

Fingrid Oyj

Nopean taajuusreservin (FFR)
teknisten vaatimusten todentaminen
ja hyväksyttämispöessi

Voimassa 22.5.2023 alkaen

Sisällysluettelo

1	Johdanto	2
2	Reservikohteen hyväksyttäminen	2
2.1	Hyväksyttämisen prosessi	2
2.2	Tarvittava dokumentaatio	4
2.3	Säätökokeen voimassaoloaika	5
3	Tekniset vaatimukset	5
3.1	Nopean taajuusreservin aktivointi	5
3.2	Palautuminen ja valmius uuteen aktivointiin	6
3.3	Taajuuden mittaus	7
4	Nopean taajuusreservin todentaminen	8
4.1	Reservikapasiteetin määrittäminen	8
4.2	Säätökokeen suoritus	8
4.3	Mitta- ja rekisteröintilaitteiden tarkkuusvaatimukset	10
4.4	Aggregoitujen reservikohteiden säätökokeet	10
4.5	Säätökoetulosten dokumentointi	11
5	Ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrän laskenta	12

1 Johdanto

Tässä dokumentissa on kuvattu nopean taajuusreservin (FFR) ylläpitoon tarjottavien reservikohteiden hyväksyttämisen prosessi sekä reservikohteita koskevien teknisten vaatimusten todentaminen. Reservitoimittajia koskevat yleiset vaatimukset on kuvattu Fingridin julkaisemassa dokumentissa "Ehdot ja edellytykset nopean taajuusreservin (FFR) toimittajalle".

Nopean taajuusreservin tarkoitus on varmistaa, ettei yksittäisen sähkön tuotantoyksikön tai tasasähkösiirtoyhteyden menetys johda taajuuden putoamiseen alle 49,0 Hz:n tason. Nopeaa taajuusreserviä tarvitaan sähköjärjestelmän pienen inertian tilanteiden hallintaan ja sitä hankitaan silloin, kun inertian määrä sitä edellyttää.

