

VOIMALAITOSTEN JÄRJESTELMÄTEKNISET VAATIMUKSET (VJV 2007)¹⁾

Johdanto

Tämä asiakirja sisältää Fingrid Oyj:n (jäljempänä Fingrid) sille asetetun järjestelmävastuun nojalla Suomen sähköjärjestelmään liitettäviltä voimalaitoksilta vaatimat ominaisuudet. Fingridin ylläpitämällä järjestelmäteknisillä vaatimuksilla varmistetaan, että voimalaitokset ja siirtoverkko toimivat kokonaisuutena luotettavasti kaikissa käyttötilanteissa, järjestelmän häiriötilanteet mukaan lukien.

Edellytyksenä on, että voimalaitokset pysyvät verkossa ja toimivat luotettavasti verkkohäiriöiden sattuessa. Muussa tapauksessa häiriö voi laajeta suurhäiriöksi, jolloin voimajärjestelmän toiminnan palauttaminen vaikeutuu ja viivästy huomattavasti.

Järjestelmäteknisten vaatimusten asettamisella pyritään säilyttämään voimajärjestelmän ja siihen liittyvien voimalaitosten käyttövarmuus siten, että

- voimalaitos kestää järjestelmän sille aiheuttamat jännite- ja taajuusvaihtelut,
- voimalaitos ei verkossa ollessaan aiheuta muille järjestelmään kytketyille laitteille haittaa.

Käyttövarmuuden ylläpitoa auttaa merkittävästi, jos voimalaitoksilla on tehonsäätöön nähden sekä riittävät että tarpeellisessa määrin samanlaiset ominaisuudet.

Voimalaitosten järjestelmäteknisiin vaatimuksiin on kirjattu Suomessa voimalaitoksilta vaadittavat ominaisuudet. Vaatimusten lähtökohdaksi on Nordelin sääntökoelma "Nordic Grid Code". Järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi voimalaitosten on noudatettava liittymishetkellä voimassa olevia Fingridin yleisiä liittymisehtoja, 110 kV verkon sähkölaatu- sekä tiedonvaihtoperiaatteita.

Soveltaminen

Vaatimukset koskevat voimajärjestelmään liitettäviä uusia voimalaitoksia, mutta niitä tulee soveltaa myös silloin, kun käytössä olevien laitteiden järjestelmäteknisiä ominaisuuksia muutetaan. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi tehon- ja jänniteensäädön ominaisuuksien muuttaminen tai muut verkkovikojen kestoisuuteen liittyvät muutokset. Muutoksesta ja sen vaikutuksesta voimajärjestelmään on sovittava hyvissä ajoin etukäteen Fingridin kanssa. Muutoin vanhojen laitteiden edellytetään täyttävän ne vaatimukset, jotka olivat voimassa liitettäessä niitä sähkövoimajärjestelmään.

Vaatimukset koskevat kaikkia synkronikäytössä olevia, yli 10 MVA laitteita. Kokoluokassa 10...50 MVA sallitaan kuitenkin tässä asiakirjassa myöhemmin täsmennettyjä lievennyksiä.

Kooltaan 1...10 MVA laitteiden suositellaan noudattavan voimalaitosten järjestelmäteknisiä vaatimuksia.

Vaatimukset eivät koske erilliskäytössä toimivia varavoimalaitoksia.

Laitos koostuu yhdestä tai useammasta tuotantoyksiköstä, jotka irtoavat verkosta yksittäisen vian seurauksena.

Tuulivoimalaitosten (>10 MVA) tulee täyttää kohdissa 1-2 ja 5-6 esitetyt vaatimukset. Lisäksi niiden tulee täyttää Nordelin tuulivoimalaitoksille laaditut liittymissäännöt ja Fingridin maakohtaiset vaatimukset.

Voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi saattaa laitokseen kohdistua siihen liittyvästä alueellisesta verkosta aiheutuvia lisävaatimuksia, joista tulee sopia erikseen liityntäverkon haltijan kanssa.

Voimalaitoksesta on toimitettava liitteen 1 mukaiset tiedot Fingridille.

Kantaverkon taajuus- ja jännitevaihtelu

Sähköverkon taajuuden ohjearvo pohjoismaisessa yhteiskäyttöjärjestelmässä on 49,9...50,1 Hz. Tavanomaisessa häiriöttömässä verkon käyttötilanteessa taajuus voi vaihdella välillä 49,5...50,5 Hz. Poikkeuksellisessa tilanteessa saatetaan joutua toimimaan alueella 47,5...53 Hz.

