / 3 %
 - vi. 50,1–50,5 Hz / 7%
 - vii. $>50,5$ Hz / 4 % (LFSM-O)
 - b) Kytetään taajuussäätö päälle kaikilla taajuusalueilla ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
 - c) Syötetään taajuusmittaukseen +0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - d) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - e) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,0–50,1 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.

- f) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen +0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - g) Syötetään taajuusmittaukseen –0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - h) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - i) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,9–50,0 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - j) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen –0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
 - k) Kytetään taajuussäätö kaikilla taajuusalueilla päälle ja asetetaan taajuussäädön statiikka taajuusalueittain kohdasta a) poikkeaviin arvoihin. Syötetään taajuusmittaukseen –0,7...+0,7 Hz suuruinen häiriösignaali ramppimaisena siten, että voimalaitoksen tehonsäätö kykenee seuraamaan taajuusmuutosta läpi kokeen annetulle tehorajalle asti.
 - l) Asetetaan kuollut alue ± 10 mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
 - m) Asetetaan kuollut alue ± 100 mHz. Syötetään taajuusmittaukseen +50 mHz ja –50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään +150 mHz ja –150 mHz suuruinen häiriösignaali.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 16.3.3 ja 16.3.8 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.
- 4) Pätötehon muutosnopeus
- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa pätötehoa luvun 16.3.5 määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe tulee suorittaa kahdella pätötehon muutosnopeudella, $0,1 \times P_{\max}$ / minuutissa ja maksimimuutosnopeudella (kuitenkin vähintään $1,0 \times P_{\max}$ / minuutissa).
 - Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho minimiteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho maksimiteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 16.3.5 vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen aikana tai sen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

5) Vakiojännitesäätö

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää jännitettä ja toimia lukujen 18.2.2 ja 18.2.5 vaatimusten mukaisesti voimalaitoksen toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava voimalaitoksen jännitteensäädön askelvastekokeet, kun voimalaitos on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa jännitteensäädön suorituskyky sekä ohjearvon ja loistehostatiikan aseteltavuus. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:
 - a) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan askelmaisesti voimalaitoksen jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu.
 - b) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan askelmaisesti voimalaitoksen 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 voimalaitoksen sisäverkossa esimerkiksi askeltamalla voimalaitoksen päämuuntajan käämikytkintä. Kokeen tarkoituksena on todentaa suuntaajajyksiköiden loistehosäädön 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.
 - f) Osoitetaan voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 18.2.2 ja 18.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen voimalaitos saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja. Koska jännitteensäädön suorituskykylaskelma on laadittu mallilla, joka ei vastaa testien aikaista verkon tilannetta, voimalaitoksen loistehovaste saattaa poiketa mallin antamista tuloksista.
- Mikäli jännitteensäädölle on valittavissa useita toimintatiloja tai mittauspisteitä, tulee säädön toiminta myös niissä todentaa.

6) Vakioloistehosäätö

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää loistehoa ja toimia lukujen 18.2.3 ja 18.2.5 vaatimusten mukaisesti voimalaitoksen toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.

- Kokeessa on suoritettava loistehon askelmaisia muutoksia, kun voimalaitos on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa loistehosäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen loistehosäädön ohjearvon askelmaisia muutoksia $0,3 \times Q_n$ portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 18.2.3 ja 18.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen voimalaitos saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

7) Vakiotehokerroinsäätö

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää liittymispisteestä mitattavaa tehokerrointa ja toimia lukujen 18.2.4 ja 18.2.5 vaatimusten mukaisesti voimalaitoksen toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä loistehon askelmaisia muutoksia, kun voimalaitos on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia $0,02:n$ portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 18.2.4 ja 18.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen voimalaitos saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

8) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun 17.2 vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteetilaskelman tulokset. Lisäksi kokeessa todennetaan pätötehon rajoittaminen ja pätötehon säädön tarkkuus. Mikäli voimalaitoksella on käytössä luvun 17.2.3 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 voimalaitoksen suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, voimalaitoksen tuottaessa pätötehoa kolmessa eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:

- a) Yli 60 % mitoitustehosta, vähintään 30 minuuttia*. Koe on suoritettava suurimmalla saatavilla olevalla pätöteholla, jota voidaan ylläpitää koko kokeen ajan.
- b) 30–50 % mitoitustehosta, vähintään 30 minuuttia*
- c) 10–20 % mitoitustehosta, vähintään 60 minuuttia**

*/**) Kokeen kesto kullakin tehotasolla voidaan lyhentää 15 minuuttiin, mikäli laitteiston loistehokapasiteetti osoitetaan vähintään 30* / 60** minuuttia kestävässä kokeessa valtuutetun todentajan antamin laitetodistuksin (tehdas- tai tyyppikoeraportti). Laitetodistukset tulee esittää osana koeohjelmaa ennen kokeen suorittamista.

- Koe voidaan suorittaa muuttamalla voimalaitoksen jännitteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla. Vaihtoehtoisesti koe voidaan suorittaa vakioiloistehosäädöllä.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 16.3.4, 16.3.8 ja 17.2 vaatimukset täyttyvät
- 9) Pätötehon nopea alassäätö
- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää nopeasti pätötehoa luvun 16.3.6 mukaisesti.
 - Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho mitoitusteholta 20 %:n pätötehotasolle.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 16.3.6 vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen seurauksena ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.
- 10) Pysäytys ja käynnistys
- Kokeen on osoitettava, ettei voimalaitoksen pysäytys ja käynnistys aiheuta sähkön laatueroja liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 16.3.2.3 ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.
- 11) Jännitteensäädön häiriö
- Kokeen on osoitettava, että voimalaitoksen jännitteensäätö vaihtaa suunnitellusti tilaansa häiriötilanteessa, jossa esimerkiksi mittaus säädettävästä kiskosta menetetään. Kaikki suunnitellut tilanvaihdot tulee todentaa.
 - Koe voidaan suorittaa simuloimalla mittaushäiriö mittauspiiriin.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 18.2.5 vaatimukset täyttyvät.

12) Kaukokäytön ohjaukset

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitokselta 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 voimalaitokselle. Ohjaukset tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjaukset suoritetaan muiden käyttöönottokokeiden yhteydessä käyttäen voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan ensisijaista käyttöliittymää. Muiden ohjauspaikkojen ohjausten – mukaan lukien Fingridin ja voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan välinen sähköinen ohjausyhteys – toiminta voidaan todentaa erikseen.
- Kokeen katsotaan onnistuneen luvun 10.4.1. ja 10.5.1 vaatimusten täytyessä.

13) Autonominen kytkeytyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

- Kokeen on osoitettava, että autonomiseen kytkeytymiseen suunniteltu voimalaitos palautuu ulkoisen sähkönsyöttö- ja tietoliikenneyhteyksien menetyksen jälkeen suunnitellusti takaisin paikallisohjaukseen ja kaukokäyttöön, suunnitellun mukaiseen tuotantovalmiuteen ja lopulta voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan valtuuttamana tuotantoon. Lisäksi kokeen tulee osoittaa, ettei pitkään ulkoisten verkkoyhteyksien menetys aiheuta laitteiden asetteluihin tahattomia muutoksia, kuten säätäjien palautumista tehdasasetuksiin.
- Koe voidaan suorittaa avaamalla voimalaitoksen liittymispisteessä oleva tai vastaava katkaisija voimalaitoksen toimiessa vähintään 10 %:n pätötehotasolla. Tämän lisäksi voimalaitoksen kaukokäytön tietoliikenneyhteydet katkaistaan samanaikaisesti. Syöttö liittymispisteen verkosta sekä kaukokäyttöyhteys palautetaan esimerkiksi 30 minuutin kuluttua.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 10.2.9, 10.4.1, 10.4.2 ja 10.5.1 vaatimukset täyttyvät.

14) Voimalaitoksen stabiili toiminta muiden suuntaajakäyttöisten voimalaitosten kanssa

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen säätöjärjestelmien kyky toimia stabiilisti alueen muiden suuntaajakäyttöisten voimalaitosten kanssa luvun 18.2.1 vaatimusten mukaisesti. Kokeen toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta. Mikäli koetta ei toteuteta, voimalaitoksen stabiili toiminta osoitetaan laskentatarkasteluin ja jatkuvan seurannan avulla voimalaitoksen käytön aikana.
- Koe voidaan suorittaa muuttamalla taustaverkon kytkentätilaa voimalaitoksen syöttäessä yksin tai yhdessä muiden voimalaitosten kanssa pätötehoa verkkoon niin, että kytkennän muuttuessa taustaverkon oikosulkuteho muuttuu.

- Kokeen katsotaan onnistuneen voimalaitoksen toiminnan jatkuessa stabiilina. Toiminnan tulee vastata voimalaitoksesta toimitettuja mallinnustietoja. Vastaavuuden arvioi Fingrid.

15) Lähivikakestoisuus

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen lähivikakestoisuus luvun 10.3.2 (tyyppi C) tai 10.5.2 (tyyppi D) vaatimusten mukaisesti. Lähivikakokeen toteutustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti Fingridin toimesta. Kokeessa voidaan käyttää testiverkkoa, jonka topologia poikkeaa kytkennältään ja oikosulkuteholtaan voimalaitoksen normaalista verkkoliitynnästä. Mikäli lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluin ja jatkuvan seurannan avulla voimalaitoksen käytön aikana.

19.3.5 Hybridivoimalaitosten käyttöönottokokeet

Hybridivoimalaitoksille suoritettavat kokeet täydentävät luvun 19.3.4. laitososiokohtaisia kokeita. Kokeiden tarkoituksena on osoittaa laitososioiden suunniteltu yhteistoiminta hybridivoimalaitoksen keskussäätäjän ohjaamana.

1) Loistehokapasiteettikoe

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun 17.2.6 vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteetilaskelman tulokset. Kokeessa tulee lisäksi todentaa laitoskohtaisten suunnitteluperusteiden mukaisesti laitososioiden loistehokapasiteetin mahdollinen korvaaminen toisella laitososiolle sekä päätötehon rajoittaminen loistehokapasiteetin ollessa puutteellinen.
- Koe voidaan suorittaa ajamalla samanaikaisesti päätötehoa ja loistehoa kaikilla laitososioilla vähintään 20 %:n mitoitusteholla. Loistehokapasiteetin korvaaminen toisella laitososiolle voidaan osoittaa erillisellä kokeella, jossa yksittäisen laitososion toiminta estetään kokonaan tai osittain, jolloin puuttuva loistehokapasiteetti korvataan toisella laitososiolle. Päätötehon rajoittaminen puutteellisesta loistehokapasiteetista johtuen voidaan osoittaa rajoittamalla yhden tai useamman laitososion loistehon tuotantokykyä tasolle, jossa päätötehorajoitus astuu voimaan.
- Kokeen katsotaan onnistuneen hybridivoimalaitoksen tuottaessa loistehokapasiteetilaskelmassa määritetty määrä induktiivista ja kapasitiivista loistehoa vähintään 15 minuutin ajan. Loistehokapasiteetin korvaustoimintojen ja päätötehon rajoitustoimintojen tulee toimia suunnitellusti.

2) Laitososion irtikykytyminen

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky jatkaa toimintaansa yksittäisen laitososion irtikykytymisestä huolimatta luvun 10.2.1 vaatimusten mukaisesti.
- Koe voidaan suorittaa kytkemällä odottamattomasti irti jokin laitososio tai osa siitä voimalaitoksen syöttäessä sähköverkkoon vähintään 20 %:n mitoitustehon suuruisen pätötehon sekä mitoitusloistehonsa suuruisen kapasitiivisen loistehon.
- Kokeen katsotaan onnistuneen voimalaitoksen jatkaessa toimintaansa ilman muiden laitososioiden toimintahäiriöitä ja loistehokapasiteetin korvaustoimintojen toimiessa suunnitellusti.

3) Monitorointijakso

- Kokeen on osoitettava hybridivoimalaitoksen keskussäätäjän toimivan suunnitellusti ja täyttävän Vaatimukset
- Koe tulee suorittaa järjestämällä monitorointijakso, jonka pituus on vähintään 30 päivää. Monitorointi voidaan suorittaa hyödyntämällä voimalaitoksen tallentimia, mikäli niiden ominaisuudet soveltuvat jatkuvaan mittaamiseen.
- Monitorointijakson ajalta valitaan suurin verkkohäiriö/tapahtuma, jota käytetään simulointimallien validointiin. Tapahtuman jännite- ja taajuusnauhoite liittymispisteestä toistetaan simulaatiomallissa ja eri voimalaitosten eri laitososien vastetta verrataan vastaavan tilanteen mittauksiin. Edustava verkkotapahtuma sovitaan yhdessä Fingridin kanssa monitorointijakson päätteeksi ja validoinnin tulokset sisällytetään monitorointijaksosta laadittavaan raporttiin.
- Mikäli monitorointijakson aikana havaitaan puutteita hybridivoimalaitoksen toiminnassa, puutteet tulee viipymättä korjata ja korjausten vaikutus todentaa tarvittavin koejärjestelyin.
- Kokeen katsotaan onnistuneen sen osoittaessa laitoksen säätöjen toimivan toimitetuissa tiedoissa esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

19.4 Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet

Tyypin D suuntaajakytkettyä voimalaitosta koskevat samat käyttöönottoe vaatimukset kuin tyypin C suuntaajakytkettyä voimalaitosta (luku 19.3). Mikäli tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteensäädön toiminnan vaikutus sähkömekaanisiin heilahteluihin on sähköjärjestelmän siirtokykyä heikentävä, tulee luvun 18.3 mukaisten lisäsäätötoimintojen todentamisesta sopia erikseen Fingridin kanssa.

20 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset

20.1 Tyypin C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset

20.1.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

Suuntaajakytketyistä voimalaitoksista toimitettavien laskentamallien tulee toistaa voimalaitoksen keskeiset toiminnallisuudet ja ominaisuudet todenmukaisesti.

Laskentamallien tulee sisältää kaikki voimalaitoksen pääkomponentit mukaan lukien kompensointilaitteistot sekä voimalaitoksen 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 PSS®E-laskentaohjelmistolle laadittuna mallina. Fingrid ylläpitää erillistä mallinnusohjetta, jossa on kuvattu kulloinkin käytössä olevat ohjelmistoversiot sekä niillä laadituilta malleilta edellytettävät ominaisuudet.

Liittyjän tulee ylläpitää voimalaitoksesta laadittuja laskentamalleja huomioiden voimalaitokseen tehtävät, malleihin vaikuttavat muutokset ja toimittaa päivitettyt mallit liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille.

20.1.2 Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten

Voimalaitoksen tehonjako-, vikavirta- ja dynamiikkalaskentamallit tulee toimittaa yhtenä, koko voimalaitosta kuvaavana kokonaisuutena, jossa samanlaisista suuntaajakytketyistä yksiköistä koostuvat osajärjestelmät kuvataan yhdellä ekvivalenttigueneraattorilla. Mallin tulee käsittää ekvivalenttigueneraattorien lisäksi generaattorin ja voimalaitoksen sähköjärjestelmään liittämiseksi tarvittavat muuntajat sekä liittymisverkko.

Hybridivoimalaitoksesta toimitettavan mallin tulee sisältää kaikki laitososiot.

20.1.3 Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset

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

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

20.1.4 Suuntaajakytketyn voimalaitoksen dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

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

- 1) jännitteen amplitudin ja sen vaihekulman muutoksiin sähkömekaanisten muutosilmiöiden yhteydessä,
- 2) kulmastabiiliuteen liittyviin pienten ja suurten herätteiden jälkeisiin sähkömekaanisiin heilahteluihin taajuuksilla 0,1–2 Hz,
- 3) jännitestabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin. Näissä on otettava huomioon laitoksen toiminta lyhytaikaisten jännitehäiriöiden yhteydessä sekä pätötehon palautumisen ja loistehokapasiteetin riippuvuus jännitteestä.
- 4) suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin. Ilmiöt tulee pyrkiä kuvaamaan mahdollisimman todenmukaisesti huomioiden PSS®E-ohjelmiston rajoitteet.

20.1.5 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia voimalaitoksen käyttöönottokokeiden tuloksiin. Mallinnustietojen todentamisvelvoite koskee voimalaitosta taulukoiden 20.1 ja 20.2 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) Voimalaitoksen komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko
- 2) Lohkokaavioesitys pätötehon ja taajuuden säädöstä parametreineen
- 3) Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen
- 4) Lohkokaavioesitys muista voimalaitoksen lisäsäädöistä tai komponenteista ja niiden toiminnasta, mikäli niillä on vaikutusta Vaatimusten kannalta
- 5) Ohjeistus laskentamallin käyttämiseen ja ylläpitoon
- 6) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallin todentamisesta,
 - b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 20.1 esittämässä laajuudessa,

- c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 20.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 20.1 todennettavaksi velvoittaa,
- d) selvitys mahdollisista poikkeamista laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien välillä.

Taulukko 20.1. Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnustietojen todentamisvelvoite tyyppiluokittain.

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Voimalaitoksen jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla luvun 19.3.4 kohdan 5) a)- ja b)- kohtien mukaisesti (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X
Voimalaitoksen loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (luku 18.3)		X
Lähivikakoe ¹⁾	X	X

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

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

Todennettava osa-alue	U_{PCC}	P_{PCC}	Q_{PCC}	Signaalit
Voimalaitoksen jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Voimalaitoksen loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (vain tyyppi D, ks. luku 18.3)	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti
Lähivikakoe	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli voimalaitoksen lähivikakoetta ei toteuteta, voimalaitoksen toiminta lähiviassa osoitetaan laskentatarkasteluilla.			
U_{PCC}	liittymispisteen jännite			
P_{PCC}	liittymispisteestä mitattu voimalaitoksen pätoeho			
Q_{PCC}	liittymispisteestä mitattu voimalaitoksen loisteho			

20.2 Tyypin D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset

Tyypin D suuntaajakytkettyä voimalaitosta koskevat samat mallinnusvaatimukset kuin tyypin C suuntaajakytkettyä voimalaitosta. Sen lisäksi tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

Laskentamallit tulee toimittaa PSS[®]E-ohjelmistolle sekä PSCAD[™]-ohjelmistolle laadittuna.

Voimalaitoshankkeen pitkästä kestästä johtuen 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.

PSCAD[™]-mallin tulee toistaa luvun 20.1.4 vaatimusten lisäksi voimalaitoksen toiminta Vaatimusten mukaisella jännite- ja taajuustoiminta-alueella sekä häiriöiden yhteydessä huomioiden voimalaitoksen vaste ja vaikutus seuraaviin asioihin:

- 1) resonanssistabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms – 10 s) ilmiöihin
- 2) suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen liittyviin erittäin nopeisiin (0,4 ms–1 s) muutosilmiöihin.

Mallien todentamisvelvoite käyttöönottotestejä vasten (Taulukko 20.1) koskee kaikkia toimitettuja malleja.

Liittyjän tulee toimittaa tiedot voimalaitosmallin 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.

20.2.1 Erityistarkasteluvaatimukset

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

21 Liite A: Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet

Sisällysluettelo

21.1	Johdanto	129
21.2	Jännitteensäätö.....	130
21.2.1	Jännitteensäädön säätötapa	130
21.2.2	Jännitteensäädön asetusarvo	130
21.2.3	Päämuuntajan mitoitus.....	130
21.2.4	Päämuuntajan käännyttämisen käyttö	130
21.3	Loistehostatiikka ja asetusarvo.....	131
21.3.1	Määritelmä	131
21.3.2	Aetusarvo.....	132
21.4	Laitosloistehonsäätö	133
21.5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista.....	134
21.5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos	134
21.5.2	Tahtikonevoimalaitos – yksi generaattori.....	135
21.5.3	Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita.....	136

21.1 Johdanto

Tämä ohje on laadittu voimalaitosten jännitteensäädön asettelukäytäntöjen yhdenmukaistamiseksi. Ohjetta sovelletaan ensisijaisesti 110 kV verkkoon liittyneille yli 10 MW voimalaitoksille, mutta samoja periaatteita noudatetaan myös alemmilla jännitetasoilla. Ylemmillä jännitetasoilla ohjetta sovelletaan erikseen sovittaessa. Erikoistilanteissa tapauskohtainen soveltaminen on sovittava aina erikseen liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Suomen sähköjärjestelmään liitettyjen voimalaitosten tulee täyttää Fingrid Oyj:n Voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset (VJV2024). Voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset asettavat voimalaitokselta vaaditun loistehokapasiteetin liittämistavan, mitoitusvahvuuden ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

Tämän lisäksi Kantaverkkosopimuksen (KVS2016) liitteessä "Loissähkön toimitus ja loistehoreservin ylläpito" todetaan seuraavaa:

"Nimellisjännitteeltään 400 kV kantaverkkoon liitetyn sähköntuotantolaitteiston loissähkön tuotanto- ja sisäänottokyky tulee laitoksen verkossa ollessa varata loistehoreserviksi kokonaan lukuun ottamatta laitoksen muuntajien sekä sähköntuotantolaitoksen omakäytön kuluttamaa loissähköä. Muissa sähköntuotantolaitteistoissa, joiden mitoitusvahvuus on yli 10 MW tai liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV, tulee sähköntuotantolaitteiston verkossa ollessa varata loistehoreserviksi puolet loissähkön tuotantokyvystä sekä sisäänottokyvystä mitattuna sähköntuotantolaitteiston liittymispisteessä."