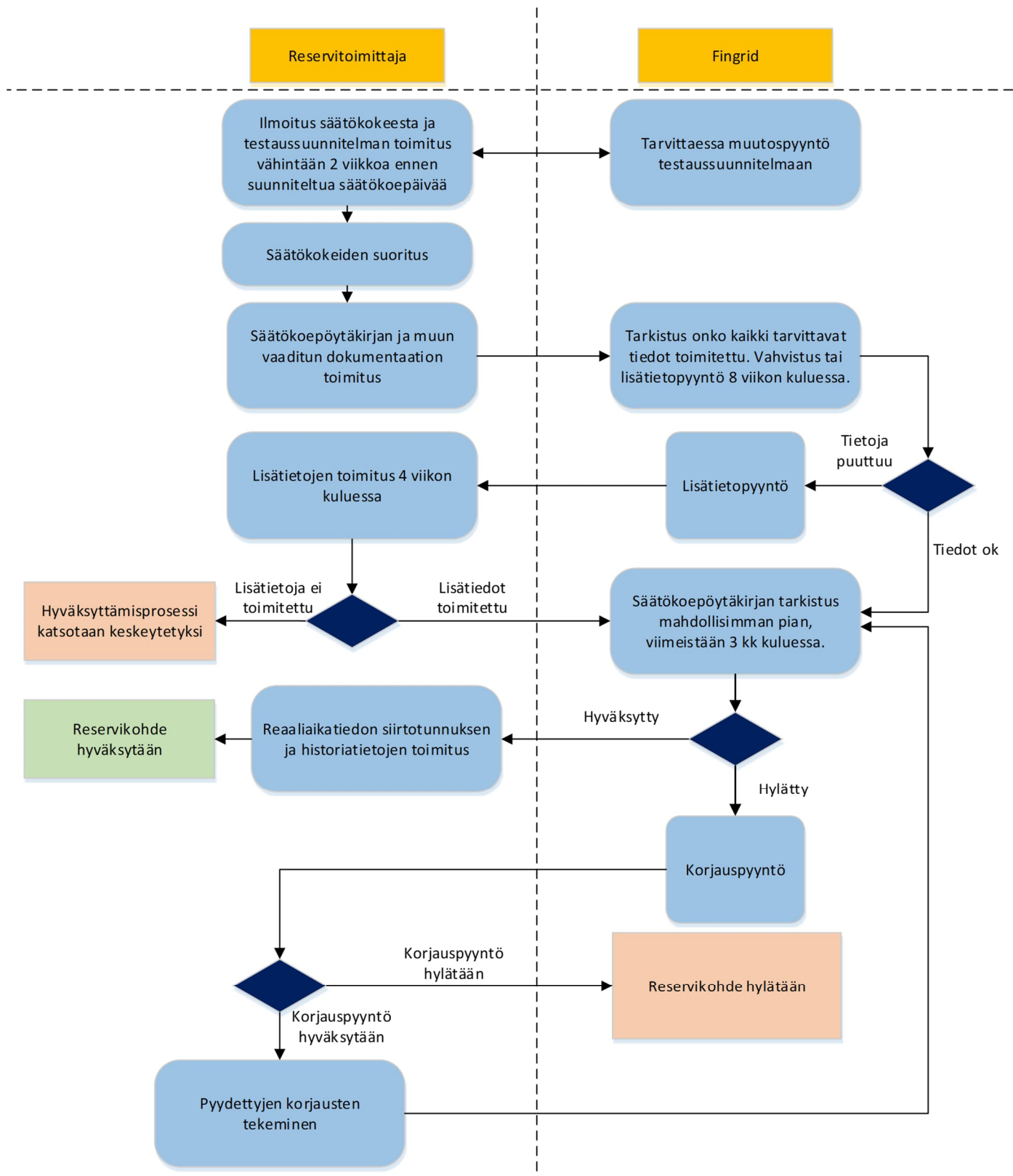
2 Reservikohteen hyväksyttäminen

2.1 Hyväksyttämisen prosessi

Reservikohteen hyväksyttämisen prosessissa noudatetaan kuvan 2.1 mukaista prosessia. Reservitoimittaja vastaa säätökokeiden suorittamisesta tämän dokumentin luvun 4 mukaisesti sekä vaadittujen tietojen (ks. luku 2.2) toimittamisesta annettujen aikamääreiden sisällä. Säätökoepöytäkirja on toimitettava vähintään vuoden kuluessa mittauspäivästä.

Fingrid vastaa tietojen ja mittaustulosten tarkistuksesta prosessikaavion mukaisessa aikataulussa sekä hyväksyttämisen tuloksen ilmoittamisesta reservitoimittajalle.

Fingridillä on oikeus lähettää edustajansa mukaan säätökokeisiin. Reservitoimittaja vastaa kokeiden suorittamisesta aiheutuvista kustannuksista ja Fingrid vain omista henkilökustannuksistaan.



Kuva 2.1 Hyväksyttämisprosessin kulku

2.2 Tarvittava dokumentaatio

Säätökoetulokset dokumentoidaan säätökoepöytäkirjaan (ks. luku 4.5), joka toimitetaan Fingridille säätökokeiden jälkeen.

Lisäksi uusista reservikohteista on kohteen tyypistä riippuen toimitettava seuraavat tiedot:

Voimalaitokset:

- maksimiteho (MW)
- nimellinen näennäisteho (MVA)
- hitausvakio H (MWs/MVA)
- tekninen kuvaus säätöjärjestelmän toiminnasta

Kulutus:

- kulutuksen tyyppi, esim. teollisuusprosessi (millainen?), valaistus, lämmitys
- maksimiteho (MW)
- tekninen kuvaus säätöjärjestelmän toiminnasta

Energiavarastot:

- nimellisteho (MW)
- energiakapasiteetti (MWh)
- varaustason ylä- ja alaraja (MWh tai %)
- tekninen kuvaus säätöjärjestelmän toiminnasta mukaan lukien mahdollinen varaustason hallinta

Aggregoiduista reservikohteista on lisäksi toimitettava tekninen kuvaus aggregoinnin toteutuksesta, ohjausjärjestelmästä ja tiedonsiirrosta ohjausjärjestelmän ja resurssien välillä.

Yllämainitut tiedot on suositeltavaa toimittaa jo ennen säätökoetta siltä osin, kun ne ovat saatavilla.

Reservien ylläpidon raportointia ja seurantaa koskevat vaatimukset on kuvattu "Ehdot ja edellytykset nopean taajuusreservin (FFR) toimittajalle" -dokumentissa. Reservikohteen hyväksyttämisen yhteydessä on toimitettava kuvaus reaaliaikatieon laskennasta sekä reaaliaikatieon lähetyksessä käytettävä tunnus. Historiatietojen asianmukainen tallennus tulee osoittaa toimittamalla historiatiedot vähintään 1 tunnin pituiselta jaksolta, jolloin reservikohteella on ylläpidetty nopeaa taajuusreserviä.

Reservikohteista, joiden säätökoe uusitaan, toimitetaan säätökoepöytäkirja, näyte historiatiedoista ja muut sellaiset tiedot, joihin on tullut muutoksia aiemmin ilmoitetusta.

2.3 Säätökokeen voimassaoloaika

Säätökokeiden voimassaoloaika on 5 vuotta mittauspäivästä. Säätökoe tulee uusiksi ennen voimassaoloajan päättymistä. Säätökoe on myös uusittava aina, kun reservikohteelle tehdään reservikäyttöön vaikuttavia muutoksia, kuten säätölaitteiden uusiminen tai säätöparametrien muutos.

