

Muutokset VJV2018:aan on merkitty. Punaisella merkityt muutokset ja kommentit on lisätty Fingridin järjestämän julkisen kuulemisen (04/2024) jälkeen.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

1 (196)

Formatted Table

Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset VJV2024

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
2	Termit ja määritelmät	8
3	Vaatimusten soveltamisala	12
4	Luottamuksellisuus	16
5	Erityistarkasteluvaatimukset	17
6	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	18
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana	18
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	18
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	19
6.2	Voimalaitoksen järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	20
6.3	Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet	20
6.4	Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	20
6.4.1	Tyyppin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	20
6.4.2	Tyyppin B ja C voimalaitosten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	21
6.4.3	Tyyppin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	22
7	Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen	29
7.1	Tyyppin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	29
7.2	Tyyppin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	29
7.3	Tyyppin C voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	32
7.4	Tyyppin D voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	32
7.4.1	Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu	32
7.4.2	Toimitettavat tiedot	33
7.5	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot	42
8	Poikkeukset vaatimuksista	43
9	Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi	44
9.1	Tyyppin A voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	44
9.2	Tyyppin B voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	44
9.3	Tyyppin C ja D voimalaitosten reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	44
9.4	Tyyppin C voimalaitosten instrumentointi	45
9.5	Tyyppin D voimalaitosten instrumentointi	46
10	Yleiset vaatimukset	48
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	48
10.2	Tyyppin A voimalaitoksen yleiset vaatimukset	48
10.2.1	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	48
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	49
10.2.3	Taajuussäätö-yli-taajuustoimintatila (LFSM-O)	49
10.2.4	Pätötehonsäätö	50
10.2.5	Pätötehotuotannon sallittu alentaminen	50
10.2.6	Etäohjausvalmius	50

10.2.7	Autonominen kytkeytyminen	50
10.2.8	Suojaus.....	51
10.2.9	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä.....	51
10.3	Tyypin B voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	52
10.3.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	52
10.3.2	Lähivikakestoisuus.....	52
10.3.3	Ylijännitekestoisuus	54
10.3.4	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen.....	57
10.3.5	Suojaus.....	58
10.3.6	Tietoliikenne ja tietoturva	58
10.4	Tyypin C voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	60
10.4.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	60
10.4.2	Autonominen kytkeytyminen	67
10.4.3	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U).....	68
10.4.4	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	69
10.4.5	Sähkön laatu.....	69
10.4.6	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus	69
10.4.7	Pimeäkännistys ja saarekekäyttö	69
10.5	Tyypin D voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	70
10.5.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	70
10.5.2	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	70
10.5.3	Lähivikakestoisuus.....	71
10.5.4	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä	74
10.5.5	Ylijännitekestoisuus.....	75
10.5.6	Tahdistamista koskevat vaatimukset.....	75
	Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset	77
11	Tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	77
11.1	Tyypin A tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	77
11.2	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	77
11.3	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	77
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	77
11.3.2	Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika	77
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	78
11.3.4	Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue	80
11.3.5	Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä.....	81
12	Tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	82
12.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti	82
12.2	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	82
12.2.1	Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti	82
12.2.2	Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti.....	82
12.2.3	Lisäloistehokapasiteetti	83
12.2.4	Loistehokapasiteettilaskelma	83
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	85
13	Tahtikonevoimalaitosten jännitteensäätö.....	86
13.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	86
13.2	Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	86
13.2.1	Jännitteensäädön toiminta ja käyttötapa	86

13.2.2	Generaattorin jännitteensäädön suorituskyky.....	86
13.2.3	Generaattorin jännitteensäädön suorituskykylaskelma.....	88
13.2.4	Generaattorin jännitteensäädön toimintatilat ja toiminnallisuudet.....	88
13.2.5	Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset.....	88
13.2.6	Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset.....	89
13.2.7	Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit.....	89
13.3	Tyyppin D tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö.....	89
14	Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	91
14.1	Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset.....	91
14.2	Tyyppin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	91
14.3	Tyyppin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	92
14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....	92
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen.....	93
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen.....	94
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot.....	94
14.4	Tyyppin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet.....	100
15	Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	101
15.1	Tyyppin C ja D tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset.....	101
15.1.1	Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset.....	101
15.1.2	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset.....	101
15.1.3	Erytystarkasteluvaatimukset.....	104
15.1.4	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle.....	104
	Suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia koskevat vaatimukset.....	105
16	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätohtehon ja taajuuden säätö.....	105
16.1	Tyyppin A suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätohtehon ja taajuuden säätö.....	105
16.2	Tyyppin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätohtehon ja taajuuden säätö.....	105
16.2.1	Pätohteho.....	105
16.2.2	Pätohtehon rajoittaminen.....	106
16.3	Tyyppin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätohtehon ja taajuuden säätö.....	106
16.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	106
	Voimalaitoksen käynnistys ja omakäyttö.....	107
16.3.2	107
16.3.3	Pätohtehon ja taajuuden säädön toteutus.....	108
16.3.4	Pätohtehon muutosnopeus.....	111
16.3.5	Pätohtehon muutosnopeuden rajoittaminen.....	111
16.3.6	Pätohtehon nopea alassäätö.....	111
16.3.7	Muutokset pätohtehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä.....	112
16.3.8	Säädön tarkkuus ja herkkyys.....	112
16.3.9	Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella.....	112
17	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	114
17.1	Tyyppin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen loistehokapasiteetti.....	114
17.2	Tyyppin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	114
17.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus.....	114
17.2.2	Lisäloistehokapasiteetti.....	115
17.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit.....	115
17.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma.....	116
17.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen.....	118

17.2.6	Hybridivoimalaitosten loistehokapasiteetti	119
18	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö	120
18.1	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	120
18.1.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	120
18.1.2	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	120
18.2	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	123
18.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	123
18.2.2	Vakiojännitesäätö	124
18.2.3	Vakio-loistehosäätö	127
18.2.4	Vakio-tehokerroinsäätö	128
18.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	128
18.2.6	Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	129
18.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	129
18.2.8	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	129
18.2.9	Hybridivoimalaitosten jännitteensäätö	129
18.3	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	130
18.3.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	130
19	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokeheet	131
19.1	Kaikkien suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokeiden yhteiset vaatimukset	131
19.2	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokeheet	131
19.3	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokeheet	132
19.3.1	Käyttöönottokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto	132
19.3.2	Käyttöönottokeiden korvaaminen	133
19.3.3	Käyttöönottokeiden dokumentointi ja hyväksyminen	134
19.3.4	Käyttöönottokeissä todennettavat toiminnot	135
19.3.5	Hybridivoimalaitosten käyttöönottokeheet	143
19.4	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokeheet	145
20	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	146
20.1	Tyypin C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	146
20.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	146
20.1.2	Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten	146
20.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	146
20.1.4	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset	147
20.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset	147
20.2	Tyypin D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	150
20.2.1	Erylistarkasteluvaatimukset	151
21	Liite A: Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet	157
21.1	Johdanto	165
21.2	Jännitteensäätö	166
21.2.1	Jännitteensäädön säätötapa	166
21.2.2	Jännitteensäädön asetusarvo	166
21.2.3	Päämuuntajan mitoitus	166
21.2.4	Päämuuntajan käännytyksen käyttö	166
21.3	Loistehostatiikka ja asetusarvo	168
21.3.1	Määritelmä	168
21.3.2	Asetusarvo	170
21.4	Laitosloistehonsäätö	171

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

5 (196)

Formatted Table

21.5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista.....	172
21.5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos	172
21.5.2	Tahtikonevoimalaitos – yksi generaattori.....	173
21.5.3	Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita.....	174
22	Liite B: Lisästabiloinnin viritysohje Suomen voimajärjestelmään liitettäville generaattoreille	175
22.1	Johdanto.....	180
22.2	Taustatietoa lisästabiloinnista	180
22.3	Huomioitavat asiat.....	180
22.4	PSS tyypit	181
22.5	Lisästabiloinnin virittäminen	182
22.5.1	PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen	182
22.5.2	PSS:n ulostulon rajoitin.....	182
22.5.3	Suojaus ja hälytykset	182
22.5.4	Ohjaus	182
22.5.5	Washout-suodatin.....	182
22.5.6	Alipäästösuodatin.....	183
22.5.7	Vaihekompensoinnin virittäminen.....	183
22.5.8	Vahvistuksen määrittäminen	183
22.5.9	Käyttöönottotestit	184
22.6	Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista.....	191

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

6 (196)

Formatted Table

1 Johdanto

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

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

Vaatimusten lähtökohtana on eEurooppalainen 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 verkkoliittymiselle.

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 kytketyille 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Näiden järjestelmäteknisten vaatimusten lisäksi voimalaitosten on noudatettava

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

7 (196)

Formatted Table

- [täytettävä sähköjärjestelmän hätätilaa ja käytönpalautusta koskevan verkkosäännön \(Euroopan komission asetus 2017/2196\) nojalla annetut vaatimukset sekä](#)

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

•

—

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

Commented [A2]: Muiden täytettävien ehtojen/vaatimusten listaa on täydennetty NC ER-verkkokoodilla ja sekä viittauksella muiden järjestelmäpalveluiden (reservit) vaatimuksiin.

NC ER-verkkokoodin vaatimuksia EI ole sisällytetty VJV:een.

2 Termit ja määritelmät

Alimagnetointirajoitin: Tahtigeneraattorin jännitteensäädön rajoitin, 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.

$$k = \frac{\frac{\Delta I_{q\phi}}{I_{n\phi}}}{\frac{\Delta U}{U_{n\phi}}}$$

missä $\Delta I_{q\phi}$ on suuntaajakytketyn voimalaitoksen viassa syöttämäettävä lisäloisvirta, $I_{n\phi}$ on voimalaitoksen nimellisvirta, ΔU vian aikainen jäännösjänniteon jännitteen muutos viassa, $U_{n\phi}$ 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.

Commented [A3]: Lisätty uusi määritelmä hybridilaitokselle

Commented [A4]: Tarkennettu kaavassa käytettyjen termien määritelmiä

Commented [A5]: Uusi määritelmä. Käytöstä vastaavan toimijan (muuta asiayhteydestä riippuen käytettyjä nimityksiä mm. "valvoja", "voimalaitoksen operattori", "voimalaitoksen valvomo", "tuulivoimalavomo") rooli on katsottu tarpeelliseksi määritellä VJV:ssä, koska ko. tahon vastuut ja velvollisuudet ovat varsinkin etäohjauksessa olevien laitojen kuten tuulivoimalaitosten osalta olleet epäselvät.

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 sähköverkkotoimintaakypä.

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

Loisteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo imaginaarikomponentti, 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_p): 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. Mitoitusteho ei saa olla ohjelmallisesti rajoitettu liittyjän sähköntuotantolaitteiston nimellistä mitoitus-tehoa pienemmäksi.

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

Nostomuuntaja: Suuntaajakytetyn 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.

Formatted Table

Commented [A6]: Lisätty määritelmä

Commented [A7]: Lisätty määritelmä, jossa myös tarkentava lisäys vaaditusta EV:n myöntämästä sähköverkkoluvasta

Commented [LL8R7]: Täsmennetty määritelmää viittaamalla yleisemmin EV:n myöntämään lupaan harjoittaa sähköverkkotoimintaa.

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic, Subscript

Commented [LL9]: Lisätty määritelmä

Commented [A10]: Tämä alun perin kansallisesti tehty tiukennus on poistettu. Mahdollistaa (hybridi)voimalaitoksen suuntaajakapasiteetin mitoittamisen riippumatta sovitusta mitoitus-tehosta. Tehon rajoittuminen mitoitus-tehoon pitää varmistaa suojalla (vaadittu VJV2024:ssa) sekä sitä vaivataan mittauksin.

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 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.

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

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

Pätöteho: Jännitteen ja virran tehollisarvojen tulo reaali- ja reaktiivikomponentti, 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).

Suuntaajakyketty 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 pyörimisenergiänsä 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 vakio-pätötehosäätö, taajuussäätö, vakio-loistehosäätö tai vakio-jännitesäätö.

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

Commented [A11]: Lisätty määritelmä

Formatted: Font: Bold

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.

TurpiiniTurbiini-generaattori: TurpiiniTurbiinin ja generaattorin yhdistelmä, joka muuttaa turpiiniTurbiinin läpi virtaavan aineen liike-energian sähköenergiaksi.

Commented [A12]: Yhdenmukaistettu terminologia muun dokumentin kanssa

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

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

Vaatimukset: Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset [VJV2018VJV2024](#).

Verkkoa luova suuntaaja: Suuntaaja toimii säätönsä perustuen kuten jännitelähde, joka on kytketty sarjaan lähdeimpedanssin kanssa. Verkkoa luovan säädön (engl. grid forming control, lyh. GFC) tavoitteena on pyrkiä pitämään suuntaajan säätöjärjestelmässä 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).

Commented [A13]: Lisätty määritelmä käsitteelle, jolle ei ole aiemmin annettu kirjallisuudessa suomenkielistä vastinetta.

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. over-excitation limiter).

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

12 (196)

Formatted Table

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.

Formatted: Default Paragraph Font

Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää VJV2024:n mukaiset VJV2018 ne vaatimukset, mikäli voimalaitoksen liittymissopimus on tehty VJV2024:n vahvistamispäivän jälkeen tai voimalaitoksen sitova hankintasopimus on tehty 1.7.2025 jälkeen. mikäli voimalaitoksen sitova hankintasopimus on tehty 19.5.2018 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.

Commented [LL14]: Mikäli Liittyjä on tehnyt liittymissopimuksen ennen VJV2024:n voimaantulua, mutta hankke ei ole edennyt toteutukseen kohtuullisen ajan kuluessa, tulee siihen soveltaa voimassa olevia järjestelmäteknisiä vaatimuksia. Asettamalla päivämäärä VJV:n soveltamisesta tällaisiin vanhoihin hankkeisiin varmistetaan voimalaitosten haluttu toiminta, vaikka laitoksen hankinta on viivästynyt.

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

Taulukko 3.1. Voimalaitosten tyyppi- ja jännitteen luokittelu mitoitustehon ja liittymispisteen jännitteen perusteella.

Tyyppi- luokka	Liittymispisteen jännitetaso	Ehto	Voimalaitoksen mitoitusteho P_{max}
Tyyppi A	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV ¹	ja (*)	Voimalaitoksen mitoitusteho 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 mitoitusteho 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 mitoitusteho 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 mitoitusteho 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 mitoitusteho 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 mitoitusteho on luokiteltava [liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitokselle sovitun kokonaiskapasiteetin mitoitustehon](#) perusteella. Tällainen voimalaitos sisältää yhden tai useita suuntaajakytkettyjä tuotanto-yksiköitä, jotka on koottu yhteen yhdeksi taloudelliseksi yksiköksi ja joilla on yksi liittymispiste. [Suuntaajakytketyn voimalaitoksen mitoitusteho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti sähköntuotantolaitteiston suuntaajakytkettyjen yksiköiden yhteenlaskettua nimellistä mitoitustehoa pienemmäksi.](#)

[Hybridivoimalaitoksen mitoitusteho on luokiteltava liittymispisteen verkonhaltijan kanssa voimalaitokselle sovitun mitoitustehon perusteella. Tällainen voimalaitos koostuu kahdesta tai useammasta laitososioista, joilla on yksi liittymispiste ja joiden liittymispisteeseen syöttämää päätötehoa tai loistehoa ohjaa yhteinen säätäjä. Laitososiot voivat olla eri primäärienergianlähteisiin perustuvia suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia, tahtikonevoimalaitoksia tai sähkövarastoja. Hybridivoimalaitoksen suuntaajakytkettyjen laitososioiden mitoitusteho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti laitteiston suuntaajakytkettyjen yksiköiden yhteenlaskettua nimellistä mitoitustehoa pienemmäksi. Tahtikonelaitososioiden mitoitusteho luokitellaan laitteiston koon mukaan.](#)

Vaatimukset eivät koske erilliskäytössä olevia varavoimalaitoksia, mikäli ne käyvät sähköjärjestelmään kytkettyinä alle 5 minuuttia kalenterikuukaudessa, kun sähköjärjestelmä on normaalitilassa. Varavoimalaitoksen ja sähköjärjestelmän rinnakaista toimintaa huollon tai käyttöönottoaikojen 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).

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

Commented [LL15]: HVDC2018 ei määrittele kaikkia voimalaitoksen toiminnan kannalta olennaisia vaatimuksia. Tästä johtuen vaatimuksia täydennetään VJV2024:n vaatimuksilla.

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

Commented [A16]: Siirretty luvun loppuun, jossa listattu kohteet, joihin VJV:tä ei sovelleta

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 pätehon ja taajuuden säätöön liittyvät vaatimukset vain luvun 10.2.3 osalta, mikäli seuraavat kriteerit täytyvät:

Formatted: Default Paragraph Font

- laitosten pääasiallisena tarkoituksena on tuottaa lämpöä kyseisen teollisuuslaitoksen tuotantoprosesseihin;
- sähkön ja lämmön tuotanto ovat erottamattomasti sidoksissa toisiinsa, eli muutos lämmöntuotannossa johtaa väistämättä muutokseen pätehon 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 synkronikompensattoreita. Synkronikompensattoreihin kohdistuvista järjestelmäteknisistä vaatimuksista tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Commented [A17]: Synkronikompensattori ei tuota pätehoa eikä ole siten voimalaitos. Liittynä voi harkintansa mukaan hyödyntää VJV2024:ää osana synkronikompensattorin teknistä hankintapesikaatiota, mutta sen täyttäminen ei ole sellaisenaan vaatimus eikä riittävä edellytys synkronikompensattorin liittämiselle verkkoon.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

15 (196)

Formatted Table

4 Luottamuksellisuus

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

"12 artikla

Salassapitovelvollisuudet

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

- [alisynkroninen vuorovaikutus,](#)
- [geomagneettisesti indusoituvat virrat,](#)
- [tehoheilahtelujen vaimentuminen ja,](#)
- [pieni liittymispisteen minimoioikosulkuteho,](#)
- [suuntaajien vuorovaikutusilmiöt](#)
- [tarve verkkosuojalle tai muulle suojausratkaisulle](#)
- [tarve voimalaitoksen ulkopuolelta ohjatulle säätöratkaisulle ja](#)
- [sähkön laatu.](#)

Mikäli voimalaitosliittymän tekninen toteutus edellyttää erityistarkastelujen suorittamista, liittyjän tulee suorittaa tarkastelut viimeistään voimalaitosliittymän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. [Mikäli voimalaitoksella käytettävän teknologian vaatimustenmukaisuudesta ei ole riittävää aiempaa näyttöä, osa erityistarkasteluista voidaan vaatia suoritettavaksi jo ennen liittymissopimuksen allekirjoittamista.](#) -Liittyjällä on vastuu erityistarkastelujen suorittamisesta ja koordinoinnista.

