

Fingrid Oyj

Nopean taajuusreservin (FFR)
teknisten vaatimusten todentaminen
ja hyväksyttämispöessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 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 mittaaminen	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	Säätökokeiden tulosten dokumentointi	11
5	Taajuusohjatun häiriöreservin (ylössäätö) ja nopean taajuusreservin ylläpito samalla reservikohteella	12

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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

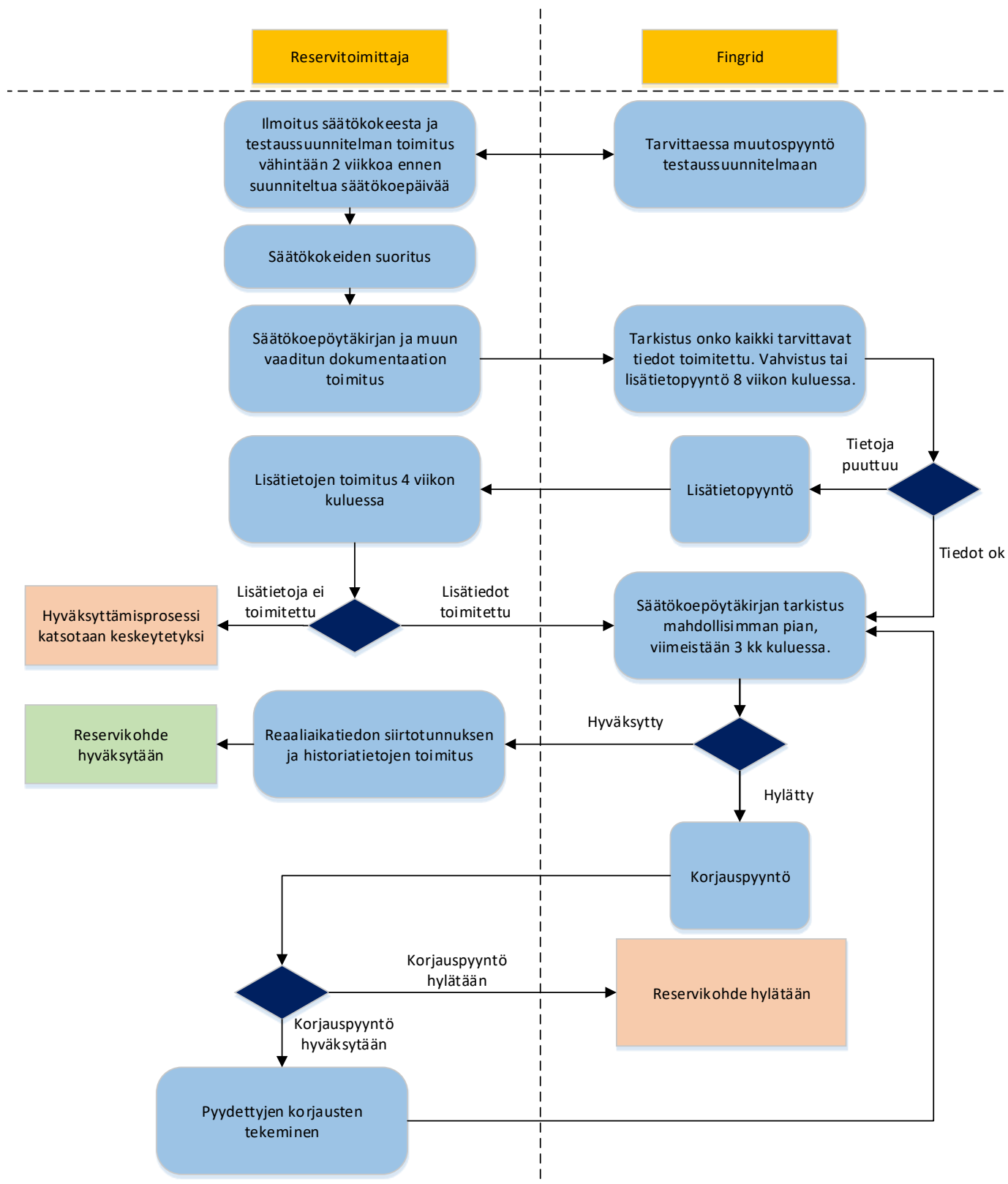
Reservikohteen hyväksyttämisen prosessissa noudatetaan kuvan 2.1 mukaista prosessia. Reservitoimittaja vastaa säätökokeiden suorittamisesta tämän dokumentin luvun 4 mukaisesti sekä vaadittujen tietojen (ks. luku 2.2) toimittamisesta annettujen aikamääreiden sisällä. Säätökoepöytäkirja on toimitettava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