3 Tekniset vaatimukset

3.1 Nopean taajuusreservin aktivointi

Nopea taajuusreservi aktivoidaan ylössäätönä joko lisäämällä tehon antoa sähköverkkoon tai pienentämällä tehon kulutusta. Reservikapasiteetti tulee aktivoida täysimääräisesti vaaditun aktivointiajan sisällä, kun taajuus saavuttaa kynnyksarvon. Nopealla taajuusreservillä on kolme vaihtoehtoista aktivointitaajuuden ja -ajan yhdistelmää, joista reservitoimittaja valitsee yhden. Vaihtoehdot on esitetty taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 Nopean taajuusreservin aktivointitaajuus ja -aika

Aktivointitaajuus (Hz)	Aktivointiaika (s)
$\leq 49,70$	$\leq 1,30$
$\leq 49,60$	$\leq 1,00$
$\leq 49,50$	$\leq 0,70$

Esimerkiksi vaihtoehto $\leq 49,60$ Hz ja $\leq 1,00$ s tarkoittaa, että reservin tulee olla kokonaan aktivoitunut maksimissaan yhdessä sekunnissa, mikäli sähköjärjestelmän taajuus on 49,60 Hz tai alle. Reservin aktivointi voi olla esimerkiksi askelmainen tai rampmainen. Aktivoinnin aikana reservikohteen teho ei saa ylittää tehoa aktivoinnin alkuhetkellä.

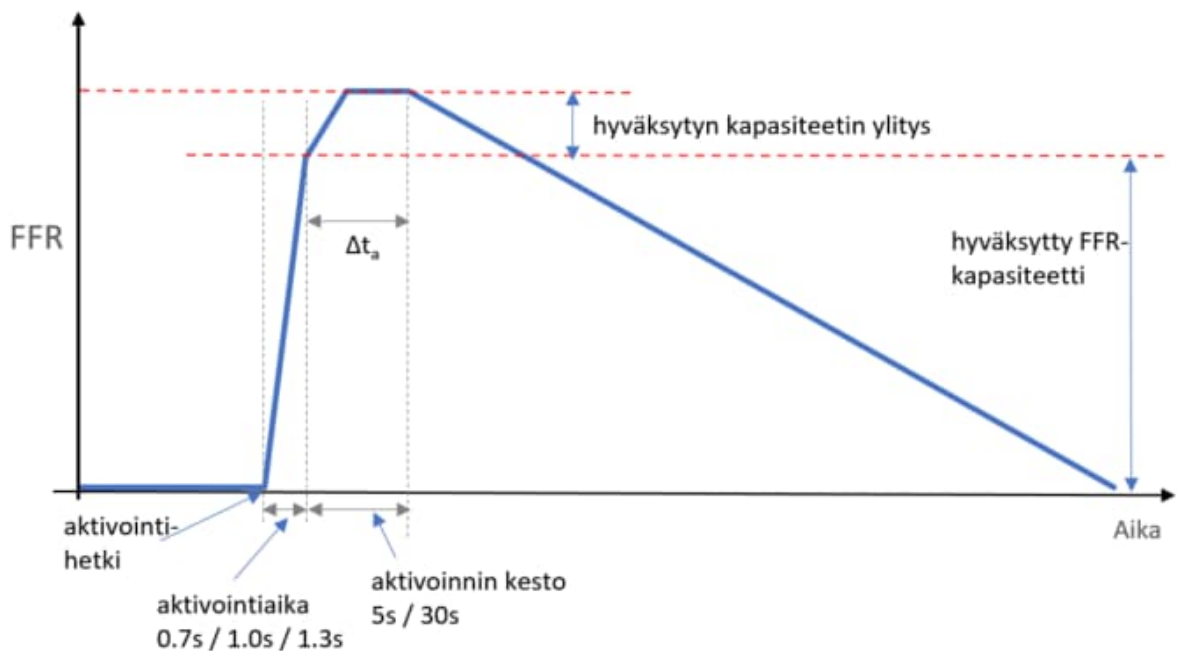
Nopean taajuusreservin aktivoinnin vähimmäiskestolle on kaksi vaihtoehtoa riippuen reservikohteen deaktivoinnin nopeudesta. Deaktivointi tarkoittaa reservikohteen tehon palauttamista takaisin tilaan, jossa reservikapasiteetti ei ole aktivoituneena. Vaihtoehdot on kuvattu taulukossa 3.2. Reservin tulee pysyä aktivoituneena vähimmäiskeston ajan taajuuden arvosta riippumatta. Vähimmäiskestoa vastaavan ajan kuluttua deaktivointi on niin ikään sallittua taajuuden arvosta riippumatta.