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

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A18]: Nykyisellään erityistarkasteluvaatimusten arviointi on saatettu pyytää voimalaitoshankkeen liittymisestä sopimisen ja/tai pääkomponenttihankinnoista sopimisen jälkeen. Erityistarkastelut ja niistä aiheutuvat toimenpiteet voivat kuitenkin aiheuttaa muutoksia voimalaitoksen suunnitteluun ja toteutukseen, joten erityistarkastelutarpeen arvioinnin varhainen suorittaminen sujuvoittaa hanketta ja varmistaa vaatimusten täyttymisen parhaalla mahdollisella tavalla.

Commented [A19]: Voimalaitoksen liittäminen suuntaajavaltaiselle alueelle saattaa aiheuttaa tarvetta esim. stabiiliustarkasteluille

Commented [A20]: Voimalaitoksen liittäminen saattaa edellyttää esim. verkkosuojaa, joka irtikytkee laitoksen tietyissä verkon vioissa

Commented [A21]: Voimalaitokselta saatetaan edellyttää esimerkiksi laitoksen tehoa verkon tietyssä kuormitusilanteessa edellyttävää säätöratkaisua

Commented [A22]: Voimalaitokselta sähkön laatuun saatetaan kohdistaa lisävaatimuksia esim. sen harmonisten emissioiden osalta

Commented [A23]: Esimerkiksi suuren (meri)tuulivoimalaitoksen liittäminen saattaa edellyttää erityisiä stabiiliustarkasteluja, joilla varmistetaan, onko liitettäväksi tarjotulla teknologialla edellytyksiä toimia stabiilisti verkon vioissa tai poikkeuksellisissa siirtotilanteissa.

6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

Tässä luvussa [kuvataan määrittely](#) kaikille tahtikone- ja suuntaajakytketyille voimalaitoksille Vaatimusten todentamisprosessi ja jatkuva seuranta voimalaitosten vaatimustenmukaisuudesta sekä voimalaitosten käyttöönottoilmoitusmenettely. Lisäksi tässä luvussa on määritetty liittäjän, 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Liittäjän tulee huomioida, että tässä asiakirjassa kuvattu vaatimusten todentamisprosessi ei sisällä voimalaitoksen liittämisen prosessia kokonaisuudessaan. Prosessi on kuvattu ainoastaan järjestelmätekniikan todentamisen osalta. Liittäjän tulee sopia liittymisestä aina liittymispisteen verkonhaltijan kanssa ennen liittymisen suunnittelua. Liittäjän ja liittymispisteen verkonhaltija solmivat liittymissopimuksen, jossa yksityiskohtaiset liittymisehdot on määritetty. Liittymistä ei saa tehdä ilman liittymispisteen verkonhaltijan lupaa.

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

Commented [A24]: Liittymiseen verkonhaltijan määrittämä lisätty erotuksena esim. liittymisjohtoon omistavaan yhtiöön, joka ei ole luvanvaraisen sähköverkkotoiminnan piirissä, eikä voi vastata voimalaitoksen vaatimusten todentamisprosessin valvonnasta tai myöntää voimalaitokselle käyttöönottoilmoitusta (ION tai FON).

6.1 Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana

6.1.1 Liittäjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet

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

Liittäjän 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 lisävaatimuksien välillä ratkaistaan Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken.

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

Liittymispisteen verkonhaltijalla on oikeus pyytää, että liittyyjä 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.

Commented [A25]: Vaatimustenmukaisuuden varmentaminen saattaa edellyttää esimerkiksi parametrien tarkistuksia, jotka eivät ole varsinaisia kokeita tai simulointeja

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

Liittymispisteen verkonhaltijan on julkaistava liittyyjän 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

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

Liittymispisteen verkonhaltija on velvollinen ilmoittamaan viipymättä liittyyjälle 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 järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen

Mikäli käytössä olevaan tyyppiin C tai D voimalaitokseen tai sen järjestelmäteknisiin 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 järjestelmäteknisten vaatimusten mukaisesti uudet vaatimukset muutosten kohteena oleviin laitteistoihin ja järjestelmiin.

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

Formatted: Default Paragraph Font

6.4 Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

6.4.1 Tyyppiin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Kunkin tyyppiin 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:

- paikka, jossa fyysinen liityntä tehdään;
- liittymispäivämäärä;
- laitteiston mitoitusteho kilowatteina;
- primäärienergianlähteen tyyppi;

~~e)~~ voimalaitoksen luokittelu kehityksessä olevaksi teknologiaksi Energiaviraston antaman vahvistuksen mukaisesti;

Commented [A26]: Hakeutumisaika tähän luokitukseen on umpeutunut.

~~ef)~~ laitospaikalla sijaitsevista laitteista käytettyjen valtuutetun todentajan antamien laitetodistusten viitetiedot;

~~fg)~~ sellaisten laitteiden osalta, joista ei ole saatu laitetodistusta, liittymispisteen verkonhaltijan ohjeiden mukaiset tiedot; ja

~~gh)~~ 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 verkkonhaltijalle Vaatimusten mukaiset tiedot käyttöönottokokeiden jälkeen.

Liittyjän suoritettua Vaatimusten todentamisen mukaiset toimenpiteet, liittymispisteen verkkonhaltijan tulee tarkistaa liittyjän toimittamat tiedot ja antaa lausunto Vaatimusten todentamisesta. Hyväksytyään täydellisen ja riittävän voimalaitoksen asiakirjan liittymispisteen verkkonhaltijan on annettava liittyjälle lopullinen käyttöönottoilmoitus.

Lopullisen käyttöönottoilmoituksen antamisen jälkeen liittymispisteen verkkonhaltija toimittaa Vaatimusten mukaiset tiedot Fingridille. Mikäli liittymispisteen verkkonhaltija 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 päätötehoa sähköjärjestelmään.

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

6.4.3 Tyypin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely

Todentamisprosessin vaiheistus

6.4.3.1 Todentamisprosessin vaiheistus

Liittyjän ja liittymispisteen verkkonhaltijan 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 ~~6.4.3.2~~ ~~6.4.3.2~~ ~~6.4.3.2~~ ~~6.4.3.1~~ kuvatulla tavalla.](#)

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Indent: Left: 0 cm

FINGRID

ENERGIIVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

23 (196)

Formatted Table

Liittyjän suoritettua Vaatimusten mukaiset toimenpiteet kussakin vaiheessa vaaditussa laajuudessa, liittymispisteen verkonhaltija tarkaistaa 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. [Prosessin vaiheiden seurantaan ja dokumentointiin tarvittavat taulukot on esitetty liitteessä A.](#)

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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"> Erityistarkasteluista 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 ja pääkomponenttihankintoja.
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 ja reaaliaikamittaus 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 toimitannut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen. Jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä sekä mahdollinen kaukokäyttöyhteys on testattu ja toiminnassa. Liittymispisteen verkkonhaltija on vahvistanut vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen.	Väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää voimalaitosta ja tuottaa 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 suojausten lopulliset asetteluarvot 	Liittymispisteen verkkonhaltija on antanut väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen.	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 päätetehoa

Formatted Table

Commented [A27]: ks. uusi luku 6.4.3.2

Formatted: Font: Not Bold

Commented [A28]: Lisäty "Vaihe 0" eli esisuunnitteluvaihe, jossa varmistetaan voimalaitoksen ja siinä käytettävän teknologian liitettävyyden määrittelemällä ja tarvittaessa suorittamalla tarvittavat erityistarkastelut. Tässä vaiheessa myös sovitaan vaatimustenmukaisuuden todentamisprosessin sisällöstä ja vaiheistamisesta. Esisuunnitteluvaiheen merkitys korostuu suurissa voimalaitoshankkeissa, joilla on suuri vaikutus liittymispisteensä verkkoon (ml. muut liityjät) ja mahdollisesti myös koko kantaverkon käyttövarmuuteen.

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: Font: Not Bold

Formatted: List Paragraph, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 0 cm + Indent at: 0,63 cm

Formatted: Font: 10 pt

Commented [A29]: ks. 6.4.3.4 kohdan kommentit

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Font: 10 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

Commented [A30]: ks. 6.4.3.2 kommentit

• Vaatimustenmukaisuus-ilmoitus		sähköjärjestelmään. Toimitettavat tiedot on listattu luvussa 7.4.
Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä): • Toimitettujen tietojen tarkastus • Prosessin hyväksyntä	Liittyjä on toimitanut 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 käyttöönottotoimitus	Liittymispisteen verkonhaltija on vahvistanut vaiheen 3 toimenpiteiden toteuttamisen.	Lopullisen käyttöönottotoimituksen saatuaan liittyjä saa oikeuden käyttää voimalaitosta ja tuottaa sähköä liittymispisteeseen toistaiseksi.

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

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

6.4.3.2 Vaihe 0 (Esisuunnittelu)

[Liittyjän tulee sopia mahdollisimman varhain – voimalaitosprojektin esisuunnitteluvaiheessa ennen liittymissopimuksen ja voimalaitoksen pääkomponenttien sitevien hankintasopimuksien allekirjoittamista – liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitoksen 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 voimalaitoshankkeen aikataulua vasten.](#)

Commented [A31]: Todentamisprosessiin on lisätty uutena "esisuunnitteluvaihe", jonka hankkeet aina luonnostaan sisältävät, mutta jota ei ole toistaiseksi määritelty tarkemmin ja tästä johtuen sen sisällössä on ollut merkittäviä hankekohtaisia eroja. Esisuunnitteluvaiheen on tarkoitus varmistaa, että Liittyjä saa tietoonsa riittävän varhain hankkeeseen kohdistuvat keskeiset tekniset vaatimukset (erityisesti erityistarkasteluvaatimukset) ja ne huomioidaan asianmukaisesti suunnittelussa ja hankinnoissaan.

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

6.4.2.1-6.4.3.3 Fyysisen liittymän rakentaminen ja kytkentäilmoitus (EON)

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

Kytkentäilmoitus antaa liittyjälle oikeuden kytkeä sähköt hallitsemaansa liittymispisteen takaiseen sähköverkkoon ja siellä sijaitseviin voimalaitoksen apulaitteisiin. [Kytkentäilmoitus ei oikeuta pätötehon syöttämiseen liittymispisteeseen.](#)

Commented [A32]: Lisätty muistutuksena EONin rajoitteista. EON mahdollistaa voimalaitoksen käyttöönoton aloittamisen, mutta pätötehon tuottamiseen oikeuttaa vasta ION.

Formatted Table

6.4.2.2-6.4.3.4 Vaihe 1 (Suunnittelu) ja väliaikainen käyttöönottoilmoitus (ION)

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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 voimalaitos täyttää asetetut Vaatimukset. [Kirjallinen vaatimustenmukaisuusilmoitus voidaan korvata Fingridin sähköisessä palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A33]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Vaiheen 1 tiedot ja reaaliaikamittaus tulee toimittaa mahdollisimman aikaisin, vähintään kuusi kuukautta ennen suunniteltua sähköntuotannon aloitusajankohtaa, jotta voimalaitoksen väliaikainen käyttöönottoilmoitus voidaan käsitellä ajoissa. Tiedot toimitetaan Fingridin sähköiseen palveluun. Kun liittyjä on toimitanut vaiheen 1 mukaiset tiedot ja toteuttanut reaaliaikamittauksen, tulee liittyjä liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa toimitetut tiedot lukuun ottamatta mallinnustietoja, jotka tarkastaa Fingrid. Hyväksyttävään tiedot ja saatuaan Fingridiltä hyväksynnän mallinnustiedoille ja vahvistaa liittymispisteen verkonhaltija vaadittujen toimenpiteiden toteuttamisen sekä toimittaa väliaikaisen käyttöönottoilmoituksen liittyjälle.

Commented [A34]: Toistuvat viivästyksset voimalaitosmallien toimituksissa ovat aiheuttaneet viivästyksiä IONin myöntämiseen muuten tuotantovalmiille voimalaitoshankkeille. Mallien tarkastaminen ja korjaaminen on osoittautunut aikaa vieväksi ja tästä johtuen on lisätty 6 kk aikavaatimus Vaiheen 1 tietojen toimittamisesta ennen IONia. Pelkkien mallien toimittaminen ei riitä vaan ne vaativat taustatiedoiksi muitakin (jo tässä vaiheessa saatavilla olevat ja mallinnuksen kannalta välttämättömät) tekniset tiedot ja tästä johtuen koko Vaiheen 1 dokumentaatio vaaditaan toimitettavaksi ajoissa.

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

Commented [A35]: Tiedot halutaan suoraan Fingridin Oma Fingrid-palveluun, josta ne ovat sekä Liittymispisteen verkonhaltijan että Fingridin nähtävissä.

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

Commented [A36]: Fingrid on ottanut mallien tarkastustehtävän itselleen johtuen siitä, että jakeluverkkoyhtiöillä ja muilla verkonhaltijoilla ei ole käytännössä tarvittavia ohjelmistoja tai osaamista mallien tarkastamiseen. Lisäksi mallien tarkastus saattaa edellyttää niiden testaamista osana Fingridin laajaa verkkomallia tai vertaamista muihin laitospalleihin, joihin jakeluverkkoyhtiöillä ei ole pääsyä.

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.

Commented [A37]: Lisäys tuo selkeämmin esiin päätöksen tuotannon käytännön edellytykset tallentimien, mittausten ja ohjausten osalta. Vaatimukset eivät ole uusia, mutta niitä ei ole esitetty tässä kohtaa korostetusti yhdessä.

6.4.2.3-6.4.3.5 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

Vaiheessa 2 liittyjä 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A38]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

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

Käyttöönottokokeiden suunnittelun osalta liittyjän on toimitettava 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.

6.4.2.4-6.4.3.6 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä) ja lopullinen käyttöönottoilmoitus (FON)

Vaiheessa 3 liittymispisteen verkonhaltija tarkistaa kaikki prosessin aikana toimitetut tiedot ja vahvistaa vaadittujen toimenpiteiden suorittamisen. Liittymispisteen verkonhaltijan tulee toimittaa lausunto Vaatimusten todentamisesta viimeistään 3 kuukauden kuluttua vaiheen 2 tietojen vastaanottamisen jälkeen. Mikäli prosessin aikana toimitetuissa tiedoissa ei ole huomautettavaa, tulee liittymispisteen verkonhaltijan antaa lopullinen käyttöönottoilmoitus.

Lopullinen käyttöönottoilmoitus on voimassa toistaiseksi ja se oikeuttaa liittyjän käyttämään voimalaitosta sekä tuottamaan sähköä liittymispisteeseen.

6.4.2.5-6.4.3.7 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;

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

28 (196)

Formatted Table

- 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, liittyjä voi antaa asian Energiaviraston päätettäväksi kuuden kuukauden kuluessa liittymispisteen verkonhaltijan päätöksen ilmoittamisesta.

Formatted: Default Paragraph Font

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

29 (196)

Formatted Table

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.

Formatted: Default Paragraph Font

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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A39]: Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A40]: Käsien allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

Taulukko 7.1. Tyypin 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 Tietoliikennetyöskäytön 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], oikosulkupedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%.%], käämikytkimen askeleiden määrä ja valittu askel [kpl, askel]	
3 Voimalaitoksen tekniset tiedot:	
3.1 Sähkötuotantoyksiköiden lukumäärä, toimittaja- ja tyyppitiedot	
3.4 Sähkötuotantoyksiköiden 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 vintystaajuudesta	
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 ylitaaajuudella	
4.4 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia jännitehäiriöiden yhteydessä	
4.5 Tiedot voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana	
4.6 Tiedot voimalaitoksen pätehtensäättöominaisuuksista	
4.7 Tiedot voimalaitoksen jänniteensäätöominaisuuksista	
5 Voimalaitoksen suojaustiedot:	
5.1 Voimalaitoksen relesuojauskaavio	
5.2 Voimalaitoksen lopulliset relesuojausasettelut	
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 nimenselvitys:	

Commented [A41]: lisätty kohta 1.4 viitteen luvun 10.3.6 uusiin vaatimuksiin

Formatted: Normal, Don't keep with next

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)	
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], oikosulkum impedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadotustiedot, käämikytkimen säätöalue ja askel [%,%], käämikytkimen 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 loistehokapasiteeteista ja generaattoreiden PQ-diagrammit	
4.2 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylijännitteellä	
4.3 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylitajuudella	
4.4 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia jännitehäiriöiden yhteydessä	
4.5 Tiedot voimalaitoksen vikavirran syötöstä jännitehäiriön aikana	
4.6 Tiedot voimalaitoksen pätehtönsäätöominaisuuksista	
4.7 Tiedot voimalaitoksen jänniteensäätöominaisuuksista	
5 Voimalaitoksen suojaustiedot:	
5.1 Voimalaitoksen relesuojauskaavio	
5.2 Voimalaitoksen lopulliset relesuojausasettelut	
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:	

Formatted Table

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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

[Fingrid tarkastaa voimalaitoksesta laadittu simulointimallinnustiedot \(ks. luku 20\). Huolimatta edellä mainitusta velvoitteesta toimittaa mallinnustiedote simulointimalli Fingridille vasta käyttöönoton jälkeen, Fingrid suosittelee mallinnustietojen simulointimallin toimittamista Fingridille tarkastettavaksi jo hyvissä ajoin \(vähintään 6 kuukautta\) ennen laitteiston käyttöönottoa.](#)

Commented [A42]: Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A43]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-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:

Formatted: Default Paragraph Font

- 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.](#)

Commented [A44]: Tiedot toimitetaan nykyiseen Oma Fingrid-palveluun, jonka kautta tiedonvaihto toteutetaan.