Tämän ohjeen jännitteensäädön periaatteet on asetettu ottaen huomioon käytettävissä oleva loistehokapasiteetti, sekä velvoite varata puolet voimalaitoksen loistehokapasiteetista voimajärjestelmän jännitteensäätöön. Tässä ohjeessa asetetut arvot perustuvat laskennallisiin tuloksiin sekä käytännön testaus- ja käyttökokemukseen.

21.2 Jännitteensäätö

21.2.1 Jännitteensäädön säätötapa

Tahtikonevoimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on generaattorin napajännitteen säätö.

Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on voimalaitoksen referenssipisteen jännitteensäätö.

21.2.2 Jännitteensäädön asetusarvo

Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa 110 kV kantaverkossa, jännitteensäädön asetusarvo on 118 kV, tämä on myös normaali kantaverkon käyttöjännite.

Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa alemmalla jännitetasolla, tulee jännitteensäätö asetella asetusarvoon, jossa voimalaitoksen loistehon anto kantaverkkoon tai otto kantaverkosta on mahdollisimman lähellä nolaa, kun kantaverkon jännite on 118 kV.

Noudattamalla yllä mainittuja asetusarvoja, voimajärjestelmän jännite pyrkii luontaisesti asetettuun normaaliin käyttöjännitteeseen, eikä jännitettä säätävien osapuolten välille synny turhaa loistehon siirtoa.

21.2.3 Päämuuntajan mitoitus

Kantaverkkoon liittyneen voimalaitoksen päämuuntajan (nk. blokki- tai nostomuuntaja) yläjännitepuolen mitoitusarvo on järkevää mitoittaa kantaverkon normaalin käyttöjännitteen (118 kV) mukaan.

21.2.4 Päämuuntajan käämikytkimen käyttö

Käämikytkimen käyttö ei ole pakollista, tosin siitä voi olla etua keskijänniteverkon jännitteenhallinnassa. Mikäli käämikytkin on asennettu, tulee sen käytössä noudattaa seuraavia periaatteita:

- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa voimalaitoksen päämuuntajan yläjännitepuolella, käämikytkimen automaattisäätö on sallittu.
- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa voimalaitoksen päämuuntajan alajännitepuolella, tulee käämikytkimen automaattisäädön olla estetty.
- Mikäli voimalaitoksen liittymispiste ja jännitteensäädön referenssipiste on jakeluverkossa, johon on liitetty myös kulutusta, vastaa liittymispisteen verkonhaltija päämuuntajansa käämikytkimen toiminnan koordinoinnista muuntajan alajännitepuolelle liittyvän voimalaitoksen jännitteensäädön kanssa. Ensisijaisesti toiminta tulee koordinoida valitsemalla voimalaitoksen jännitteensäädölle riittävän suuri loistehostatiikan arvo. Tarvittaessa voimalaitoksen jännitteensäädölle voidaan asetella kuollut alue, joka mahdollistaa

käämikytkimen toiminnan ennen voimalaitoksen jänniteensäätöä alle $\pm 2\%$ jännitemuutoksissa.

21.3 Loistehostatiikka ja asetusarvo

Loistehostatiikan avulla voimajärjestelmän jänniteensäätöön osallistuvat voimalaitokset jakavat voimajärjestelmän jännitteen muutoksesta aiheutuvan loistehon tuotantomuutoksen tasaisesti.

21.3.1 Määritelmä

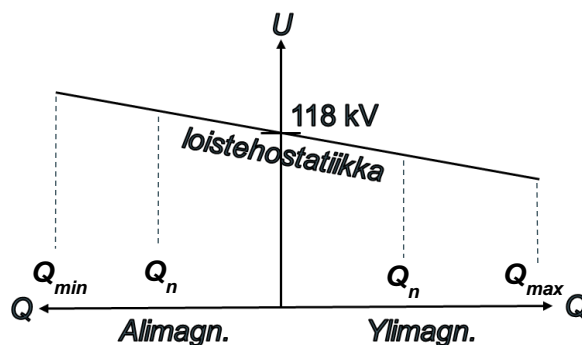
Loistehostatiikka (slope) määritellään jännitteen muutoksen suhteena voimalaitoksen tuottaman loistehon muutokseen seuraavan yhtälön (1) mukaisesti:

$$\text{slope} = \frac{\frac{\Delta U}{U_n}}{\frac{\Delta Q}{Q_n}} \quad (1)$$

jossa ΔU on jännitteen muutos, U_n on mitoitusjännite, ΔQ on loistehon muutos, Q_n on mitoitusloisteho.

Loistehostatiikka toimii seuraavan kuvan 22.1 mukaisesti, jolloin voimalaitoksen loistehon tuotanto muuttuu jännitteen funktiona loistehostatiikkasuoran kulmakertoimen mukaan.

Kuvaan merkattu mitoitusloisteho Q_n saavutetaan statiikan arvoa vastaavalla jännitemuutoksella. Mikäli jännitemuutos on suurempi, tulee voimalaitoksen kasvattaa loistehon tuotantoaan todellisen kykynsä määrittelemään rajaan (Q_{min} ja Q_{max}) asti. Loistehon tuotannon ohjelmallinen rajoittaminen mitoitusloistehoon ei ole sallittua, mikäli voimalaitoksella on kykyä tuottaa enemmän loistehoa eivätkä liittymispisteen verkon ominaisuudet sitä estä.



Kuva 21.1. Loistehostatiikka

Loistehostatiikka voidaan toteuttaa myös loisvirtastatiikkana. Tällöin säädön toiminnan tulee noudattaa tämän ohjeen periaatteita, huomioiden kuitenkin säädön periaatteellinen poikkeavuus.

21.3.1.1 Mitoitusloistehon (Q_n) määritelmä

Mitoitusloisteho määritetään VJV-vaatimusten mukaisesti:

- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa voimalaitoksen päämuuntajan yläjännitepuolella, mitoitusloisteho on $Q_n = 0,33 \times P_n$ (*mitoituspätöteho*). Mitoitusjännite (U_n) on tällöin säädettävän jännitetason normaali käyttöjännite (esim. 118 kV). Mitoitusloisteho määritellään näin myös tilanteessa, jossa voimalaitoksen liittymispiste ja jännitteensäädön referenssipiste on jakeluverkossa liittymispisteen verkonhaltijan päämuuntajan alajännitepuolella.
- Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa voimalaitoksen päämuuntajan alajännitepuolella, mitoitusloisteho on $Q_n = 0,48 \times P_n$ (*mitoituspätöteho*). Mitoitusjännite (U_n) on tällöin säädettävään jännitetason liittyvän generaattorin mitoitusjännite (esim. 10,5 kV).

21.3.2 Asetusarvo

21.3.2.1 Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan yläjännitepuolella

Jännitteensäädön referenssipisteen ollessa päämuuntajan yläjännitepuolella loistehostatiikan asetusarvon tulee olla välillä 4–8 %. Suositeltu asetusarvo on 4 %.

21.3.2.2 Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan alajännitepuolella

21.3.2.2.1 Yksi generaattori

Kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt yksi generaattori ja jännitteensäädön referenssipiste on päämuuntajan alajännitepuolella, tulee loistehostatiikan asetusarvon olla välillä 0–4 %. Suositeltu asetusarvo on 0 %.

Jos päämuuntajan oikosulkuimpedanssi u_k on suurempi kuin 12 %, tulee asetusarvon olla 0 %.

21.3.2.2.2 Kaksi tai useampia generaattoreita

Kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt kaksi tai useampia generaattoreita ja jännitteensäädön referenssipiste on päämuuntajan alajännitepuolella, tulee loistehostatiikan asetusarvon olla välillä 2–4 %. Suositeltu asetusarvo on 4 %.

Jos päämuuntajan oikosulkuimpedanssi u_k on suurempi kuin 12 %, tulee asetusarvon olla 2 %.

21.4 Laitosloistehonsäätö

Laitosloistehonsäätö sallitaan ainoastaan liittynöissä, joiden taakse on liittynyt kulutusta ja tuotantoa (esim. teollisuusintegraatti). Tällöin liittynän takaisen kulutuksen vuosienergian tulee olla vähintään 1/4 liittynän takaisen tuotannon vuosienergiasta, muutoin liittyntä katsotaan puhtaaksi voimalaitosliittynäksi.

Laitosloistehonsäädön tarkoituksena on kompensoida paikallisen kuormituksen kuluttama loisteho sekä pitää liittynän loistehon siirto liittymispisteessä sopimuksen mukaisissa rajoissa. Laitosloistehonsäätöön voidaan varata suurimmillaan puolet generaattorin käytettävissä olevasta loistehokapasiteetista.

Laitosloistehonsäätöä käytettäessä generaattorin jännitteensäätö tulee asetella tämän asiakirjan lukujen 21.2 ja 21.3 periaatteiden mukaisesti. Laitosloistehonsäätö ja generaattorin vakiojännitesäätö muodostavat kaskadisäädön. Laitosloistehonsäätö on ylempi säädin, joka antaa ohjearvoja generaattorin jännitteensäädölle tai jännitteensäädön ohjearvon summauspisteeseen. Generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö on siis aina aktiivinen, eikä sitä saa ohittaa tai estää laitosloistehonsäädön toimesta.

Laitosloistehonsäätö saa olla päällä ainoastaan silloin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Liittymispisteen jännite on 116–120 kV
- Laitosloistehonsäädöllä kompensoitava loisteho on alle 50 % generaattorin käytettävissä olevasta loistehokapasiteetista.
- Laitosloistehonsäädön integrointiajan tulee olla hidas, niin että säätö hakee uuden toimintapisteen 15 minuutin kuluttua loistehomuutoksesta.

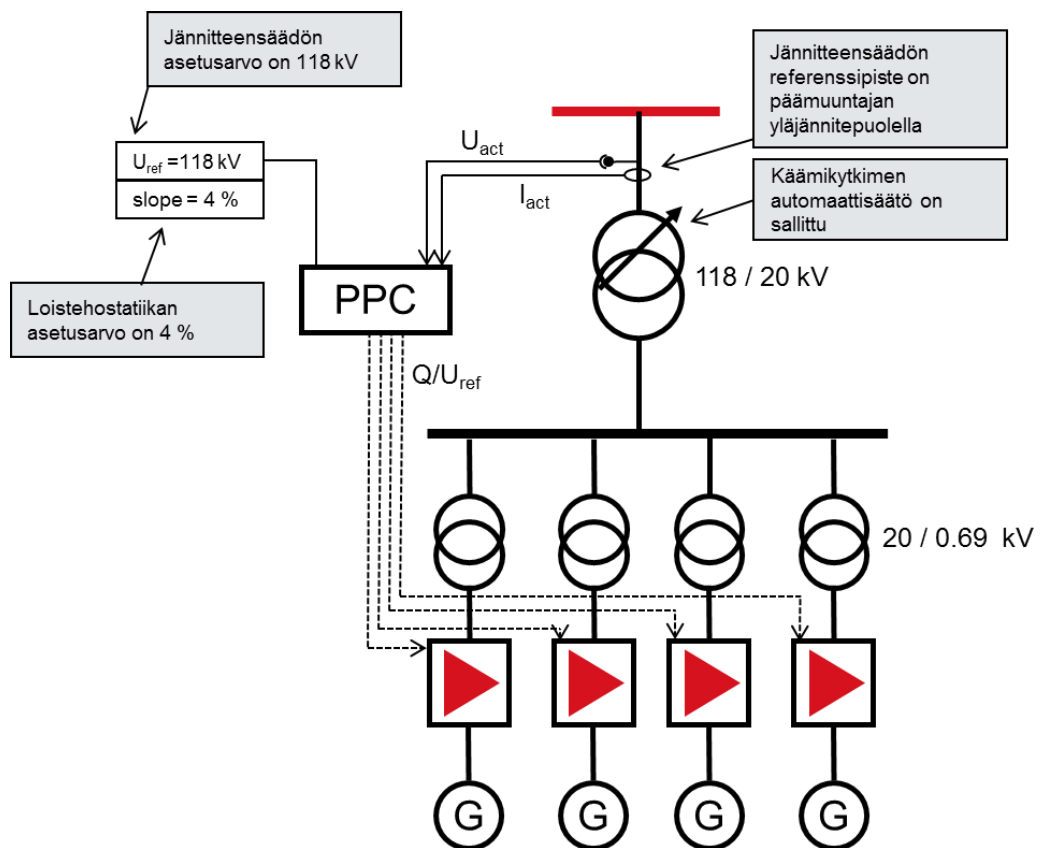
Mikäli tämän ohjeen periaatteista on tarve poiketa perustellusta syystä, tulee siitä sopia erikseen Fingridin kanssa. Laitosloistehonsäädön käytöstä tulee ilmoittaa Fingridille.

21.5 Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista

Tähän lukuun on kuvattu periaatteelliset esimerkkikuvat tyypillisten toteutuksien mukaan.

21.5.1 Suuntaajajakytketty voimalaitos

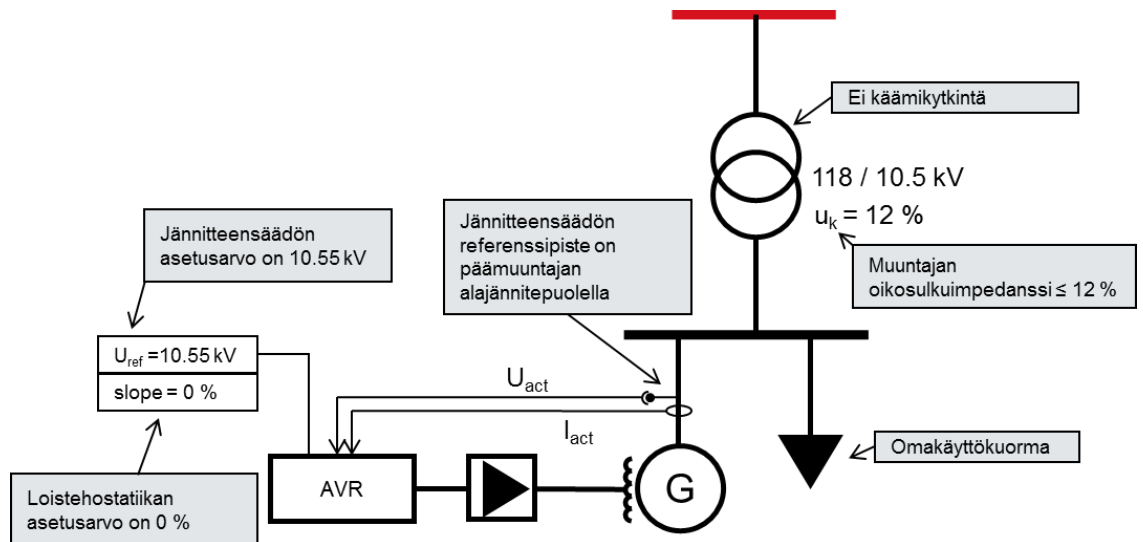
Kuvassa 21.2 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta suuntaajajakytketyssä voimalaitoksessa.



Kuva 21.2. Suuntaajajakytketyn voimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio. PPC on laitostason keskussäätäjä, nk. puistosäätäjä, engl. power park controller.

21.5.2 Tahtikonevoimalaitos – yksi generaattori

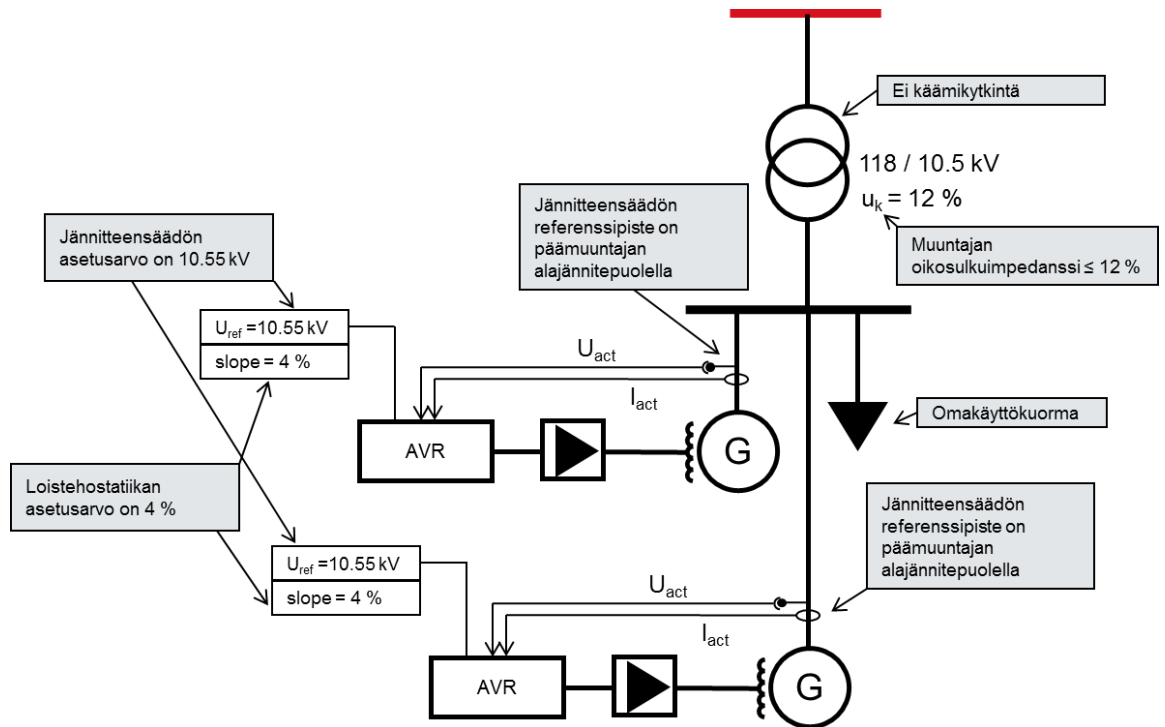
Kuvassa 21.3 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta tahtikonevoimalaitoksessa, kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt yksi generaattori.



Kuva 21.3. Tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio - yksi generaattori. AVR on automaattinen jänniteensäätäjä, engl. automatic voltage controller.

21.5.3 Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita

Kuvassa 21.4 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta tahtikonevoimalaitoksessa, kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt kaksi tai useampia generaattoreita.



Kuva 21.4. Tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio - kaksi tai useampia generaattoreita.

22 Liite B: Lisästabiloinnin viritysohje Suomen voimajärjestelmään liitettäville generaattoreille

Sisällysluettelo

22.1	Johdanto	138
22.2	Taustatietoa lisästabiloinnista	138
22.3	Huomioitavat asiat.....	138
22.4	PSS tyypit	139
22.5	Lisästabiloinnin virittäminen	140
22.5.1	PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen	140
22.5.2	PSS:n ulostulon rajoitin	140
22.5.3	Suojaus ja hälytykset	140
22.5.4	Ohjaus	140
22.5.5	Washout-suodatin	140
22.5.6	Alipäästösuodatin.....	141
22.5.7	Vaihekompensoinnin virittäminen.....	141
22.5.8	Vahvistuksen määrittäminen	141
22.5.9	Käyttöönototestit	142
22.6	Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista.....	148

22.1 Johdanto

Tämä dokumentti on tarkoitettu kuvaamaan lisästabiloinnin (PSS) virittämisessä käytettäviä periaatteita. Dokumentti ei kuvaa yksityiskohtaisesti erilaisten laitteiden virittämistä. Ohjeen mukaisella virityisperiaatteella PSS parantaa vaimennusta voimalaitoksen ja voimajärjestelmän alueiden välisten heilahteluiden sekä paikallisen heilahtelumoodin osalta. Dokumentin tavoitteena on opastaa kokenutta jännitteensäädön ja PSS:n virittämisen ammattilaista luomaan viritystoimintatapa kullekin käyttöön otettavalle laitteistotyypille. Tämä ohje ei toimi sellaisenaan käyttöönotto-ohjeena, koska yksityiskohtainen suunnittelu ja lisästabiloinnin virittäminen on aina suunniteltava ja suoritettava projektikohtaisesti.