Taulukko 3.2 Nopean taajuusreservin aktivoinnin vähimmäiskesto

Aktivoinnin vähimmäiskesto (s)	Deaktivoinnin maksiminopeus
30 s	ei rajoitettu
5 s	enintään 20 % reservikapasiteetista sekunnissa

Aktivoitumisesta seuraava reservikohteen tehomuutos saa ylittää nopeaan taajuusreserviin hyväksyttävän kapasiteetin korkeintaan 20 %:lla. Kuvassa 3.1 on esimerkki sallitusta tehokäyrästä. Ylitys lasketaan nopean taajuusreservin aktivoinnin keston Δt_a aikana mitattavasta suurimmasta aktivoituneesta tehosta. Mikäli vaatimuksen täyttäminen ei ole mahdollista, Fingridiltä on mahdollista hakea poikkeusta maksimissaan

35 %:iin asti. Fingrid voi myöntää poikkeuksen, mikäli Fingridin arvion perusteella Suomen maakohtainen ylitys ei kasva yli 20 %:iin.



Kuva 3.1 Nopean taajuusreservin aktivointi

3.2 Palautuminen ja valmius uuteen aktivointiin

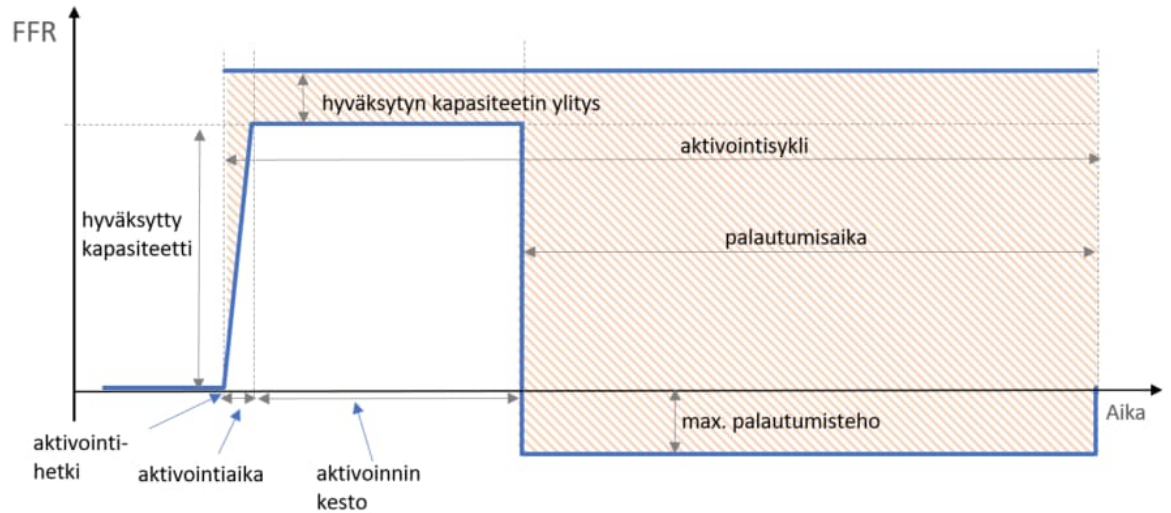
Reservikohteelle sallitaan palautuminen tietyin reunaehdoin. Palautumisella tarkoitetaan tehon ottamista sähköverkosta esimerkiksi energiavaranostamista tai suuntaajakytketyn generaattorin nimellisen pyörimisnopeuden palauttamista varten. Palautumisteho saa olla korkeintaan 25 % reservikohteen nopean taajuusreservin kapasiteetista.

Reservikohde, jonka aktivoinnin vähimmäiskesto on 30 sekuntia, voi aloittaa palautumisen heti vähimmäiskeston päätyttyä (Kuva 3.2). Reservikohde, jonka aktivoinnin vähimmäiskesto on 5 sekuntia, voi aloittaa palautumisen, kun aktivoinnin vähimmäiskeston päättymisestä on kulunut 15 sekuntia (Kuva 3.3).