Liittyjän tulee toimittaa toimitettavien tietojen osana vaatimustenmukaisuusilmoitus. Vaatimustenmukaisuusilmoituksessa liittyjä merkitsee taulukoiden 7.2 ja 7.3 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.](#)

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A45]: Käsin allekirjoitettu ja skannattu dokumentti voidaan korvata Oma Fingrid-palvelussa annetulla vaatimustenmukaisuusilmoituksella.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

33 (196)

Formatted Table

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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

34 (196)

Formatted Table

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

Commented [A46]: lisäty:

- kohta 1.5; tietoturva ja tietoliikenneyhteydet lukuun 10.3.6 viitaten
- kohta 4.2; ylijännitekestoisuus lukuun 10.3.3 viitaten

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, koordinaati)	
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], oikosulkumpedanssi [%], oikosulkuresistanssi [%], kytkentäryhmä ja maadoitustiedot, käännytkimen säätöalue ja askel [%,%], käännytkimen 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 ylitajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.2)	
3.3 Tiedot voimalaitoksen taajuuden muutosnopeuden sietokyvystä (luku 10.2.2)	
4 Lähvika- 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 suuntaajakäytetyn voimalaitoksen loisivirran syötöstä (luku 18.1.2)	
4.4 Tiedot pätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.4)	
5 Pätötehon ja taajuuden säätö	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus pätötehon 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 asetellavat 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 alarajoon johtavat käyttöolosuhteet (esim. maksituulennopeuden raja-arvo)	
Tuotantotehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	

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)	
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], muutosuhde [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	
Soveltuviin 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 10.5.1)	
3.2 Tiedot voimalaitoksen kyvystä toimia ali- ja ylitajuudella (luku 10.2.1 tai 10.5.1)	
3.3 Tiedot voimalaitoksen taajuuden muutosnopeuden sietokyvystä (luku 10.2.2)	
4 Lähivikakestoisuus	
4.1 Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön aikana ja mahdolliset tehdaskokeiden raportit (luku 10.3.2 tai 10.5.3)	
4.2 Tiedot suuntaajakytetyn voimalaitoksen vikavirran syötöstä (luku 10.3.3)	
4.3 Tiedot päätötehon palautumisesta jännitehäiriön jälkeen (luku 10.3.4)	
5 Päätötehon ja taajuuden säätö	
5.1 Dokumentaatio ja kuvaus päätötehon ja taajuuden säädöstä (luku 11 tai 16)	
Dokumentaatio säätöjärjestelmän toteutuksesta ja teknisistä ominaisuuksista.	
Siirtofunktiona kuvattu toiminnallinen lohkokaaioesitys 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 alasajon johtavat käyttöolosuhteet (esim. maksituulennopeuden raja-arvo)	
Tuotantotehon muutosnopeus, muutosnopeuden rajoittimien toiminnallisuus sekä rajoitteet	

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

Taulukko 7.2 jatkuu.

37 (196)

Formatted Table

7	Voimalaitoksen loistehokapasiteetti	
7.1	Loistehokapasiteettilaskelma (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 asettelut.	
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 lohkoavioesitys säädön toteutuksesta (esim. IEEE 421.5 mukaan).	
8.2	Säätäjille aseteltavat parametrit ja toimintaviiveet	
8.3	Jänniteensäädön 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	
	Projektikohtaiset 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 asettelut (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 projektiin 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 nimenselvennys:	

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 lohkokaavioesitys 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 suojiin asetelluista. Tiedot on toimitettava suojiin, jotka johtavat generaattorin/laitoksen verkosta irtoamiseen sekä suojiin, joiden toiminta johtaa generaattorin/voimalaitoksen pätötehon, loistehon tai jännitteen rajoittamiseen tai automaattiseen muuttamiseen.	
9.2	Voimalaitoksen vaikutus sähkön laatuun (luku 10.4.4) Kuvaus voimalaitoksen verkkoonliittymisen aiheuttamasta sähkön laadun muutoksesta sekä mahdolliset tehdaskokeiden raportit (esim. IEC61400-21) mukaan.	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot	
	Projektikohtaiset 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)	
11.2	Häiriö- ja heilahtelutallemien tekniset tiedot ja asetellut	
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 nimenselvennys:	

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 Käyttöönottokesuunnitelma (luku 14.3.1 tai 19.3.1)	
Yksityiskohtainen käyttöönottokesuunnitelma, voimalaitostoimittajan antamat käyttöönotto-ohjeet ja kuvaus kokeiden käytännön järjestelystä 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 laskennallit (luku 15 tai 20)	
5 Säättäjien lopulliset asetteluarvot	
Voimalaitoksen/generaattoreiden pätehon ja taajuuden säätäjien sekä jännitteen ja loistehon säätäjien lopulliset asetteluarvot.	
6 Suojauksen lopulliset asetteluarvot	
Voimalaitoksen/generaattoreiden ja voimalaitosliittymän suojauksen lopulliset asetteluarvot.	
Vaatimustenmukaisuusilmoitus	
Liittymän 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_f	[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_l	[A]
2 Impedanssit		
2.1	Staattoriresistanssi 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	Poikittainen alkureaktanssi X_q''	[p.u.]
2.9	Poikittainen alkureaktanssi X_q''	[p.u.]
2.10	Staattorin hajareaktanssi X_l	[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_{do}'	[s]
3.3	Poikittainen tyhjäkäyntimuutosaikavakio T_{qo}'	[s]
3.4	Pitkittäinen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{do}''	[s]
3.5	Poikittainen tyhjäkäyntialkuaikavakio T_{qo}''	[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]

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

42 (196)

Formatted Table

7.5 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 tyypin- ja tehdaskokeiden tulokset tulee sisällyttää toimitettaviin tietoihin liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin pyytäessä.

Commented [A47]: Mikäli Liittyjällä ei ole esittää vaatimusten todentamiseksi tarvittavaa teknistä aineistoa, voidaan sopia testeistä, jotka Liittyjä suorittaa ja raportoi.

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

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

Formatted

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 tyypin 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.](#)

[9.3 Tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatiedonvaihdon sovellusohjeessa.](#)

Formatted: Normal Indent

Commented [A48]: Lisätty viittaus reaaliaikatiedonvaihdon sovellusohjeeseen, jossa on jo pitkään annettu tarkemmat määritelmät tiedonvaihdon toteutuksesta.

9.4-9.3 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, liittjän tulee ilmoittaa asiasta sekä liittymispisteen verkonhaltijalle että Fingridin Kantaverkkokeskukseen.

[Voimalaitoksen ohjaukseen ja kaukokäyttöön liittyvän tiedonvaihdon vaatimukset on esitetty luvussa 10.4.1. ~~10.4.1 10.4.1 10.4.1 10.4.1 10.4.1 10.4.1 10.4.1~~](#)

[Tiedonvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatieonvaihdon sovellusohjeessa.](#)

~~* Voimalaitoksen nettomittaus tarkoittaa lukemaa, joka saadaan, kun voimalaitoksen bruttuotannosta vähennetään kyseisen voimalaitoksen omakäyttö.~~

9.5-9.4 Tyypin C ~~ja D~~ voimalaitosten instrumentointi

Tyypin C ~~ja D~~ 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:

- Häiriötallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen [tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen](#) jännitteet ja [generaattorin](#) virrat hetkellisarvoina vaiheittain. Häiriötallentimen tulee liipaista, kun:
 - suojarele toimii ([laukaisu](#))
 - jännitteen suhteellisarvo alittaa 0,95 tai ylittää 1,05 pu
- Heilahtelutallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen [tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen](#) jännitteet ja [generaattorin](#) 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
- Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteet sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot

Commented [A49]: mittaaminen liittymissopimuksen mukaisesta liittymispisteestä voi olla teknisen toteutuksen vuoksi hankalaa tai epätarkoituksenmukaista. Mittauksille määritellään sopiva piste, josta saadaan tarvittavat mittaukset.

Formatted Table

3-4. Kohtien 1 ja 2 mittaukset voidaan toteuttaa yhden generaattorin tahtikonevoimalaitoksissa generaattorin liitinsuureista.

4-5. Häiriötallentimen näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (1 kHz tai suurempi). Tallennusajan tulee olla muutamia sekunteja.

5-6. 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 s tulee tallentimien tallentaa hetki ennen vikaa (engl. pre-fault) ja loput vian jälkeen (engl. post-fault). Nämä (pre- / post-fault) ajat ovat:

7. häiriötallentimelle: (pre) 0,5...1 s / (post) 2...n s

- häiriötallentimelle ennen vikaa 0,5–1 s, vian jälkeen yli 2 –n s
- heilahtelutallentimelle ennen vikaa 1–5 s, vian jälkeen yli 15 –n s
- heilahtelutallentimelle: (pre) 1...5 s / (post) 15...n 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 Tyyppin D voimalaitosten instrumentointi

Tyyppin 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 kytkeytyneenä 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 vaihteittain.

2. Tallentimen tulee mitata ja tallentaa liittymispisteen tai muun Fingridin kanssa sovittavan mittauspisteen päto- ja loisteho sekä taajuus. Teho- ja taajuusmittausten tallennustaajuuden tulee olla vähintään 50 Hz.

3. Kohdissa 1 ja 2 esitettyjen suureiden lisäksi suositellaan tallennettavaksi säätäjien toimintapisteen sekä SCADA-järjestelmän lokitiedot.

Formatted: Finnish

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

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Finnish

Commented [A50]: muotoiltu uudelleen

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

Commented [A51]: Voimalaitosten häiriötallenteita pyydettyä toistuvana ongelmana on ollut tallenteiden ylikirjoittuminen tallennukseen käytettyjen suojareiden alhaisesta muistikapasiteetista johtuen. Vaatimusta on täsmennetty riittävän kyvykkyyden aikaansaamiseksi.

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

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

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

47 (196)

Formatted Table

4. Virta- ja jännitemittausten näytteenotto- sekä tallennustaajuuden tulee olla korkea (4 kHz tai suurempi).

~~Toho- ja taajuusmittauksen tallennustaajuuden tulee olla vähintään 50 Hz.~~

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 verkkohaltija 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 mittauksien tiedot siirretään voimalaitoksen ulkopuoliseen tietovarastoon huomioiden kuitenkin tallennuksen jatkuvuus esim. tietoliikennehäiriöissä.

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

Vaikka jatkuvatoiminen tallenninjärjestelmä toimii voimalaitoksen ensisijaisena häiriötallentimena, Fingrid suosittelee voimalaitoksen suoja-alueiden häiriötallennin ominaisuuksien käyttöönottoa ja tallenteiden saattamista voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan saataville.

Commented [A52]: Sähköjärjestelmän suuntaajavaltaisuuden kasvaessa verkossa tapahtuvien muutosilmiöiden määrä lisääntyy ja luonne muuttuu (esim. säätäjien aiheuttamat vuorovaikutusilmiöt). Tapahtumien analysointi vaatii entistä pidempiä, korkearesoluutioisia tallenteita, joiden avulla ilmiöiden syitä ja seurauksia pystytään nykyistä paremmin selvittämään. Tallenteet pitää saada nopeasti voimalaitosten käytöstä vastaavan tahon, verkkohaltijan ja Fingridin käyttöön eivätkä ne saa ylikirjoitua nopeasti riittämättömästä muistikapasiteetista johtuen. Tallenteista on merkittävää apua akuutissa häiriönselvityksessä sekä verkon yleistä käyttövarmuutta parantavassa kehitystyössä.

10 Yleiset vaatimukset

10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet

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

Suomen kantaverkon nimellijännitteet 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. Nimellijännitteeltään 400 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 395–420 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 360–420 kV. Nimellijännitteeltään 220 kV:n verkossa jännitteen normaali vaihtelualue on 215–245 kV ja häiriö- ja poikkeustilanteessa 210–245 kV. Nimellijännitteeltään 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.

[10.3-10.2](#) Tyypin A voimalaitoksen yleiset vaatimukset

[10.3.1-10.2.1](#) 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 irtikykytyminen sähköverkosta käyttötoimenpiteen tai häiriön seurauksena ei saa johtaa muiden laitososioiden suunnittelemattomaan irtikykytymiseen.](#)

Commented [A53]: Täsmennyksellä pyritään välttämään laitteiden tarpeettoman tiukka parametointi, joka rajoittaisi perusteetta niiden suorituskykyä.

Commented [A54]: Hybridivoimalaitosten yksittäisen laitososion toiminta eivät saa aiheuttaa tahattomia irtikykytymisiä

40.3.2-10.2.2 Taajuuden muutosnopeuden sietokyky

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

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

Taajuuden muutosnopeuden tunnistavaa suoja laitetta saa käyttää voimalaitoksen suojauksessa vain silloin, kun voimalaitoksen mitoitusteho on alle 50 kW. Suojalaitte saa irrottaa voimalaitoksen verkosta, mikäli suojausrajan ylittävää taajuuden muutosnopeutta on mitattu vähintään 500 millisekunnin ajan. Tämän kaltaisten suoja laitteiden virhetoiminnan riski on suuri ja odottamaton irtikytkäytyminen voi tapahtua normaalilla jännite taajuustoiminta aluella.

Säteittäisissä sähköverkoissa saarekokäytön oestämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

Commented [A55]: Siirretty kohtaan 10.2.8 muiden suojausasioiden yhteyteen

40.3.3-10.2.3 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.

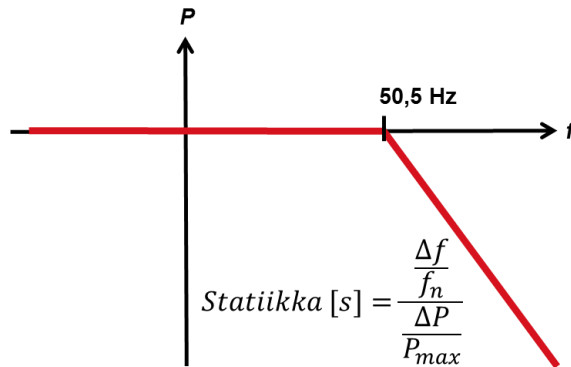
Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetteluarvo on 4 %.

Säädön tulee aktivoida 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 suuntaajakytketyn voimalaitoksen tai sen yksittäisten suuntaajakytkettyjen yksiköiden irtikytkäytymiseen.

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. 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.

40.3.4-10.2.4 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.

40.3.5-10.2.5 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.

40.3.6-10.2.6 Etäohjausvalmius

Voimalaitos tulee varustaa logiikkaliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotanto voidaan lopettaa viiden sekunnin kuluessa käskyn saapumisesta syöttöporttiin.

[Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöön otosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.](#)

40.3.7-10.2.7 Autonominen maallinen kytkeytyminen

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

Commented [A56]: Täsmennetty terminologiaa (tuleva RfG 2.0 käyttää vastaavaa termiä) puhumalla autonomisesta kytkeytymisestä. Lisätty täsmennys, että voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on valtuutettava voimalaitoksen kytkeytyminen ts. se ei voi perustua pelkästään haluun kytkeytyä verkkoon jollakin ajanhetkellä. "Valtuutus" voi tarkoittaa liittäjän ja verkonhaltijan välistä sopimusta tai signaloitua kytkeytymislupaa.

Voimalaitos saa kytkeytyä ~~automaattisesti~~-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 ~~400-100%~~ % mitoitus tehosta minuutissa, ellei liittymispisteen verkonhaltija ole määrittellyt pienempää muutosnopeuden arvoa.
- Liittymispisteen verkonhaltija sallii automaattisen 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 liittymisen on toimittava koordinoitusti ja sovitettava keskenään voimalaitoksen ja sähköverkon tarvitsemista suojausjärjestelmistä ja voimalaitoksen liittyvistä asetuksista.

Liittymisen vastuulla on määrittää voimalaitoksen ja voimalaitosliittymän suojausasettelut henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

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

Jännitteen kulmamuuтокsen (nk. vector shift tai phase jump) tunnistavaa suojalaitetta saa käyttää voimalaitoksen suojauksessa vain silloin, kun voimalaitoksen mitoitus teho on alle 50 kW. Säteittäisissä sähköverkoissa saarekekäytön estämiseksi suositellaan käytettäväksi taajuuden ja jännitteen mittaukseen perustuvaa suojausta.

Commented [A57]: Lisätty uusi luku, jonka alle siirretty vanha RoCoF-suojaan kohdistuva vaatimus sekä uutena Vector shift-suojaus käytön rajaus.

Formatted: English (United States)

Commented [A58]: Vector shift-suojalaitteiden on havaittu aiheuttavan voimalaitosten virheellisiä irtikytkytymisiä tilanteissa, joissa jännitteen kulma muuttuu askelmaisesti verkon topologiamuutoksessa tai vikatilanteessa, joka ei edellytä ko. voimalaitoksen irtikytkentää. Tästä syystä suojaus käytön on kielletty suuremmilla voimalaitoksilla.

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).

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

52 (196)

Formatted Table

40.4.10.3 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

40.4.1-10.3.1 Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö Etäohjausvalmius

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 toimintatilaa 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 tule varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta pätötehon tuotannolle voidaan antaa ohjearvo pätötehon alentamiseksi ohjearvon mukaan. Liittymispisteen verkonhaltija päättää väyläliitännän käyttöönotosta ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

Commented [A59]: Käytöstä vastaavan toimijan (muuta asiayhteydestä riippuen käytettyjä nimityksiä mm. "valvoja", "voimalaitoksen operaattori", "voimalaitoksen valvomo", "tuulivoimavalvomo") rooli on katsottu tarpeelliseksi määritellä VJV:ssä, koska ko. tahon vastuut ja velvollisuudet ovat varsinkin etäohjauksessa olevien laitojen kuten tuulivoimalaitosten osalta olleet epäselvät.

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

Formatted: Normal Indent, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, No bullets or numbering

40.4.2-10.3.2 Lähivikakestoisuus

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

Commented [A60]: lisätty tarkennus kohdassa 10.3.3 esiteltävästä uudesta ylijännitevaatimuksesta johtuen.

- 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Voimalaitoksen tulee häiriön jälkeen kyetä toimimaan irtoamatta verkosta jännitehäiriötä seuraavien, mahdollisten laitoskohtaisten tai 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 maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

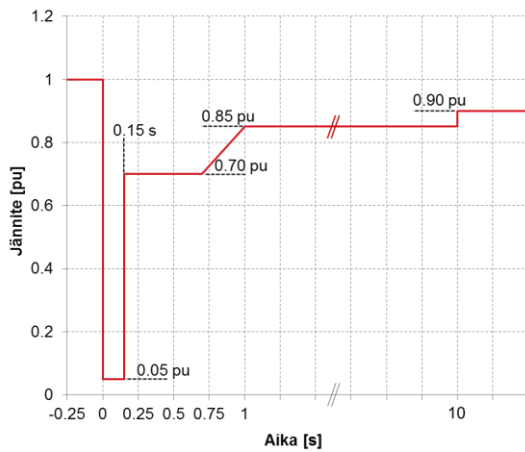
53 (196)

Formatted Table

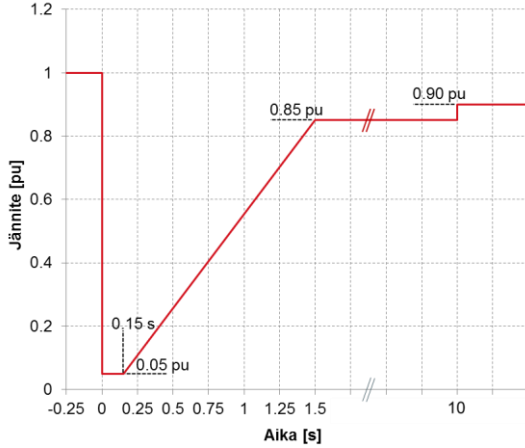
Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

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

Commented [A61]: "Kesätilanteen normaali" ei ole universaali käsite; korvattu kuvaavammalla termillä



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. Irtykkytyminen 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.