Nimellisjännitteeltään 400 kV verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 395...420 kV. Häiriö- ja poikkeustilanteissa voidaan joutua toimimaan alueella 360...420 kV vastaten jäljempänä esitettyä aluetta 90...105 % (eli 100 % vastaa laskennallisesti jännitettä 400 kV). Generaattoreiden blokkimuuntajien muuntosuhdetta valittaessa on normaali liityntäpisteen jännite 410 kV, mutta täsmällinen mitoitusarvo tulee erikseen sopia Fingridin kanssa.

Nimellisjännitteeltään 220 kV verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 215...245 kV. Häiriö- ja poikkeustilanteissa voidaan joutua toimimaan alueella 210...245 kV vastaten jäljempänä esitettyä aluetta 90...105 % (eli 100 % vastaa laskennallisesti jännitettä 233 kV). Generaattoreiden blokkimuuntajien muuntosuhdetta valittaessa on normaali liityntäpisteen jännite 240 kV, mutta täsmällinen mitoitusarvo tulee erikseen sopia Fingridin kanssa.

Nimellisjännitteeltään 110 kV verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 105...123 kV. Häiriö- ja poikkeustilanteissa voidaan joutua toimimaan alueella 100...123 kV vastaten jäljempänä esitettyä aluetta 85...105 % (eli 100 % vastaa laskennallisesti jännitettä 118 kV). Generaattoreiden blokkimuuntajien muuntosuhdetta valittaessa on normaali liityntäpisteen jännite 118 kV, mutta täsmällinen mitoitusarvo tulee erikseen sopia Fingridin kanssa.

1 TOIMINTA POIKKEAVALLA TAAJUUDELLA JA JÄNNITTEELLÄ

1.1 Taajuusalue 49...51 Hz

Voimalaitoksen tulee toimia jatkuvasti täydellä teholla¹ taajuusalueella 49...51 Hz verkkojännitteen ollessa alueella 90...105 %. Taajuusalueella 50,3...51 Hz edellytetään korkeintaan 10 tunnin vuotuista käyttöä yksittäisen käyttötilanteen kestoajan ollessa korkeintaan 30 minuuttia. Yli 50,3 Hz:n taajuudella on enintään 10 % pätötehon lasku sallittu, mikäli laitoksen stabiili käyttö täydellä teholla voidaan säilyttää taajuuden palatessa alle 50,3 Hz:n (Kuva 1).

Yksittäisissä häiriöissä voimalaitoksen tulee toimia tunnin ajan verkkojännitteen ollessa 85...90 %, kun taajuus vaihtelee välillä 49,7...50,3 Hz. Tehon sallitaan pienenevän enintään noin 10 % täydestä tehosta.

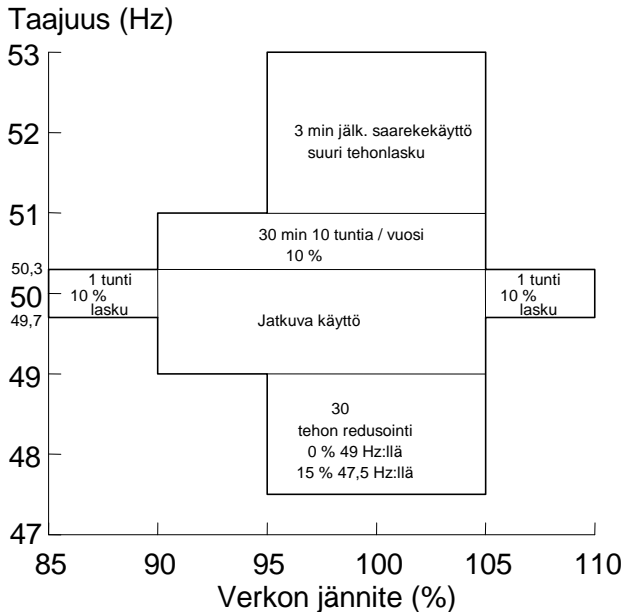
¹⁾ Ilmoitettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/34/EY, muut. 98/48/EY mukaisesti.

¹ Sana teho merkitsee myöhemminkin tässä asiakirjassa laitoksen tuottamaa pätötehoa.

Yksittäisissä häiriöissä voimalaitoksen tulee toimia tunnin ajan verkkojännitteen ollessa 105...110 %, kun taajuus vaihtelee välillä 49,7...50,3 Hz. Tehon sallitaan pienenevän enintään 10 % täydestä tehosta.