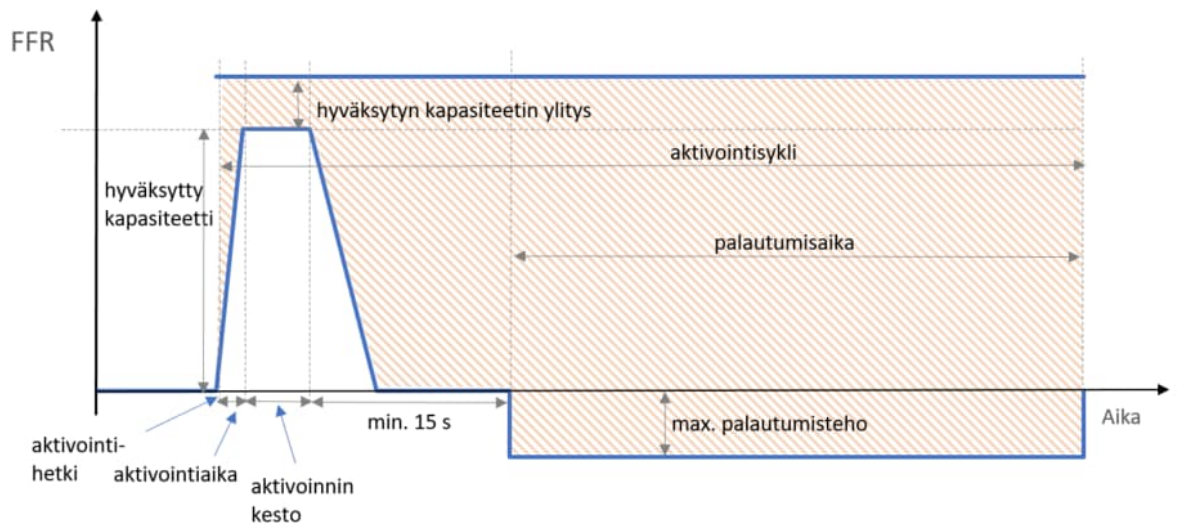
Reservikohteen tulee kytä uuteen aktivointiin 15 minuutin kuluttua edellisestä aktivoinnista, eli aktivointisyklin pituus saa olla enintään 15 minuuttia. Jos reservikohde pystyy uuteen aktivointiin nopeammin, sen on oltava aktivoitavissa uudelleen myös tämän 15 minuutin jakson aikana. Uusi aktivointi 15 minuutin jaksolla on tarpeellinen vain, jos taajuus on ensin palautunut yli aktivointitaajuuden ja sen jälkeen alittaa sen uudelleen.

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämismenettely

Voimassa 22.5.2023 alkaen



Kuva 3.2 Reservikohteen palautuminen, 30 s aktivoinnin vähimmäiskesto



Kuva 3.3 Reservikohteen palautuminen, 5 s aktivoinnin vähimmäiskesto

3.3 Taajuuden mittaaminen

Reservikohteen tarjoaja voi mitata säädössä käytettävän taajuuden valitsemastaan pisteestä Suomen sähköjärjestelmästä¹. Taajuusmittauksen tarkkuus tulee olla vähintään 10 mHz ja näytteenottoväli enintään 0,1 sekuntia.

¹ Suomi pois-lukien Ahvenanmaan itsehallintoalue.

4 Nopean taajuusreservin todentaminen

Reservitoimittaja vastaa siitä, että nopean taajuusreservin ylläpitoon osallistuva reservikohde täyttää tässä dokumentissa esitetyt tekniset vaatimukset. Vaatimusten täyttyminen todennetaan säätökokeilla, jotka tulee suorittaa reservikohteen normaalissa käyttötilanteessa. Reservikohteelle voidaan määrittää useita säätöasetteluita, joiden kaikkien toiminta tulee todentaa säätökokeilla.

Säätökoe tulee tehdä suurimmalla ja pienimmällä reservikapasiteetilla, joka reservikohteella halutaan ylläpitää. Jos kapasiteetin määrällä ei ole vaikutusta teknisten vaatimusten täyttymiseen, pienimmän kapasiteetin testauksen voi jättää pois sopimalla asiasta Fingridin kanssa.

Säätökokeen suorittamisessa on noudatettava tämän dokumentin vaatimuksia ja ohjeita. Mikäli säätökokeen tai sen osan suorittaminen määritetyllä tavalla ei ole mahdollista reservikohteen ominaisuuksista johtuen, reservitoimittaja ja Fingrid voivat sopia vaihtoehtoisesta menetelmästä.

4.1 Reservikapasiteetin määrittäminen

Säätökokeilla määritetään enimmäismäärä nopeaa taajuusreserviä, joka reservikohteesta voidaan tarjota reservimarkkinoille. Reservikapasiteetiksi lasketaan taulukon 3.1 mukaisessa ajassa aktivoitunut pätöteho. Reservikapasiteetit määritetään 0,1 MW:n tarkkuudella reservikohteille, jotka kuuluvat pätötehomittauksen tarkkuusvaatimuksen kategorioihin B tai C+D. Katteerajaan A kuuluvilla reservikohteilla kapasiteetit määritetään 0,01 MW tarkkuudella. Kategoriat on määritelty luvussa 4.3.