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

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

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen



Kuva 2.1 Hyväksyttämisen prosessin kulku

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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 seurantaan 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.

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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 alittaa 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

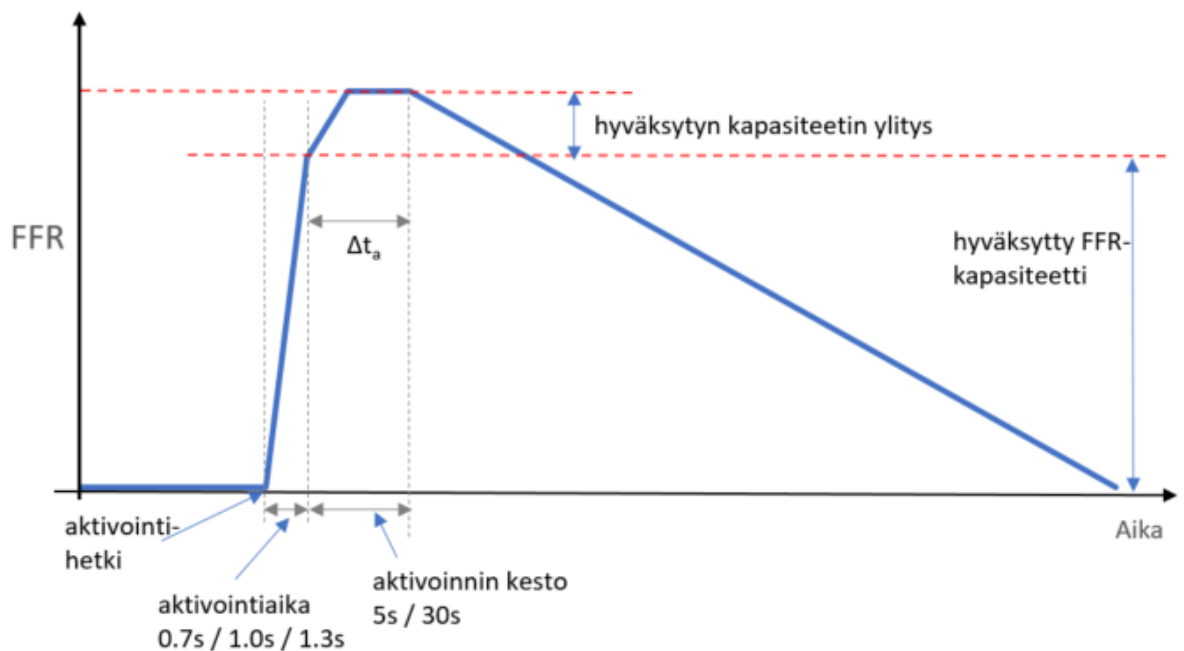
Aktivoinnin vähimmäiskesto (s)	Deaktivoinnin maksiminopeus
30 s	ei rajoitettu
5 s	enintään 20 % reservikapasiteetista sekunnissa

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

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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