Ylijännite voi olla

kuvan 10.4 mukainen lyhytaikainen käyttötaajuinen, mahdollisesti muita taajuuskomponentteja sisältävä ylijännite tai

— 2,0 pu suuruinen, alle 20 ms kestävä kytkentäilyijännite

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

Formatted Table

Formatted: Normal, Indent: Left: 0 cm

Commented [LL62]: Joillakin suuntaajakytketyillä voimalaitoksilla päätötehoa on säädetty tarpeettomasti alas jännitekuopissa, vaikka vikavirransyöttö k-kertoimeen perustuen ei tätä edellyttäisi. Pätötehon halutaan säilyvän voimalaitosteknologian sallimalla tasolla ja palautuvan mahdollisimman nopeasti vian jälkeen eli tähän liittyvä tarpeeton ohjelmallinen rajoittaminen ei ole sallittua.

Commented [A63]: Fingrid selvitti 2023 ylijännitteiden esiintymistä suuntaajavaltaisessa järjestelmässä ja selvityksen tuloksena määriteltiin tässä luvussa esitetyt uudet vaatimukset. Vastaavan kaltainen ylijännitevaatimus on jo nykyisellään käytössä useissa Euroopan maissa (kansallinen lisävaatimus, koska RFG ei tätä vielä vaadi, joskin on tulossa lähivuosina) ja maailmalla.

Pääosa kuvan 10.4 vaatimuksen kattavista ylijännitteistä syntyy lähivikojen (jännitekuoppien) seurauksena voimalaitosten palautuessa viasta, jolloin jännite nousee hetkellisesti yli normaalin käyttöjännitealueen.

Ylijännitekestoisuusvaatimukseen liittyy läheisesti suuntaajakytketyiltä voimalaitoksilta luvussa 18.1.2. uutena vaadittu induktiivisen loisivirran syöttö, jolla pyritään alentamaan syntyviä ylijännitteitä.

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

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

55 (196)

Formatted Table

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.

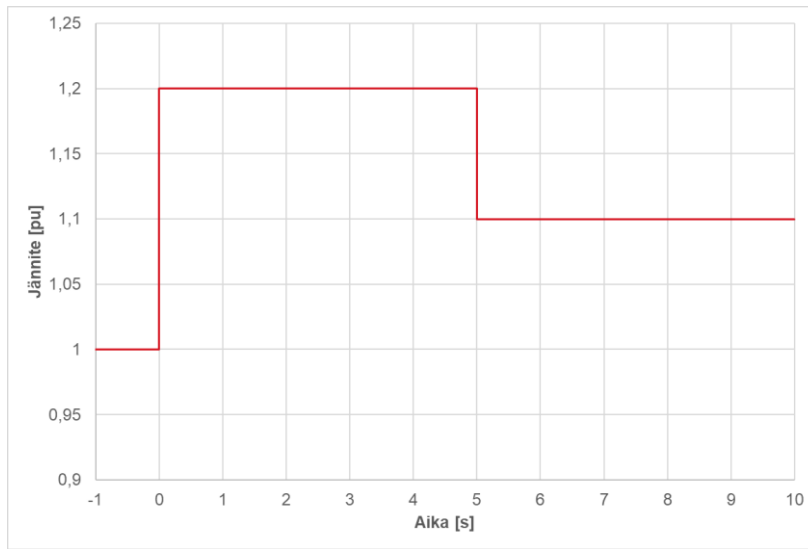
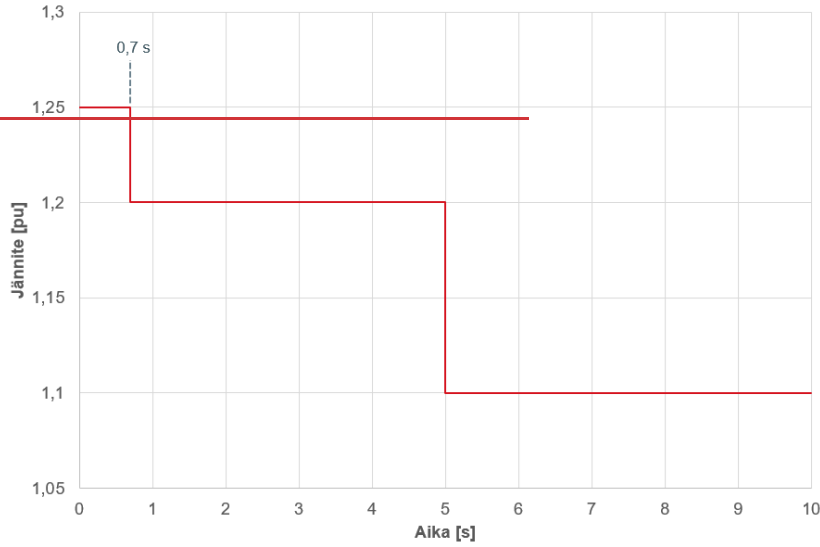
FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

56 (196)

Formatted Table



[Kuva 10.4. Lyhytaikaista ylijännitettä vastaava liittymispisteen pääjännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin B, C ja D voimalaitosten tulee jatkaa toimintaansa normaalisti. Jännitteen suhteellisarvo 1,0 pu on liittymispisteen normaali käyttö-jännite ennen häiriötä.](#)

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

Formatted Table

10.4.3 Suuntaajakytkötyn voimalaitoksen vikavirran syöttö

Suuntaajakytkötyn voimalaitoksen on pystyttävä aktivoimaan nopea vikavirransyöttö joko

- varmistamalla nopea vikavirransyöttö liittymispisteessä, tai
- mittaamalla jännitepoikkeamia voimalaitoksen yksittäisten yksiköiden liittimisessä ja syöttämällä nopeaa vikavirtaa näiden yksiköiden liittimiin.

Täyysuunnatulla konvertterilla (FC) varustetun voimalaitoksen vian aikainen vikavirransyöttö tulee asetella seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- Vikavirran syötön tulee priorisoida loisivirtaa (I_{L1}).
- Vikavirran syötön k-kertoimen tulee olla 2,5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k-kertoimen määräämässä suhteessa.
- Vikavirran syöttömoodin tulee nousta tavoitearvoon 30–50 ms kuluessa ja asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 60–80 ms kuluessa.
- Vikavirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai voimalaitoksen yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on alle 0,85 pu.
- Vikavirran syöttömoodin tulee poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.

Kaksoissyötetyllä epätahtikoneella (DFIG) varustetun voimalaitoksen vian aikainen vikavirransyöttö tulee asetella seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- Vikavirran syötön tulee priorisoida loisivirtaa (I_{L1}).
- Vikavirran syötön k-kertoimen tulee olla välillä 2–6 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää koneen luontaisesti tuottama vastakomponentti standardin EN 50549-1 mukaisesti.
- Vikavirran syöttömoodin tulee nousta tavoitearvoon 30–50 ms kuluessa ja asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 60–80 ms kuluessa.
- Vikavirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai voimalaitoksen yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on alle 0,85 pu.
- Vikavirran syöttömoodin tulee poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.

Commented [A64]: Tämä luku on siirretty luvuksi 18.1.2 suuntaajakytkettyjen voimalaitosten tarkempien vaatimusten alle ja sitä on täydennetty induktiivisen vikavirran syöttövaatimuksella.

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

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

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

10.4.4.10.3.4 Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen

Lyhytaikaisen jännitehäiriön jälkeen (ks. luku 10.3.2 tai 10.5.2) voimalaitoksen tulee palauttaa häiriötä edeltänyt pätötehotaso 4–3 kolmen sekunnin kuluessa häiriön alkamisesta. Pätötehon katsotaan palautuneen, kun liittymispisteestä mitattava pätöteho

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A65]: Aiempaa muotoilua "1-3" on tarkennettu. Järjestelmäteknisten selvitysten perusteella palautuminen kolmen sekunnin kuluessa riittää eli toisin sanoen laitosten pätöteho saa palautua myös alle yhdessä sekunnissa.

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.

40.4.5-10.3.5 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 voimalaitosliittymän suojausasettelun henkilö- ja laiteturvallisuuden takaamiseksi sekä laitevaurioiden välttämiseksi.

Suojausasettelujen tulee asetella siten, että voimalaitos pysyy verkossa sähköjärjestelmän häiriöiden aikana niin kauan kuin se on voimalaitoksen teknologian ja toiminnallisen turvallisuuden sallimissa rajoissa mahdollista.

Liittäjä vastaa siitä, että voimalaitoksen suojausten 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 suojausten 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

Liittäjä vastaa siitä, että voimalaitoksen tietoliikenneyhteyksien ja tietoturvallisuuden suunnittelussa huomioidaan tietoturvaohjeet, jotka voivat vaikuttaa voimalaitoksen tai sen liittymisverkon toimintaan. Oikeudeton vaikuttaminen voimalaitoksen ohjausjärjestelmään mukaan lukien sen mahdollisiin kaukokäyttöyhteyksiin tulee estää. Liittäjä on velvollinen

Commented [A66]: Tämä yleispätevä teksti on siirretty A-tyypin alle lukuun 10.2.8. Kyseessä ei ole tiukennus A-tyypin vaatimuksiin suojausvaatimusten koskiessa jo nykyisellään sähköturvallisuuslain perusteella myös A-tyypin laitteistoja.

Commented [A67]: Tämä luku on uusi. Fingrid kartoitti vuonna 2023 voimalaitosten tietoturva- ja selvityksen perusteella todettiin tarpeelliseksi varmistaa myös vaatimuksin se, että tietoturvaan kiinnitetään asianmukaista huomiota sillä puutteet voimalaitosten tietoturvassa voivat muodostaa merkittävän uhan voimajärjestelmän käyttövarmuudelle.

Tietoliikenteen osalta tulee toimittaa tiedot voimalaitoksen ulkoisista ja sisäisistä yhteyksistä.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

59 (196)

Formatted Table

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.

Formatted: Normal Indent

Commented [A68]: Fingridin tarkoituksena ei ole alkaa määrittämään tarkempaa toteutusta voimalaitosten tietoturvalle, mutta Liittyjän suunnittelema toteutuksesta kerätään jatkossa perustiedot (Taulukon 7.1 kohta 1.4 ja Taulukon 7.2 kohta 1.5), joiden perusteella Fingridin arvioi Liittyjän toteutusta ja on tarvittaessa yhteydessä Liittyjään, mikäli toteutuksessa havaitaan selkeitä puutteita. Fingridin tavoitteena on myös jakaa tietoa toimivista tietoturvaratkaisuista.

Commented [A69]: Asiakasta pyydetään täyttämään Fingridin tietoturvakysely. Täytetyn kyselyn toimitustavasta sovitaan suoraan Fingridin kanssa. Mikäli liittymispisteen verkonhaltija tarvitsee tietoja Liittyjän tietoturvasta, siitä on sovittava Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan kesken erikseen.

Formatted: Normal, No bullets or numbering

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

61 (196)

Formatted Table

Voimalaitos tulee varustaa väyläliitäntällä (syöttöportilla), jotta päätöhen tuotannolle voidaan antaa ohjearvo päätöhen alontamiseksi ohjearvon mukaan. Väyläliitäntään tulee olla yhtöncopiva IEC60870-6 (Elcom, ICCP/TASE-2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850-protokollan kanssa.

Commented [A72]: Sovitettu ao. tekstiin

Ohjauksen periaate on esitetty kuvassa 10.5.

Käytöstä vastaava toimija voi ohjata voimalaitosta kaukokäytöllä tai paikallisesti. Voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on muutettava taulukon 10.1 määrittölmässä laajuudessa voimalaitoksen päätö- tai loistehonsäädönsäätöjen toimintatilaa tai asettöluarvoja voimalaitosteknologian asettamisrajoissa, jos Fingridin Kantaverkkokeskus tai liittymispisteen verkonhaltija sitä pyytää. Ohjauspyyntö voidaan antaa käyttämällä sähköistä ohjausyhteyttä tai puhelimitse.

Commented [A73]: Voimalaitoksille annettavissa ohjauspyynnöissä ollaan menossa kohti sähköistä ohjausyhteyttä, koska puhelimitse annettavien ohjausten toteutus on haastavassa käyttötilanteessa käytännössä ajankäytöllisesti vaikeaa tarpeen kohdistuessa samanaikaisesti useisiin laitoksiin.

Formatted: Heading 4

10.4.1.1 Fingridin sähköinen ohjausyhteys

Fingridin sähköisellä ohjausyhteydellä (ks. kuva 10.5) tarkoitetaan Fingridin ja voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedönvaihtoa, 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 sähköiset ohjauspyynnöt sekä
- keräämään ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille.

Sähköisen ohjausyhteyteen liittyvän tiedönvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatievönvaihdön sovellusohjelmassa. Sähköisellä ohjausyhteydellä annettua pyyntöä toimintatilan tai asetusarvon muutos on saatettava voimaan mahdollisimman nopeasti, kuitenkin viimeistään vutettava yhden minuutin kuluessa yhden minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta. Pyydettyä aja asetusarvoa vastaava uusi toimintapiste (P, Q) tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluessa 10 minuutin kuluessa Fingridin antaman ohjauspyynnön vastaanottamisesta asetusarvon muutoksesta. Puhelimitse annettuna pyydetyn muutoksen mukainen lopputila tulee saavuttaa viimeistään 15 minuutin kuluttua pyynnön antamisesta (toleranssi $\pm 5\%$ asetusarvosta tai suurimmillaan ± 1 MW).

Commented [A74]: Esimerkiksi tuulivoimalaitoksen jännitteensäädön vaihtaminen loistehosäädölle

Commented [A75]: esimerkiksi päätötehorajoitus 100->50%

Sähköisellä ohjausyhteydellä tarkoitetaan Fingridin ja voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käytönvalvontajärjestelmien välistä tiedönvaihtoa, jonka toteuttamisesta Liittyjä vastaa. Voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on kyettävä vastaanottamaan ja toteuttamaan taulukon 10.1 mukaiset sähköiset ohjaukset sekä keräämään ja lähettämään taulukon 10.2 mukaiset tilatiedot Fingridille. Sähköisen ohjausyhteyteen liittyvän tiedönvaihdon toteutus on kuvattu tarkemmin Fingridin reaaliaikatievönvaihdön sovellusohjelmassa.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

62 (196)

Formatted Table

Sähköisen ohjausyhteyden tarkoituksena on tukea sähköjärjestelmän käyttövarmuutta mahdollistamalla Fingridille järjestelmävastaavana voimalaitosten toiminnan koordinointi poikkeustilanteissa. 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- tai laitosturvallisuuteen liittyvät syyt ohjauspyynnön toteuttamista. Tällaisesta syystä ohjauspyynnön voimaansaattamista voidaan viivästyä vaaditusta minuutin vasteajasta.

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

Voimalaitos tulee lisäksi varustaa väyläliitännällä (syöttöportilla), jotta päätötohon tuotannolle voidaan antaa ohjearvo päätötohon alentamiseksi ohjearvon mukaan jonka kautta Fingrid voi ohjata voimalaitosta suoraan. Väyläliitännän tulee mahdollistaa taulukoiden 10.1 ja 10.2 signaalinvaihto. Väyläliitännän tulee olla yhteensopiva IEC60870-6(Elcom, ICCP/TASE.2), IEC 60870-5-104 tai IEC 61850-protokollan kanssa. Fingrid päättää suoran ohjausyhteyden toteuttamisesta ja väyläliitännän käyttöönotosta erikseen kussakin voimalaitoshankkeessa ja määrittelee väyläliitännäessä käytettävän tiedonsiirto-protokollan.

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

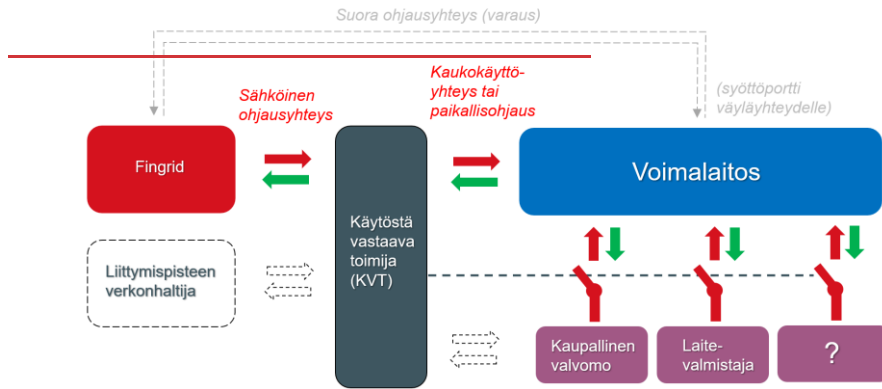
FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

63 (196)

Formatted Table



Kuva 10.4. Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö. Voimalaitoksen käytöstä vastaava toimija operoi voimalaitosta. Fingrid voi antaa voimalaitokselle ohjauksia (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 ylhäällä) tai muuta tiedonvaihtoa mahdollisen liittymispisteen verkonhaltijan (esim. jakeluverkkoyhtiö) tai muiden voimalaitosta mahdollisesti ohjaamaan kykenevien toimijoiden kanssa (katkoviivanuolet alhaalla). Käytöstä vastaavalla toimijalla on mahdollisuus oikeuttaa ja rajoittaa muiden toimijoiden ohjauskykyä.

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

64 (196)

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

n:o	Ohjauspyyntö	Vastaanotettava tieto	Tahti-kone-voima-laitos	Suuntaa- ja-kytketty voima-laitos
1	Pätötehon maksimiarvo	$P_{min}-P_{max}$	X	X
2	Pätötehon asetusrarvo	$P_{min}-P_{max}$	X	X
3	Pätötehon asetusrarvon mukaista tehoa pyydetty	kyllä/ei (aktivoi yo. pätötehon asetusrarvopyynnön)	X	X
4	Pätötehon muutosnopeuden maksimiarvo asetusrarvon muutoksissa	$0,1 \times P_{max}/\text{min}$ -rajoittamaton, ks. luku 16.3.5		X
5	Pätötehon nopea alassääto 100→20 % / 5 s	Päälle / pois ks. luku 16.3.6		X
6	Jännitteen- ja loistehonsäädön toimintatila	jännitteensäätö / vakio-loistehonsäätö / vakio-tehokerroinsäätö		X
7	Vakio-loistehonsäädön asetusrarvo	$\pm Q_{emin}-Q_{max}$ (suurin induktiivinen loisteho – suurin kapasitiivinen loisteho $\pm 33\% \times P_{max}$).	X	X
8	Jännitteen asetusrarvo	105---123 kV / 215---245 kV / 395---420 kV. Asettelualueen ylittävät asetteluarvot tulee estää. Tahtikoneiden osalta tulee sopia liitinjännitesäätöä vastaavat asetusrarvot.	X	X
9	Vakio-tehokerroinsäädön Tehokerroimen asetusrarvo	0,95kap–0,95ind, ks. luku 18.2.4		X
10	Jännitteensäädön asetteluryhmä*	asetteluryhmän vaihto kahden etukäteen määritellyn		X

Formatted Table

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

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted Table

Commented [A76]: Tarkoittaa suurinta sallittua pätötehoa, jonka voimalaitos saa syöttää liittymispisteeseensä. Mikäli verkon puolelta ei ole voimassa olevia rajoitteita, tämä on normaalisti P_{max} .