1.2 Taajuusalue 49...47,5 Hz

Voimalaitoksen tulee toimia yksittäisissä häiriötilanteissa 30 minuutin ajan taajuusalueella 49...47,5 Hz verkkojännitteen ollessa alueella 95...105 %. Sallittu tehonlasku taajuudella 47,5 Hz on korkeintaan 15 % täydestä tehosta, ja taajuudella 49 Hz on tuotettava täysi teho. Väliarvot määritetään lineaarisella interpolaatiolla. On pyrittävä mahdollisimman pieneen tehonlaskuun, mikäli tämä on mahdollista ilman suuria lisäkustannuksia.



Kuva 1. Tehon tuotannolle asetetut vaatimukset, kun verkon taajuus ja jännite vaihtelevat.

1.3 Taajuus alle 47,5 Hz

Voimalaitos voidaan kytkeä irti verkosta taajuuden laskiessa alle 47,5 Hz:n. Irtikykyminen omakäytölle tulisi tapahtua niin pitkällä aikaviiveellä kuin koneiston mitoitus sallii.

1.4 Taajuusalue 51...53 Hz

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan voimakkaasti alennetulla teholla 3 minuutin ajan taajuusalueella 51...53 Hz verkkojännitteen vaihdeltaessa alueella 95...105 %.

1.5 Taajuus yli 53 Hz

Mikäli voimalaitokselle ei aiheudu vahinkoa, se voi pysyä verkossa, vaikka verkon tai saarekkeen taajuus nousee yli 53 Hz:n. Voimalaitos tulee kytkeä irti verkosta taajuuden noustessa yli 55 Hz:n. Irtikytkennän viive sovitaan Fingridin kanssa.

1.6 Hetkelliset taajuusmuutokset

Voimalaitoksen säätö- ja suojausjärjestelmät on suunniteltava siten, etteivät verkon oikosulkujen tai kytkentätilanteiden muutosten synnyttämät hetkelliset taajuusmuutokset aiheuta kyseiseen verkkoon liitetyn voimalaitoksen irtoamista verkosta.

2 SUURET JÄNNITEMUUTOKSET

2.1 Lähellä voimalaitosta tapahtuvien verkkovikojen vaikutukset

2.1.1 Verkkovikojen aiheuttamien mekaanisten rasitusten kestävyys

Voimakoneistot on suunniteltava siten, että koneisto kestää generaattorimuuntajan yläjännitepuolella sattuvien kaikenlaisten yksi-, kaksi- ja kolmivaiheisten maa- tai oikosulkujen aiheuttamat mekaaniset rasitukset olettaen vian kestoajaksi enintään 0,25 sekuntia. Koneisto ei saa tällöin vioittua eikä tilanteesta saa seurata tarvetta laitoksen välittömään pysäyttämiseen seurausten tutkimiseksi.

2.1.2 Siirtoverkon vika-ajat

Viat, jotka esiintyvät voimalaitoksen blokkimuuntajan yläjännitepuolella, erotetaan 400 kV jännitteisessä verkossa normaalisti alle 0,1 sekunnissa. Poikkeustapauksissa vika-aika saattaa kuitenkin pidentyä 0,25 sekuntiin. 220 kV ja 110 kV jännitteisissä verkoissa johtoviat erotetaan normaalisti alle 0,5 sekunnissa vika-ajan pidentyessä poikkeustapauksissa 1 sekuntiin.

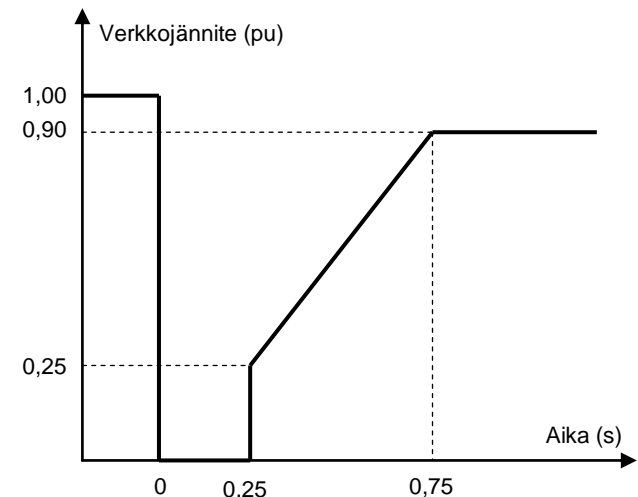
2.1.3 Syvä jännitekuoppa

400 kV, 220 kV tai 110 kV jänniteportaaseen liittyvät voimalaitokset

Voimalaitokset omakäyttöineen on suunniteltava siten, että ne kestävät alla kuvatun, viitteellisen verkkojännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta (kuva 2):

- askelmainen 0,25 sekuntia kestävä verkkojännitteen lasku 0 %:iin
- 25 %:n askelmuutosta ylöspäin seuraa verkkojännitteen lineaarinen nousu 90 %:iin 0,5 sekunnissa
- tätä seuraa vakio verkkojännite 90 %.