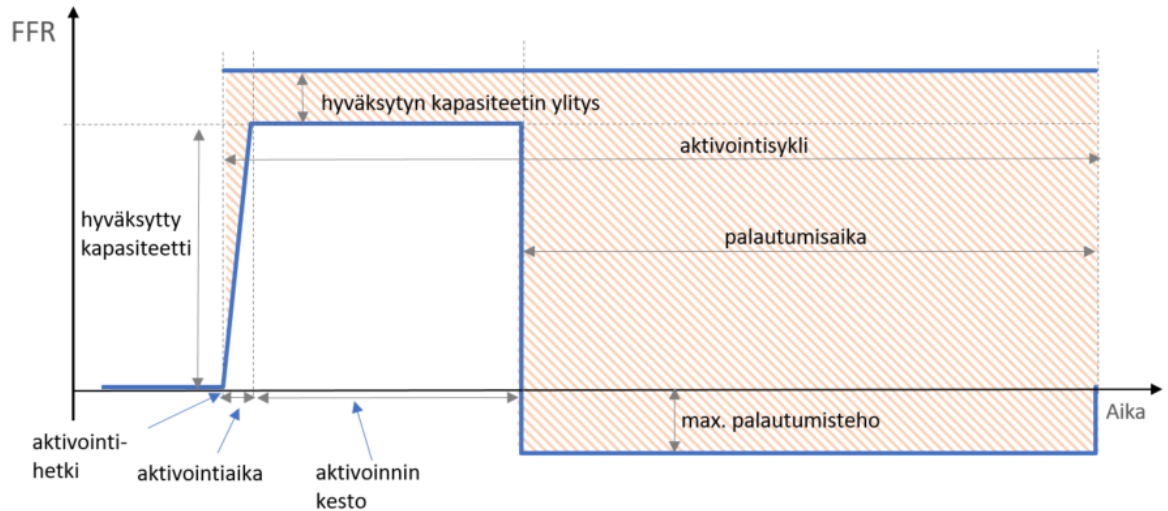
Reservikohteelle sallitaan palautuminen tietyin reunaehdoin. Palautumisella tarkoitetaan tehon ottamista sähköverkosta esimerkiksi energiavarausten varaustilan nostamista tai suuntaajakytketyn generaattorin nimellisen pyörimisnopeuden palauttamista varten. Palautumisteho saa olla korkeintaan 25 % reservikohteen 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).

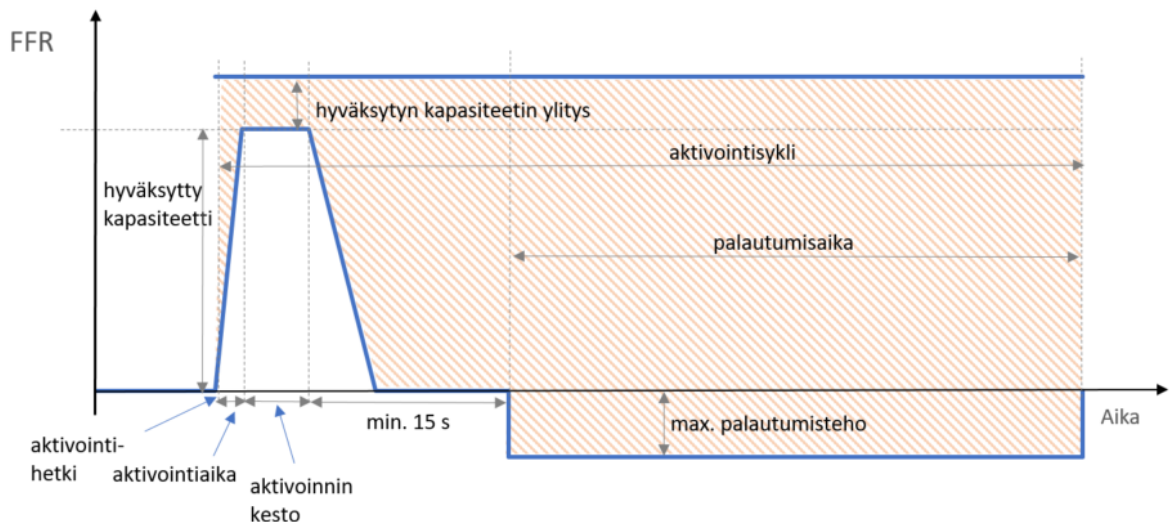
Reservikohteen tulee kyetä uuteen aktivointiin 15 minuutin kuluttua edellisestä aktivoinnista, eli aktivointisyklin pituus saa olla enintään 15 minuuttia.

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen



Kuva 3.2 Reservikohteen palautuminen, 30 s aktivoinnin vähimmäiskesto



Kuva 3.3 Reservikohteen palautuminen, 5 s aktivoinnin vähimmäiskesto

3.3 Taajuuden mittaus

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 poislukien 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.