22.2 Taustatietoa lisästabiloinnista

Lisästabiloinnin (PSS) perustehtävä on parantaa järjestelmässä esiintyvien tehoheilahteluiden vaimennusta. Parempi vaimennus lisää käyttövarmuutta ja kasvattaa siirtokapasiteettia. Pohjoismaisessa synkronijärjestelmässä alueiden välisiä tehoheilahteluja esiintyy 0,2 ja 1,0 Hz:n välillä. Hallitseva heilahtelumoodi on noin 0,3–0,5 Hz.

PSS toimii tahtigeneraattorin magnetointilaitteiston jännitteensäädön yhteydessä. PSS moduloi jännitteensäädön ohjearvoa ja sen myötä generaattorin tuottamaa loistehoa, minkä seurauksena akselin vääntömomenttikulma muuttuu. Magnetoinnin ominaisuudet, kuten nopea vasteaika ja hyvä viritys, ovat kriittisiä PSS:n tehokkuudelle. PSS:n viritys tulee tehdä vasta, kun magnetointi on viritetty ja kalibroitu.

Uusissa magnetointilaitteistoissa PSS on tyypillisesti ohjelmisto, joka sisältyy digitaaliseen automaattiseen jännitteen säätäjään (AVR). AVR:n napajännite- ja virtamittauksia käytetään kiihdyttävän tehon ja synteettisen nopeuden (kiihdyttävän tehon integraalin) laskentaan.

PSS:n toiminta perustuu sisäänmenosignaalin vaihesiirtoon ja sen päämääränä on generaattorin ja magnetoinnin vaihesiirron kompensointi. Vaihekompensointi saavutetaan säätämällä PSS kompensoimaan generaattorin, magnetoinnin ja voimajärjestelmän aiheuttama viive siten, että PSS muuttaa vääntömomenttia samassa vaiheessa akselin nopeusmuutosten kanssa.

PSS:n hinta voi olla hyvin alhainen, jos se hankitaan magnetointilaitteiston hankinnan yhteydessä. Jotkin valmistajat toimittavat PSS:n ilman eri kustannusta AVR:n osana.

Voimalaitoshankkeen tai perusparannuksen hankintaan tulee sisällyttää PSS:n viritystyö ja todennettujen laskentamallien toimittaminen IEEE standardin 421.5 mallikirjaston mukaisesti.

22.3 Huomioitavat asiat

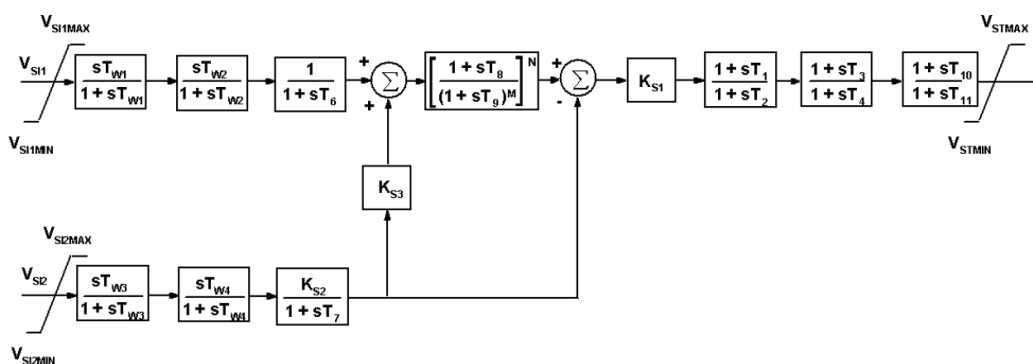
Lisästabilointi tulee virittää huolellisesti. Laitevahinkojen välttämiseksi lisästabiloinnin virittämisessä ja käyttöönotossa on huomioitava seuraavat asiat:

- PSS:iä on sekä analogisia että digitaalisia. Testausmenetelmät eivät tyypillisesti ole identtisiä molemmille tyypeille.
- PSS:n moduloima akselin vääntömomentin muutos voi herättää turbiini-generaattorin akselin värähtelyjä, jos akselin ominaisvärähtelytaajuuudet ovat alle 20 Hz. Näin voi tapahtua etenkin, kun nopeutta käytetään PSS:n sisäänmenosignaalina. Normaalisti käytetään akselivärähtelyjen suodatinta poistamaan akselin värähtelyt PSS:n sisäänmenosignaalista. Tyypillisesti PSS:n alipäästösuodatin (engl. ramp track filter) suodattaa PSS:n ulostulosta akselivärähtelyitä herättävät taajuudet.
- PSS voi häiritä magnetoinnin transienttivastetta. Tämän takia ulostulorajoittimet kuuluvat normaalisti PSS järjestelmään.
- Ali- ja ylimagnetointirajoittimet voivat rajoittaa PSS:n toimintaa. Rajoittimet tulee virittää toimimaan koordinoitusti PSS:n kanssa.
- Sähkötehoa sisäänmenosignaalina käyttävän PSS:n vaste voi aiheuttaa generaattorin vasteeseen isoja loistehoheilahduksia nopeissa kuorman muutostilanteissa. Tyypin PSS2A ja PSS2B säätäjät voidaan virittää paremmin sietämään kuorman muutoksia.
- Virittäminen tulee tehdä käyttötilanteessa, jossa laitosmoodin vaimennus on pienintä. Lisäksi tulee todentaa, että PSS ei aiheuta epästabiliutta normaalilla toiminta-alueella tai odotettavissa vikatilanteissa.

22.4 PSS tyypit

Lisästabiloiteja on suunniteltu erilaisilla sisäänmenosignaaleilla. Sisäänmenosignaali on yleensä roottorin nopeus, napajännitteen taajuus, sähköinen teho, kiihdyttävä teho tai useampi edellisistä.

Fingrid suosittelee käyttämään IEEE 421.5 standardin PSS2A, PSS2B tai PSS2C dual-input tyyppisiä lisästabiloiteja. PSS2B lisästabiloinnin lohkoakaavio on esitetty kuvassa 23.1.



Kuva 22.1. PSS2B lisästabiloinnin lohkoakaaviokuva (standardista IEEE 421.5).

22.5 Lisästabiloinnin virittäminen

Tässä luvussa on kuvattu lisästabiloinnin virittäminen pääpiirteittäin. Lisästabiloinnin virittäminen tapahtuu eri tavoin eri sisäänmenosignaaleja käyttäville PSS:lle ja yksityiskohtaisessa ohjeistuksessa voi olla eroja.

22.5.1 PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen

Lisästabilointipiirin perustoiminnallisuudet; kompensointiominaisuudet, rajoittimet ja suojaus tulee tarkistaa. Mahdollisten potentiometrien tulee toimia tasaisesti ja jatkuvalla säädöllä koko toiminta-alueella.

22.5.2 PSS:n ulostulon rajoitin

Ulostulorajat asetetaan siten, että PSS ei voi muuttaa generaattorin napajännitettä yli ennalta määritetyn arvon.

Ennen kuin PSS kytketään päälle ensimmäisen kerran tulee rajoittimet asettaa tiukasti; esim. $\pm 2\%$ generaattorin napajännitteestä.

Lopullinen asettelu on tyypillisesti välillä $\pm 5\% \dots 10\%$ generaattorin napajännitteestä. Rajat voidaan asettaa epäsymmetrisesti.

22.5.3 Suojaus ja hälytykset

PSS:n ulostulon suoja tulee koordinoida ulostulon rajoittimen kanssa. Järjestelmän tulee hälyttää, mikäli suojaus poistaa PSS:n käytöstä.

22.5.4 Ohjaus

Lisästabiloinnin tulee olla poiskytkettävissä paikallisesti säätäjistä sekä voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikoilta, kuten voimalaitoksen valvomosta.

22.5.5 Washout-suodatin

Washout-suodattimella suodatetaan PSS:n sisäänmenosignaalista matalataajuiset komponentit. Washout-aikavakio vaikuttaa PSS:n vaihekompensointiin siten, että lyhyet washout-aikavakiot lisäävät vaihekompensointia taajuuspohjaisissa PSS:issä samalla kun vähentävät vahvistusta.

PSS2A ja PSS2B tyyppisissä lisästabiloinneissa suositellaan alle 10 sekunnin washout-aikavakiota, jotta matalataajuiset komponentit (alle 0,1 Hz) saadaan poistettua nopeasti PSS:n ulostulosta. Pienempi aikavakio vähentää PSS:n vaikutusta järjestelmän jännitteeseen pidempiaikaisessa taajuushäiriössä (esimerkiksi tuotannon tippuminen) erityisesti, jos PSS:llä on suuri vahvistus.

22.5.6 Alipäästösuodatin

Alipäästösuodattimella suodatetaan PSS:n sisäänmenosignaalista korkeataajuiset komponentit. Alipäästösuodatin tarvitaan, jotta PSS ei ala vahvistamaan oman tai läheisten generaattorien akselien värähtelytaajuuksia. Alipäästösuodatin varmistaa lisäksi sen, että PSS ei ala vahvistamaan suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mahdollisesti synnyttämiä jänniteheilahteluita.

Alipäästösuodatin voidaan virittää esimerkiksi suodattamaan yli 3 Hz taajuuskomponentit.

22.5.7 Vaihekompensoinnin virittäminen

Vaihekompensointi viritetään seuraavien periaatteiden mukaan:

- Mitataan generaattorin ja magnetoinnin järjestelmävaste ilman PSS:ää pienellä generaattorin teholla. Taajuusvastekokeessa jännitteensäädön sisäänmenoon syötetään sinisignaali, jonka vaihesiirto mitataan. Taajuusvastekoe tehdään taajuusalueella 0,05-3,0 Hz vähintään kymmenellä eri taajuudella.
- Taajuusvastekokeen tulokset tulee tarkistaa simulointeja vasten ja virittää lisästabilointi kompensoimaan mitattu vaihesiirto.
- Viritetään PSS kompensoimaan vaihesiirto mahdollisimman lähelle 0 astetta alueiden välisillä heilahtelutaajuuksilla 0,3–1,0 Hz.
- Vaihesiirto tulee mieluummin alikompensoida kuin ylikompensoida, koska voimajärjestelmän heikentyessä generaattorin ja magnetoinnin vaihesiirto pienenee.
- Jos paikalliset stabilointitarpeet vaativat, että PSS viritys alueiden välisellä heilahtelutaajuudella antaa 0 asteesta eroavan vaihesiirron, koko PSS/AVR/generaattori-järjestelmän vaste ei saa silloinkaan ylittää 30 asteen vaihesiirtoa 0,2–2,0 Hz taajuusalueella.
- Vaihesiirron virittämisessä tulee tarkistaa, ettei matalataajuisien (alle 0,2 Hz) signaalien vahvistus ole suurempi kuin 0,2–2,0 Hz heilahteluiden vahvistus. Vaihesiirron virityksen ja matalataajuisien signaalien vahvistuksen suhteen on joissakin tapauksissa tehtävä kompromissi, jolloin vaihesiirron alikompensointi on haastavaa. Tällöin on kuitenkin huolehdittava, että vaihesiirto ei ylitä 30 astetta 0,2–2,0 Hz taajuusalueella.

22.5.8 Vahvistuksen määrittäminen

Mahdollisimman suurella käytännössä toimivalla vahvistuksella saavutetaan voimajärjestelmän kannalta paras vaimennus. Suositeltava ja luotettavin tapa selvittää suurin turvallinen vahvistus on testaus. Vahvistustesti tulee tehdä, kun järjestelmän kokonaisvahvistus on suurimmillaan, jolloin voidaan todeta vahvistusmarginaali. Testi tulisi siis tehdä täydellä teholla tai ainakin yli 80 % teholla.

Ennen kuin PSS:n vahvistusta lähdetään kasvattamaan, tulee PSS:n toiminnan olla stabiili ja lisästabiloinnin rajoittimien tulee olla päällä; esim. $\pm 5\%$ generaattorin napajännitteestä.

Vahvistusta lisätään, kunnes PSS:n ulostulosignaali tai napajännite alkaa värähdellä. Napajännitteen värähtely aiheutuu PSS:n voimistamasta kohinasta tai magnetointilaitteiston moodin vahvistumisesta. Tämä maksimivahvistus merkitään ylös ja jaetaan kahdella tai kolmella, jolloin saavutetaan hyvä stabiili säätöpiiri.

PSS:n optimaalinen vahvistus ja PSS:n tehokkuus alueiden välisten heilahtelumoodien vaimentamiseen tulee tarkastaa simuloinein.

22.5.9 Käyttöönottotestit

22.5.9.1 Mitattavat suureet

Käyttöönottotesteissä tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suureet:

- Magnetointivirta
- Magnetointijännite
- Napajännite
- Loisteho
- Pätöteho
- Taajuus
- PSS ulostulosignaali
- Testisignaali (sinisignaali, joka syötetään jänniteensäädön sisäänmenoon vaihesiirron mittaamiseksi)

PSS virittämistä varten magnetointilaitteistoon jänniteensäätäjän sisäänmenoon tulee voida syöttää eritaajuisia siniaaltoja taajuusvasteen määrittämiseksi.

22.5.9.2 Esimerkki PSS:n virityksestä ja käyttöönottosuunnitelmasta

Tämä esimerkki kuvaa pääosin toimenpiteet, jotka tulee suorittaa digitaalisen lisästabilointipiirin käyttöönottamiseksi. Tyypillisesti lisästabilointi otetaan käyttöön voimalaitoksen käyttöönoton osana, jolloin lisästabilointipiirin käyttöönotto sulautetaan laitoksen käyttöönotto-ohjelmaan. PSS:n onnistunut viritys voi vaatia erityistestejä koneikon suureiden määrittämiseksi (esimerkiksi hitausaikavakio).

1. Jänniteensäädön ja lisästabilointipiirin laskennallinen esiviritys (simulointi).

Jänniteensäätö ja lisästabilointipiiri mallinnetaan ja viritetään standardimalleilla (IEEE421.5) käyttäen saatavilla olevia lähtötietoja. Mallilla suoritetaan vähintään seuraavat simuloinnit:

- askelvastekokeet muuttamalla generaattorijännitettä ± 10 % tyhjäkäynnissä
 - askelvasteet verkossa muuttamalla generaattorijännitettä ± 2 %, kun PSS on päällä ja pois päältä
 - magnetoinnin rajoittimien testaus
 - lähivikatarkastelu
 - piirretään seuraavat bode-diagrammit taajuusalueilla 0,05-10 Hz;
 - i. Mikäli generaattorin, magnetointijärjestelmän ja sähköverkon muodostaman kokonaisuuden (GEP) vaihesiirtoa ei olla mitattu ennakkoon, verrataan laskennallisesti määritettyä vaihesiirtoa lisästabilointipiirin luomaan vaihesiirtoon. Osoitetaan, että PSS on viritetty kompensoimaan kappaleen 22.5.7 vaatimuksen mukaisesti. Mikäli tarkastelu tehdään laskennallisesti määritettyä vaihesiirtoa vasten, tulee kuvaaja päivittää, kun vaihesiirtomittaus on suoritettu.
 - ii. Lisästabilointipiirin vahvistus. Osoitetaan, että PSS lohko ei vahvista matalataajuisia taajuuksia kappaleen 22.5.7 vaatimusten mukaisesti.
 - iii. Taajuusvaste AVR:n summauspisteestä (V_{inj}) generaattorin pätötehoon (P_g), kun generaattori toimii nimellistehollaan ja PSS on pois päältä ja päällä nimellisvahvistuksella. Osoitetaan lisästabilointipiirin vaimennus koko taajuusalueella.
 - edellä mainitut Bode-diagrammit päivitetään virityksen jälkeen ja toimitetaan osana loppuraporttia.
2. Jännitteensäädön askelvastekokeet (generaattori ei verkossa)

Jännitteensäädölle tehdään askelvastekokeet, kun generaattori ei ole verkossa ja käy tyhjäkäynnillä. Tehdään 2 % ja 10 % askelvasteet, ylös- ja alaspäin.
 3. Jännitteensäädön askelvastekokeet (generaattori verkossa minimiteholla)

Jännitteensäädölle tehdään askelvastekokeet, kun generaattori käy verkossa minimiteholla. Tehdään 1 % ja 2 % askelvasteet, ylös- ja alaspäin.
 4. Taajuusvasteen mittaaminen (generaattori verkossa minimiteholla)

Mitataan jännitteensäätöpiirin taajuusvaste, kun generaattori käy verkossa minimiteholla ja lisästabilointi ei ole päällä. Taajuusvastekokeessa jännitteensäädön sisäänmenoon syötetään sinisignaali, jonka vaihesiirto mitataan napajännitteestä. Taajuusvastekoe tehdään taajuusalueella 0,2–3,0 Hz esimerkiksi kymmenellä eri taajuudella (0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 [Hz]).

5. Yli- ja alimagnetointirajoittimien testaaminen (generaattori verkossa minimiteholla)

Testataan yli- ja alimagnetointirajoittimien toiminta. Ylimagnetointirajoittimen raja-arvoa lasketaan asetteluarvosta ja todennetaan, että rajoitin toimii jännitteensäädön askelvastetta rajoittaen. Alimagnetointirajoittimen raja-arvoa nostetaan asetteluarvosta ja todennetaan, että rajoitin toimii jännitteensäädön askelvastetta rajoittaen. Asetetaan rajoittimet takaisin suunnitteluarvoonsa tai muutetaan tarvittaessa. Koe toistetaan vähintään kerran generaattorin mitoitusteholla.

6. Lisästabilointipiirin viritys (simulointi)

Tarkastetaan ja viritetään jännitteensäädön simulointimalli askelvastekokeiden tuloksia vasten. Viritetään lisästabilointi kompensoimaan mitattu vaihesiirto, ks. luku 22.5.7.

7. Vahvistuksen määrittäminen (generaattori verkossa 50 % mitoitustehosta)

Vahvistus määritetään seuraavasti (ks. luku 22.5.8) :

- a) Ennen kuin PSS kytketään päälle ensimmäisen kerran, tulee lisästabiloinnin rajoittimet asettaa tiukasti; esim. ± 2 % generaattorin napajännitteestä. Tällä vältetään mahdollisen parametrintivirheen aiheuttama askelmainen jännitemuutos.
- b) Määritetään millä jänniteaskeleella generaattorin pätöteho saadaan heilahtamaan, jotta PSS:n virityksen toimivuutta on mahdollista arvioida. Joissakin tapauksissa jännitemuutoksen tulee olla suuri vaatien jopa 4...5 % askelta. Asetusarvon muutos tulee tehdä esimerkiksi 4 % askeleessa asetuservomuuksella 0,98–1,02 pu.
- c) Lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) asetetaan arvoon 0 ja lisästabilointipiiri kytketään päälle ensimmäisen kerran ja tehdään askelvastekoe ylös- ja alaspäin.
- d) Lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) asetetaan arvoon 1 ja seurataan PSS:n vaikutusta normaalissa ajossa noin 5 minuutin ajan kiinnittäen huomiota siihen, miten PSS reagoi generaattorin normaaliin nopeaan pätötehoheiluntaan. Tehdään 1 % askelvastekoe ylös- ja alaspäin. Jos jännitteensäädön vaste on stabiili, voidaan lisästabiloinnin rajoittimien asetteluarvot nostaa esim. ± 5 % generaattorin napajännitteestä. Tämän jälkeen tehdään suurempi askelvaste aina kohdassa 2 määritetyn suuruiseen askeleeseen saakka.
- e) Lähdetään kasvattamaan vahvistusta arvosta 0 ylöspäin pienin askelin (esim. 0; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 13; 14; 15). Jokaisen vahvistusmuutoksen jälkeen seurataan PSS:n ulostulosignaalia, generaattorin pätö- ja loistehoa sekä napajännitettä. Jokaisen vahvistusmuutoksen jälkeen tehdään askelvastekoe ylös- ja alaspäin. Kun havaitaan värähtelyä jatkuvassa tilassa tai askelvasteen jälkeen, ei vahvistusta tule enää kasvattaa.

f) Vahvistus, jolla piirissä havaitaan ensimmäisen kerran värähtelyä, merkitään muistiin. Tämä maksimivahvistus jaetaan 2,5–3,0:lla, jolloin saavutetaan hyvä stabiili säätöpiiri. Näin saatu arvo on vahvistuksen nimellisarvo. Tarkka jakaja (2,5–3) määritetään sen perusteella, mikä on voimalaitoksen liittymispisteen oikosulkutehon normaalitilan suhde heikon verkon tilanteeseen ja sen vaikutus lisästabiloinnin toimintaan.