Ainoastaan pieni tehon lasku sallitaan.



Kuva 2. Vian aiheuttama verkkojännitteen vaihtelu.

Alle 110 kV jänniteportaaseen liittyvät voimalaitokset

Voimalaitokset omakäyttöineen on suunniteltava siten, että ne kestävät edellä kuvatus verkkojännitteen vaihtelun Fingridin sähköverkon lähimmässä liittymispisteessä irtoamatta verkosta (kuva 2).

2.2 Suuret jännitehäiriöt

Voimalaitoksen tulee tukea sähköverkkoa mahdollisimman pitkään, kuitenkin niin, että laitos ei vaurioitu ja ei vaaranneta laitoksen omakäytölle siirtymistä. Voimalaitos voidaan irrottaa verkosta, jos sen liittymispisteessä esiintyy laitoksen mitoituskriteerejä suurempia tai kestoltaan pitempiä jännitevaihteluja.

3 GENERAATTORIN JÄNNITTEENSÄÄTÖ JA LOISTEHO

3.1 Jännitteensäädön dynaamiset ominaisuudet ja jännitteensäätäjä

Generaattorin ja generaattorimuuntajan reaktanssien tulee olla niin pieniä kuin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista, jotta tuettaisiin järjestelmän stabiilisuutta ja loistehon kompensointia.

Normaalin tilan dynaamiset ominaisuudet määritetään mittauksin seuraavasti:

Tyhjäkäyvän, verkosta irti olevan generaattorin jännitteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan askelmaisesti siten, että se aiheuttaa 10 % muutoksen generaattorin liitinjännitteeseen. Mittaukset tehdään jännitteen asetteluarvosta 95 % arvoon 105 % ja arvosta 105 % arvoon 95 %. Molemmissa tapauksissa generaattorin liitinjännitteen askelvasteen tulee toteuttaa seuraavat ehdot:

- Askelvaste ei värähtele.
- Nousuaika 0 -> 90 %:iin muutoksesta on staattisella magnetoinnilla 0,2...0,3 sekuntia ja harjattomalla magnetoinnilla 0,2...0,5 sekuntia kun jännite nousee sekä 0,2...0,8 sekuntia kun jännite laskee.
- Ylitys on korkeintaan 15 % muutoksesta.

Magnetointipiiriin on oltava siten mitoitettu, että sen kattojännite on staattisella rakenteella vähintään kaksi kertaa ja harjattomalla rakenteella vähintään 1,6 kertaa generaattorin nimelliskuormituspistettä vastaava magnetointijännite ottaen huomioon kuitenkin muut jännitteensäädölle asetettavat vaatimukset. Piiriin on kyettävä antamaan kattojännitteensä 10 sekunnin ajan.

Järjestelmän käyttövarmuuden turvaamiseksi jännitteensäätäjä tulee toteuttaa kaksikanavaisena tai automaattisen säätäjän reservinä tulee olla vähintään magnetointivirran käsissäätö.

3.2 Loistehon tuotanto ja kulutus

Jokaisen generaattorin tulee pystyä toimimaan jatkuvasti nimellispätöteholla tehokertoimen ollessa vähintään alueella $0,95_{kap}$ (alimagnetoitu)... $0,9_{ind}$ (ylimagnetoitu). Tämän tulee olla mahdollista, kun verkkojännite on alueella 100...105 % alimagnetointipuolella ja 90...105 % ylimagnetointipuolella.

Jotta siirtoverkon ja laitoksen yhteensopivuus voidaan varmistaa myös verkon kehittyessä, laitoksen generaattorimuuntaja ja sen säädettävyyden sekä generaattorin jännitealue on esitettävä jo suunnitteluvaiheessa liityntäverkon haltijalle. Tavoitteena on, että laitoksen generaattori voi verkon normaalissa käyttötilanteessa tuottaa jatkuvasti

generaattorin nimellisiarvoilla laaditun PQ-diagrammin määrittelemän loistehon (generaattorin jänniteolosuhteissa), sekä toisaalta verkon normaalissa käyttötilanteessa ottaa vastaan jatkuvasti generaattorin nimellisiarvoilla laaditun PQ-diagrammin määrittelemän loistehon (generaattorin jänniteolosuhteissa).