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. Reservikapasiteetti määritetään 0,1 MW:n tarkkuudella.

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.

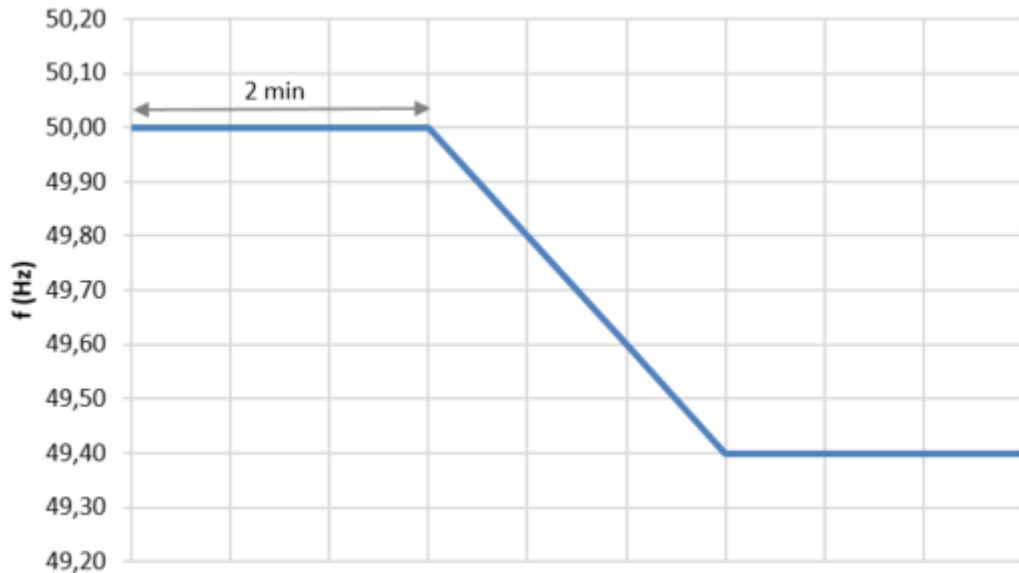
Vaihtoehtoisesti testisignaali voidaan tuottaa ohjelmallisesti säätimessä. Koska tässä testissä taajuuden mittalaite ohitetaan, reservin aktivoituminen täytyy lisäksi todentaa myös verkkotaajuuden perusteella. Täydentävän testin ajaksi aktivointitaajuus asetellaan lähelle nimellistaajuutta, jotta taajuuden 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 taajuusramppeja tai askelmaisia taajuusmuutoksia. Periaatekuva taajuusrampista on esitetty kuvassa 4.1. Ramppi 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.

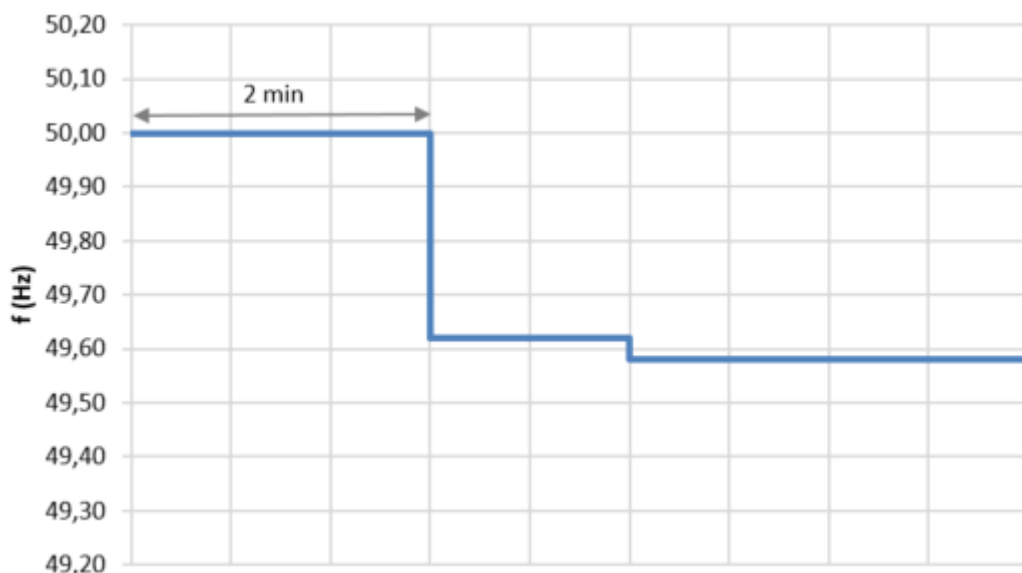
Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämispöytäkirja

Voimassa 7.6.2021 alkaen



Kuva 4.1 Taajuusramppi testisignaalinä

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 Askelmäiset taajuusmuutokset testisignaalinä, kun aktivointitaajuus on 49,6 Hz.

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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
1	< 2 MW	± 5 %
2	2–10 MW	± 1 %
3	> 10 MW	± 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.

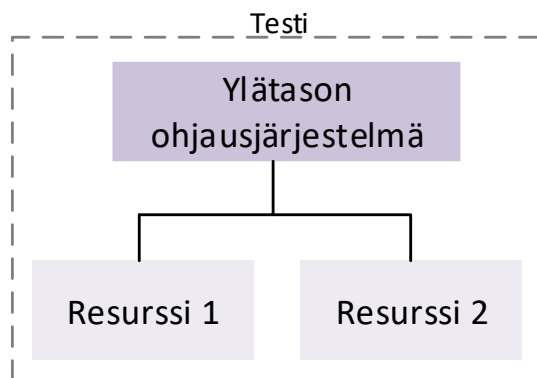
4.4 Aggregoitujen reservikohteiden säätökokeet

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 suoritusstavasta on sovittava etukäteen Fingridin kanssa.

1. Testataan aggregoitu kohde kokonaisuutena

Testisignaali syötetään ylätasen ohjausjärjestelmään ja aktivoitua 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.



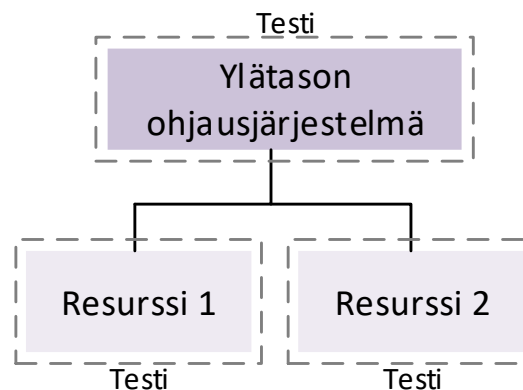
Kuva 4.3 Aggregoitun reservikohteen testaus kokonaisuutena

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämispöytäkirja

Voimassa 7.6.2021 alkaen

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.

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi

Voimassa 7.6.2021 alkaen

Aikaleimattu taajuus (testistä riippuen synteettinen taajuussignaali tai verkkotaajuus) ja pätöteho toimitetaan lisäksi pöytäkirjan liitteenä samassa muodossa kuin historiatiedot (ks. "Ehdot ja edellytykset nopean taajuusreservin (FFR) toimittajalle")

5 Taajuusohjatun häiriöreservin (ylössäätö) ja nopean taajuusreservin ylläpito samalla reservikohteella

Samalla reservikohteella on mahdollista ylläpitää samanaikaisesti sekä taajuusohjattua häiriöreserviä ylös että nopeaa taajuusreserviä. Samalla kapasiteetilla voi kuitenkin osallistua vain yhdelle reservimarkkinalle kerrallaan, eli jos osa kapasiteetista myydään nopeaan taajuusreserviin, taajuusohjattuun häiriöreserviin käytettävissä oleva kapasiteetti pienenee.