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Centered

Commented [A77]: Fingrid voi pyytää pätötehon syöttöä verkkoon

Commented [A78]: Pätötehon pyyntö aktivoidaan erillisellä signaalilla. Muussa tapauksessa järjestelmävastaavalla ei ole aktiivista pyyntöä syöttää tiettyä pätötehoa.

Commented [A79]: Tietyissä verkkotilanteissa tehon muutosnopeutta saatetaan joutua rajoittamaan.

Formatted: Centered

Commented [A80]: Tehon nopea alassääto, jossa voimalaitos ei saa irrota, vaan jää osateholle.

Commented [A81]: Loistehon asettelumahdollisuus mitoitusloistehon Q_n puitteissa riittää vaikka toimintapiste (pätöteho) mahdollistaisi suuremman loistehon

Formatted: Subscript

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Not Highlight

Formatted: Centered

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

65 (196)

Formatted Table

		parametroinnin välillä (asettelu 1 / asettelu 2), ks. luku 18.2.24		
11	Jännitteensäädön statiikan asetusarvo*	2...7%, ks. luku 18.2.2		X
12	Taajuussäädön ohjaus taajuusalueittain	pälle/pois	X	X
13	Taajuussäädön statiikka taajuusalueittain	Selitetty luvussaks. luku 16.3.3.3		X
14	Taajuussäädön tehoalue	Selitetty luvussaks. luku 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

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Commented [A82]: Tämä tarkoittaa taajuussäädön aktivointia esiaseteltujen ja käyttöönottokeissa testattujen säätöparametrien mukaisesti.

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Font: 10 pt

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

Formatted: Normal, Indent: Left: 0 cm

[Taulukko 10.2. Voimalaitokselta lähetettävät tilatiedot, jotka käytöstä vastaava toimija toimittaa Fingridille](#)

Formatted: Normal

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

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 pätöteho kapasiteetti	MW	X	X
4	Voimalaitoksen käytettävissä oleva loistehokapasiteetti*	Mvar, erikseen induktiivinen ja kapasitiivinen kapasiteetti.	X	X

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Formatted: Centered

Commented [A83]: Suurin verkkoon syötettävä pätöteho, jolle voimalaitoksen teho voidaan tarvittaessa nostaa

Formatted: Centered

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

66 (196)

Formatted Table

5	Voimalaitoksen ja käytöstä vastaavan toimijan välisen kaukokäyttöyhteyden käytettävyyssiato	on/ei	X	X
---	---	-----------------------	-------------------	-------------------

Formatted: Centered

*) Loistehokapasiteetti voidaan antaa voimalaitoksen päätöthotasoon perustavana suuntaantavana arviona, jonka tarkkuuden on oltava vähintään $\pm 15\% \times Q_n$.

Formatted: Font: 10 pt

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 käyttöön otosta erikseen kussakin voimalaitoshankkeessa ja määrittelee väyläliitännässä käytettävän tiedonsiirtoprotokollan.

10.4.1.3 Liittymispisteen verkonhaltijan ohjausyhteydet

Liittymispisteen verkonhaltijalla on tarvittaessa oikeus määrittellä 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 päätöhtehon 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.

Formatted: Heading 4

Commented [A84]: Testattu ja toimiva tiedonvaihto on tehonsyötön edellytys. Verkonhaltijalla pitää ehdottomasti olla voimalaitoksen käytöstä vastaavien ajantasaisiet yhteystiedot.

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.

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

Mikäli voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan ja voimalaitoksen välinen kaukokäyttöyhteystuotantoyksiköiden ohjattavuus menetetään, tulee voimalaitoksen tuotantoyksikön jatkaa toimintaansa ennen ohjauksen menetyistä voimassa olleiden ohjeusarvojen mukaisesti, ellei poikkeavasta menettelystä, kuten tuotannon automaattisesta pysäyttämisestä ole erikseen sovittu liittymispisteen verkonhaltijan kanssa. Mikäli ohjattavuutta kaukokäytöllä ei saada palautettua kahden tunnin kuluessa

Commented [A85]: Voimalaitoksen käytöstä vastaavalla taholla pitää olla joka hetki tieto laitoksen ohjattavuudesta, jotta korjaustoimenpiteet voidaan käynnistää välittömästi ohjausyhteyden menetyksen jälkeen

Formatted: Font: Not Bold

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

67 (196)

Formatted Table

ohjattavuuden menetyksestä, pitää voimalaitos miehittää viipymättä tai kytkeä osittain tai kokonaan irti verkosta liittymispisteen verkonhaltijan tai Fingridin niin vaatiessa.

Commented [A86]: Kaukokäytössä olevat voimalaitokset eivät voi ajaa rajattomasti ilman valvontaa, mikäli kaukokäyttö menetetään.

Edellytyksenä pätötehon syötön aloittamiselle Suomen sähköjärjestelmään Liittyjän tulee toteuttaa ja testata edellä kuvattu kaukokäyttöön liittyvä 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. Käytöstä vastaavan toimijan tulee ilmoittaa Fingridille ja liittymispisteen verkonhaltijalle voimalaitoksen ja sen liittymisverkon toiminnassa, ohjattavuudessa ja käyttöturvallisuuksessa havaituista poikkeamista.

Commented [A87]: Testattu ja toimiva tiedonvaihto on tehonsyötön edellytys. Verkonhaltijalla pitää ehdottomasti olla voimalaitoksen käytöstä vastaavien ajantasaiset yhteystiedot.

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

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

10.4.2 Autonominen kytkettyminen

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

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

- sähköjärjestelmän taajuus on 49,0–51,0 Hz
- liittymispisteen jännite on normaalilla vaihteluvälillä
- voimalaitoksen kaukokäyttöyhteys on toiminnassa
- kytketymisen jälkeinen toimintapiste (P, Q, U) ja säätötila ja muut ohjearvot ovat voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan määrittämiä tai valtuuttamia
- pätötehon muutosnopeus ei ylitä liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittua arvoa
- mikäli voimalaitos on kytkeytynyt irti sähköverkosta verkkohäiriön seurauksena, lupa tuotannon aloittamiseen tulee aina erikseen pyytää liittymispisteen verkonhaltijalta. Mikäli voimalaitoksen tuotannon aloittamiseen sähköverkosta irtikytketymisen jälkeen liittyy voimalaitoksen toimintaan ja toteutukseen liittyviä rajoitteita, kuvaus rajoitteista on toimitettava osana voimalaitosdokumentaatiota.

Commented [A88]: Täsmennetty terminologiaa (tuleva RfG 2.0 käyttää vastaavaa termiä) puhumalla autonomisesta kytketymisestä. Lisätty täsmennys, että voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan on valtuutettava voimalaitoksen kytkettyminen ts. se ei voi perustua pelkästään haluun kytkeytyä verkkoon jollakin ajanhetkellä. "Valtuutus" voi tarkoittaa liittymän ja verkonhaltijan välistä sopimusta tai signaloitua kytketymislupaa.

Commented [A89]: Lähinnä tuulivoimalaitosten kanssa on ollut tilanteita, joissa voimalaitos on kytkeytynyt esimerkiksi verkossa tapahtuneen vian meneillään olevan verkkoa heikentävän keskeytyksen aikana verkkoon ilman voimalaitoksen operaattorin lupaa. Tässä lisäyksellä halutaan varmistaa voimalaitoksen etäohjauksen toiminta sekä käytöstä vastaavan toimijan valtuudet sallia tai estää kytkettyminen.

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

Häiriön jälkeen autonominen kytkettyminen ei ole sallittua ilman verkonhaltijan lupaa

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

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

40.5.2-10.4.3 Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)

Voimalaitoksen tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz, ks. kuva 40-410.6.

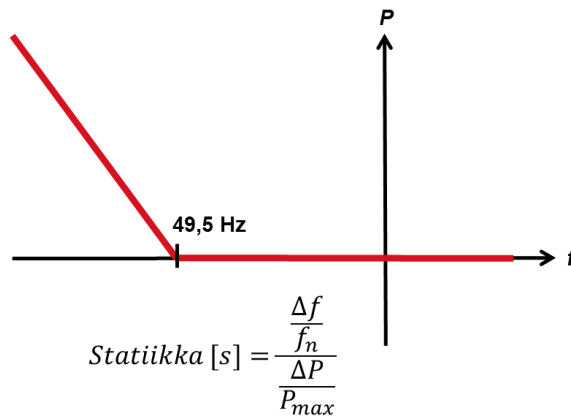
Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.
[Suositeltu asetteluarvo on 4 %.](#)

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, ~~tai~~ 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 asetusarvoa pätötehon maksimiarvoa \(ks. taulukko 10.1\)](#).

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä.



Kuva 10.46. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilassa voimalaitoksen tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_{nn} on nimellistaajuus (50 Hz), P on voimalaitoksen pätöteho, P_{max} on voimalaitoksen mitoitusteho.

Commented [A90]: edes taajuushäiriössä voimalaitos ei saa ylittää verkonhaltijan antamaa tehorajaa, jonka ylittäminen saattaa vaarantaa esim. jännitteensäädön stabiiliuden

Commented [A91]: Mikäli verkko rajoittaa pätötehoa, LFSM:n suurinta säätötasoa on pakko rajoittaa.

40.5.3-10.4.4 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 kuitenkaan rajoittamatta sallittua pätötehoalentamista taajuuden alittaessa 49,0 Hz (ks. luku 10.2.5).

Formatted: Default Paragraph Font

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

40.5.4-10.4.5 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.

40.5.5-10.4.6 Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus

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

40.5.6-10.4.7 Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

70 (196)

Formatted Table

40.6-10.5 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), automaattista kytkeytymistä (luku 10.2.7) ja lähivikakestoisuutta (luku 10.3.2). Sen lisäksi tyypin D voimalaitoksen tulee täyttää tässä luvussa esitetyt vaatimukset.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A92]: Tämä ohjaus/tilatiieto täydentää taulukoiden 10.1 ja 10.2 listaa D-tyypin voimalaitosten osalta

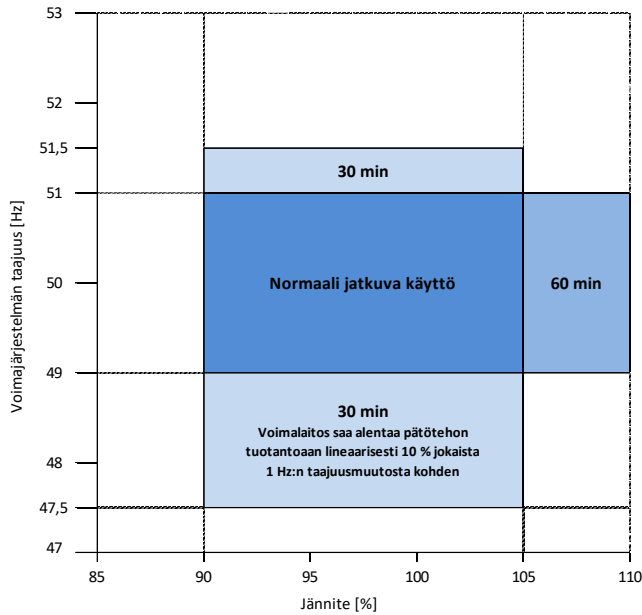
10.5.1 Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö

Luvun 10.4.1 vaatimusten lisäksi tyypin D voimalaitoksen on kyettävä vastaanottamaan siltä vaadittujen erikoissäätöjen (esim. POD)-ohjaus päälle ja pois sekä lähettämään tieto kunkin säädön toimintatilasta. Tällaisia erikoissäätöjä ovat esimerkiksi

tahtikoneiden päätöhostabilisaattori (PSS) ja luvun 5 erityistarkasteluvaatimusten nojalla suuntaajakytetyiltä voimalaitoksilta vaadittu POD-säätö.

40.6-10.5.2 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 10.740-5 määritetyt ajat. Voimalaitos saa alentaa päätötehontuotantoaan lineaarisesti 10 % jokaista 1 Hz:n taajuusmuutosta kohden taajuuden alittaessa 49,0 Hz.



Kuva 10.57. 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.

10.6.2-10.5.3 Lähivikakestoisuus

Voimalaitoksen tulee pystyä jatkamaan toimintaansa [syvän jännitekuopan aiheuttavien](#) sähköjärjestelmän häiriöiden aikana ja niiden jälkeen:

Commented [A93]: lisätty, koska vaatimus toiminnasta ylijännitteellä on lisätty uutena lukuun 10.3.3

- **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 [10.840-6](#) osoittama liittymispisteen jännitteen vaihtelu.
 - Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen, jonka liittymispisteen nimellisjännite on vähintään 400 kV, tulee kestää kuvan [10.940-7](#) osoittama liittymispisteen jännitteen vaihtelu.

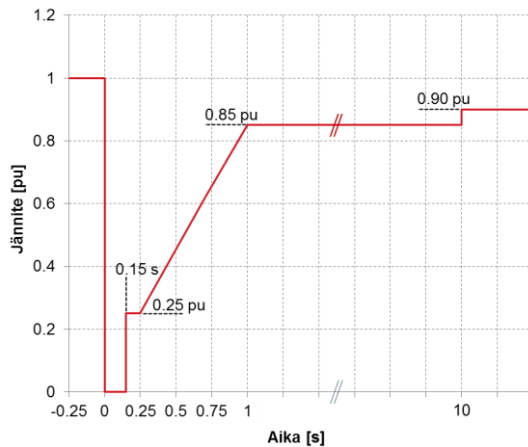
- *Suuntaajakytketty voimalaitos* omakäyttöineen on suunniteltava siten, että se kestää kuvan ~~10.1040-8~~ mukaisen lyhytaikaisen liittymispisteessä tapahtuvan jännitteen vaihtelun irtoamatta verkosta.

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

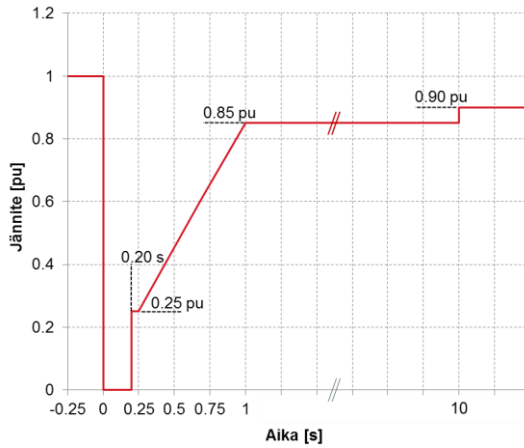
Lähivikavaatimus on voimassa symmetrisissä vioissa (3-vaiheisissa oikosuluissa) sekä epäsymmetrisissä vioissa (2-vaiheisissa oikosuluissa- ja maaosulosuluissa, 1-vaiheisissa maasuluissa).

Lähivikavaatimus on määritelty seuraavissa olosuhteissa:

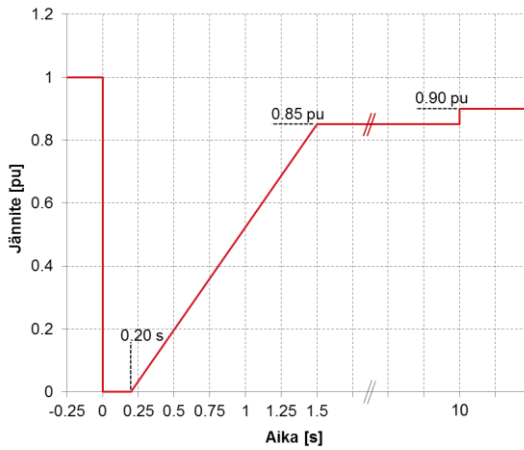
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on 1,0 pu.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jänniteensäätö (AVR) on toiminnassa.
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan [liittymispisteen verkonhaltijan ilmoittaman normaalin vaihteluvälin alarajalla kesätilanteen normaali](#) ennen lähivikaa sekä sen jälkeen.



Kuva 10.68. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyyppin 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 10.79. 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 10.108. Lyhytaikaista jännitehäiriötä vastaava liittymispisteen jännite, jonka aikana ja jälkeen tyypin 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. Irtykytkeytyminen on sallittu ainoastaan tällaisessa tapauksessa, mikäli voimalaitoksen transienttikulmastabiilius vaarantuu tai jarrutusenergian kestoisuus ylittää mitoitusarvon.

[Päätöksen syöttöä sähköverkkoon jännitehäiriöiden aikana ja jälkeen ei saa tarpeettomasti rajoittaa.](#)

Commented [A94]: Esim. aurinkovoimalaitos ei saa säätää päätöksen syöttöään verkkoon nolnaan, mikäli jännitekuoppa ei ole niin syvä, että olisi edellytykset jatkaa päätöksen syöttöä alennetulla päätöksellä.

4.6.3-10.5.4 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 [10.43](#))
- liittymispisteen nimellisjännite on vähintään 400 kV (taulukko [10.42](#))

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Jännitehäiriölaskelma tulee suorittaa seuraavin oletuksin:

- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen liittymispisteen jännite on 1.0 pu.
- [Ennen jännitehäiriötä voimalaitos syöttää liittymispisteeseensä mitoituspäätöksensä suuruisen päätöksen](#)
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitos ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä.
- Ennen jännitehäiriötä voimalaitoksen automaattinen jänniteensäätö ([AVR](#)) 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 kesätilanteen normaali](#) ennen häiriötä. Liittymispisteen verkonhaltija ilmoittaa laskennassa käytettävät ja taulukossa [10.34](#) tai [10.42](#) esitetyt oikosulkutehot liittyjälle. [Taulukoissa "Normaali" on oikosulkutehotaso tarkoittaa normaalitilanteen vaihteluvälin alarajaa. "Minimi" on oikosulkutehotaso häiriön jälkeen, kun liittymispistettä lähinnä oleva vahvin syöttävä yhteys on irtikytketty.](#)
- [Tahtikonevoimalaitosten osalta laskelmassa tarkasteltava vika on liittymispisteessä tapahtuva 3-vaiheinen, vikavastukseton oikosulku.](#)

Commented [A95]: Lisätty selvyyden vuoksi. Itse lähivikavaatimus on voimassa kaikilla päätöksillä, mutta tämä on haastavin ja riittää laskennan kannalta.

Commented [A96]: poistettu; viittaa tarpeettoman suoraan tahtikoneisiin vaikka koskee kaikkia voimalaitoksia

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A97]: tarkennettu määritelmää

Commented [A98]: Tahtikonevoimalaitoksille riittää tarkastella 3-vaiheinen vika. Vikavirransyöttö epäsymmetrisissä vioissa tulee luonnostaan tahtikoneen ominaisuuksien kautta, eikä sitä ole tarpeen laskea erikseen.