4.2 Säätökokeen suoritus

Säätökokeen aikana reservikohteen tulee olla kytkeytyneenä sähköjärjestelmään. Mahdolliset muut pätötehoon tai reservin aktivoitumiseen vaikuttavat ohjaukset, kuten taajuusohjattu käyttö- tai häiriöreservi (FCR-N tai FCR-D) ja automaattinen taajuudenhallintareservi (aFRR), tulee olla pois käytöstä.

Nopean taajuusreservin testausta varten tuotetaan synteettinen taajuussignaali. Ensisijaisesti testisignaalin tuottamiseen käytetään ulkoista lähdettä, josta signaali tuodaan taajuuden mittalaitteelle.

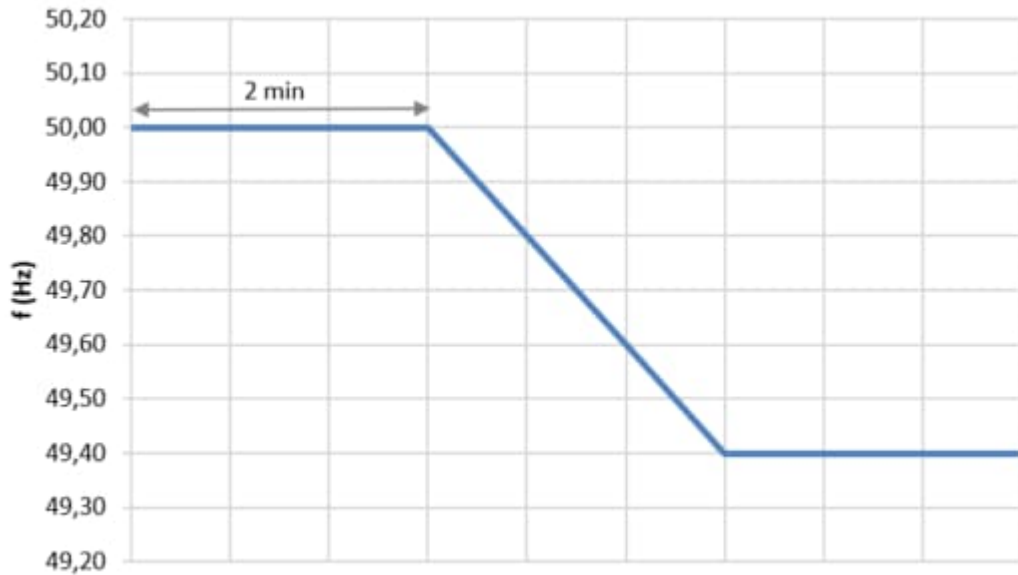
Vaihtoehtoisesti testisignaali voidaan tuottaa ohjelmallisesti säätimessä. Koska tässä testissä taajuuden mittalaite ohitetaan, reservin aktivoituminen täytyy lisäksi todentaa myös verkkotaajuuden perusteella. Täydentävän testin ajaksi aktivointitaajuus asetellaan lähelle nimellistaajuutta, jotta taajuuden normaali vaihtelu aktivoi reservin.

Mittaus aloitetaan vähintään 2 minuuttia ennen testisignaalin syöttämistä. Mittausta tulee jatkaa, kunnes reservikohde on deaktivoitunut ja on valmis seuraavaan aktivointiin.

Synteettisenä testisignaalinä voidaan käyttää joko taajuusrampia tai askelmaisia taajuusmuutoksia. Periaatekuva taajuusrampista on esitetty kuvassa 4.1. Rampi alkaa arvosta 50,0 Hz ja päättyy arvoon 49,40 Hz. Rampin nopeus saa olla enintään 0,2 Hz/s, jotta mittauksista voidaan havaita hetki, jolloin aktivointitaajuus saavutetaan.

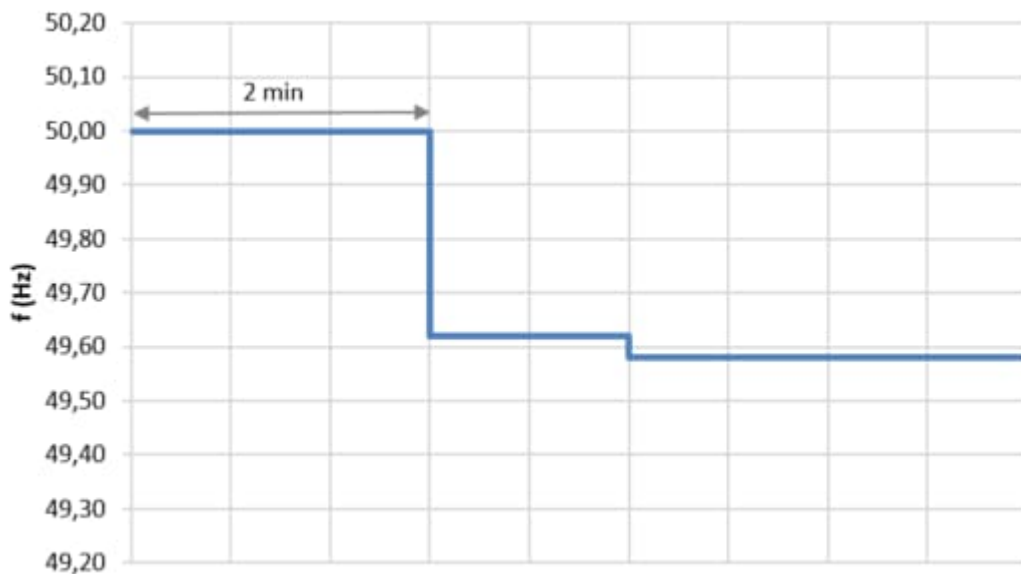
Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämispörosessi

Voimassa 22.5.2023 alkaen



Kuva 4.1 Taajuusramppi testisignaalina

Jos testaamiseen käytetään askelmaisia taajuusmuutoksia, käytetään kuvan 4.2 mukaista testisekvenssiä. Ensimmäisessä askeleessa taajuus pysyy enintään 0,05 Hz nopean taajuusreservin aktivointitaajuuden yläpuolella. Reservin ei tule aktivoitua. Tämän jälkeen taajuus lasketaan aktivointitaajuuteen tai enintään 0,05 Hz sen alle. Reservin tulee aktivoitua vaatimusten mukaisesti.



Kuva 4.2 Askelmaiset taajuusmuutokset testisignaalina, kun aktivointitaajuus on 49,6 Hz.

4.3 Mitta- ja rekisteröintilaitteiden tarkkuusvaatimukset

Pätötehomittauksen resoluution tulee olla 0,01 MW. Vaadittu mittaustarkkuus suhteessa mitattavan kapasiteetin nimellistehoon riippuu nimellistehosta taulukon 4.1 mukaisesti.

Taulukko 4.1 Pätötehomittauksen tarkkuusvaatimus

Kategoria	Nimellisteho	Sallittu epätarkkuus
A	$P < 1,5 \text{ MW}$	$\pm 5 \%$
B	$1,5 \text{ MW} \leq P < 10 \text{ MW}$	$\pm 1 \%$
C+D	$\geq 10 \text{ MW}$	$\pm 0,5 \%$

Testeissä syötettävä taajuussignaali tulee mitata 10 mHz:n resoluutiolla ja mittaustarkkuuden tulee olla 10 mHz tai tarkempi.

Rekisteröintilaitteiden näytteenottoväli saa olla enintään 0,1 sekuntia.

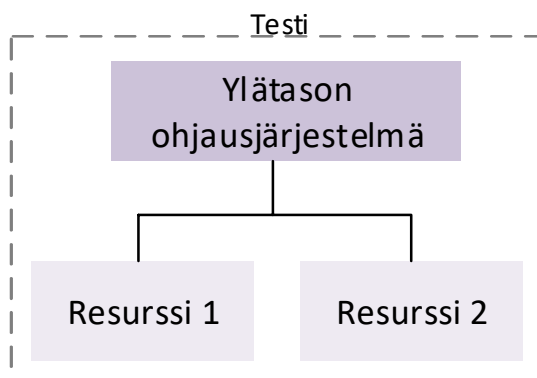
4.4 Aggregoitujen reservikohteiden säätökokeet

Yksittäisistä reserviresursseista voidaan muodostaa aggregoitu reservikohde. Fingridillä on oikeus pyytää reaaliaika- ja historiatiedot erikseen aggregoitun kohteen yksittäisistä resursseista. Aggregoitujen reservikohteiden markkinoille osallistumisen säännöt on kuvattu dokumentissa "Ehdot ja edellytykset nopean taajuusreservin (FFR) toimittajalle".

Aggregoitujen reservikohteiden säätökyvyn todentamiseen voidaan soveltaa kolmea eri tapaa. Säätökokeen suoritustavasta on sovittava etukäteen Fingridin kanssa.

1. Testataan aggregoitu kohde kokonaisuutena

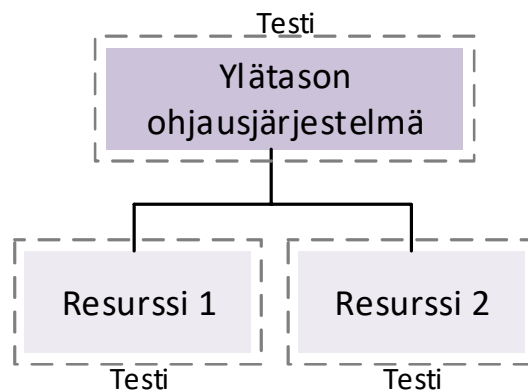
Testisignaali syötetään ylätasen ohjausjärjestelmään ja aktivoituva teho lasketaan kaikkien resurssien tehojen summana. Reservitoimittaja osoittaa, että aggregoitu kohde kokonaisuudessaan täyttää tekniset vaatimukset. Uusien resurssien lisääminen edellyttää säätökokeiden tekemistä joko uusille resursseille tai uudelleen koko kohteelle.