8. Kompensoidun taajuuden määrittäminen (generaattori verkossa 50 % mitoitustehosta)

Useimmissa lisästabilointipiireissä generaattorin napajännitteen ja sisäisen lähdejännitteen välinen kulmaero kompensoidaan kompensointireaktanssilla (X_{comp} tai X_q). Tyypillisesti tämän reaktanssin arvo on generaattorin pitkittäisen ja poikittaisen muutosreaktanssin välillä. Näin määritetyn kompensoidun taajuuden perusteella lisästabiloinnin vaihesiirto saadaan viritettyä kompensoimaan roottorin todellinen kulmanopeuden muutos. Jotta sopiva kompensointireaktanssi saadaan määritettyä, tulee askelvastekokeet toistaa vahvistuksen nimellisarvolla, testaten vaihtoehtoisia reaktanssiarvoja. Paras arvo valitaan saadun vasteen perusteella.

9. Vahvistuksen määrittäminen täydellä teholla (generaattori verkossa vähintään 80 % mitoitustehosta)

a) Lisästabilointipiiri kytketään päälle ja lisästabiloinnin vahvistus (K_{s1}) asetetaan arvoon 0. Tehdään 2 % askelvastekoe ylös- ja alaspäin. Tarvittaessa kasvatetaan askelta, jotta saadaan pätöteho heilahtamaan kuten 50 % teholla.

b) Lisästabiloinnin vahvistus (K_{s1}) asetetaan nimellisarvoon ja seurataan PSS:n vaikutusta generaattorin normaaliin nopeaan pätötehoheiluntaan noin 5 minuutin ajan.

c) Lisästabiloinnin vahvistus (K_{s1}) pidetään nimellisarvossa ja tehdään kohdassa 1 määritetty askelvastekoe ylös- ja alaspäin.

d) Lisästabiloinnin vahvistus (K_{s1}) asetetaan 2,0...2,5 -kertaiseen nimellisarvoon ja tehdään kohdassa 1 määritetty askelvastekoe ylös- ja alaspäin.

e) Mikäli edellä mainitut askelvastekokeet tuottivat stabiilin vasteen, lisästabiloinnin vahvistus (K_{s1}) asetetaan takaisin nimellisarvoon. Tämä on lopullinen asetteluarvo. Jos lisästabilointipiirin vaste on epästabiili tai värähtelevä tai selkeästi poikkeaa 50 % mitoitusteholla tehdyistä askelvasteista, tulee vahvistuksen määrittäminen tehdä uudestaan täydellä teholla kohdan 7 mukaan.

10. Yli- ja alimagnetointirajoittimien testaaminen täydellä teholla (generaattori verkossa vähintään 80 % mitoitustehosta)

Testataan yli- ja alimagnetointirajoittimien toiminta. Ylimagnetointirajoittimen raja-arvoa lasketaan asetteluarvosta ja todennetaan, että rajoitin toimii jännitteensäädön askelvastetta rajoittaen. Alimagnetointirajoittimen raja-arvoa nostetaan asetteluarvosta ja todennetaan, että rajoitin toimii jännitteensäädön

askelvastetta rajoittaen. Asetetaan rajoittimet takaisin suunnitteluarvoonsa tai muutetaan tarvittaessa.

11. Tehon nosto ja lasku

Pidetään PSS päällä ja säädetään turbiinin tehoa alas ja ylös voimalaitoksen normaalilla tehoajokäyrällä. Seurataan PSS:n ulostulosignaalia ja pätötehoa. Tarkastetaan PSS:n mahdolliset päälle- ja poiskytketymisrajat.

12. PSS päälle- ja poishjaukset

Kytetään paikallisesti PSS pois päältä ja takaisin päälle.

Kytetään valvomosta PSS pois päältä ja takaisin päälle.

13. Jatkuva käyttö ja loppudokumentaatio

Onnistuneen virityksen jälkeen lisästabilointipiiri jätetään käyttöön. Parametrit tallennetaan ja nauhoitettujen tulosten pohjalta tehdään lisästabilointipiirin viritysraportti. Asetetut lopulliset parametrit, päivitetty mallinnustiedot, kokeiden numeeriset tulokset sekä viritysraportti toimitetaan liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille osana voimalaitoksen käyttöönottoraporttia.

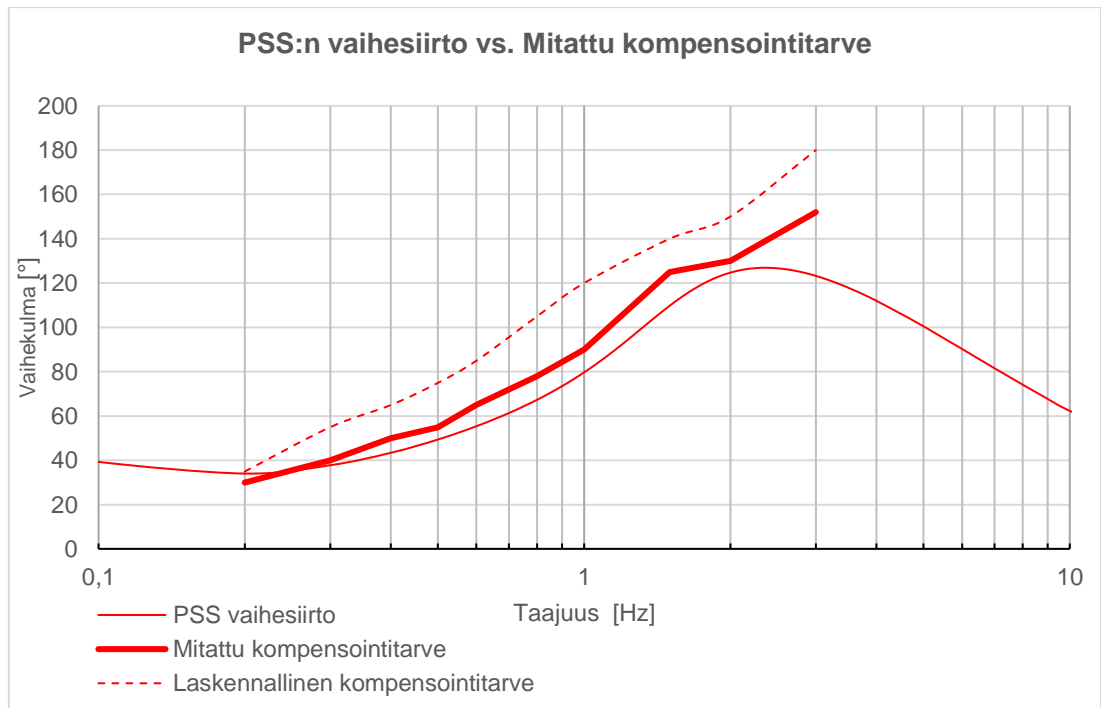
Viritysraportissa esitetään vähintään seuraavat tulokset käyttäen aikaskaalaa, joka esittää selkeästi oleelliset ilmiöt, kuten pätötehon heilahdusten vaimentumisen. Pätötehosta on kyettävä määrittämään esimerkiksi heilahduksen jaksonaika ja amplitudi. Esitettävät tulokset:

1. Taajuusvasteen mittaus minimiteholla (vaihesiirto taajuuden funktiona)
2. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa minimiteholla, kun PSS pois päältä
3. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 50 % pätöteholla, kun PSS pois päältä
4. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 50 % pätöteholla, kun PSS päällä ja vahvistus on 1,0 x nimellinen
5. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 50 % pätöteholla, kun PSS päällä ja maksimivahvistus (kohta 7).
6. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 50 % pätöteholla, kun PSS päällä ja nimellisvahvistus, mutta kompensointireaktanssia (mikäli käytössä) muutetaan eri arvoihin.
7. Normaali ajo verkossa 50 % pätöteholla kun PSS päällä ja nimellisvahvistus, aikaskaala noin 1 minuutti.
8. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 80–100 % pätöteholla, kun PSS pois päältä
9. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 80–100 % pätöteholla, kun PSS päällä ja vahvistus on nimellinen

10. Askelvaste (esim. ± 2 %) verkossa 80–100 % pätöteholla, kun PSS päällä ja vahvistus on 2,0–3 kertaa nimellinen
11. Normaali ajo verkossa 80–100 % pätöteholla, kun PSS päällä ja nimellisvahvistus valittuna, aikaskaala noin 1 minuutti
12. Pätötehon alas- ja ylössäätö kun PSS on päällä ja nimellisvahvistus valittuna
13. Rajoittimien aktivoituminen, kun PSS on päällä.
14. Luvun 22.5.9.2 kohdassa 1 mainitut Bode-diagrammit.

22.6 Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista

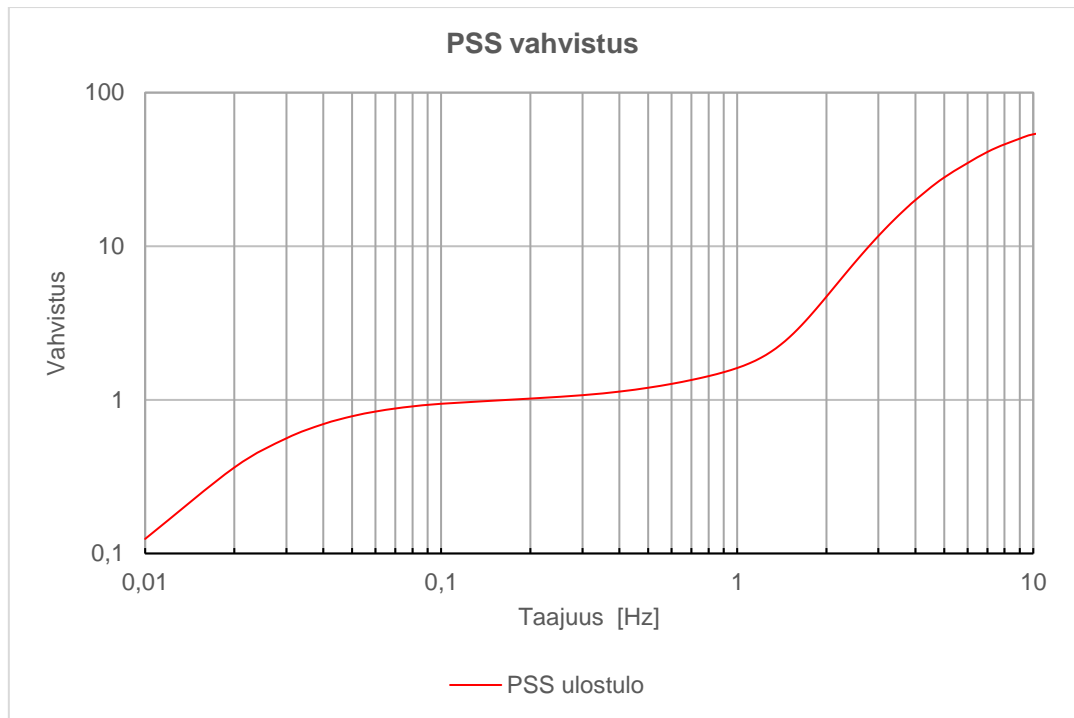
Alla olevassa kuvassa 22.2 on esitetty laskennallinen kompensointitarve, todelliseen mittaukseen perustuva kompensointitarve, sekä viritetty lisästabiloinnin vaihesiirto.



Kuva 22.2. Laskentamallin kompensointitarve, mitattu kompensointitarve ja viritetty PSS:n vaihesiirto

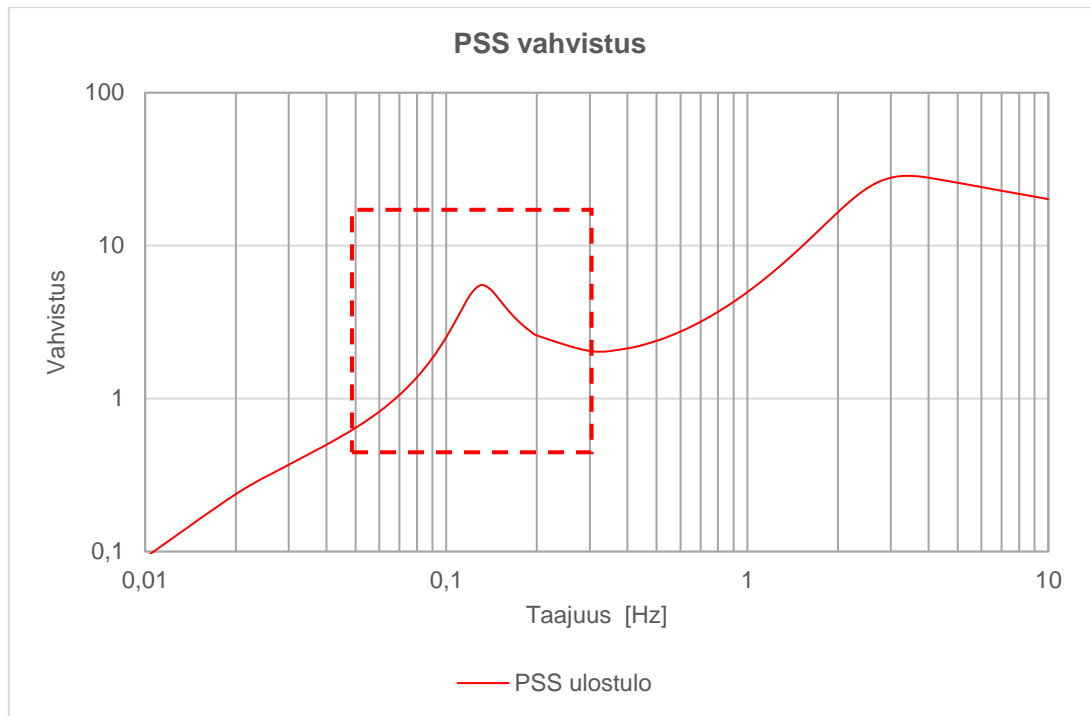
Kuvasta 22.2 huomataan, että mitatut ja laskentamallilla etukäteen lasketun kompensointitarpeen vaihesiirron välillä on huomattava ero. Tämän vuoksi taajuusvastemittaus on aina tehtävä, jotta voidaan varmistua lisästabiloinnin oikeasta virityksestä.

Kuvassa 22.3 on esitetty viitteellinen lisästabilointipiirin vahvistus, jossa vahvistus pysyy matalilla taajuuksilla ($<0,2$ Hz) pienempänä kuin suuremmilla taajuuksilla.



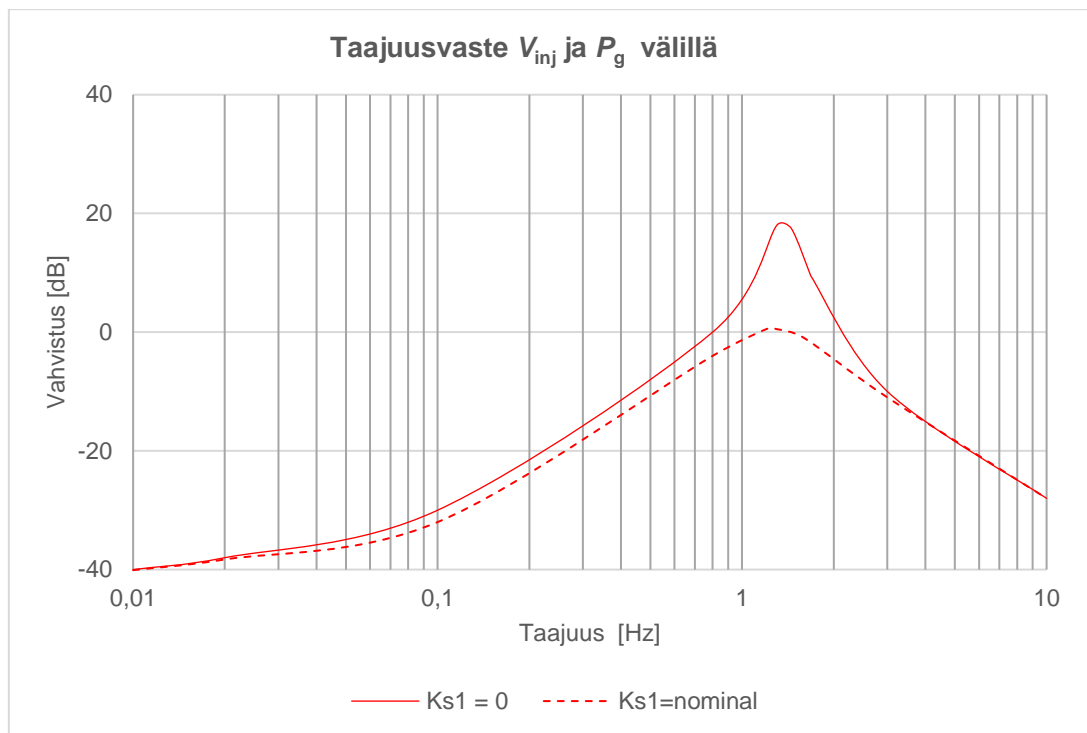
Kuva 22.3. Lisästabiloinnin vahvistus laskentamallilla. Vahvistus on viitteellinen, mutta tuloksesta huomaa vahvistuksen olevan pienempi taajuuksilla $f < 0,2$ Hz, kuin taajuuksilla $f > 0,2$ Hz.

Kuvassa 22.4 on esitetty puolestaan viritys, joka ei ole hyväksyttävä sillä PSS:n vahvistus kasvaa matalilla taajuuksilla ($< 0,2$ Hz) liikaa, jolloin tietyt verkkoilmiöt voivat aiheuttaa PSS:n ulostulon kyllästymisen estäen sen oikean toiminnan halutulla taajuusalueella.



Kuva 22.4. Lisästabiloinnin vahvistus laskentamallilla. Vahvistus on viitteellinen, mutta tuloksesta huomaa vahvistuksen olevan suurempi taajuuksilla $f < 0,2$ Hz, kuin taajuuksilla $f > 0,2$ Hz. Viritys voi olla ongelmallinen tietyissä verkkoilmiöissä.

Kuvassa 22.5 on esitetty PSS:n taajuusvastetarkastelu lopullisen virityksen jälkeen. Kuvaajaan on piirretty taajuusvaste jännitteensäädön (AVR) summauspisteestä (V_{inj}) generaattorin pätötehoon generaattorin ollessa nimellisteholla. Kuvaajaan on piirretty taajuusvasteet, kun PSS on nimellisvahvistuksella ja kun PSS on pois päältä. Tarkastelu osoittaa lisästabilointipiirin vaimennuksen koko taajuusalueella sekä etenkin paikallisen moodin vaimennuksen.



Kuva 22.5. Taajuusvaste jänniteensäädön (AVR) summauspisteestä (V_{inj}) generaattorin pätötehoon (P_g) generaattorin ollessa nimellisteholla.

Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2024

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Termit ja määritelmät	5
3	Vaatimusten soveltamisala	8
4	Luottamuksellisuus	10
5	Erityistarkasteluvaatimukset	11
6	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	12
	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana	
6.1	6.1.1 Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet.....	12
	6.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	13
	Sähkövaraston järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	14
6.2	Vaiheittain etenevät sähkövarastohankkeet	14
6.3	Sähkövarastojen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitus-menettely....	15
6.4	6.4.1 Tyypin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	15
	6.4.2 Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitus- menettely	15
	6.4.3 Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	16
7.17	Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen	23
7.2	Tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	23
7.3	Tyypin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot.....	23
7.4	Tyypin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot	25
7.5	Tyypin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot	25
	7.4.1 Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu	25
	7.4.2 Toimitettavat tiedot.....	25
9.1	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot.....	28
9.2		
9.3	Poikkeukset vaatimuksista	29
9.4		
9	Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi	30
10.1	Tyypin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto.....	30
10.2	Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	30
	Tyypin C sähkövarastojen instrumentointi	30
	Tyypin D sähkövarastojen instrumentointi	31
10	Yleiset vaatimukset	33
	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	33
	Tyypin A sähkövaraston yleiset vaatimukset	33
10.2.1	Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue.....	33
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	33
10.2.3	Etäohjausvalmius.....	34
10.2.4	Autonominen kytkeytyminen	34
10.2.5	Suojaus.....	34
10.2.6	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä.....	35

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

	13.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	66
	13.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	67
	13.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	67
		Tyypin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö	67
14		Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut	68
	14.1.1	Toiminta jännitehäiriön yhteydessä	69
	14.1.2	Vakiojännitesäädön suorituskyky	69
	14.1.3	Verkon jännitteen kulmamuuutos	70
13.3	14.1.4	Toiminta saarekekäytössä.....	70
	14.1.5	Impedanssiskannaus	71
15		Sähkövarastojen käyttöönottokokeet	71
		Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	71
	15.2	Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokokeet	71
		Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokokeet	73
15.1	15.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	73
15.3	15.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	74
	15.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	74
	15.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	75
16		Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset	83
16.1		Tyypin C sähkövarastojen mallinnusvaatimukset	83
	16.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	83
	16.1.2	Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten	83
	16.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	83
	16.1.4	Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset.....	83
	16.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	84
	16.1.6	Tyypin D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset	86
	16.1.7	Erylistarkasteluvaatimukset.....	86

1 Johdanto

Tämä asiakirja sisältää sähkövarastojen järjestelmätekniiset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suuntaajakytketyille sähkövarastoille, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita.