- 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 lohkoavaioesitykset, on toimitettava osana laskelmaa liittymispisteen verkonhaltijalle.
- Laskennan tuloksia tulee verrata voimalaitoksen suojausasetteluihin ja osoittaa, ettei suojaus toimi virheellisesti lähijännitehäiriössäviassa.

Taulukko 10.34. 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 10.32. 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 määräytyy kuvan 10.7 mukaisesti eli jännite voi säilyä 1,10 pu. tasolla 60 minuuttia sisältäen kuvan 10.4 kuvaaman 10 sekunnin jakson.

40.6.4-10.5.6 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.

Formatted Table

Commented [A99]: Suuntaajakytkettyjen laitosten osalta vaaditaan laajempi tarkastelu, jossa osoitetaan laitteiston ja mallin kyky toistaa epäsymmetriset viat oikein.

Commented [A100]: Suojauksen koordinoinnin tärkeyttä halutaan korostaa vaatimalla sen tarkastus lähivikavastukseton tuloksia vasten. Mallinnus ei yleensä sisällä suojausasetteluita, joten tämä pitää tarkastaa erikseen.

Formatted: Left, Indent: Left: 3,5 cm

Formatted: Normal Indent

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

76 (196)

Formatted Table

- 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

Formatted: Default Paragraph Font

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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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.

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

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 mitoitus-teholla 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 asettelu 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 portaisa. Oletusarvo säätäjään käyttöönottovaiheessa aseteltavalle statiikalle on 4 %.

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

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 minimitehotaso 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, vähintään 1 MW.

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz. ja Taajuussäädön reagointiajan alkuvaiheen taajuuden askelmuutoksessa tulee olla enintään 2 s (-taajuussäädön

Commented [A101]: Esim: tilamuutoksen aiheuttaa -0,2 Hz poikkeama. Palautumisen jälkeen estoaika on 5 min. Tämän 5 min aikana uusi tilamuutos ei ole sallittu, jos taajuus ei ole palautunut -0,2 Hz yläpuolelle tai on palautunut mutta alittaa taajuusrajan uudelleen. Sen sijaan +0,2 Hz poikkeama aiheuttaa tilamuutoksen.

Commented [A102]: Tehon alassäätö taajuussäädössä ei saa johtaa voimalaitoksen irtoamiseen

Commented [A103]: Aiempi määritelmä, "1 MW" on ollut tiukka ajatellen suuria voimalaitoksia ja löysä ajatellen pieniä voimalaitoksia, joista myyty reservin määrä on pieni. Lisäksi tarkkuusvaatimuksen ajallinen määrittely on ollut epäselvä. Näitä on pyritty nyt täsmentämään.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

80 (196)

Formatted Table

reaqointiaika on 21 s taajuuden askelmuutoksesta ja säädön vasteen tulee näkyvä enintään 2 s kuluttua taajuuden askelmuutoksesta).

Commented [A104]: Korjattu tukemaan nykyisiä reservivaatimuksia.

Voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säädön tarkkuus ja herkkyys tulee todentaa käyttöönottokeiden 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.

Commented [A105]: Mikäli toimintatilan muutos vaatii säätäjän luo siirtymistä, vaadittu säätötilan vaihto 15 minuutissa luvun 10.4.1 mukaisesti ei ole uskottavasti mahdollinen.

Kuvaus voimalaitoksen tehon- ja taajuussäädön toimintatilojen automaattiset muutokset toteutettavista 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.

Vähintään puolet vaaditusta kokonaisuutuksesta Vaadittu kokonaisuutos - tulee saavuttaa 305 sekunnissa häiriöstä ja kokonaisuutos 30 sekunnissa häiriöstä (suurin sallittu aika täyteen aktivoitumiseen).

Commented [A106]: Aiempi 5s vaatimus ei vastaa nykyistä FCR-D vaatimusta. Nykyistä eksaktia vaatimusta ei kannata kirjata VJV:hen, koska kaikki tahtikoneet eivät siihen pysty. Tähän on nyt muutettu kevyempi vaatimus, jolla varmistetaan, että reservimarkkinan ulkopuolelle jäävien koneiden säätäjät on silti aseteltu järkevästi ja hätätilanteessa voivat tukea järjestelmää.

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 milta tahansa tehotasolta minimi- ja mitoitustehon välillä.

Formatted: Default Paragraph Font

Vesivoimalaitosten ja reservikaasuturbiini-voimalaitosten 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 [turvamääräysten-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.

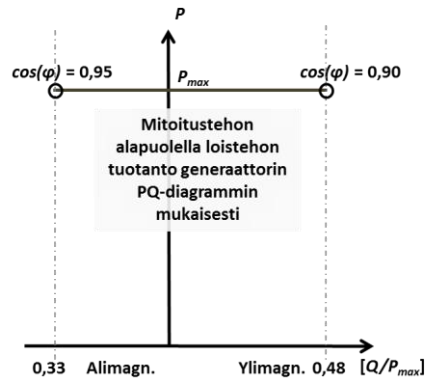
12.2 Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti

12.2.1 Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti

Voimalaitoksen generaattori(e)n tulee voida toimia jatkuvasti mitoitusteholla 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.

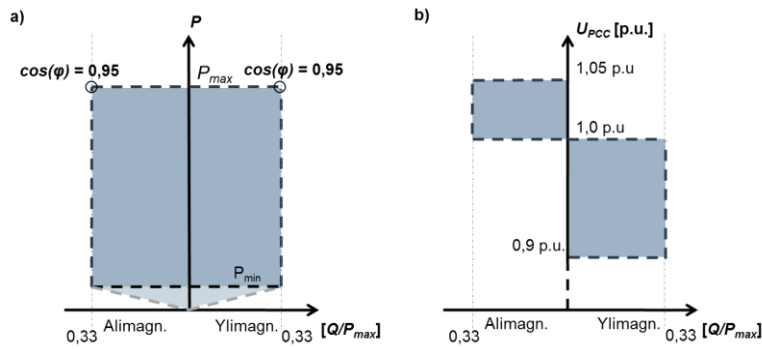
12.2.2 Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti

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 pätötehotasolla.

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 asetelut.

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.

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,10
Tehotaso 1	Minimiteho			
Tehotaso 2	$P=0,50 \times P_{max}$			
Tehotaso 3	Mitoitusteho			

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

Commented [A107]: Laskelman Tehotaso 2 on muutettu 0,75 --> 0,50, mikä tukee käyttöönottoestejä.

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					

Taulukko 12.1. Loistehokapasiteetilaskelmassa käytettävät toimintapisteet.

Commented [A108]: Laskelman Tehotaso 2 on muutettu 0,75 --> 0,50, mikä tukee käyttöönottoestejä.

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,10
Tehotaso 1	Minimiteho			
Tehotaso 2	$P=0,75 \times P_{max}$			
Tehotaso 3	Mitoitusteho			
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

85 (196)

Formatted Table

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

Formatted: Default Paragraph Font

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 suojien 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 sovitava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet on esitetty liitteessä B.

Formatted: Default Paragraph Font

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 liitinjännitesäätö ja sen varajärjestelmänä magnetointivirran vakiovirtasäätö (magnetointivirran käsisäätö).
- Säätökanavan tai säätötilan vaihdosta aiheutuvan muutosilmion suuruus tulee minimoida, eikä siitä saa aiheutua haittaa voimalaitoksen toiminnalle tai sähkönlaatupoikkeamaa liittymispisteen verkkoon.
- ~~Magnetointijärjestelmän tehoaste tulee toteuttaa niin, ettei yksittäisen tehopuolihteen vioittuminen alonna magnetointilaitteiston Vaatimusten mukaista suorituskykyä.~~

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

87 (196)

- Jänniteensäätäjä 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 jänniteensäädölle asetettavat vaatimukset. Kattojännite tulee kyetä ylläpitämään vähintään 10 sekunnin ajan. **Kattomagnetointi tulee huomioida voimalaitoksen suojauksen sekä magnetoinnin rajoittimien asettelussa sekä generaattorin mitoituksessa.**

Sähköjärjestelmän käyttövarmuuden turvaamiseksi jänniteensäätäjä tulee toteuttaa kaksikanavaisena. Kummassakin kanavassa tulee olla automaattinen generaattorin liitinjännitteen vakiojännitesäätö ja sen varajärjestelmänä magnetointivirran vakiovirtasäätö (magnetointivirran käsiasäätö). Magnetointijärjestelmän tehoaste tulee toteuttaa niin, ettei yksittäisen tehopuolihohteen vioittuminen alenna magnetointilaitteiston Vaatimusten mukaista suorituskykyä.

Jänniteensäätäjä 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 jänniteensäädölle asetettavat vaatimukset. Kattojännite tulee kyetä ylläpitämään vähintään 10 sekunnin ajan.

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

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

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

- 1) Staattisella magnetoinnilla askelvasteen negatiivisen nousuajan nolasta 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–0,3 sekuntia,
- 2) Harjattomalla magnetoinnilla askelvasteen negatiivisen nousuajan nolasta 90 prosenttiin liitinjännitteen kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–1,95 sekuntia.

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

¹⁾ Ollessaan mitoituskuormituksella generaattori tuottaa mitoistehonsa verran pätehoja ja loistehokapasiteettinsa verran loistehoa.

Formatted Table

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

Commented [A109]: Nykyinen teksti on ryhmitelty uudelleen ja tarkennettu kanavanvaihdon vaatimusta sekä lisätty vaatimus siitä aiheutuvaan muutosilmiöön liittyen

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Font: +Body (Arial)

Commented [A110]: Lievennys. Generaattoreiden roottori-resistanssi on nykyisin usein niin alhainen, että askelta alas 1,0 s vaste on vaikea saavuttaa.

Generaattorin jännitteensäätäjän suorituskykyvaatimus tulee täyttää normaalia matalammassa tai korkeintaan normaalissa generaattorin käyttölämpötilassa, jossa suoritetaan generaattorin käyttöönnoton 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 tyhjikäyvän ja verkosta irti olevan generaattorin jännitteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan luvussa 13.2.2 kuvatun mukaisesti:

Formatted: Default Paragraph Font

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

Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkoavioesitykset, 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.

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

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

[Mikäli voimalaitokselle toteutetaan vakiotehokerroinsäätö, asetteluarvon tulee olla aseteltavissa enintään 0,005 portaissa.](#)

Commented [A111]: Tahtikonelaitoksien magnetointiin on tyypillisesti toteutettu myös tehokerroinsäätö.

13.2.5 Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset

[Säädön toimintatilan muutokset on kyettävä tekemään generaattorin ollessa verkossa.](#)

Commented [A112]: Mikäli säätötila tulee vaihtaa, sen pitää onnistua koneen ollessa verkossa.

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

Jännitteensäätäjän toimintatilojen ja asetteluarvojen ohjauksen tulee toimia samalla tavalla riippumatta siitä, ohjataanko laitosta paikallisesti vai [etäyhteydellä kaukokäytöllä](#).

[Toimintatilojen ja asetuservojen muutokset tulee kyetä tekemään voimalaitoksen valvomosta.](#)

Commented [A113]: "Kaukokäyttö" on VJV:ssä käytetty termi etäohjaukselle tai etäyhteydelle.

Commented [A114]: Mikäli toimintatilan muutos vaatii säätäjän luo siirtymistä, vaadittu säätötilan vaihto 15 minuutissa luvun 10.4.1 mukaisesti ei ole uskottavasti mahdollinen.

13.2.6 Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset

Generaattorin virranrajoittimilla tulee olla käännteinen 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](#).)

Formatted: Default Paragraph Font

[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.](#)

Lisäksi tyypin D voimalaitoksen generaattoreiden jännitteensäätö on varustettava lisästabilointipiirillä (PSS), [mikäli](#)

- [voimalaitoksen generaattorin mitoitustehokoke on yli 20 MW](#)
- [kyseessä on useasta itsenäisestä voimalaitoksesta koostuva, mitoitusteholtaan yli 40 MW vesivoimalaitos, jonka yksittäisen generaattorin mitoitustehokoke 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.

Lisästabilointi piiri tulee virittää siten, että se parantaa voimalaitoksen ja sähköjärjestelmän välisen niin kutsutun laitoskohtaisen heilahtelutaajuuden vaimennusta. Lisästabilointi piiri ei saa vahvistaa 0,3 Hz:n 0,2–2,0 Hz järjestelmätaajuisia heilahteluja. Lisästabilointi piirin virityksessä tulee huomioida toiminta pohjoismaisen sähköjärjestelmän taajuushäiriöissä, joissa esiintyy myös alle 0,2 Hz taajuuskomponentteja.

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

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

Lisästabilointi piirin vaatimustenmukainen toiminta tulee todentaa käyttöönottokokeiden yhteydessä. Lisästabilointi piirin virittämistä varten on julkaistu ohje tämän asiakirjan liitteessä C B.

Commented [A115]: Suomessa D-tyyppin voimalaitoksiin lukeutuu alle 20 MW voimalaitoksia, joiden kyky ja siten järjestelmätekninen merkitys tehoheilahteluiden vaimentamisessa on vähäinen. Koska osa vesivoimalaitoksista kuitenkin koostuu useasta alle 20 MW yksiköstä, jotka ovat määritelmällisesti itsenäisiä voimalaitoksia (omat vesitiet, päämuuntaja ja omakäyttöjärjestelmät jne.), ei näitä haluta edelleenkaan sulkea vaatimuksen ulkopuolelle, jos niiden yhteisteho on yli 40 MW. Myös Lapin sähköverkkoon liittyvien pienimpienkin generaattoreiden PSS:lla on merkitystä.

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

Commented [A116]: Taajuusaluetta tarkennettu.

Formatted: Font: 11 pt

Commented [A117]: Esimerkiksi suuren voimalaitoksen irtoaminen Ruotsissa voi aiheuttaa taajuushäiriön, jossa PSS-piiri kyllästyy matalataajuisesta heilahtelusta johtuen estäen tavoitellun vaimennuksen 0,2-2 Hz kaistalla.

Formatted: Font: 11 pt

Commented [A118]: Lisätty vaihtoehdoksi PSS2C, joka ei poikkea merkittävästi edellä mainituista, mutta on käyttökelpoinen vaihtoehto

Commented [A119]: Mikäli toimintatilan muutos vaatii säätäjän luo siirtymistä, vaadittu PSS:n päälle-/poiskytkentä 15 minuutissa luvun 10.5.1 mukaisesti ei ole uskottavasti mahdollinen.

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.

Commented [A120]: Nykyisin kokeet voidaan usein valvoa esim. Teams-kokouksen välityksellä.

14.2 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

Liittyjän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle kokeista käyttöönottopöytäkirja, johon on dokumentoitu mittauksin todennetut suureet sekä mittauksen 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 kuollut alue](#), ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -rampeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset-[ja kuollut alue](#). Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 %-[ja kuollut alue 0,00 Hz](#).
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Commented [A121]: LFSM:llä ei ole kuollutta aluetta.

Formatted: Default Paragraph Font

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.

14.3 Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

14.3.1 Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto

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

Liittäjän on laadittava voimalaitoskohtainen käyttöönottokoesuunnitelma. Suunnitelman tulee kattaa Vaatimusten mukaisen toiminnan testaaminen vähintään tässä luvussa kuvatussa laajuudessa. Liittäjän 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.

Liittäjän on käyttöönottoon liittyvien suunnitelmien laatimisen ja toimittamisen yhteydessä sovittava tapaaminen liittäjän, liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Tapaamisen ajankohdan on oltava viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeita. Tapaamisessa liittäjän 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.](#)

Commented [A122]: Kiinteitä mittalaitteita voidaan käyttää tiettyjen signaalien mittaamiseen tai kaikkiin mittauksiin.

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 todentamismenetelmänä ja niiden käytöstä tulee sopia erikseen Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

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

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

94 (196)

Formatted Table

~~3)~~ todennettuja laskentamalleja käyttäen suoritettujen laskentatarkastelut.

3)

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 vaatimuksiin liittyvän todentamisvelvoitteen täyttyminen 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 Vaatimuksiin liittyvien kokeiden osalta käyttöönottoraportti sekä mittausdata numeerisessa muodossa (luku 15.1.2).

Käyttöönottoraportin kuvaajissa ja taulukoissa tulee esittää käyttöönottokokeissa mitatut suureet ja asetusrvojen 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 aseteluissa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset aseteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot:

- 1) Taajuussäätö-ylitajuustoimintatila
 - Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti pätehtöä taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu

Formatted: Normal Indent, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 2,93 cm + Indent at: 3,57 cm

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

Commented [A123]: Korostettu raportin roolia vaatimustenmukaisuuden osoittajana; raportteja ei laadita raportoinnin vuoksi.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A124]: Raportissa esitettyjen tulosten pitää selkeästi kertoa, miten koe osoittaa jonkin vaatimuksen täytymisen ja miten esim. mitattu arvo vertautuu laitoksen luvattuun suoritusarvoon. Esimerkiksi mitattu loistehokapasiteetti vastaa laskennallista loistehokapasiteettia tietyllä pätehtetasolla.

Commented [A125]: Usein käyttöönottoa tekeville henkilöillä ei ole tietoja suunnitteluvaiheesta ja erityisesti mallinnusten yhteydessä sovitusta parametrioineista, jolloin laitteet parametroidaan käyttäen vakioasetteluita tai kokemusperäisiä asetteluita. Vastaavasti muutetut asetellut eivät päädy voimalaitoksen loppudokumentointiin ja simulointimalleihin. Asetellut ja niiden muutokset pitää dokumentoida ja sisällyttää raporttiin.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

95 (196)

Formatted Table

suuri kasvu. Säättöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka [ja kuollut alue](#), ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.

- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -rampeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset [ja kuollut alue](#).
- Koe voidaan suorittaa [osoittamalla säädön aktivoituminen](#) syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % [ja kuollut alue 0,00 Hz](#). [Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz ylitaajuudella.](#)
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Commented [A126]: LFSM:llä ei ole kuollutta aluetta

Formatted: Default Paragraph Font

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 [ja kuollut alue](#).
- Koe voidaan suorittaa [osoittamalla säädön aktivoituminen](#) syöttämällä taajuusmittaukseen -0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % [ja kuollut alue 0,00 Hz](#). [Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoidu alle 0,5 Hz alitaajuudella.](#)
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.4.2 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

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 -rampeja, jotka ovat riittävän suuria aktivoimaan koko pätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue sekä kyky tosiasiallisesti kasvattaa tai vähentää

Commented [A127]: Lisätty vaatimus tilamuutoksen todentamisesta. Joskus tämä on jäänyt todentamatta.

pätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:

- Mitataan taajuussäädön vaste vähintään 10 minuutin ajan verkon normaaliin taajuusmittaukseen perustuen.
- Syötetään taajuusmittaukseen $+0,1:n$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- Syötetään taajuusmittaukseen $+0,5$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- Syötetään taajuusmittaukseen $-0,1$ Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- 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 normaaliin tilaan. 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 minimi- ja maksimiarvoon. Asetetaan kuollut alue asettelun 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 pätötehoa luvun 11.3.4.1 määrittämällä käyttöalueella ja muutosnopeudella. Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho pienimmälle pätötehotasolle, jossa vaadittu pätötehon muutosnopeus on mahdollinen ja tämän jälkeen ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho suurimmalle pätötehotasolle, jossa

Commented [A128]: Säätäjän tilamuutoksen (luku 11.3.3.3) todentamiselle on lisätty oma kohta, jolla vaatimuksen täyttyminen näytetään.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

vaadittu pätötehon 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 irtikykytymistä sähköjärjestelmästä. Irtikykytymisen 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 irtikykytyneenä.
- 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 päto- tai loistehossa.