Taajuusohjatun häiriöreservin tekniset vaatimukset ja säätökoe on kuvattu dokumentissa "Taajuusohjattujen reservien (FCR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämisen prosessi". Taajuusohjatusta häiriöreservistä 50 % täytyy aktivoitua 5 sekunnissa ja 100 % 30 sekunnissa, kun taajuus laskee askelmaisesti 49,9 Hz:stä 49,5 Hz:iin. Nopeaan taajuusreserviin voidaan tarjota se osuus taajuusohjatun häiriöreservin säätökokeessa todennetusta kapasiteetista, joka aktivoituu ensimmäisen sekunnin kuluessa monotonisesti kasvavasti. Tällöin ei sovelleta lukujen 3.1 ja 3.2 vaatimuksia eikä luvun 4.2 ohjeita säätökokeen tekemisestä.

Kuva 5.1 havainnollistaa kapasiteettien määrittämistä. Kuvaaja esittää reservikohteen tehomuutoksen, kun taajuus laskee askelmaisesti 49,9 Hz:stä 49,5 Hz:iin. Punaisella piirretty käyrän osa kuvaa nopeaan taajuusreserviin hyväksyttävää kapasiteettia C_{FFR} , joka lasketaan seuraavasti:

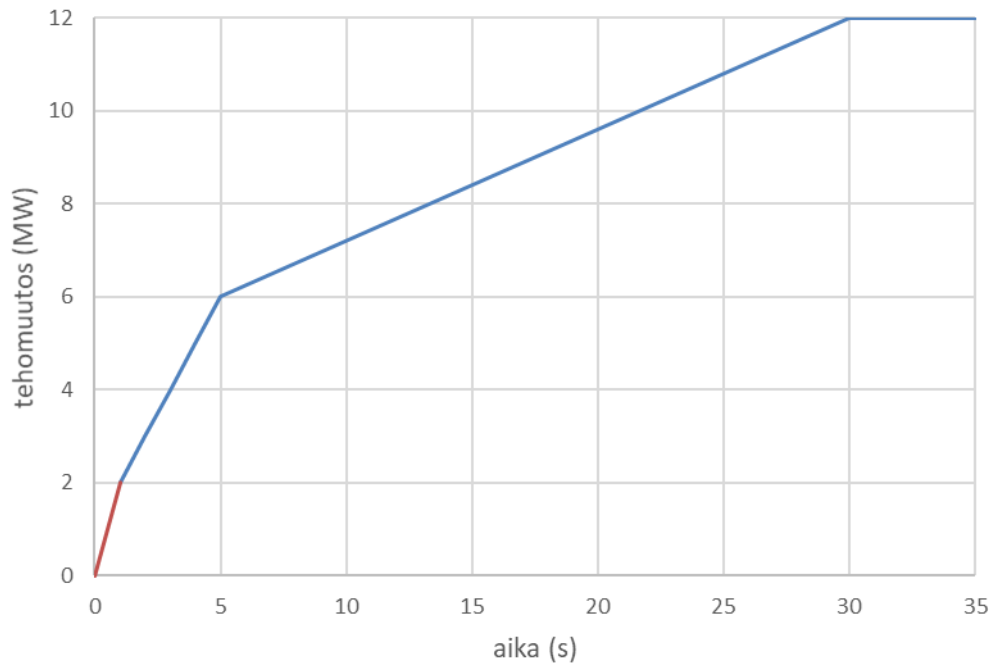
$$C_{FFR} = \Delta P_{1s} = 2 \text{ MW}$$

Laskettaessa taajuusohjatun häiriöreservin kapasiteettia C_{FCR-D} , nopean taajuusreservin määrä vähennetään pätötehon 5 ja 30 sekunnin kohdalla mitatuista arvoista:

$$C_{FCR-D} = \min(2 \cdot (\Delta P_{5s} - C_{FFR}), \Delta P_{30s} - C_{FFR}) = 8 \text{ MW}$$

Nopean taajuusreservin (FFR) teknisten vaatimusten todentaminen ja hyväksyttämispöytäkirja

Voimassa 7.6.2021 alkaen



Kuva 5.1 Taajuusohjattu häiriöreservi ja nopea taajuusreservi samalla reservikohteella

Esimerkkikohteesta voi myydä

- a) 2 MW nopeaa taajuusreserviä ja 8 MW taajuusohjattua häiriöreserviä, tai
- b) 0 MW nopeaa taajuusreserviä ja 12 MW taajuusohjattua häiriöreserviä.