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

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

Kansallisesti sähkövarastojen järjestelmätekniisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että

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

Näiden järjestelmätekniisten vaatimusten lisäksi liittyjän on

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

2 Termit ja määritelmät

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

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

Järjestelmäpalvelut: Järjestelmäpalvelut ovat sähkön siirto- tai jakeluverkon käyttöä tukevia palveluita, kuten esimerkiksi reservi- ja säätösähkömarkkinat, tai sähköverkon kuormituksen taseus 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 ΔI_q on sähkövaraston viassa syötämä lisäloisvirta, I_n on sähkövaraston nimellisvirta, ΔU on jännitteen muutos viassa, U_n on verkon nimellisjännite.

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

Käyttöönottokokeet: Sähkövarastojen järjestelmäteknisiin vaatimuksiin liittyvät käyttöönottokokeet.

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

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

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

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

Liittymispiste: Liittymissopimuksen mukainen omistusraja.

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

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

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

Loistehokapasiteetti: Suurin liittymispisteessä mitattava loisteho, jonka sähkövarasto voi yhtäjaksoisesti ilman aikarajaa tuottaa tai kuluttaa.

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

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

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

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

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

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

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

Näennäisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo, yksikkö MVA.

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

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

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

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

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

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

Sähkövarasto: Sähkön varastointiin kykenevä yksikkö tai sähköä varastoivien yksiköiden muodostama kaupallinen kokonaisuus, joka on liitetty sähköverkkoon 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 vakiopäätötehosäätö, taajuussäätö, vakioaloistehosäätö tai vakiojännitesäätö.

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

Toimintatila: Katso säädön toimintatila.

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

Vaatimukset: Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2019.

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

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

YLE: Fingridin yleiset liittymisehdot.

3 Vaatimusten soveltamisala

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

Vaatimukset eivät koske varavirtalähteitä tai järjestelmiä, joiden tarkoitus on varmistaa keskeytymätön sähkötehon syöttö turvattavalle kuormitukselle sähköverkon häiriöiden aikana. Varavirtalähteelle sallitaan korkeintaan 5 minuutin rinnankäyntiaika sähköjärjestelmän kanssa tilanteessa, jossa siirrytään varavirtalähteen syötöltä verkkosyötölle. Valmiustilassa varavirtalähteen syöttö liittymispisteestä sähköjärjestelmään tulee estää. Varavirtalähteen ja sähköjärjestelmän rinnakkaista toimintaa huollon tai käyttöönottokokeiden aikana ei oteta huomioon viiden minuutin määräajassa. Huolloksi katsotaan ajoittaiset toistuvat toimintakokeet, joiden ajankohta on ennalta määrätty (esim. tunnin koekäyttö jokaisen kuukauden ensimmäisenä maanantaina tunnilla 8–9). Varavirtalähteen tulee täyttää sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset, mikäli se tuottaa järjestelmäpalveluita.

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

Liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää SJV2024:n mukaiset vaatimukset, mikäli sähkövaraston liittymissopimus on tehty SJV2024:n vahvistamispäivän jälkeen tai sähkövaraston sitova hankintasopimus on tehty 1.7.2025 jälkeen. Muussa tapauksessa liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää ne vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa sähkövaraston liittymissopimusta tehtäessä. Vaatimukset tulee täyttää liittymispisteessä tai vaatimuskohtaisesti erikseen määritetyssä pisteessä.

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

Taulukko 3.1. Sähkövaraston tyyppiluokittelu tuotantotilan mitoitus-tehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

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

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

Sähkövarasto voidaan liittää sähköjärjestelmään oman liittymispisteen taakse, tai jo olemassa olevan liittymän osaksi, esim. voimalaitoksen tai kulutuslaitoksen keskijännitekiskoon. Sähkövaraston järjestelmätekniset vaatimukset määräytyvät taulukon 3.1 mukaan, eivätkä ne ole lähtökohtaisesti riippuvaisia samaan liittymispisteeseen liitettyjen muiden tuotanto- tai kulutuslaitteistojen mitoitus-tehosta tai vaatimuksista.

Mikäli liittyjä haluaa yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi hybridivoimalaitoksen tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää, voidaan vaatimuksia tarkastella kokonaisuutena. Vaatimukset määräytyvät kokonaisjärjestelmän mitoitus-tehon 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.

4 Luottamuksellisuus

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

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

5 Erityistarkasteluvaatimukset

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

Fingrid arvioi erityistarkastelutarpeen seuraavien asioiden osalta:

- alisynkroninen vuorovaikutus,
- geomagneettisesti indusoituvat virrat,
- tehoheilahtelujen vaimentuminen,
- pieni liittymispisteen minimoioikosulkuteho
- suuntaajien vuorovaikutusilmiöt ja
- sähkön laatu.

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

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

6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa kuvataan sähkövarastojen Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta vaatimustenmukaisuudesta sekä käyttöönottoilmoitusmenettely. Lisäksi tässä luvussa on määritetty liittyjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin ja jatkuvan seurannan aikana. Täsmennykset vastuiden, velvollisuuksien ja oikeuksien osalta on kirjattu vaatimuskohtaisesti tämän asiakirjan luvuissa 7–16.

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

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

6.1

Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana

6.1.1 Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

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

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

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

Fingridin kanssa. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkastaa liittäjän toimittamat tiedot ja arvioida, onko sähkövarasto Vaatimusten mukainen, ja ilmoittaa arvioinnin tulos liittäjälle.

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

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

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

Liittymispisteen verkonhaltija voi siirtää vaatimustenmukaisuuden seurannan joko kokonaan tai osittain kolmansien osapuolten tehtäväksi. Tällaisissa tapauksissa liittymispisteen verkonhaltijan on edelleen varmistettava luottamuksellisuuden noudattaminen (luku 4), mukaan lukien salassapitosopimusten tekeminen tehtävien suorittajan kanssa.

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

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

Liittymispisteen verkonhaltija on velvollinen ilmoittamaan viipymättä liittäjälle ja Fingridille, mikäli verkonhaltija havaitsee missä tahansa sähkövarastoprojektin vaiheessa tai sähkövaraston normaalin käytön aikana, että sähkövarasto poikkeaa Vaatimuksista.

6.1.2 Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

Mikäli Fingrid saa tiedon tai havaitsee sähkövaraston poikkeavan Vaatimuksista missä tahansa sähkövarastoprojektin vaiheessa tai sähkövaraston normaalin käytön aikana, voi Fingrid vaatia lisäselvitystä ja toimenpiteitä poikkeaman korjaamiseksi. Jos Vaatimuksiin liittyvät sähkövaraston toiminnan puutteet vaikuttavat sähköjärjestelmän toimintaan, Fingridillä on järjestelmävastaavana oikeus rajoittaa sähkövaraston toimintaa ja asettaa

sähkövaraston käyttöön liittyviä ehtoja. Fingridillä on oikeus pitää asetetut rajoitteet voimassa, kunnes sähkövaraston toiminnassa havaitut puutteet on korjattu ja sähkövaraston kyky täyttää Vaatimukset on todennettu.

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

Sähkövaraston järjestelmätekniisten ominaisuuksien muuttaminen

6.2

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

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on arvioida ja asettaa voimassa olevien sähkövarastojen järjestelmätekniisten 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 ehtoista liittyjän kanssa.

6.3

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

Vaiheittain etenevät sähkövarastohankkeet

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

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

- 1) sähkövaraston tuotantotilan mitoitus-teho tai liittymispisteen jännitetaso ylittää Vaatimukseen liittyvän, taulukon 3.1 mukaisen tyyppirajan,
- 2) sähkövaraston rakenne tai toiminnallisuudet muuttuvat siten, että muutos vaikuttaa sähkövaraston järjestelmätekniisiin ominaisuuksiin ja toiminnallisiin.

Sähkövarastojen vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

6.4.1 Tyypin A sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

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

Jokaisesta sähkövarastosta on toimitettava erillinen asennusdokumentti.

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

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

Asennusdokumenttina voidaan käyttää esimerkiksi Energiateollisuus ry:n yleistietolomaketta ”Pientuotantolaitteiston ja/tai sähkövaraston liittäminen sähkövarastoon”.

6.4.2 Tyypin B ja C sähkövarastojen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

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

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

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

Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittynä merkitsee luvun 7 taulukon Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Jokaisesta sähkövarastosta on toimitettava erillinen riippumaton sähkövaraston asiakirja.

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

Liittynän suoritettua Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet, liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkastaa liittynän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten todentamisesta. Hyväksytyään täydellisen ja riittävän sähkövaraston asiakirjan liittymispisteen verkonhaltijan on annettava liittynälle 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 liittynälle.

Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa 7. Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi on määritetty luvussa 9. Vaatimusten todentaminen käyttöönottokokein on määritetty luvussa 15. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16.

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

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

6.4.3.1

6.4.3 Tyypin D sähkövaraston todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Todentamisprosessin vaiheistus

Liittynän 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.

Liittynän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkastaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen vaihekohtaisesti sekä toimittaa kunkin vaiheen jälkeen vaaditun kytkentä- tai käyttöönottoilmoituksen liittynälle. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa Vaatimusten todentamisprosessi, mukaan lukien

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

Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen on määritetty luvussa 7. Reaaliaikaiset mittaukset ja instrumentointi on määritetty luvussa 9. Vaatimusten todentaminen käyttöönottokokein on määritetty luvussa 15. Mallinnusvaatimukset ja todentaminen on määritetty luvussa 16.

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

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

Prosessin vaihe	Edellytys	Aikatauluvaatimus ja lisätiedot
Vaihe 0 (Esisuunnittelu) <ul style="list-style-type: none"> • Erityistarkasteluista sopiminen (luku 5) • Vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin ml. todentamistavat ja seuranta • Tekniset määritelmät 	Sähkövaraston toteutuksen edellyttämät tiedot ovat valmiina teknisen suunnittelun käynnistämiseksi.	Mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ennen liittymissopimuksen tekemistä.
EON - kytkentäilmoitus	Fyysinen verkkoliityntä on valmis käyttöönottoon.	Liityntä tulee toteuttaa liittymissopimuksen ehtojen mukaisesti. Kytkentäilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden kytkeä sähköt liittymispisteen takaiseen verkkoon.
Vaihe 1 (Suunnittelu): <ul style="list-style-type: none"> • Suunnittelutiedot • Mallinnustiedot • Vaaditut laskelmat • Projektikohtaiset alustavat asetteluarvot • Reaaliaikaisten mittaustietojen toimitustapa • Vaatimustenmukaisuusilmoitus 	Liittyjä voi toimittaa vaiheen 1 tiedot heti kun ne ovat saatavilla.	Vaiheen 1 tiedot tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, vähintään 6 kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa, jotta sähkövaraston väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus	Liittyjä on toimittanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittaukset. Jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä sekä mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa. Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen enintään 18 kuukauden ajan.
Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen): <ul style="list-style-type: none"> • Muutokset ja päivitykset vaiheen 1 tietoihin • Käyttöönottokokeiden suunnittelu ja toteutus • Koetulosten raportointi • Mallinnustietojen validointi • Säätäjien ja suojauksen lopulliset asetteluarvot 	Liittymispisteen verkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	Liittyjän on toimitettava käyttöönottoikesuunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin sähkövarasto on syöttänyt ensimmäisen kerran pätötehoa

• Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus		sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): • Toimitettujen tietojen tarkastus • Prosessin hyväksyntä	Liittyjä on toimittanut vaiheen 2 mukaiset tiedot ja toteuttanut toimenpiteet sekä Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Liittymispisteen verkonhaltijan tulee tarkistaa toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittaminen. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa lausunto vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen.
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus	Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.	Lopullisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää sähkövarastoa ja syöttää sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.

6.4.3.2

Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

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

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

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

6.4.3.3

Fyysisen liittynnän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

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

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

Kytkentäilmoitus ei oikeuta pätötehon syöttämiseen liittymispisteeseen tai sähkövaraston lataamiseen liittymispisteestä.

Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

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

6.4.3.4

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

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

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

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

6.4.3.5

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.

Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittyjä suorittaa sähkövaraston käyttöönottokokeiden suunnittelun ja toteutuksen sekä toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle luvussa 7.4 listatut tiedot. Lisäksi vaiheen 1 tietojen mahdolliset muutokset ja päivitykset tulee toimittaa liittymispisteen verkonhaltijalle vaiheessa 2.

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

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

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta liittyjän on toimitettava käyttöönottokoesuunnitelma liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen suunniteltua kokeiden aloittamista. Käyttöönottokokeet on suoritettava hyväksytysti 9 kuukauden sisällä, ja vaiheen 2 toimenpiteet 12 kuukauden sisällä, hetkestä, jolloin sähkövarasto on syöttänyt ensimmäisen kerran pätötehoa sähköjärjestelmään. Mikäli käyttöönottokokeiden suorittaminen mainitussa aikataulussa ei ole perustellusta syystä mahdollista, Liittyjä voi anoa lisääaikaa kokeiden suorittamiselle huomioiden kuitenkin väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen voimassaoloajan. Lisääaikaa tulee anoa liittymispisteen verkonhaltijalta ja Fingridiltä, jotka voivat yksimielisellä päätöksellä myöntää lisäajan käyttöönottokokeiden ja vaiheen 2 toimenpiteiden suorittamiselle.

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

6.4.3.6

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.

6.4.3.7

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

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, liittynä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

7 Sähkövaraston tietojen dokumentointi ja toimittaminen

Tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot

Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tyypin A sähkövarastosta toimitettavat tiedot, luvun 6.4.1 ohjeistuksen mukaisesti.

Tyypin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot

7.1

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.

7.2

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukon 7.1 Viite-sarakkeeseen kunkin toimitetun dokumentin tai muun tiedoston nimen ja vahvistaa allekirjoituksellaan, että sähkövarasto täyttää asetetut Vaatimukset. Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Taulukko 7.1. Tyyppin B sähkövarastosta toimitettavat tiedot.

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

Tyypin C sähkövarastosta toimitettavat tiedot

7.3

Tyypin C sähkövarastosta on toimitettava taulukoiden 7.2 ja 7.3 mukaiset tiedot. Liittyjän tulee toimittaa nämä sähkövaraston tiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina käyttöönottokokeiden jälkeen. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

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

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

7.4

Tyypin D sähkövarastosta toimitettavat tiedot

7.4.1

Sähkövaraston tietojen toimittaminen ja aikataulu

Liittyjän on toimitettava sähkövaraston tietoja liittymispisteen verkonhaltijalle tyypin D sähkövarastoista luvussa 6.4.3 määritetyn vaatimusten todentamisprosessin mukaisesti:

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

Liittyjän tulee toimittaa nämä sähkövaraston tiedot liittymispisteen verkonhaltijalle sähköisinä asiakirjoina todentamisprosessin mukaisesti. Toimitettavien tietojen on oltava kirjoitusasultaan ja rakenteeltaan selkeitä ja yksiselitteisiä. Liittymispisteen verkonhaltijan on toimitettava tiedot Fingridille. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun.

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

7.4.2

Toimitettavat tiedot

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

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

15.1.2025

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

Vaihe 1 (Suunnittelu)	Viite
1 Yleistiedot	
1.1 Hankkeen nimi ja yhteystiedot, liittymispiste, liittymispisteen verkonhaltija ja yhteystiedot	
1.2 Sähköpääkaavio (single line diagram)	
Sähkövaraston pääkomponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko	
Pääkaaviossa esitettyjen komponenttien ja johdinten sähköiset parametrit	
1.3 Sähkövaraston tyyppi (esim. sähköakku, polttokenno tms.)	
1.4 Sijaintitieto (paikkakunta, alue, liittymispiste, koordinaatit)	
1.5 Tietoliikenneyhteyksien yhteyskaavio (CSA, Common Service Architecture) ja tietoturvasuunnitelma (luku 10.3.7)	
2 Tekniset tiedot	
2.1 Sähkövarastointiyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
2.2 Sähkövarastointiyksiköiden dokumentaatio ja datalehdet	
Mitoitusteho kulustilassa [MW], mitoitusteho tuotantotilassa [MW], virta [A], jännite [V]	
2.3 Muuntajien dokumentaatio ja datalehdet	
Teho [MVA], virta [A], muuntosuhde [ensiö/toisio], oikosulkuimpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käännyttimen säätöalue ja askel [%,%], käännyttimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
2.4 Muiden komponenttien dokumentaatio ja datalehdet	
Soveltuvin osin vastaavat tiedot kuin sähkövarastointiyksiköistä (kohta 2.2) ja muuntajista (kohta 2.3) sekä kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä Vaatimusten kannalta (esim. rakenne, suodattimen viritystaajuus)	
3 Jännite-taajuus toiminta-alue	
3.1 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylijännitteellä (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.2 Sähkövaraston kyky toimia ali- ja ylitaajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.3 Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky (luku 10.2.2)	
4 Lähivika- ja ylijännitekestoisuus	
4.1 Tiedot ja tarkastelu toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3, luku 14.1.1)	
4.2 Tiedot toiminnasta lyhytaikaisen ylijännitteen aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.3)	
4.3 Tiedot pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.5)	
5 Verkkoa luovat ominaisuudet	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus verkkoa luovista säätöominaisuuksista (luku 10.4.3)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkokaavioesitys säädön toteutuksesta.	
5.2 Tarkastelut toiminnasta saarekekäytössä ja verkon kulmamuuoksessa sekä impedanssiskannaus (luku 14.1.3, 14.1.4 ja 14.1.5)	
5.3 Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
6 Pätötehon ja taajuuden säätö	
6.1 Dokumentaatio ja kuvaus pätötehon ja taajuuden säädöstä (luku 11)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkokaavioesitys säädön toteutuksesta.	
6.2 Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

15.1.2025

Taulukko 7.2 jatkuu.

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

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

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

7.5

Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot

Mikäli tyypin B, C tai D sähkövaraston vaatimustenmukaisuuden osoittaminen edellyttää erityisten tyyppi- 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 tyyppikokeiden ja tehdaskokeiden tulosaineistot tulee sisällyttää toimitettavaan tietoihin liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin pyytäessä.

8 Poikkeukset vaatimuksista

Liittyjällä on mahdollisuus poiketa Vaatimuksista tässä luvussa määritettyjen ehtojen 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

Tyypin A sähkövaraston reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

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

9.1

Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

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

9.2

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".

9.3

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

Tyypin C sähkövarastojen instrumentointi

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

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

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

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

- suojarele toimii (havahtuminen)
- jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
- taajuus alittaa 49,80 Hz tai ylittää 50,20 Hz

3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot
4. Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.
5. Heilahtelutallentimen näytteenottotaajuuden tulee olla korkea (1 kHz) ja tallennustaajuus voi olla matala (50 Hz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla kymmeniä sekunteja.
6. Molemmissa tallentimissa pitää ottaa talteen näytettä jo ennen liipaisuhetkeä. Liipaisun tapahtuessa hetkellä 0,0 s tulee tallentimien tallentaa hetki ennen vikaa (engl. pre-fault) ja loput vian jälkeen (engl. post-fault). Nämä (pre- / post-fault) ajat ovat:
 - häiriötallentimelle ennen vikaa 0,5–1 s, vian jälkeen yli 2 s
 - heilahtelutallentimelle ennen vikaa 1–5 s, vian jälkeen yli 15 s
7. Tallennusjärjestelmät tulee toteuttaa siten, että Fingrid saa käyttöönsä järjestelmän tallenteet viimeistään 24 tunnin kuluessa siitä, kun Fingrid esittää pyynnön liittyjälle.
8. Tallennusjärjestelmä tulee varustaa muistikapasiteetilla, jolla varmistetaan häiriötallenteiden saatavuus vähintään seitsemän päivää tallennetun tapahtuman jälkeen. Vaatimuksen katsotaan täyttyvän tallennuksen kattaessa vähintään 20 viimeistä tallennettua tapahtumaa.