Generaattorin on kyettävä ottamaan jatkuvasti vastaan loistehoa (alimagnetoitu) generaattorin nimellisiarvoilla laaditun PQ-diagrammin edellyttämällä tavalla myös verkon maksimijännitteillä 420, 245 ja 123 kV (mikäli stabiilin käytön muut edellytykset ovat olemassa).

3.3 Loistehon tuotanto alhaisella jännitteellä

Generaattori ja sen magnetointijärjestelmä on suunniteltava siten, että generaattori kykenee tuottamaan nimellisteholla toimiessaan nimellispätötehon suuruisen loistehon liitinjänniteolosuhteissa 10 sekunnin ajan verkkohäiriön yhteydessä liitinjänniteolosuhteensa generaattorin liitinjännitteen laskettua 70 %:iin liitinjännitteen nimellisarvosta.

3.4 Lisästabilointi (PSS)

Vähintään 50 MVA generaattorin jännitteensäätöön tulee liittää lisästabilointi. Lisästabilointi on viritettävä vaihtamaan generaattorin ja voimajärjestelmän heilahtelua, vähintään alueella 0,2...2,0 Hz. Lisästabiloinnin on oltava poiskytkettävissä ja stabilointisignaalin suuruutta on rajoitettava rajoittimilla, joiden asetellut voidaan valita. Lisästabiloinnin toiminta tulee todentaa voimalaitoksen käyttöönoton ja muutosten yhteydessä.

3.5 Muut jännitteensäädön laitteet

Säätöjärjestelmään tulee kuulua jännitteensäätäjän ja mahdollisen lisästabiloinnin (PSS, vrt. 3.4) lisäksi suojaavia rajoitussäätöjä sekä loistehostatiikkalaitteita.

Generaattorin roottorin ja staattorin virranrajoittimilla tulee olla käänteinen aikakarakteristika, jotta generaattorin jännitteensäätölaitteiden ylikuormitusaluetta voidaan hyödyntää erilaisissa käyttötilanteissa.

3.6 Jännitteensäädön käyttötapa

Generaattorin jännitteensäädön ensisijainen käyttötapa on liitinjännitteen vakiojännitesäätö.

Mikäli käyttövarmuutta vaarantamatta on tarve käyttää muuta säätötappaa, kuten vakioiloisteho- tai vakiokehokeroinsäätöä, tulee säädön tällöin pystyä vastaamaan jännitteen muutoksiin kuten vakiojännitesäädön. Poikkeavien säätötappojen käytöstä on sovittava Fingridin kanssa.

4 TEHONSÄÄTÖ

Tässä luvussa on annettu yleiset vaatimukset Suomen sähköjärjestelmään liittyvien voimalaitosten generaattoreiden tehonsäädölle.

Tehonsäätöön liittyvät vaatimukset noudattavat taajuusohjatun käyttö- ja häiriöreservin ylläpitoon osallistuvilta voimalaitoksilta vaadittavia ominaisuuksia. Mikäli voimalaitosta halutaan käyttää taajuusohjatun käyttö- ja/tai häiriöreservin ylläpitoon, sovitaan tästä erillisessä sopimuksessa.

4.1 Turbiinisäätäjä

Voimalaitokset tulee varustaa turbiinisäätäjällä ja siihen liittyvällä pyörimisnopeuden säädöllä.

4.2 Käyttötavat

Voimalaitoksen tehonsäätö ja -ohjaus tapahtuvat verkon normaali- ja häiriötilassa joko manuaalisesti tai laitos-sää-täjällä.

Laitoksen teho asetellaan normaalin käyttötilan aikana manuaalisesti. Taajuuden mittaukseen perustuva laitos-sää-täjä (tai turbiinisää-täjä) muuttaa tätä manuaalisesti aseteltua tehoarvoa. Normaali-tilan tehonsäätöön liittyviä vaatimuksia on kohdassa 4.3.

Laitokset on varustettava aseteltavissa olevilla laitteilla, joilla tehon muutoksen suuruutta ja nopeutta voidaan rajoittaa. Lisäksi voimalaitokset varustetaan ainoastaan sellaisella ylikuormituskyvyllä, jonka laitoksen normaali toteutustapa mahdollistaa.