Kuva 4.3 Aggregoitun reservikohteen testaus kokonaisuutena

2. Testataan yksittäiset resurssit erikseen

Kukin resurssi testataan erikseen. Reservitoimittaja osoittaa, että jokainen aggregoitava resurssi täyttää tekniset vaatimukset itsenäisesti. Reservitoimittajan tulee myös osoittaa, että ylätasoin järjestelmän toiminta vastaa vaatimuksia (mm. tiedonsiirron viiveiden todennus).



Kuva 4.4 Yksittäisten resurssien testaus

3. Tyypin hyväksyntä

Keskenään identtisille resursseille voidaan soveltaa tyypin hyväksyntää, jos yksittäisen resurssin nopean taajuusreservin kapasiteetti on enintään 0,1 MW. Reservitoimittajan tulee osoittaa, että resurssit toimivat keskenään samalla tavalla. Tämän jälkeen uusia samanlaisia resursseja voi lisätä aggregoituun reservikohteeseen ilman säätökokeita. Reservikohteen hyväksytyin kapasiteetin nostaminen edellyttää kuitenkin ilmoitusta Fingridille.

4.5 Säätökoetulosten dokumentointi

Säätökokeen tuloksista toimitetaan vapaamuotoinen säätökoepöytäkirja. Pöytäkirjaan tulee kirjata seuraavat tiedot:

- Mittauspäivämäärä
- Reservikohteen nimi
- Valittu nopean taajuusreservin aktivointitaajuus

Mittaustuloksista piirretään kuvaaja, josta on luettavissa testitaajuus ja reservikohteen pätöteho ajan suhteen. Mikäli tehdään täydentävä testi todellisen verkkotaajuuden perusteella, sen tulokset esitetään vastaavalla tavalla erillisessä kuvaajassa. Tilapäisesti testiä varten aseteltu aktivointitaajuus dokumentoidaan.

Aikaleimattu taajuus (testistä riippuen synteettinen taajuussignaali tai verkkotaajuus) ja pätöteho toimitetaan lisäksi pöytäkirjan liitteenä samassa muodossa kuin historiatiedot (ks. *Fingridin reservikaupankäynti ja tiedonvaihto* -ohje)

5 Ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrän laskenta

Reservitoimittajan tulee toimittaa Fingridille reaaliaikatieta ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrästä. Raportoinnissa noudatetaan *Fingridin reservikaupankäynti ja tiedonvaihto* -ohjetta.

Ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrä voidaan laskea sähkön tuotantoon perustuvilla reservikohteille ja energiavarastoille yhtälöllä:

$$C_{\text{FFR-Gen}} = \min(P_{\text{max}} - P_{\text{asetusarvo}} - C_{\text{FCR}}, C_{\text{säättökoemäärä}}) \quad (1)$$

$C_{\text{FFR-Gen}}$ on ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrä

P_{max} on reservikohteen maksimipätöteho

$P_{\text{asetusarvo}}$ on reservikohteen pätötehon asetusarvo

C_{FCR} on ylläpidetty FCR-N ja/tai FCR-D kapasiteetti

$C_{\text{säättökoemäärä}}$ on säättökokeen perusteella hyväksytty nopean taajuusreservin määrä

Sähkön kulutukseen perustuvilla reservikohteille nopean taajuusreservin määrä voidaan laskea yhtälöllä

$$C_{\text{FFR-Load}} = \min(P_{\text{load}} - C_{\text{FCR}}, C_{\text{säättökoemäärä}}) \quad (2)$$

$C_{\text{FFR-Load}}$ on ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrä

P_{load} on reservikohteen teho, pois lukien mahdollinen aktivoitunut FCR tai FFR teho.

Laskennassa käytettävän pätötehomittauksen tulee täyttää luvun 4.3 vaatimukset resoluutiolle ja mittaustarkkuudelle.

Nopean taajuusreservin mahdollisen aktivoitumisen ei tule pienentää ylläpidettyä nopean taajuusreservin määrää. Ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrä on nolla, mikäli reserviä tuottava toiminallisuus on kytketty pois päältä.

Reservitoimittajan tulee toimittaa Fingridille kuvaus ylläpidetyn nopean taajuusreservin määrän laskennan toteutuksesta. Mikäli Reservitoimittajalla on käytettävissä tarkempi laskentamenetelmä, voidaan sitä käyttää Fingridin hyväksynnällä.