9.4

Tyypin D sähkövarastojen instrumentointi

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

Tallennusjärjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

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

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

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

10 Yleiset vaatimukset

Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

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

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

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

10.2 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.

Tyyppin A sähkövaraston yleiset vaatimukset

10.2.1 Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue

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

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

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

10.2.2 Taajuuden muutosnopeuden sietokyky

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

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

10.2.3 Etäohjausvalmius

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

10.2.4 Autonominen kytkeytyminen

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

Sähkövarasto saa kytkeytyä autonomisesti sähköjärjestelmään, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

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

10.2.5 Suojaus

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

Liittyjän vastuulla on määrittää sähkövaraston ja sähkövaraston liitynnän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

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

Saarekekäytön estämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

10.2.6 Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä

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

Tyypin B sähkövaraston yleiset vaatimukset

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

10.3.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

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

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

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

10.3.2 Lähivikakestoisuus

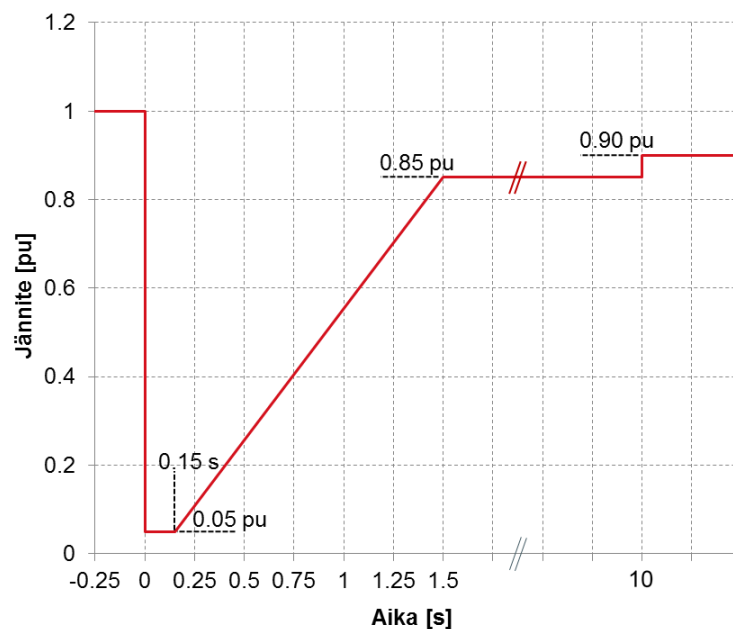
Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa syvän jännitekuopan aiheuttavien sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen. Sähkövarasto on suunniteltava siten, että se kestää kuvan 10.1 mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

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

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.1. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen 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 kulmamuuutos, jonka suuruus on korkeintaan ± 30 astetta.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

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

10.3.3 Ylijännitekestoisuus

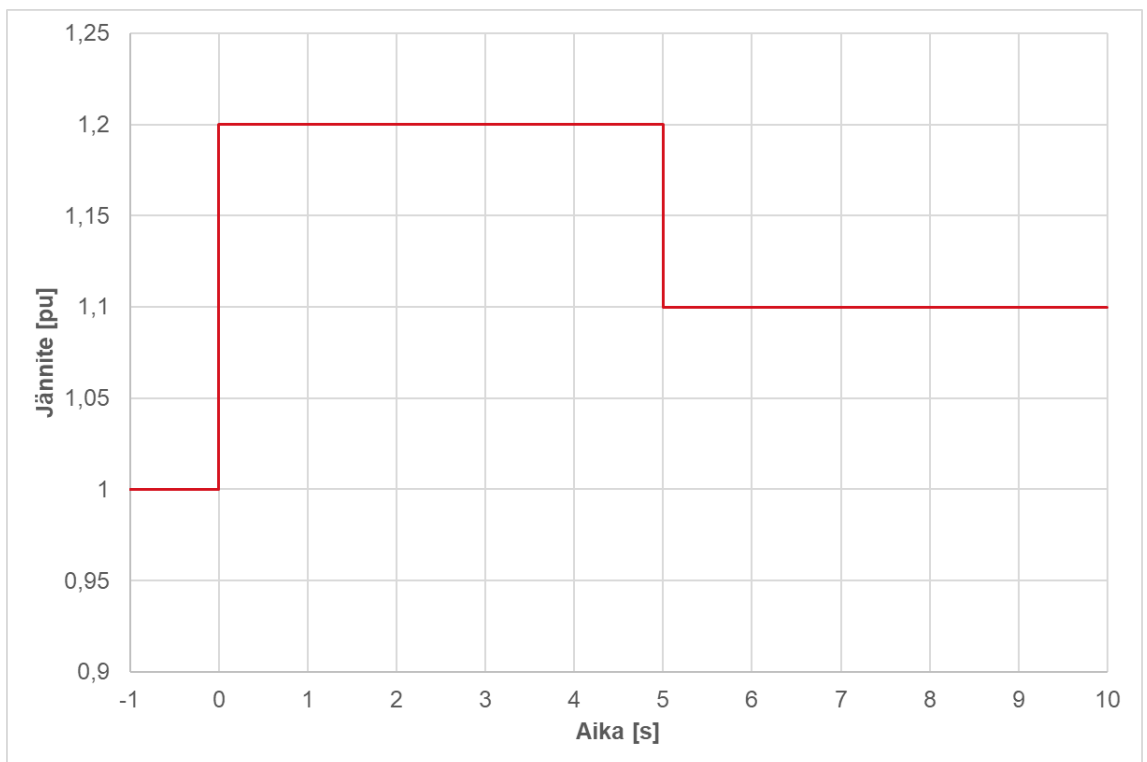
Sähkövaraston tulee pystyä jatkamaan toimintaansa irtoamatta verkosta liittymispisteessä esiintyvän kuvan 10.2 mukaisen lyhytaikaisen käyttötaajuuden, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävän ylijännitteen aikana ja sen jälkeen. Liittymispisteen

verkonhaltija määrittelee jännitteen suuruuden kuvassa 10.2 esitetyn aikaskaalan ulkopuolella.

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

Ylijännitekestoisuusvaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

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



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

10.3.4 Loisvirran syöttö

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

Sähkövaraston on pystyttävä aktivoimaan nopea loisvirransyöttö (vikavirransyöttö) joko

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

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

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

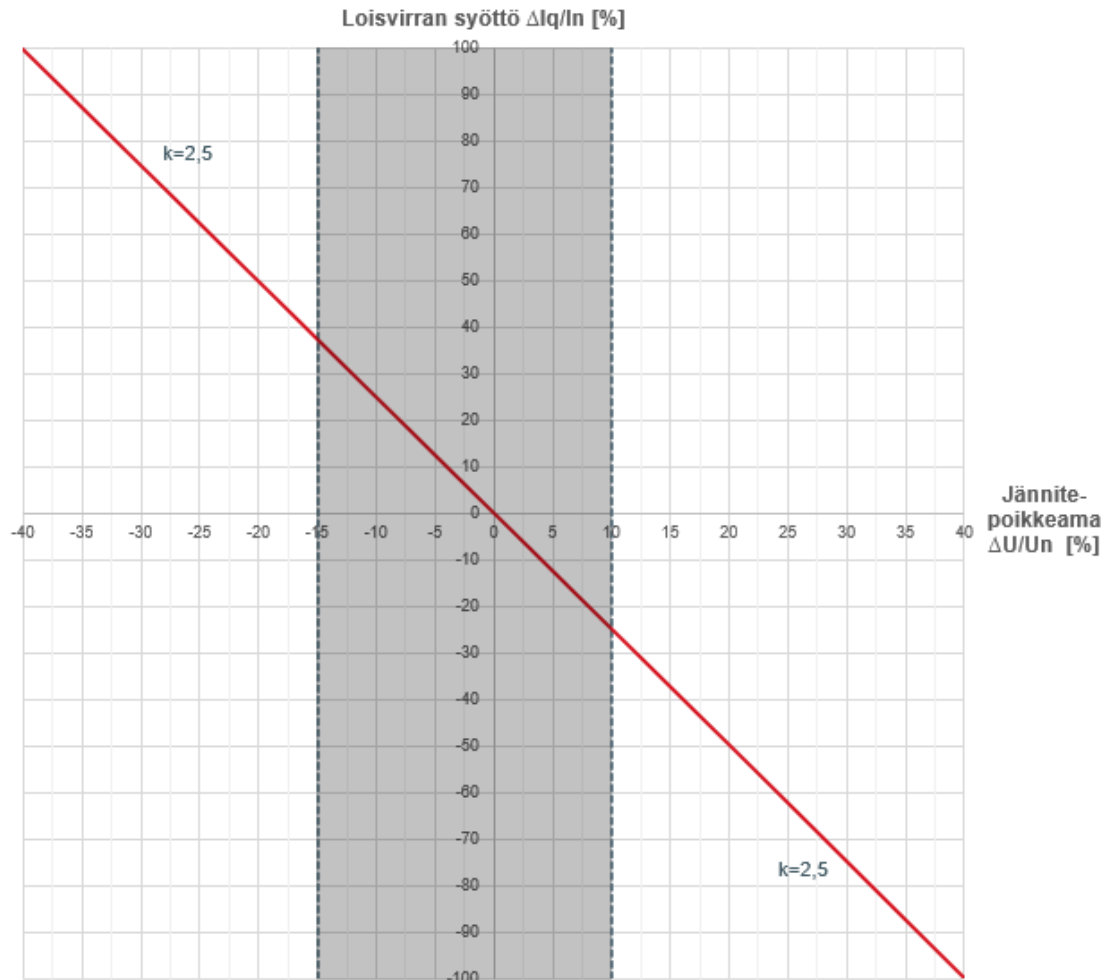
Toimittaessa jännitteellä, jolla loisvirran syöttömoodi ei ole aktiivinen, tulee priorisoida pätövirran (I_p) syöttöä. Loisvirran nousuajan 90%:iin tavoitearvosta tulee olla 30–50 ms ja loisvirran tulee asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 80 ms kuluessa. Viive määritellään jännitteen askelmaisen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

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

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

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

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



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

10.3.5 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

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

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

10.3.6 Suojaus

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

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

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

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

10.3.7 Tietoliikenne ja tietoturva

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

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

Tyypin C sähkövaraston yleiset vaatimukset

Tyypin C sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A ja B sähkövarastoja (luvut 10.2 ja 10.3), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.3 ja 10.3.1), autonomista kytkemistä (luku 10.2.4) ja loisivirran syöttöä (luku 10.3.4). Sen lisäksi tyypin C sähkövaraston tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

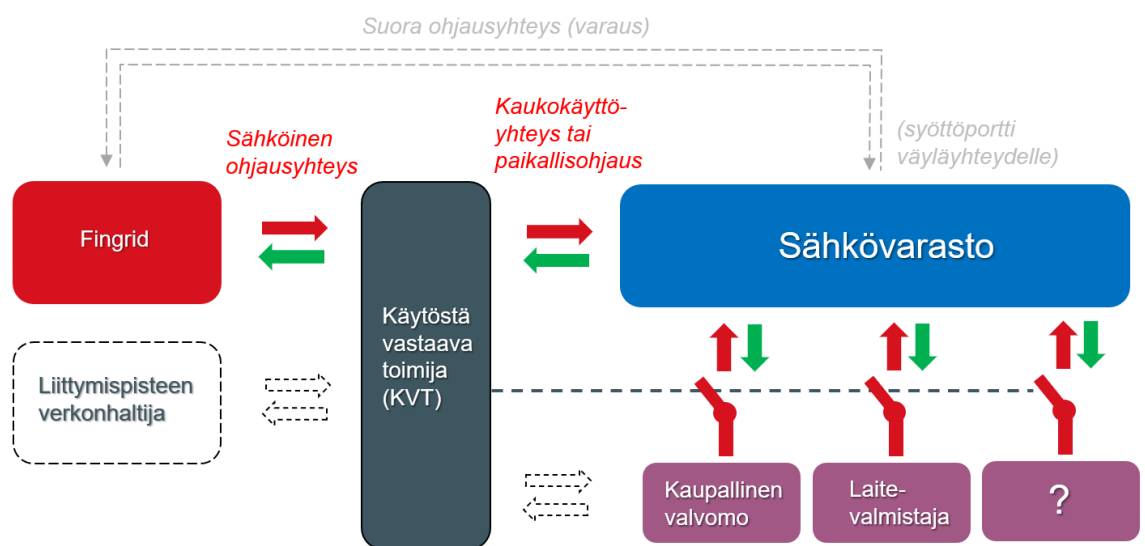
10.4.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

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

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

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

Ohjauksen periaate ja osapuolet on esitetty kuvassa 10.4.



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

10.4.1.1

Fingridin sähköinen ohjausyhteys

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

Sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan on kyettävä sähköisen ohjausyhteyden välityksellä

- vastaanottamaan ja toteuttamaan taulukon 10.1 mukaiset Fingridin lähettämät ohjauspyynnöt sekä

- keräämään ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fingridin suora ohjausyhteys

10.4.1.2

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

10.4.1.4

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.

Sähkövarastojen kaukokäyttöön liittyvät muut vaatimukset

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

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

- sähkövaraston ja käytöstä vastaavan toimijan ohjauspaikan välisen kaukokäyttöyhteyden epäkäytettävyydestä sekä

- sähkövaraston yksittäisten suuntaajyksiköiden ohjattavuuteen liittyvästä epäkäytettävyydestä.

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

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

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

10.4.2 Autonominen kytkeytyminen

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

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

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

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.

Yleiset vaatimukset

Verkkoa luovien säätöominaisuuksien

10.4.3.1

- a) tulee olla toiminnassa aina sähkövaraston ollessa kytkeytyneenä verkkoon, eikä toimintatila saa vaihtua verkon muutostilanteissa tai häiriöissä
- b) tulee olla toiminnassa sähkövaraston toimiessa missä tahansa tuotanto- ja kulutustilan mitoitustehon ja sähkövarastolta vaaditun loistehokapasiteetin rajaamassa toimintapisteessä
- c) tulee olla toiminnassa sähkövaraston varaustilasta riippumatta
- d) tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston pätötehoa säätävissä säätötiloissa kuten vakiotehosäädössä ja taajuussäädössä.
- e) tulee olla toiminnassa kaikissa sähkövaraston loistehoa säätävissä säätötiloissa kuten vakiojännitesäädössä, vakioloistehosäädössä ja vakiotehokerroinsäädössä.
- f) toiminta suuntaajien virtarajoilla tulee koordinoita siten, että mahdollinen tarve rajoittaa virtaa ei aiheuta epäjatkuvuutta verkkoa luovan säädön toimintaan tai muutoin vaaranna sähkövaraston stabiilia toimintaa. Säädölle asetettujen virtarajojen tulee vastata laitteiston todellista suorituskykyä siten, että myös laitteiden lyhytaikainen ylikuormitettavuus hyödynnetään.
- g) toiminta tulee 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.

10.4.3.2

Sähkövaraston energiakapasiteettia tai laitteita ei tarvitse ylittää verkkoa luovista säätöominaisuuksista johtuen.

Toiminnalliset vaatimukset

Verkko luoville säätöominaisuuksille asetetaan seuraavat toiminnalliset vaatimukset:

1. Sähkövaraston tulee tuottaa autonomista, lähes viiveetöntä taajuus- ja jännitetukea.
 - a) Verkon jännitteen askelmaisissa kulmamuuotoksia sähkövarasto vastustaa kulmamuuotosta syöttämällä pätö- ja loistehoa.
 - b) Verkon jännitteen amplitudimuuotoksissa sähkövarasto vastustaa jännitemuuotosta syöttämällä loistehoa vahvistaen näin verkkoa (lisää jännitejäykkyyttä) paikallisesti.

- c) Kohtien a ja b vaatimusten mukaisen vasteen tulee näkyä sähkövaraston suuntaajien liittimissä lähes viiveettömästi (virta alkaa muuttua säädön ohjaamana muutaman millisekunnin kuluessa verkossa tapahtuvasta askelmaisesta muutoksesta). Sääötavoite voidaan kuvata säädön pyrkimyksenä pitää säätöteknisesti luodun sisäisen jännitelähteen jänniteosoitin vakiona subtransientissa aikaikkunassa hyödyntäen suuntaajan koko käytettävissä olevaa virtakapasiteettia.
2. Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään sulavasti saarekekäyttöön ja takaisin verkkokytkentään.
- a. Saarekekäytöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa sähkövaraston liittymispisteen sisältävä, mahdollisesti muuta tuotantoa ja kulutusta sisältävä verkonosa irtoaa muusta sähköverkosta. Tällaisessa tilanteessa sähkövaraston tulee kyetä jatkamaan toimintaansa normaalisti mitoitustehonsa ja energiakapasiteettinsa puitteissa, kunnes saareke tahdistetaan verkonhaltijan toimesta takaisin sähköverkkoon.
- b. Vaatimuksen täytyminen kuvaa verkkoa luovan suuntaajan kykyä toimia itsenäisen jännitelähteen tavoin. Vaatimuksen täytyminen ei edellytä sähkövaraston automaatiolta varautumista esimerkiksi ulkoisilla signaaleilla ohjattuun säätötilan vaihtoon tai tahdistusjärjestelyyn, ellei liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid tätä erikseen vaadi, ks. luku 10.4.7.
3. Sähkövaraston vasteen sähköverkon taajuus- ja jänniteheilahteluihin on oltava niitä vahvistamaton tai vaimentava
- a. Sähkövaraston tulee toimia piensignaalistabiiliuden näkökulmasta stabiilisti osana voimajärjestelmää.
- b. Sähkövarasto ei saa heikentää sähköjärjestelmän heilahteluiden vaimentumista käyttötaajuudesta poikkeavilla taajuuksilla. Erityistä huomioita tulee kiinnittää heilahteluiden vaimentumiseen taajuuskaistalla¹
- i. 0,2–1,0 Hz (tulkituna dq-tasossa), jolla esiintyy heilahteluita alueiden välisissä tehoheilahteluissa
- ii. 1–15 Hz (tulkituna dq-tasossa), jolla esiintyy jänniteheilahteluita verkkoa seuraavilla suuntaajilla heikossa verkossa sekä
- iii. 15–45 Hz (tulkituna dq-tasossa), jolla sarjakompensoidun verkon resonanssitaajuudet esiintyvät.

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

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

4. Sähkövaraston on balansoitava verkon jännitettä

- a. Jännitteen epäsymmetriasta aiheutuvalle virralle tulee säätöteknisesti järjestää suljettu virtapiiri.
- b. Sähkövaraston tulee syöttää virran vastakomponenttia ylläpitääkseen jännitesymmetriaa.

10.4.4 Stabiiliutta koskevat vaatimukset

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

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

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

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

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

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

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

10.4.5 Sähkön laatu

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

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

Liittyjän tulee varautua liittymispisteen verkonhaltijan määrittämään sähkön laatuun.

10.4.6 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

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

10.4.7 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

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

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

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

10.4.8 Suojaus

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavien suojalaitteiden käyttö on kielletty.