7)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.

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A129]: Tämä jo nyt yleensä rutiinomaisesti suoritettava koe on nyt lisätty vaatimukseksi.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

- 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)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.

9)10) Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky kuluttaa ja tuottaa loistehoa luvun 12.2 vaatimusten mukaisesti ja todentaa loistehokapasiteetilaskelman 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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A130]: Tyypillisesti generaattorilla on jännitesäädön lisäksi vakioiloistehosäätö ja tehokerroinsäätö, jotka tulevat voimalaitoksen operaattorin saataville. Kaikki käytettävissä olevat säätötilat tulee testata ja raportoida.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

99 (196)

b) 75% ~~50%~~ mitoitustehosta, vähintään 60* minuuttia

c) ~~minimiteholla~~, vähintään 60* minuuttia

*) Kokeen kesto minimiteholla ja 50 % tehoasolla voidaan lyhentää 15320 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 ohjearvo hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätötehoasolla.

• Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli toiminta-aika vaaditussa toimintapisteessä on todennettu ja lukujen 11.3.3.4 ja 12.2 vaatimukset täyttyvät.

—

•

10)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 ohjausosoikeuksien priorisointi.

• Koe suoritetaan antamalla ohjauspaikalta sähköinen ohjaus voimalaitokselle. Ohjauskokeet tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausosoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjauskokeet 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 täyttyessä.

Formatted Table

Commented [A131]: Testaaminen tällä tehoasolla on informatiivisempi. Myös linjassa suuntaajakytettyjen laitojen vaatimuksen kanssa.

Commented [A132]: Loistehokapasiteetikokeen kesto vaatimukset tulevat RfG:stä. RfG:n mukaisesti vaatimusten todentamiseen voidaan kuitenkin käyttää myös laitetodistuksia (testiraportteja). Tällä alempien tehoasojen testaamiseen tehtävällä lievennyksellä pyritään lyhentämään testien kokonaiskestoa.

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

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A133]: Luvussa 10.4.1 annettujen vaatimusten täytyminen tulee todentaa kokeella

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

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

Formatted: Default Paragraph Font

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

14.4 Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet

Formatted: Normal, No bullets or numbering

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Lisästabilointipiirin 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 päätotehotasolla.
- 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.

Lisästabilointipiirin virittämistä [ja siihen liittyvää raportointia koskeva ohje on esitetty](#) tämän asiakirjan liitteenä [C 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 [turpiiniturbiini](#)-generaattorin ja sähköjärjestelmän vuorovaikutuksen mallintaminen huomioiden voimalaitoksen [turpiiniturbiinigenaattorin](#) 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 jänniteensäätäjän 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 lohkokaavioita \(IEEE 421.5\).](#)

Mikäli toimitetut mallinnustiedot eivät ole standardoituja ja yksiselitteisiä, [tulee mallit toimittaa itse luotuna avoimina \(nk. white box\) tai suljettuina \(nk. black box\) valmistajalleina, jotka ovat yhteensopivia](#) Fingridin [määrittelemien](#) simulointiohjelmien kanssa.

Commented [A134]: Poistettu tarpeettomana.

Commented [A135]: Täsmennys; rajoittimilla on olennainen vaikutus vasteeseen

Commented [A136]: Voimalaitoksista toimitetut mallinnustiedot, esimerkiksi jänniteensäätöä kuvaavat lohkokaaviot, toimitetaan usein muodossa, joka on sellaisenaan epäyhteensopiva Fingridin käyttämien ohjelmistojen standardimallien kanssa. Tietoa vaaditusta lähtötietojen yhteensopivuudesta on nyt tarkennettu.

Commented [A137]: Täsmennetään, että myös black box-malli hyväksytään, kunhan se on yhteensopiva Fingridin ilmoittamien ohjelmistoversioiden 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](#))

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A138]: Rajoitinsäätöjen kuvaaminen on tärkeää

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

— Lohkokaavioesitys jännitteen ja loistehon säädöstä parametreineen [\(ml. rajoittimet\)](#)

3) —

[3\)](#)

4) Lohkokaavioesitys lisästabiloitipiiristä parametreineen (vain tyyppi D)

102 (196)

Formatted Table

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

Formatted: Space After: 11 pt, Line spacing: single

Formatted: Space After: 10 pt, Line spacing: Multiple 1,15

5) Mallinnustietojen todentamisen tulokset:

- raportti mallinnustietojen todentamisesta,
- laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 15.1 esittämässä laajuudessa,
- käyttöönottokokeiden mittaustulokset numeerisessa muodossa taulukon 15.2 esittämässä laajuudessa niiltä osin kuin taulukko 15.1 todennettavaksi velvoittaa,
- 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 jänniteensäädön 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 BC .	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. Kyseisen laskentamallin 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.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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 16.3.142.2 kuvauksen mukaisesti.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A139]: Korjattu virheellinen viite

Formatted: Default Paragraph Font

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.

Formatted: Outline numbered + Level: 4 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm

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

Commented [A140]: Siirretty sellaisenaan luvusta 16.3.2. Minimitehon ylärajan määrittely 10%:iin ja siihen liittyvien tietojen toimitamisvaade voidaan Fingridin näkemyksen mukaan ulottaa jo B-tyypin suuntaajakytketyille voimalaitoksille, sillä sen katsotaan toteutuvan jo nykyisellään, eikä se aiheuta liittyville lisäkustannuksia tai lisää teknistä monimutkaisuutta.

Formatted: Outline numbered + Level: 4 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0 cm + Tab after: 2,3 cm + Indent at: 2,3 cm

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 laitososien 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.

Commented [A141]: Siirretty sellaisenaan luvusta 16.3.2. Tiedot on perusteltua toimittaa myös B tyypin laitoksista.

Formatted Table

Mitoitusteho voidaan rajoittaa ohjelmallisesti liittyvän sähköntuotantolaitteiston asennetun tuotantokapasiteetin määrittämää nimellistä mitoitustehoa pienemmäksi. Mikäli voimalaitoksen mitoitustehoa rajoitetaan ohjelmallisesti, tulee kuvaus rajoituksen syistä, toteutuksesta ja valvonnasta sisällyttää toimitettaviin tietoihin.

Commented [A142]: Tämä on lievennys aiempaan VJV2018 vaatimukseen, jossa ohjelmallinen rajoittaminen oli kielletty.

Commented [A143]: Mitoitustehoa voidaan rajoittaa ohjelmallisesti, mutta tiedot rajoituksesta on toimitettava

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 suojauselle alemman asettelun.

Formatted: Font: Italic

Commented [A144]: Mikäli mitoitusteho voi ylittyä, tulee käyttövarmuuden turvaamiseksi laitos varustaa laukaisevalla suojalaitteella, joka rajoittaa tehon nopeasti sallitulle tasolle.

Commented [A145]: Mikäli laitoksen merkitys verkon käyttövarmuudelle on suuri, voidaan ylitehosuojaukselta joutua asettelemaan tiukemmin.

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

16.2.2 Pätötehon rajoittaminen

Pätötehon tuotannon yläraja 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.

Commented [A146]: Siirretty luvusta 16.3.4 koskemaan myös B tyypin voimalaitoksia. Vaatimus voidaan Fingridin näkemyksen mukaan ulottaa jo B-tyypin voimalaitoksille, sillä tarve kyvylle rajoittaa tehoa on verkonhaltijan kannalta olennainen.

Commented [A147]: Asettelutarkkuutta on muutettu 1 MW -- > 0,1 MW, mikä ei ole nimenomaisesti asetteluarvona tiukka vaatimus ajatellen B-tyypin laitoksia, joille 1 MW voi tarkoittaa 10-100%:ia mitoitustehosta. Suurempia laitoksia ajatellen tämä ei ole vaatimus säädön tarkkuudelle vaan asettelulle, joten 0,1 MW ei ole ongelma.

16.3 Pätötehon rajoittamisen yhteydessä tapahtuvan tehomuutoksen nopeutta tulee voida rajoittaa.

16.4.16.3 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

16.4.1-16.3.1 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.

Formatted Table

16.4.2 Voimalaitoksen **pätöteho**, käynnistys ja omakäyttö

Commented [A148]: Pätötehoa koskevat määrittelyt siirretty koskemaan jo B-tyyppiä lukuun 16.2.1

16.4.2.1 **Minimiteho**

Formatted: Heading 3, Space Before: 12 pt, After: 12 pt

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

Formatted: Heading 3

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

16.4.2.2 **Mitoitusteho**

Formatted: Heading 3, No bullets or numbering

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

Formatted: Heading 3

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

16.3.2 Voimalaitoksen **yllänormituskykyyn liittyvät tiedot on toimitettava osana toimitettavia tietoja**.

Commented [A149]: Siirretty lukuun 16.2.1

16.4.2.3-16.3.2.1 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.

16.4.2.4-16.3.2.2 Omakäyttöteho

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

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

46.4.3-16.3.3 Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus

46.4.3.1-16.3.3.1 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).

46.4.3.2-16.3.3.2 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 allassäätö ei saa johtaa suuntaajakytkeyn voimalaitoksen tai sen yksittäisten suuntaajakytkeytyjen yksiköiden irtikykytyymiseen.](#)

[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.](#)

Commented [A150]: Taajuussäädön toimintavaatimuksia on täsmennetty yhdenmukaisen toteutuksen varmistamiseksi.

Säädön tulee olla parametroitavissa taajuusaluekohtaisesti, jotta se mahdollistaa voimalaitosten osallistumisen reservimarkkinoille vastaten eri reservimarkkinapaikkojen tarpeisiin.

Taajuussäädön toiminnan pitää olla jatkuvaa eli siirryttäessä asetteluiden (toimintatilojen) välillä, säätö toimii ilman askelmaisia muutoksia.

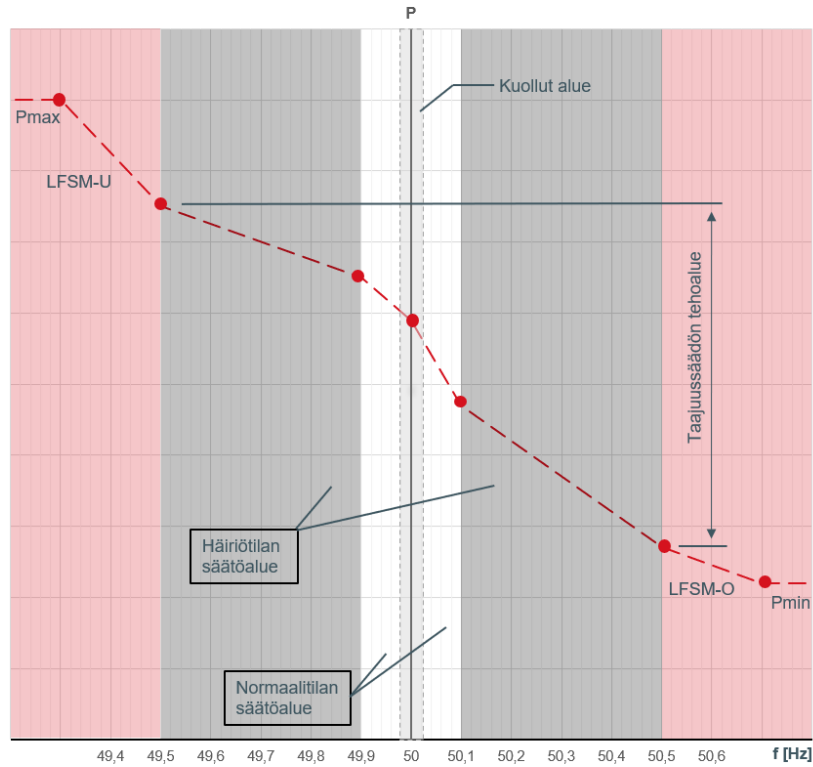
FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

109 (196)

Formatted Table



Kuva 16.1. Tajuuussäädön 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.

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

Formatted: Font: Not Bold, Italic

Formatted: Font: Not Bold, Subscript

Formatted: Font: Not Bold, Italic

Formatted: Font: Not Bold, Subscript

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Voimalaitoksen päätöshoa tulee lyetä rajoittamaan siten, että tajuuussäädön toiminnan seurauksena voimalaitos voi kasvattaa tai pienentää päätösho tuotantoaan taajuuden vaihtelun mukaan. Rajoitus on lyettävä tekemään vakio päätöshoalle sekä suhteessa primäärienergiasta saatavissa olevaan tehoon.

Tajuuussäädölle tulee voida määrittää taajuusaluekohtaisesti tehoalue, jossa voidaan säätää voimalaitoksen tuottamaan päätöshoa.

Pätöshoa alacäättö oi eaa johtaa euuntaajakytketyn voimalaitokoon tai sen yksittäisten euuntaajakytkettyjen yksiköiden irtikytköytymiseen.

Säädölle on oltava aseteltavissa kuollut alue.

Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella.

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

16.4.3.3-16.3.3.3 Aseteltavat säätöparametrit

Taajuussäädön asetteluarvon tulee vastata sähköjärjestelmän nimellistaajuutta 50 Hz.

Taajuussäädön statiikan tulee olla aseteltavissa taajuusaluekohtaisesti

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

Formatted: Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 3,57 cm + Indent at: 4,2 cm

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.

Commented [A151]: 0,1 MW on sopivampi asettelutarkkuus. Huom! tämä ei ole säätötarkkuus.

Taajuussäädössä käytettävä pätötehon muutosnopeuttaden asetteluarvo tulee pystyä määrittämään 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.

16.4.4 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.

Pätötehon rajoittamisen yhteydessä tapahtuvan tehomuutoksen nopeutta tulee voida rajoittaa esimerkiksi luvussa 16.3.5 kuvatulla tai vastaavalla tavalla.

Ylärajan asettelu tulee antaa vähintään 1 MW:n tarkkuudella suuntaajakytetyn voimalaitoksen minimi- ja mitoitustehon rajaamalla alueella.

Commented [A152]: Siirretty lukuun 16.2.2

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 ~~svaatus~~ voimalaitoksen toimiessa taajuussäädössä määräytyvät markkinapaikan (esim. FCR-N ja FCR-D) asettamien teknisten vaatimusten perusteella.

Formatted: Normal Indent, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, No bullets or numbering

16.4.5-16.3.5 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 ($0,1 \times P_{\max} / \text{minuutti}$) ja maksimiarvo on voimalaitokselle suurin mahdollinen muutosnopeus, kuitenkin vähintään 100 % mitoitustehosta minuutissa ($1,0 \times P_{\max} / \text{minuutti}$). Asetteluarvon pienimmän muutoksen on oltava vähintään yksi megawatti minuutissa (1 MW/minuutti). Oletusarvona pätötehon muutosnopeudelle voidaan käyttää ~~50~~100 % mitoitustehosta minuutissa, ellei liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid ole määrittänyt tästä poikkeavaa rajaa, kuitenkin korkeintaan 120 MW minuutissa (keskimäärin 2 MW/s). Tehon muutoksen tulee tapahtua lineaarisesti ilman yli 5 %:n askelmaisia muutoksia.

Commented [A153]: Annettu vaatimukset tehorempille ja oletusarvot rampinopeudelle.

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

16.4.6-16.3.6 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 alashajasta ei ole välttämätöntä toteuttaa omana toimintonaan, jos se on mahdollista toteuttaa hyödyntäen voimalaitoksen tehonsäätöjärjestelmän muita toiminnallisuuksia.

16.4.7-16.3.7 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 ~~etäyhteydellä kaukokäytöllä.~~

Commented [A154]: VJV:ssä käytetty yhdenmukaisesti termiä kaukokäyttö

16.4.8-16.3.8 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. Vähintään 1 MW.~~

Commented [A155]: Säädön tarkkuuden määritelmää on täsmennetty ja muutettu suhteelliseksi aiemman absoluuttisen 1 MW määritelmän sijasta, joka oli pienille voimalaitoksille epätarkka ja suurille haastava.

Taajuussäädön herkkyyden tulee olla vähintään 10 mHz, ja ~~Taajuuden askelmaisessa muutoksessa taajuussäädön alkuviveen reagointiajan~~ tulee olla enintään 2 s.

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

16.4.9-16.3.9 Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella

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

Tuuliturbiiniturbiini-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.

16.4.10 ~~Tuotannon aloittaminen uudelleen sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen~~

~~Voimalaitoksen tuotannon automaattisesta aloittamisesta sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen on sovittava erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.~~

Commented [A156]: Tämän luvun sisältö on siirretty yleisiin vaatimuksiin lukuun 10.4.2

~~Mikäli voimalaitoksen tuotannon aloittamiseen sähköverkosta irtikykytymisen jälkeen liittyy voimalaitoksen toimintaan ja toteutukseen liittyviä rajoitteita, kuvaus rajoitteista on toimitettava osana voimalaitosdokumentaatiota.~~

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

113 (196)

Formatted Table

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 alimagnetoituina loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä nimellistehon tehokertoimella 0,95. Kuvassa 17.1a) on kuvattu tämä loistehokapasiteettialue.

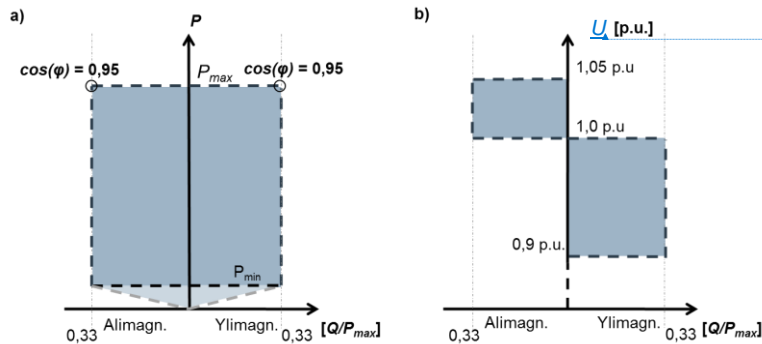
[Voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimus tulee ensisijaisesti täyttää voimalaitoksen liittymispisteessä. Vaihtoehtoisesti vaaditun loistehokapasiteetin määrittämisessä käytettävänä mitoitustehona \(Pmax\) voidaan käyttää voimalaitoksen päämuuntajan yläjännitepuolen navoista mitattavaa suurinta pätötehoa, jolloin loistehokapasiteettivaatimuksen tulee täytyä tässä pisteessä, eikä mahdollista päämuuntajan ja liittymispisteen välistä liittymisverkkoa ja sen häviöitä huomioida voimalaitoksen mitoitustehossa ja loistehokapasiteetin määrittämisessä.](#)

[Liittymispisteestä Loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä](#) mitatun loistehon tulee olla kuvan 17.1b) osoittamalla tavalla:

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

Commented [A157]: Tämä täsmennys mukailee nykytulkintaa, joka on esitetty 8.7.2020 julkaistussa ohjeessa <https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/palvelut/kulutuk-sen-ja-tuotannon-liittaminen-kantaverkkoon/voimalaitosten-loistehokapasiteettivaatimus-ja-lisakompensointi.pdf>

Voimalaitokselta ei vaadita loistehontuotantoa minimitehoa pienemmällä teholla.