Verkon normaali-tila muuttuu häiriötilaksi taajuuden muutosnopeuden ylittäessä arvon $\pm 0,5$ Hz/s tai taajuusvirheen ollessa yli 0,5 Hz. Häiriötilan tehonsäätöön siirrytään taajuutta mittaavan laitteen avulla (esim. taajuusrele). Häiriö-tilan tehonsäätöön liittyviä vaatimuksia on esitetty kohdassa 4.4.

Laitossää-täjän taajuuden ohjearvo on 50 Hz. Ohjearvon epätarkkuuden tai sää-täjäen mahdollisesti asetellun kuolleen alueen tulisi olla $\leq 0,05$ Hz. Kuolleen alueen tulisi tarvittaessa olla myös ohitettavissa.

Pätötehostatiikan tulee olla aseteltavissa vähintään välillä 2...8 % enintään 0,1 % portain.

4.3 Tehon muutosominaisuudet verkon normaalissa käyttötilassa

Vesivoimalaitoksia ja reservikaasuturbiineja koskevat vaatimukset on jatkossa esitetty erikseen, koska näiden laitosten tehonsäätöominaisuudet poikkeavat olennaisesti muista voimalaitoksista. Kohdassa muut (4.3.2) esitetyt vaatimukset koskevat muita kuin edellä mainittuja voimalaitoksia.

4.3.1 Tehon muutosnopeus ja tehoalue - vesivoimalaitokset ja reservikaasuturbiinit

Vesivoimalaitokset ja reservikaasuturbiinit on suunniteltava siten, että niiden tehonmuutosnopeus on vähintään ± 40 % täydestä tehosta minuutissa.

Edellä esitetyn tehon muutosnopeuden tulee olla sovellettavissa, kun laitoksen teho on 40...100 % täydestä tehosta. Tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa turbiinien suurimpaan sallittuun tehonmuutosnopeuteen, kun laitoksen teho on alle 40 %.

Voimalaitoksen jatkuvan käytön minimitehon tulee olla mahdollisimman pieni. Vesivoimalaitosten ja reservikaasuturbiinien minimiteho on enintään 10 % täydestä tehosta.

Vesivoimalaitosten ja reservikaasuturbiinien käynnistys-aika täyteen tehoon saa olla maksimissaan 10 minuuttia.

4.3.2 Tehon muutosnopeus ja tehoalue - muut voimalaitokset

Muut kuin kohdassa 4.3.1 mainitut laitokset on suunniteltava siten, että niiden tehonmuutosnopeus on vähintään ± 5 % täydestä tehosta minuutissa.

Edellä esitetyn tehon muutosnopeuden tulisi olla sovellettavissa, kun laitoksen teho on 60...90 % täydestä tehosta. Tehon muutosnopeus voidaan rajoittaa turbiinien tai höyrykattiloiden suurimpaan sallittuun tehonmuutosnopeuteen, kun laitoksen teho on alle 60 % tai yli 90 %.

Voimalaitoksen jatkuvan käytön minimitehon tulee olla mahdollisimman pieni tekniset reunaehdot huomioiden. Suunnittelun perusteena oleva minimitehon tavoitearvo tulisi olla enintään 40 % täydestä tehosta.

4.4 Tehon muutosominaisuudet verkkohäiriöiden aikana

Seuraavassa esitettyjen välittömien askelmaisen tehonmuutosten jälkeen voimalaitosten tehoa on voitava ohjata kohdan 4.3 mukaisesti. Kuten kohdassa 4.3, vesivoimalaitoksia ja reservikaasuturbiineja koskevat vaatimukset ovat omanaan, koska näiden laitosten tehonsäätöominaisuudet poikkeavat olennaisesti muista voimalaitoksista.

4.4.1 Välitön askelmainen tehonmuutos (vesivoimalaitokset ja reservikaasuturbiinit)

Vesivoimalaitoksien ja reservikaasuturbiinien tulee pystyä toteuttamaan tarvittaessa välitön askelmainen tehonmuutos, suuruudeltaan vähintään 10 % täydestä tehosta laitoksen tehoalueella 50...100 %.

4.4.2 Välitön askelmainen tehonmuutos (muut voimalaitostyytit)

Muiden kuin edellisessä kohdassa (4.4.1) mainittujen voimalaitosten tulee pystyä toteuttamaan tarvittaessa välitön askelmainen tehonmuutos, suuruudeltaan vähintään 5 % täydestä tehosta laitoksen tehoalueella 50...90 %.