10.5

Tyypin D sähkövaraston yleiset vaatimukset

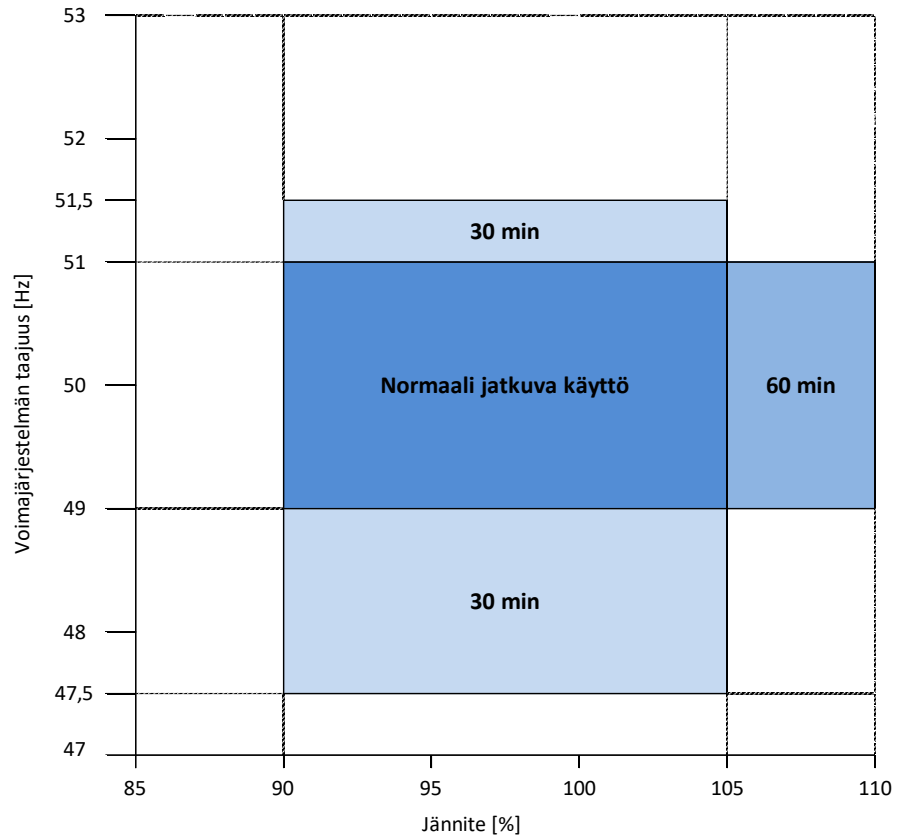
Tyypin D sähkövarastoa koskevat samat yleiset vaatimukset kuin tyypin A, B ja C sähkövarastoja (luvut 10.2, 10.3 ja 10.4), lukuun ottamatta etäohjausvalmiutta (luvut 10.2.3 ja 10.3.1), autonomista kytkeytymistä (luku 10.2.4) ja lähivikakestoisuutta (luku 10.3.2). Sen lisäksi tyypin D sähkövaraston tulee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

10.5.1 Sähkövaraston ohjaus ja kaukokäyttö

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

10.5.2 Sähkövaraston jännite-taajuustoiminta-alue

Sähkövaraston on pystyttävä toimimaan jatkuvasti ja normaalisti, kun liittymispisteen jännite on 90–105 % normaalista käyttöjännitteestä ja taajuus on 49,0–51,0 Hz. Jos liittymispisteen jännite, taajuus tai molemmat poikkeavat näistä arvoista, on sähkövaraston pysyttävä kytkeytyneenä sähköverkkoon vähintään kuvassa 10.5 määritetyt ajat.



Kuva 10.5. Sähkövaraston on pysyttävä sähköverkkoon kytkeytyneenä kuvassa esitetyillä erilaisilla liittymispisteen taajuuksilla ja jännitteillä. Jatkuvan toiminta-alueen 100 %:n jännite on 400 kV:n verkossa aina 400 kV. Muilla jännitteillä 100 %:n arvoa vastaava jännite on selvittettävä liittymispisteen verkonhaltijalta.

10.5.3 Lähivikakestoisuus

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

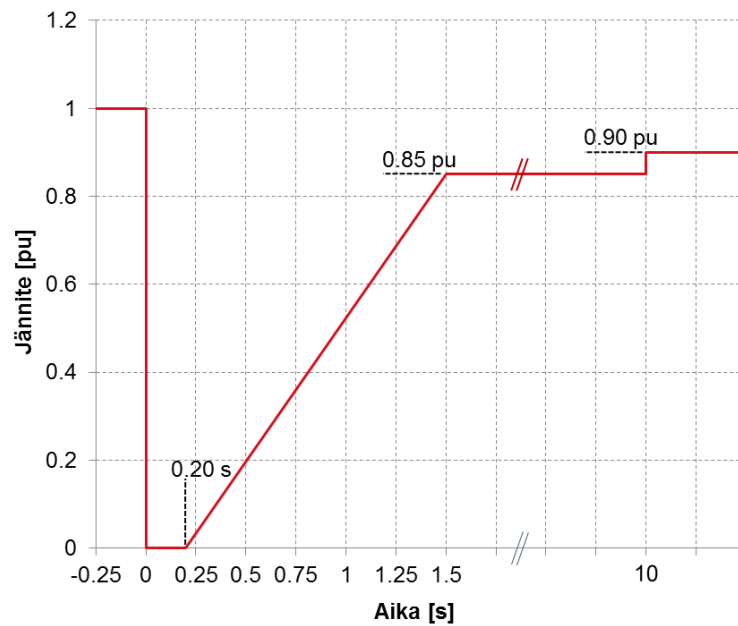
Sähkövaraston tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten järjestelmätaajuuksien sähkömekaanisten heilahteluiden aiheuttamien lyhytaikaisten jännitteen amplitudin ja vaihekulman vaihteluiden ajan.

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

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

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

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



Kuva 10.6. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin D sähkövaraston tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on jännite ennen häiriötä. Jännite on 0,00 pu 200 millisekunnin ajan.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti, mikäli jännitehäiriön aikana tapahtuu lisäksi verkon jännitteen pysyvä kulmamuuutos, jonka suuruus on korkeintaan ± 30 astetta.

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

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

10.5.4 Ylijännitekestoisuus

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

11 Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

Tyyppin A sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

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

11.1

11.1.1 Pätötehonsäätö

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

11.1.2 Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O)

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

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

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

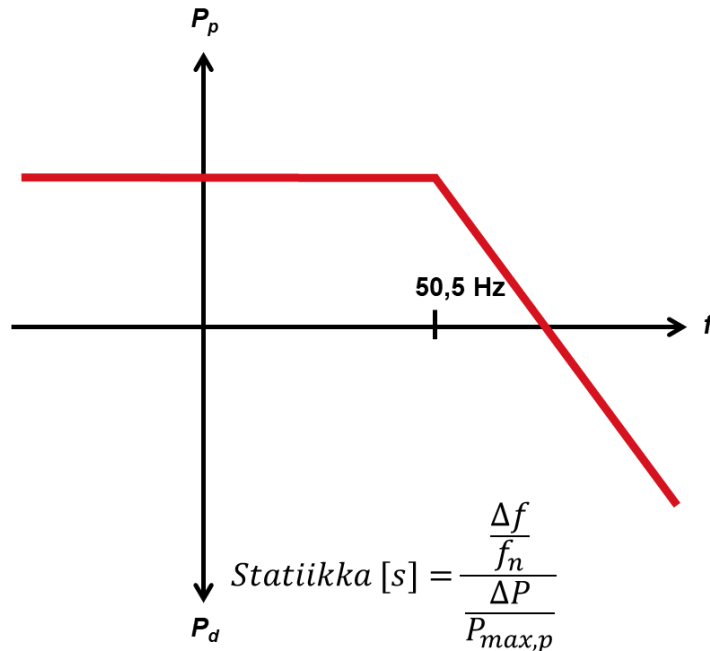
Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

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

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

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

11.2

Tyypin B sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

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

11.3

Tyypin C ja D sähkövarastojen pätötehon ja taajuuden säätö

Tässä luvussa esitetyn lisäksi tyypin C ja D sähkövarastoilla tulee olla luvussa 11.1.2 taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan toiminnallisuudet.

11.3.1

Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa

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

11.3.2 Sähkövaraston mitoitusteho, käynnistys ja omakäyttö

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.

11.3.2.1

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

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

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

11.3.2.2

Sähkövaraston käynnistys

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

11.3.2.3

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

Omakäyttöteho

Sähkövaraston omakäyttöteho tulee ilmoittaa osana toimitettavia tietoja.

11.3.3 Pätötehon ja taajuuden säädön ominaisuudet

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

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

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.

11.3.3.1

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.

Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen

11.3.3.2

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

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

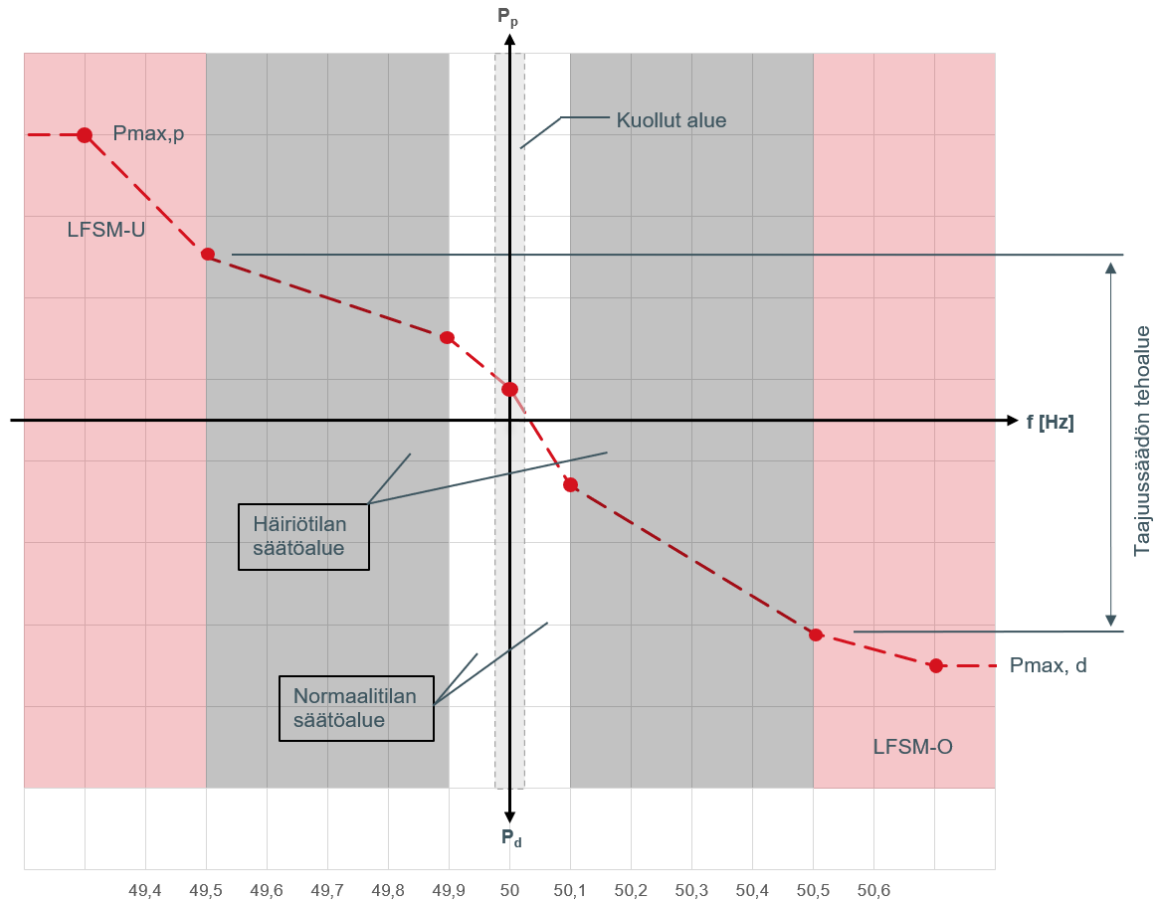
Sähköverkon käyttötilanteen niin vaatiessa Fingrid voi rajoittaa (ks. luku 10.4.1 ja taulukko 10.1) pätötehon muutosnopeutta. Rajoitus koskee asetteluarvomuutoksia sekä primäärienergian saatavuudesta johtuvia muutoksia.

11.3.3.3

Vaatumukset pätötehon muutosnopeudelle ja suurin sallittu aika täyteen aktivoitumiseen sähkövaraston toimiessa taajuussäädössä määräytyvät markkinapaikan (esim. FCR-N ja FCR-D) asettamien teknisten vaatimusten perusteella. Pätötehon kasvua ja sen pienentymistä rajoittavat muutosnopeuden asetteluarvot tulee kyetä määrittämään erikseen.

Taajuussäätö (FSM)

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



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

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50,00 Hz.

Statiikka, s , määritellään seuraavasti:

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

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

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

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

Taajuussäädön toiminnan tulee olla jatkuvaa siirryttäessä taajuusalueelta toiselle.

Taajuussäädön tulee olla kytkettävissä päälle ja pois taajuusaluekohtaisesti.

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

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

11.3.3.4

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

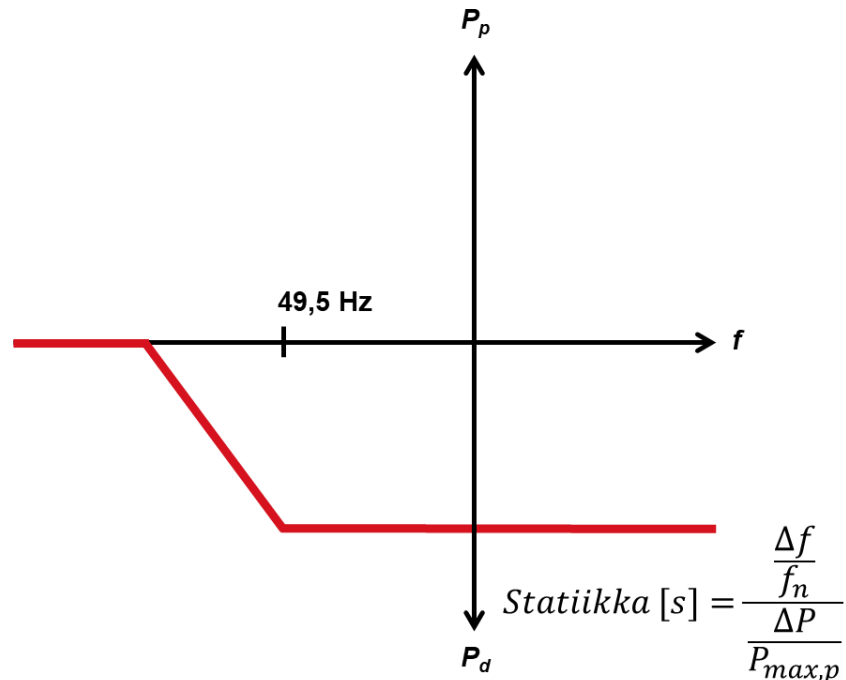
Ollessaan pätötehon kulutustilassa, sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston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

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

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

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

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



Kuva 11.2. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila. Ollessaan pätötehon kulutustilassa sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes taajuus palautuu yli 49,5 Hz tasolle. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on sähkövaraston pätöteho, P_p on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa, P_d on sähkövaraston pätöteho kulutustilassa, $P_{max,p}$ on sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho.

11.3.4 Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä

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

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

11.3.5 Säädön tarkkuus ja herkkyys

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

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

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

12 Sähkövaraston loistehokapasiteetti

Tyypin B sähkövaraston loistehokapasiteetti

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

12.1

Tyypin C ja D sähkövarastojen loistehokapasiteetti

12.2.1 Loistehokapasiteettivaatimus

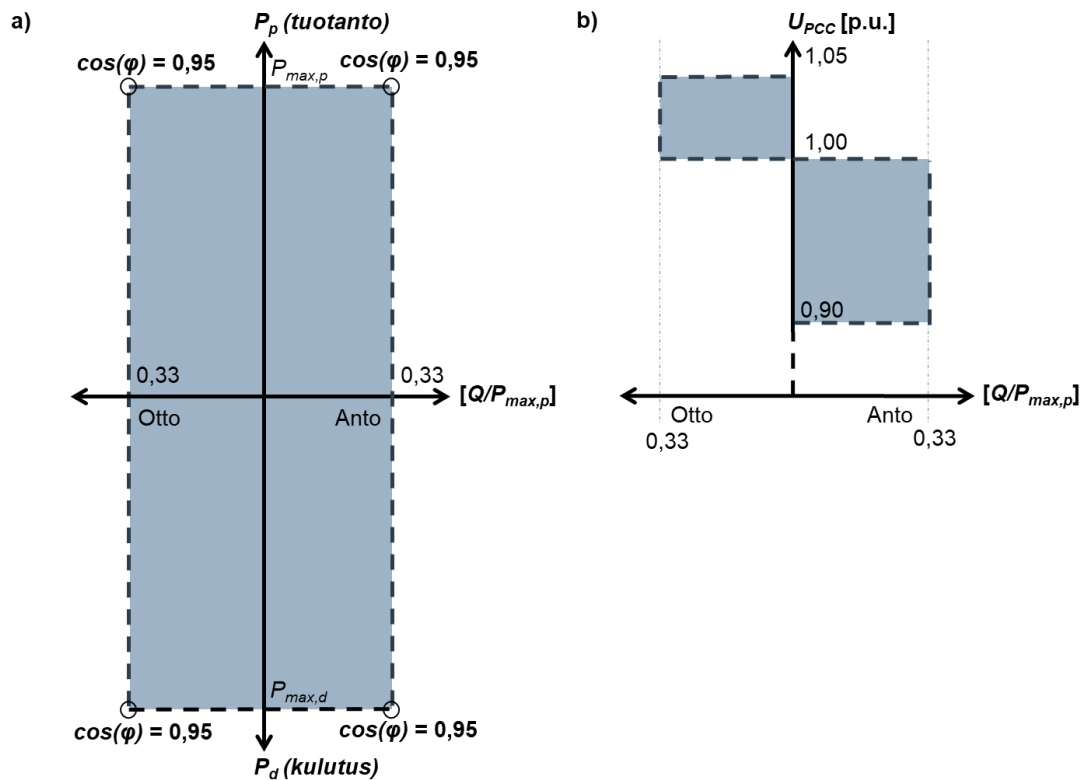
12.2

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

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

Loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä mitatun loistehon tulee olla kuvan 12.1b) osoittamalla tavalla:

- $0-0,33 [Q/P_{\max,p}]$ otto, kun liittymispisteen jännite on 0,90–1,00 pu.
- $0-0,33 [Q/P_{\max,p}]$ anto, kun liittymispisteen jännite on 1,00–1,05 pu.
- vaatimus on voimassa koko mitoitustuotantotehon ja -kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella.



Kuva 12.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteen jännitteen funktiona 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.

12.2.3 Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit

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

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

Kytettävien kompensointiparistojen käyttö loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi on kielletty.

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

12.2.4 Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän on toimitettava sähkövaraston liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma sähkövaraston loistehokapasiteetista liittymispisteessä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1. Laskelmassa on osoitettava sähkövaraston kyky tuottaa ja kuluttaa loistehoa taulukossa 12.1 määritetyillä liittymispisteen jännitetasoilla ja sähkövaraston pätohtetasoilla. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asetelut.

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

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

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

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

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

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

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

Loistehokapasiteetilaskelman määrittämä sähkövaraston loistehokapasiteetti liittymispisteessä tulee todentaa käyttöönoton yhteydessä luvussa 14 kuvattujen periaatteiden mukaisesti.

12.2.5 Loistehokapasiteetin rajoittaminen

Kun toimitaan luvussa 12.2.1 määritettyjen raja-arvojen ulkopuolella, sähkövaraston loistehon tuotantokyvyn tulee olla loistehokapasiteetilaskelmalla osoitetun mukainen, eikä sitä saa ohjelmallisesti rajoittaa, ellei muusta toimintatavasta ole sovittu Fingridin kanssa.

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

13 Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

Tyyppin 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:

- 13.1
- Sähkövarasto tuottaa loistehoa sähköjärjestelmään, kun liittymispisteen jännite laskee.
 - Sähkövarasto kuluttaa loistehoa sähköjärjestelmästä, kun liittymispisteen jännite nousee.

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

Tyyppin C sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

13.2

13.2.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Sähkövaraston on kyettävä automaattiseen loistehon ja jännitteen säätöön. Säätö tulee toteuttaa siten, että säädön toiminta on jatkuvaa ja säädön toiminnan vaikutuksesta loistehon muutokset liittymispisteessä tapahtuvat portaattomasti. Jännitteen ja loistehon säädön tulee mahdollistaa sähkövaraston loistehokapasiteetin hyödyntäminen luvussa 12 kuvatulla tavalla. Säädön toiminta ei saa häiriintyä sähköjärjestelmän jännitteen ja taajuuden muutoksista tai lyhytaikaisista jännitehäiriöistä.

Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:

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

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

Jännitteen ja loistehon säätötoimintojen tulee pystyä pitämään sähkövaraston loistehotuotanto säätötoiminnon mukaisessa asetteluarvossa. Jännitteen ja loistehon säätötoimintojen tarkkuus osoitetaan käyttöönottokokeiden yhteydessä. Säätötoimintojen vasteen sähköjärjestelmän jännitteen askelmaisiin muutoksiin ja jatkuvaan vaihteluun tulee olla stabiili ja muutosten seurauksena toteutettavat säätötoiminnot eivät saa johtaa toistuviin tai heikosti vaimeneviin heilahteluihin sähkövaraston lois- tai pätötehossa. Säädön toiminta tulee koordinoita luvussa 10.4.3 kuvattujen verkkoa luovien

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

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

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

13.2.2 Vakiojännitesäätö

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

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

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

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

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

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

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

Vakiojännitesäädön toteutustavat

13.2.2.1

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

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

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

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

Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät käytettävästä jännitteensäädön toteutustavasta.

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

13.2.3

Vakioloistehosäätö

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

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

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

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

13.2.4 Vakiotehokerroinsäätö

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

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

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

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

13.2.5 Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asettelualueiden muutokset

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

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

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

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

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

Kuvaus säätötilojen vaihdon toiminnasta häiriötilanteissa tulee sisällyttää osaksi toimitettavia tietoja.

13.2.6 Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

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

13.2.7 Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit

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

Tyyppin D sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

Teholuokan D sähkövaraston on täytettävä kaikki samat vaatimukset kuin Tyyppin C sähkövaraston, ja lisäksi niille on lisävaatimuksia, jotka koskevat loistehon- ja jännitteensäädön vaikutuksia sähkömekaanisiin heilahteluihin sekä suuntaajalähtöiseen stabiiliuteen.

Jännitteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

Verkkoa luovien säätöjen sekä laitostason jännitteen ja loistehon säädön virittämisessä tulee huomioida säätäjän toiminnan mahdollinen vaikutus sähköjärjestelmän dynamiikkaan. Säädön vasteen analysointi tulee suorittaa tiiviissä yhteistyössä liittäjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kesken, jotta sähkövaraston vaikutus

järjestelmän siirtokykyyn voidaan määrittää siten, että se tukee mahdollisimman hyvin sähköjärjestelmän toimintaa.

Mikäli sähkövaraston normaalien säätötoimintojen vaste sähkömekaanisiin heilahteluihin on säätöjen toteutuksesta ja asetteluarvoista riippumatta järjestelmän siirtokykyä heikentävä, sähkövaraston säädön vasteen vaikutusta heilahteluihin on parannettava lisäsäätötoimintojen avulla (esim. heilahtelujen vaimennuspiirejä, engl. power oscillation damping, lyh. POD) vastaavin toiminnallisuuksin. Tällaisten lisäsäätöjen tarve arvioidaan ensisijaisesti osana erityistarkasteluvaatimuksia (luku 5).

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

Säädön toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä

14 Sähkövarastoista laadittavat dynaamiset tarkastelut

Tyypin D sähkövarastoista tulee laatia tässä luvussa esitetyt dynaamiset tarkastelut.

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

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

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

Taulukko 14.1. Dynaamisissa tarkasteluissa käytettävät toimintapisteet.

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

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

Taustaverkko kuvataan kussakin tarkastelussa Fingridin antamalla verkkomallilla tai sijaiskytkennän arvoilla.

14.1.1 Toiminta jännitehäiriön yhteydessä

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

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

Jännitehäiriötarkastelu tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

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

Taulukko 14.2. Jännitehäiriötarkastelussa käytettävät lähtötiedot.

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

14.1.2 Vakiojännitesäädön suorituskyky

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

Laskelmassa on osoitettava verkkoon liitetyn sähkövaraston jännitteensäätäjän suorituskyky seuraavasti:

- asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan taustaverkon jännitettä seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.
- asetetaan sähkövaraston loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu, 1,04 pu, 1,00 pu, 0,96 pu, 1,00 pu.

14.1.3 Verkon jännitteen kulmamuuutos

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

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

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

14.1.4 Toiminta saarekekäytössä

Tarkastelu suoritetaan PSCAD™-mallilla seuraavissa toimintapisteissä:

- $P1 = 1.0 \times P_{\max,p}$, $P2 = 0.5 \times P_{\max,p}$
- $P1 = 0.4 \times P_{\max,p}$, $P2 = 0.2 \times P_{\max,p}$
- $P1 = 0.6 \times P_{\max,d}$, $P2 = 0.3 \times P_{\max,d}$

Tarkastelussa on osoitettava sähkövaraston verkkoa luovien ominaisuuksien toiminta saarekekäyttötilanteessa. Tarkastelu suoritetaan verkkomallilla, jossa on liitetty samaan kiskoon

- sähkövarasto, joka vastaa ominaisuuksiltaan ja mitoitusteholtaan liitettävää sähkövarastoa ja toimii testissä teholla (P1)
- kopio em. sähkövarastosta, joka vastaa ominaisuuksiltaan liitettävää sähkövarastoa ja toimii testissä teholla (P2)
- kuorma, joka vastaa mitoitusteholtaan liitettävää sähkövarastoa ja jonka tehokerroin on 0,95 ind.
- taustaverkko.

Mallilla suoritetaan seuraava tarkastelu:

1. Sähkövarastot toimivat toimintapisteissä P1 ja P2 taajuussäädössä 4 % pätohostatiikalla ja jännitteensäädössä 4 % loistehostatiikalla.
2. Yhteys taustaverkkoon kytketään irti.

3. Kuorman ottama pätö- ja loisteho jakautuu sähkövarastoille.

Kunkin simulointiaskeleen jälkeen annetaan muutosilmiöiden tasaantua ennen seuraavan askeleen suorittamista.

Fingrid arvioi simulointituloksia lukujen 10.4.3 ja 10.4.4 vaatimuksia vasten.

14.1.5 Impedanssiskannaus

Tarkastelu suoritetaan PSCADTM-mallilla toimintapisteissä A1–A5.

Sähkövarastolle suoritetaan dynaaminen impedanssiskannaus taajuusalueella 1–300 Hz. Skannaus suoritetaan liittymispisteestä tai suuntaajatasolla siten, että skannaus huomioi verkkoa luovan säädön toiminnan oikein.

Fingrid arvioi impedanssiskannauksen tuloksia lukujen 10.4.3 ja 10.4.4 vaatimuksia vasten.

15 Sähkövarastojen käyttöönottokokeet

15.1

Tyypin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

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

Liittymispisteen verkonhaltija ja/tai Fingridin edustaja voivat osallistua vaatimustenmukaisuuden varmentamiseen liittyviin kokeisiin joko laitosalueella tai soveltuvalla etäyhteydellä esimerkiksi verkonhaltijan valvontakeskuksesta käsin. Tätä varten liittyjän on annettava käyttöön tarvittavat valvontalaitteet kaikkien merkityksellisten testisignaalien ja mittausten rekisteröimiseksi sekä varmistettava, että tarvittavat liittyjän edustajat ovat läsnä sähkövaraston alueella koko kokeen keston ajan. Liittyjän on annettava liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin määrittelemät signaalit, jos liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid haluaa valikoiduissa kokeissa käyttää omia laitteitaan suorituskyvyn rekisteröimiseen. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

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

15.2 Tyypin B sähkövaraston käyttöönottokokeet

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

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

- 1) Sähkövaraston käynnistyksen ja pysäyttämisen vaikutus jännitetasoon liittymispisteessä

- Kokeessa tarkastetaan, ettei sähkövaraston käynnistys tai pysäytys aiheuta sähkön laatueroja liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- 2) Sähkövaraston mitoitusteho
- Kokeessa tarkastetaan sähkövaraston liittymissopimuksen mukainen mitoitusteho tuotanto- ja kulutustilassa.
- 3) Sähkövaraston loistehokapasiteetti
- Kokeessa tarkastetaan sähkövaraston loistehokapasiteetti sähkövaraston mitoitusteholla tuotanto- ja kulutustilassa suurimmalla mahdollisella induktiivisella ja kapasitiivisella loisteholla.
- 4) Jännitteen- tai loistehosäädön toiminta
- Kokeessa tarkastetaan jännite- tai loistehosäädön toiminta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittaessa tarkemman ohjeistuksen.
- 5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila
- Kokeen on osoitettava sähkövaraston kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
 - Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset.
Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto-että kulutustilassa.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 11.1.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Liittymispisteen verkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia käyttöönottokokeiden laajuudelle.

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

Tyypin C ja D sähkövarastojen käyttöönottokokeet

15.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

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

15.3

Liittyjän on laadittava sähkövaraston käyttöönottokoesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa vaatimusten toiminnallisuuksien testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottokoesuunnitelma, alustavat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelyistä. Kuvauksen käytännön järjestelyistä tulee sisältää ainakin mittausjärjestelyt, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

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

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

Kaikista käyttöönottokokeista tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suureet:

- sähkövaraston pätoeteo,
- sähkövaraston loisteo,
- jännite liittymispisteessä,
- taajuus liittymispisteessä.

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

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

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

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokokeessa säädettävän suureen ohjearvo sekä ohjearvon muutokset.

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

15.3.2 Käyttöönottokokeen korvaaminen

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

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

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

15.3.3 Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen

Liittyjän vastuulla on dokumentoida käyttöönottokokeet ja niiden tulokset käyttöönottoraporttiin, joka osoittaa käyttöönottokokeissa todennettujen ominaisuuksien vaatimustenmukaisuuden. Liittyjän tulee toimittaa käyttöönottoraportti sähköisenä asiakirjana sekä käyttöönottokokeiden tulokset numeerisessa muodossa luvun 16.1.5 määrittämässä laajuudessa liittymispisteen verkonhaltijalle.

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

Liittymispisteen verkonhaltijan vastuulla on vahvistaa vaatimukseen liittyvän todentamisveloitteen täytyminen käyttöönottokokeiden osalta seuraavien neljän osakokonaisuuden perusteella:

- 1) Kokeiden valmistelu, suunnittelu ja tiedonvaihto on toteutettu Vaatimusten mukaisesti.
- 2) Kokeet on suoritettu Vaatimusten mukaisessa laajuudessa.
- 3) Kokeissa todennettu sähkövaraston toiminta on Vaatimusten ja sähkövarastosta toimitettujen tietojen mukainen.
- 4) Kokeista on toimitettu vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa Vaatimusten mukaisesti (luku 16.1.5).

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

15.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

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

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

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

2) Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri pudotus.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on kooltaan vähintään 10 % tuotantotilan mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen $-0,7$ Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz alitaajuudella. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3.4 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

3) Taajuussäätötoimintatila

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätötehoa taajuuden funktiona suurimman tuotanto- ja kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue sekä pätötehorajat ylös- ja alassäädölle, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava.
Taajuussäädön säätöalueen tulee olla vähintään ± 10 % sähkövaraston tuotantotilan mitoitustehosta. Koe tulee suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa. Taajuussäädön toiminnan jatkuvuus eri asettelut omaavalta taajuusalueelta toiselle on todennettava.
- Koe on suoritettava verkon taajuusmittaukseen perustuen sekä simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon taajuusalueesta riippuvat statiikka-asetukset ja kuollut alue, sekä kyky kasvattaa tai vähentää pätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa sähkövaraston pätötehon muutosnopeus tulee asettaa suurimpaan sallittuun arvoon.
Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Sähkövaraston käytöstä vastaava toimija suorittaa taajuussäädön asettelun ja päälle-/poiskytkennän.
- Koe voidaan suorittaa sekä tuotanto- että kulutustilassa seuraavin menettelyin:
 - a) Asetetaan taajuussäädön tehoalueet koeolosuhteet huomioiden siten, että sähkövarasto toimii kokeen aikana sekä tuotanto- että kulutustilassa ja statiikka taajuusalueittain esim. seuraavasti:
 - i. $<49,5$ Hz / 4 % (LFSM-U)

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

- l) Asetetaan kuollut alue ± 10 mHz ja mitataan taajuussäädön vaste vähintään 5 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
 - m) Asetetaan kuollut alue ± 100 mHz. Syötetään taajuusmittaukseen +50 mHz ja -50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään +150 mHz ja -150 mHz suuruinen häiriösignaali.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3.3 ja 11.3.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.
- 4) Pätötehon muutosnopeus
- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky muuttaa pätötehoa luvun 11.3.3.2 määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe tulee suorittaa kahdella pätötehon muutosnopeudella, $0,1 \times P_{\max}/\text{min}$ ja maksimimuutosnopeudella sekä tuotanto- että kulutustilassa.
 - Koe suoritetaan ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle kulutusteholle ja tämän jälkeen ohjaamalla sähkövaraston pätöteho suurimmalle tuotantoteholle. Tämän jälkeen koe toistetaan päinvastaisessa järjestyksessä eri rampinopeudella.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.3.2 vaatimukset täyttyvät ja tehomuutoksen aikana tai sen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.
- 5) Vakiojännitesäätö
- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää jännitettä ja toimia lukujen 13.2.2 ja 13.2.5 vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
 - Kokeessa on suoritettava sähkövaraston jännitteensäädön askelvastekokeet, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa jännitteensäädön suorituskyky sekä ohjearvon ja loistehostatiikan aseteltavuus. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:
 - a) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 2 % ja muutetaan askelmaisesti sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu.
 - b) Asetetaan jännitteensäädön loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan askelmaisesti sähkövaraston jännitteensäädön ohjearvoa seuraavasti: 1,00 pu, 1,01 pu, 1,00 pu, 0,99 pu, 1,00 pu, 1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 pu, 1,00 pu.
 - c) Tehdään jännitemuutos sähkövaraston sisäverkossa esimerkiksi askeltamalla sähkövaraston päämuuntajan käämikytkintä. Kokeen

tarkoituksena on todentaa suuntaajaysiköiden verkkoa luovan säädön nopea alkuvaste.

- d) Tehdään jännitemuutos liittymispisteen verkossa esimerkiksi askeltamalla kantaverkon muuntajan käämikytöntä tai kytkemällä reaktori. Kokeen suorittamisesta sovitaan erikseen Fingridin kanssa.
 - e) Mikäli jännitteensäädölle on määritelty vaihtoehtoinen asetteluryhmä, kohtien a-d kokeet tulee toistaa myös näillä asetteluilla.
 - f) Osoitetaan sähköverkon käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 13.2.2 ja 13.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelvastekokeiden jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.
 - Mikäli jännitteensäädölle on valittavissa useita toimintatiloja tai mittauspisteitä, tulee säädön toiminta myös niissä todentaa.

6) Vakioloistehosäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää loistehoa ja toimia lukujen 13.2.3 ja 13.2.5 vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava loistehon askelmaisia muutoksia, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa loistehosäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.
- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston loistehosäädön ohjearvon askelmaisia muutoksia $0,3 * Q_n$ portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Eriksään osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus..
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 13.2.3 ja 13.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.

7) Vakiotehokerroinsäätö

- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky säätää liittymispisteestä mitattavaa tehokerrointa ja toimia lukujen 13.2.4 ja 13.2.5 vaatimusten mukaisesti sähkövaraston toimiessa sähköverkkoon kytkeytyneenä.
- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä loistehon askelmaisia muutoksia, kun sähkövarasto on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.

- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla sähkövaraston tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia 0,02:n portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan sähkövaraston käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 13.2.4 ja 13.2.5 vaatimukset täyttyvät ja askelmaisen loistehon muutoksen jälkeen sähkövarasto saavuttaa stabiilin toimintapisteen, jossa ei esiinny huonosti vaimenevia lois- tai pätötehoheilahteluja.
- 8) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen
- Kokeen on osoitettava sähkövaraston tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun 12.2 vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteettilaskelman tulokset. Lisäksi kokeessa todennetaan pätötehon rajoittaminen ja pätötehon säädön tarkkuus. Mikäli sähkövarastolla on käytössä luvun 13.2.7 mukaisia erillisiä kompensointilaitteita, tulee myös niiden toiminta todentaa.
 - Ennen kokeen suorittamista liittäjän tulee sopia liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sallituista jännite- ja loistehorajoista. Loistehokapasiteettikoe tulee rajoittaa verkon normaalin käyttöjännitteen sallimiin rajoihin.
 - Koe on suoritettava sähkövaraston suurimmalla induktiivisella sekä suurimmalla kapasitiivisella loisteholla, sähkövaraston tuottaessa tai kuluttaessa pätötehoa neljässä eri toimintapisteessä vaaditun toiminta-ajan:
 - a) Suurimmalla kokeessa käytettävissä olevalla suuntaajien pätöteholla tuotantotilassa, vähintään 30 minuuttia
 - b) 30–50 % mitoitus-tehosta tuotantotilassa, vähintään 15 minuuttia
 - c) 0 % mitoitus-tehosta, vähintään 15 minuuttia
 - d) 100 % mitoitus-tehosta kulutustilassa, vähintään 30 minuuttia
 - e) 30–50 % mitoitus-tehosta kulutustilassa, vähintään 15 minuuttia
 - Koe voidaan suorittaa muuttamalla sähkövaraston jänniteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehotasolla. Vaihtoehtoisesti koe voidaan suorittaa vakioloistehosäädöllä.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 11.3.3.1, 11.3.5 ja 12.2 vaatimukset täyttyvät.
- 9) Pysäytys ja käynnistys
- Kokeen on osoitettava, ettei sähkövaraston pysäytys ja käynnistys aiheuta sähkön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
 - Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 11.3.2.2 ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönlaadun vaatimukset täyttyvät.

10) Jännitteensäädön häiriö

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

11) Kaukokäytön ohjaukset

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

12) Autonominen kytkeytyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

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

13) Stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa

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

14) Lähivikakestoisuus

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

15) Saarekekäyttö

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

16) Kulmahyppy

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

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

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

16 Sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

Tyyppin C sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

16.1.1 Yleiset mallinnusvaatimukset

16.1

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

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

16.1.2 Sähkövaraston aggregointi laskentamallia varten

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

16.1.3 Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset

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

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

16.1.4 Sähkövaraston dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset

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

- 1) jännitteen amplitudin ja sen vaihekulman muutoksiin sähkömekaanisten muutosilmiöiden yhteydessä,

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

16.1.5 Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset

Mallinnuslaskentaa varten toimitettavat tiedot on todennettava vertaamalla mallinnustietoja käyttäen saatuja laskentatuloksia sähkövaraston käyttöönottokokeiden tuloksiin. Mallinnustietojen todentamisvelvoite koskee sähkövarastoa taulukoiden 15.1 ja 15.2 esittämässä laajuudessa. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid toimittavat liittyjälle todentamisessa tarvittavat tiedot verkosta ja sen tilasta. Todentaminen tehdään tarvittaessa yhteistyössä Fingridin kanssa hyödyntäen Fingridin verkkomalleja.

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

- 1) Sähkövaraston komponentit ja niitä yhdistävä sähköverkko
- 2) Lohkokaavioesitys pätötehon ja taajuuden säädöstä parametreineen
- 3) Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen
- 4) Lohkokaavioesitys muista sähkövaraston lisäsäädöistä tai komponenteista ja niiden toiminnasta, mikäli niillä on vaikutusta Vaatimusten kannalta
- 5) Ohjeistus laskentamallin käyttämiseen ja ylläpitoon
- 6) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:
 - a) raportti mallin todentamisesta,
 - b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 16.1 esittämässä laajuudessa,
 - c) käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 16.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 16.1 todennettavaksi velvoittaa,

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

Taulukko 16.1. Sähkövarastojen mallinnustietojen todentamisvelvoite (X) tyyppiluokittain.

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Sähkövaraston jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla luvun 14.3.4 / 5) a ja b mukaisesti (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X
Sähkövaraston loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (luku 13.3)		X
Luvun 15.3.4 kokeet 13-16 (lähivikakoe, kulmahyppykoe, saarekekäyttökoe, stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa) ¹⁾	X	X

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

Taulukko 16.2. Numeerisessa muodossa toimitettavat käyttöönottokokeiden mittaustiedot, joihin mallinnustiedoilla laskettuja tuloksia verrataan.

Todennettava osa-alue	U_{PCC}	P_{PCC}	Q_{PCC}	Signaalit
Sähkövaraston jännitteensäädön askelvaste kahdella eri loistehostatiikan arvolla (sekä jännitteen nousu että lasku)	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Sähkövaraston loistehokapasiteetti ja kapasiteettia rajoittavien rajoittimien toiminta	X	X	X	Jännitteen ohjearvo
Mahdollisten lisäsäätöjen toiminta esim. POD (vain tyyppi D, ks.luku 13.3)	X	X	X	Sovitaan tapauskohtaisesti
Luvun 15.3.4 kokeet 13-16 (lähivikakoe, kulmahyppykoe, saarekekäyttökoe, stabiili toiminta suuntaajakäyttöisten laitteistojen kanssa)	Sovitaan tapauskohtaisesti. Mikäli sähkövaraston kyseistä koetta ei toteuteta, sähkövaraston toiminta osoitetaan laskentatarkasteluilla.			
U_{PCC}	liittymispisteen jännite			
P_{PCC}	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston pätoiteho			
Q_{PCC}	liittymispisteestä mitattu sähkövaraston loisteho			

16.1.6 Tyypin D sähkövarastojen mallinnusvaatimukset

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

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

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

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

16.1.7 Erityistarkasteluvaatimukset

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