4.4.3 Pyörivä reservi

Voimalaitokset on suunniteltava siten, että niitä voidaan tarvittaessa käyttää pyörivänä reservinä. Fingridillä on oikeus vaatia laitoksia säätämään tehoaan edellä esitettyjen tehonmuutosten puitteissa, mikäli sähköjärjestelmää ei kyetä häiriön jälkeen palauttamaan normaali-tilaan erillisin sopimuksin varatun reservin avulla. Kyseinen poikkeustilanne voi syntyä kantaverkon mitoitusosuus-tilan mukaista mitoittavaa vikaa vakavamman häiriön tai muun odottamattoman syyn seurauksena.

4.5 Omakäyttötilanteet

Kaikki voimalaitokset on suunniteltava siten, että ne siirtyvät turvallisesti omakäytölle kohdissa 1.3, 1.4, 1.5 ja 2.2 esitetyissä tilanteissa, eli verkon taajuuden ja/tai jännitteen poikkeamien ylittäessä näissä vaatimuksissa esitetyt mitoituskriteerit.

Omakäytöllä toimivaa voimalaitosta kuormittavat ainoastaan laitoksen omat apujärjestelmät.

Vesivoimalaitokset ja reservikaasuturbiinit on suunniteltava siten, että ne toimivat omakäytöllä vähintään kahdeksan tunnin ajan. Muut voimalaitokset on suunniteltava siten, että ne toimivat omakäytöllä vähintään tunnin ajan, mutta ovat tämän jälkeen uudelleen käynnistettävissä ja tahdistettavissa takaisin verkkoon mahdollisimman nopeasti tekniset reunaehdot huomioiden, kuitenkin enintään neljässä tunnissa seuraavien 12 tunnin aikana. Ydinvoimalaitosten on toimittava omakäytöllä ja oltava käynnistetävissä turvamääräysten edellyttämällä tavalla.

4.6 Toiminta verkon jakautuessa osajärjestelmiin

Voimajärjestelmän jakautuessa eri tahdissa käyviin osajärjestelmiin voimalaitos joutuu toimimaan saarekeolosuhteissa. Jotta saarekkeet voitaisiin tahdistaa sähköverk-

² Verkkohäiriöt ovat taajuus- tai jännitehäiriöitä ja niihin sisältyvät vakavissa tapauksissa myös stabiiliushäiriöt.

koon, tulee niihin liittyvien voimalaitosten pystyä säätämään tehoaan Fingridin antamien ohjeiden mukaisesti.

Suositellaan, että saarekekäytössä laitokset pystyvät kohdassa 4.3 mainittuihin tehon muutoksiin (nostamaan tai pienentämään tehoa) ja tehon muutosten kautta saavuttamaan stabiili käyttötila. Osajärjestelmien laitokselle aiheuttamat vaatimukset tulee tällöin ottaa erikseen huomioon.

5 VAATIMUSTEN TODENTAMINEN

5.1 Kokeet

Esitettyjen vaatimusten täytyminen on todennettava mikäli mahdollista voimalaitoksella tehtävillä kokeilla. Jos kokeiden tekeminen osoittautuu vaikeaksi, ne voidaan korvata simuloinneilla tai teknisillä laskelmilla. Kokeiden korvaamisesta simuloinnein tai laskelmin on kuitenkin aina erikseen sovittava Fingridin kanssa. Laitoksen toiminta tulee tarkistaa ja dokumentoida vaatimusten täyttämisen osoittamiseksi.

Kokeet on tehtävä laitoksen käyttöönoton yhteydessä. Lisäksi voimalaitokselle on tehtävä tarvittavia kokeita oleellisten muutosten yhteydessä tai mikäli on syytä olettaa voimalaitoksen ominaisuuksien poikkeavan näistä vaatimuksista.

Voimalaitosliittyjä vastaa vaatimusten todentamisesta sekä teknisesti että taloudellisesti.

5.2 Todentaminen käyttöönoton aikana

5.2.1 Verkkoon liittyvät kokeet

Verkkoon liittyvistä kokeista sovitaan erikseen Fingridin kanssa. Tehtävät mittaukset ja kokeet:

- oikosulun aiheuttama syvä jännitekuoppa
- siirtyminen omakäytölle
- toiminta omakäytöllä.

5.2.2 Voimalaitokseen liittyvät kokeet

Tehtävät mittaukset ja kokeet:

- nimellisteho ja PQ-diagrammi
- generaattorijännitteen askelvaste
- lisästabiloointipiirin (PSS) koe.

6 TIEDONVAIHTO

Voimalaitokselta on toimitettava Fingridille 10 MVA ja sitä suuremmista generaattoreista reaaliaikaiset pätö- ja loisteohmittaukset sekä tieto, onko voimalaitos kytkeytyneenä verkkoon. Alle 10 MVA generaattoreiden osalta em. mitaustiedot voidaan toimittaa tuottajakohtaisena summana.

Muu voimalaitosta koskeva tiedonvaihto on määritelty liittymis- ja kantaverkkosopimuksissa tai erillisissä tiedonvaihtosopimuksissa.

4.6.2007

Omistaja(t): _____

Voimalaitos: _____

Päiväys: _____

GENERAATTORI

1. Nimellisarvot:

Nimellisjännite U_n	_____	kV
Jännitealue (% nimellisjännitteestä)	_____	%
Nimellisteho S_n	_____	MVA
Nimellinen pätöteho P_n	_____	MW
Nimellisvirta I_n	_____	A
Nimellistehokerroin $\cos \varphi_n$	_____	
Nimellispyörimisnopeus n	_____	1/min
Nimellinen magnetointijännite U_{mn}	_____	V
Nimellinen magnetointivirta I_{mn}	_____	A

2. PQ-diagrammi (rajoittimet otettu huomioon)

Kuva tai seuraavat loistehon arvot:

Nimellisellä pätötehoilla P_n :

Q_{max}	_____	Mvar
Q_{min}	_____	Mvar

Pätötehoilla $P = 0$:

Q_{max}	_____	Mvar
Q_{min}	_____	Mvar

3. Staattori- ja roottoriin rajoittimien asettelut

4. Tyhjäkäynti- ja oikosulkukäyrät

5. Sähköiset parametrit:

Staattoriresistanssi R _____ %

Reaktanssit:

Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d	_____	%
Pitkittäinen tahtireaktanssi X_d (kyllästynyt)	_____	%
Poikittainen tahtireaktanssi X_q	_____	%
Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d'	_____	%
Pitkittäinen muutosreaktanssi X_d' (kyllästynyt)	_____	%
Poikittainen muutosreaktanssi X_q'	_____	%
Pitkittäinen alkureaktanssi X_d''	_____	%
Poikittainen alkureaktanssi X_q''	_____	%
Vastareaktanssi X_2	_____	%
Nollareaktanssi X_0	_____	%
Staattorin hajareaktanssi X_l	_____	%

Aikavakiot:

Tasakomponentin aikavakio T_a	_____	s
Pitkittäinen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{do}'	_____	s
Poikittainen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{qo}'	_____	s
Pitkittäinen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{do}''	_____	s
Poikittainen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{qo}''	_____	s
Pitkittäinen muutosaikavakio T_d'	_____	s
Poikittainen muutosaikavakio T_q'	_____	s
Pitkittäinen alkuaikavakio T_d''	_____	s
Poikittainen alkuaikavakio T_q''	_____	s

6. Mekaaniset parametrit:

Hitausvakio (generaattori + turbiini) H	_____	s
Generaattorin hitausmomentti J_g	_____	kgm ²
Turbiinien (1, 2, ..., x) hitausmomentit $J_{t1}, J_{t2}, \dots, J_{tx}$	_____	kgm ²
Magnetointikoneen (jos käytössä) hitausmomentti J_{exc}	_____	kgm ²
Edellä annettujen turbiinigenaattorin osien väliset jousivakiot $K_{t1_t2}, K_{t2_t3}, \dots, K_{tx_g}, K_{g_exc}$	_____	Nm/rad

SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ

7. Magnetointijärjestelmä:

Tyyppi: staattinen/harjaton/muu _____

Lohkokaavio asetteluineen (sekä mahdollinen kyllästyskäyrä)

Askelvastekokeen tulokset tai seuraavat arvot:

Aikavakio t_{10} _____ SAikavakio t_{90} _____ S

Ylitys _____ %

8. Jänniteensäädön lisästabilointipiirin lohkoavaio asetteluineen

9. Turbiinisäätäjä:

Lohkokaavio asetteluineen ja

Askelvastekokeen tulokset

10. Pyörimisnopeussäädön statiikka _____ %

11. Loistehostatiikka _____ %

KONEMUUNTAJA

Kytkentäryhmä ja maadoitustiedot _____

Nimellisteho S_n _____ MVANimellisjännitteet $U_{n1} (+väliottokytkin)/U_{n2}$ _____ kV/kVOikosulkuresistanssi R_k _____ %Oikosulkuimpedanssi Z_k _____ %