Formatted: Font: Italic

Kuva 17.1. Loistehokapasiteettivaatimukset pätötehon ja liittymispisteen 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 pätöteho tuotantoa tulee rajoittaa tehotasolle, jolla loistehokapasiteettivaatimus täyttyy.

Commented [A158]: Esimerkiksi kytkettävän lisäkompensoinnin (kondensaattoreiden) epäkäytettävyys on tällainen poikkeama.

Formatted: Normal, Indent: Left: 0 cm

17.2.2

Lisäloistehokapasiteetti

Loistehokapasiteetin osalta liittymispisteen verkonhaltija voi määrittellä lisäloistehon, joka on tuotettava, jos suuntaajakytketyn voimalaitoksen liittymispiste ei ole nostomuuntajan suurjännitelämmittimissä, 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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 voimalaitusyksiköiden 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 päätötehon tuotanto on alle 85 % mitoitustehosta (P_{max}).

Kompensointiparistot pitää toteuttaa estokelaparistona tai muuna suodattimena, jonka viritystaajuudeksi suositellaan 189 Hz, ellei liittymispisteen verkkohaltija ilmoita tästä poikkeavaa mitoitusarvoa. Kytkevän kompensointipariston

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

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

17.2.4

Loistehokapasiteetilaskelma

Liittyjän on toimitettava voimalaitoksen liittymispisteen verkkohaltijalle 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 päätötehotasilla. Loistehokapasiteetilaskelmaan tulee merkitä loistehoa rajoittavien rajoittimien asettelut.

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 voimalaitusyksiköiden jännitealueet ja loistehokapasiteetit

Formatted Table

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A159]: Tehdyt täydennykset mukailevat sovellusohjeen 8.7.2020 "Voimalaitosten loistehokapasiteettivaatimus ja kytkettävä lisäkompensointi (fingrid.fi)" sisältöä, johon on VJV2024:ssä tehty tarkennuksia.

Commented [A160]: Nykyisessä sovellusohjeessa sallittua 15% rajaa on nostettu 20%:iin.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Subscript

Commented [A161]: pelkkien kondensaattoreiden käyttöä ei enää hyväksytä

Commented [A162]: Fingrid antaa erillisen suosituksen käytettävästä ohjauslogiikasta, joka perustuu päto- ja loistehoon.

Commented [A163]: Tätä ei suositella. Paristo aiheuttaa turhia loistehohäviöitä ja loisteholaskutusta liittyjälle.

Commented [A164]: Fingrid ohjeistaa tarvittaessa aikaviiveiden määrittelyssä

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

Formatted: Default Paragraph Font

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

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.

117 (196)

Formatted Table

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

118 (196)

Taulukko 17.1. Loistehokapasiteetilaskelmissa käytettävät toimintapisteet.

Liittymispisteen jännite [kV]	0,85*	0,90	1,00	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				

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	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 loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				

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					

Formatted Table

Commented [A165]: Täsmennetty *-tekstiin, että tuotettava loisteho on saatavilla oleva loisteho, sillä täysimääräinen loistehokapasiteettivaatimus ei päde alle 0,90 pu jännitteellä

Formatted: Centered

Formatted: Finnish

Formatted: Finnish

Formatted: Finnish

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

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Centered

Formatted Table

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), Not Italic, Font color: Auto, Finnish

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt, Font color: Background 1

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Centered

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Font: (Default) +Headings (Arial), 9 pt

Formatted: Normal, Space After: 0 pt

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A166]: Erikoistapauksissa loistehokapasiteettia saatetaan joutua rajoittamaan väliaikaisesti tai pysyvästi.

Commented [A167]: Esimerkiksi kytkettävän lisäkompensoinnin (kondensaattoreiden) epäkäytettävyys on tällainen poikkeama.

Commented [LL168R167]: muutettu 0,1 kV

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 irtkykeytymisen riskiä.

Mikäli voimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimusta ei voida väliaikaisesti täyttää esimerkiksi kompensointilaittojen epäkäytettävyydestä johtuen, voimalaitoksen päätöksen tuotantoa tulee rajoittaa tehotasolle, jolla loistehokapasiteettivaatimus täyttyy.

Formatted Table

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 laitoksen toimiessa minimitehonsa yläpuolella. Muiden tuotantovalmiudessa olevien ja jänniteensäätöön osallistuvien laitossosioiden loistehokapasiteettia tämän minimitehotason alapuolella ei saa ohjelmallisesti rajoittaa laitteiston todellisen teknisen suorituskyvyn alapuolelle.

Mikäli yksittäisiä laitossosioita voidaan käyttää myös itsenäisesti (esim. toisten laitossosioiden ollessa poissa käytöstä), tulee niiden tuolloin täyttää laitossosiokohtaisen mitoitustehonsa mukainen loistehokapasiteettivaatimus hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimuksen määrittelypisteessä.

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

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

Commented [A169]: Lisätty uusi luku hybridivoimalaitoksista

Commented [A170]: Esimerkki: mikäli tuulivoimalaitoksesta ja sähkövarastosta koostuvan hybridilaitoksen tuulivoimalaitossosio ei ole käytössä (suuntaajat eivät ole verkossa), ei pelkän sähkövaraston tarvitse pystyä tuottamaan koko hybridivoimalaitoksen loistehokapasiteettivaatimusta.

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

Commented [A171]: Esimerkki: Tuulivoimalaitoksesta ja aurinkovoimalaitoksesta koostuvan hybridivoimalaitoksen, (jonka mitoitusteho on asennettua nimellispätötehoa pienempi) loistehokapasiteettivaatimus voidaan täyttää hyödyntämällä aurinkovoimalaitossosion suuntaajia, jos tuuliturbiinien suuntaajien loistehokapasiteetti ei riitä. Näin voidaan välttyä kytkettävän lisäkompensoinnin lisäämiseltä.

Formatted Table

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.

Formatted: Heading 3

Formatted: Indent: Left: 2,3 cm

18.1.2 Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö

Suuntaajakytketyn voimalaitoksen tulee syöttää kapasitiivista loisvirtaa alijännitteiden aikana ja induktiivista loisvirtaa ylijännitteiden aikana. Loisvirran (I_p) syöttöä tulee priorisoida päätövirtaan (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.

Loisvirran nousuajan syöttömoodin tulee nousta 90 %:iin tavoitearvostaen tulee olla 30–50 ms ja loisvirran kuluessa ja tulee asettua tavoitearvoon (toleranssi +20 %...-10 %) 60–80 ms kuluessa. Viive- määritellään jännitteen askelmaisen muutoksen alkueksestä.

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

Commented [A172]: Tämän luvun sisältö on siirretty tähän luvusta 10.3.3 ja sitä on täydennetty uusilla induktiivisen vikavirran syöttövaatimuksilla.

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

Commented [A173]: Tämä on uusi vaatimus. Induktiivisen vikavirran syötöllä pyritään alentamaan sähköjärjestelmässä esiintyviä ylijännitteitä, mikä estää voimalaitosten ja kuluttajien irtoamista verkosta ylijännitteillä ja parantaa siten verkon käyttövarmuutta.

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

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Commented [A174]: Tämä on VJV2018 tekstiä, jonka RfG sanelee suoraan (mandatory requirement)

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

121 (196)

Formatted Table

Täyssuunnatulla konverterilla (FC) varustetun voimalaitoksen loisivirran syötön k-kertoimen tulee olla aseteltavissa erikseen kapasitiiviselle ja induktiiviselle loisvirralle välillä 2–6. Loisivirran syötön k-kertoimen ~~k~~ tulee oletusarvo ~~asetella~~ on 2.5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k-kertoimen määräämässä suhteessa.

Formatted: Font: Italic

Kaksoissyötetyllä epätahtikoneella (DFIG) varustetun voimalaitoksen loisivirran 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.

Loisivirran syötön ~~aktivoituminen~~ toiminta on esitetty kuvassa 18.5. Loisivirran syötön aktivoituessa vaadittu lisäloisvirta ΔI_L summautuu aktivoitumista edeltäneeseen loisvirtaan. Suurimman syötetyn loisivirran määrittää suuntaajan virtakestoisuus.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Subscript

Mikäli suuntaajakytetyn voimalaitoksen suuntaajat ovat nk. verkkoa luovia suuntaajia, loisivirran syöttöominaisuudet saattavat poiketa tässä luvussa vaaditusta. Tässä tapauksessa Fingrid arvioi toteutuksen vaatimustenmukaisuuden erikseen.

Commented [A175]: Lisäloisivirran tulkinnasta on ollut epäselvyyttä ja asiaa pyritään selventämään tällä täsmennyksellä sekä uudella kuvalla 10.5, joka kuvaa k-kertoimen määrittelyä ja vikavirransyötön aktivoitumista.

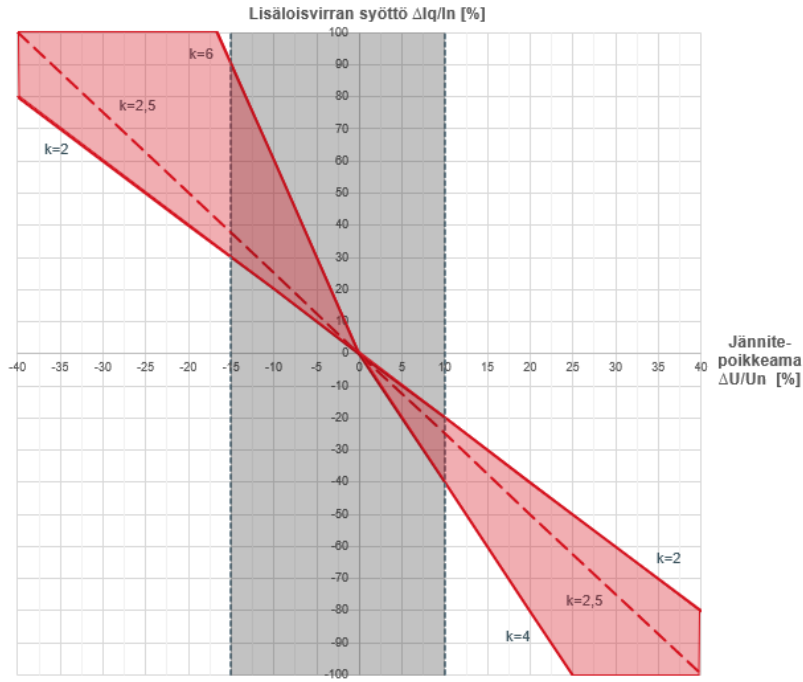
FINGRID

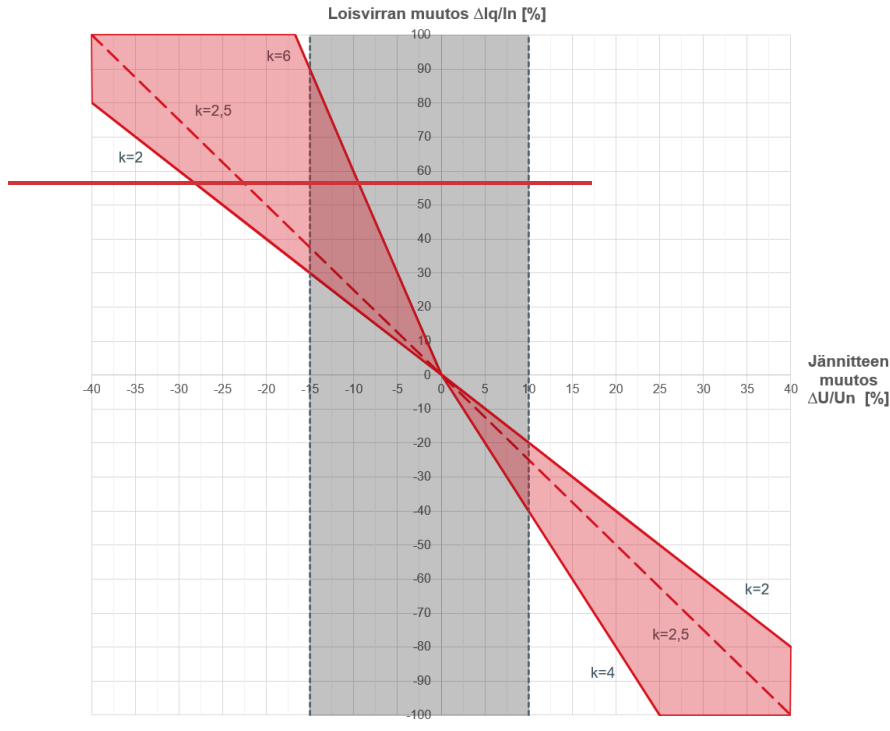
ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

122 (196)

Formatted Table





• [Kuva 18.5. Loisvirran aktivointirajat jännitteen perusteella sekä k-kertoimen määrittely. Loisvirran syöttö aktivoituu harmaan alueen ulkopuolella. Nuolen alkupiste kuvaa loisvirransyötön aktivoitumista ja suunta lisäloisvirran kasvua jännitepoikkeaman kasvaessa. Punainen alue kuvaa DFIG-voimalaitoksen k-kertoimen asettelualuetta. Katkoviiva kuvaa täyssuuntaajalaitoksen kulmakerrointa \$k = 2,5\$.](#)

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

Formatted: Font: Italic

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.

Formatted: Default Paragraph Font

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 askelmaisiin muutoksiin ja jatkuvaan vaihteluun tulee olla stabiili ja muutosten seurauksena toteutettavat säätötoiminnot eivät saa johtaa toistuviin tai heikosti vaimeneviin heilahteluihin laitoksen lois- tai pätehdossa.

[Voimalaitos laitos- ja laitetasoisine säätöineen tulee suunnitella toimimaan stabiilisti osana voimajärjestelmää, jossa suuntaajakytettyjen voimalaitosten ja suuntaajakytettyjen 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.](#)

[Liittymän tulee tarvittaessa muuttaa säätöjen asetteluita voimalaitoksen elinkaaren aikana vaatimustenmukaisuuden ylläpitämiseksi.](#)

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

[Liittymän tulee sopia ennen voimalaitoksen käyttöönoton aloittamista liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa voimalaitoksen jännitteen ja loistehonsäädön toimintatilasta pätehdon syötön aloittamishetken ja valmiin voimalaitoksen käyttöönototestien välisenä aikana. Liittymispisteen verkonhaltija tai Fingrid voi vaatia jännitteensäädön käyttöönottoa jo ennen voimalaitoksen täyden kapasiteetin valmistumista.](#)

Commented [A176]: Suuntaajakäyttöiset voimalaitokset perustuvat vielä toistaiseksi verkkoa seuraaville suuntaajille, joiden säädön toimintaa on hyvin riippuvainen verkkoon kulloinkin kytkettyneiden muiden vastaavien suuntaajien määrästä ja toiminnasta. Tämä saattaa edellyttää koordinoitua ja lisätarkasteluita, joilla laitosten stabiili toiminta, korkea käytettävyys ja sähköjärjestelmän käyttövarmuus turvataan erilaisissa käyttötilanteissa ja häiriöissä.

Suuntaajavaltaiseen järjestelmään liittyvät ilmiöt ovat teknisesti monimutkaisia ja vasta osittain tunnettuja. Uusia voimalaitoksia liitettäessä tehtävä suunnittelu ja selvitykset suoritetaan tiiviissä yhteistyössä liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa, jotka pystyvät antamaan tarvittavat tiedot liittymispisteen verkosta.

Commented [A177]: Voimalaitoshankkeiden pitkittyminen johtaa helposti tilanteeseen, jossa teknisesti valmis laitos ajaa pitkään loistehosäädöllä odottaen VJV-käyttöönottoestejä ja jännitesäädön virallista käyttöönottoa vaikka sille olisi jo edellytykset. Tällä lisäyksellä halutaan varmistaa, että jännitesäätö saadaan tarvittaessa käyttöön mahdollisimman aikaisin. Erityisesti tämä on tärkeää suurten, vaiheittain valmistuvien voimalaitoshankkeiden kohdalla.

Commented [A178]: Tällä täsmennyksellä varmistetaan, että C-tyypin voimalaitoksen jännitesäätö toteutetaan laitostasolla eikä suuntaajasolla.

Commented [A179]: 0,01 pu muutos on verrattain iso, 0,005 pu antaa paremman säädettävyyden

18.2.2

Vakiojännitesäätö

Voimalaitoksen tulee kyetä toimimaan vakiojännitesäädöllä siten, että [suuntaajakytettyille yksiköille yhteisen](#) säädön avulla, loistehostatiikka huomioiden, on mahdollista ohjata suoraan liittymispisteen tai muun, [liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa sovittuun pisteeseen](#) jännitettä.

Vakiojännitesäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa liittymispisteen jännitteelle määritettyjen jatkuvan toiminta-alueen raja-arvojen mukaisesti enintään ~~0,0051 pu:n~~ **0,1**

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

125 (196)

Formatted Table

kV:n portaissa. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttöyhteydellä annettavat jänniteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta. ohjearvon muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana jänniteenloistehon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan $2 \text{ Mvar}/0,1 \text{ kV/s}$.

Commented [A180]: Tällä lisäyksellä halutaan varmistaa, että isotkaan ohjearvojen muutokset eivät johda suuriin askelmaisiin muutoksiin vaan toimintapisteiden välillä liikutaan rampilla.

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

Formatted: Not Highlight

Jänniteensäädölle ei saa asettaa kuollutta aluetta.

Voimalaitoksen ollessa verkkoon kytkeytyneenä tulee vakiojänniteensäädön vasteen olla ja liittymispisteen jänniteen askelmaisen muutoksen tai jänniteensäätäjän ohjearvon muutoksen ollessa alle $\pm 0,025$ pu muutoksessa seuraavanlainen tulee vakiojänniteensäätöjänniteensäädön vasteen olla seuraavanlainen:

- 1) loisvirran (I_L) nousuaika nolasta 5 prosenttiin suuntaajakytetyltä yksiköltä mitatusta loisvirran kokonaismuutoksesta tulee olla korkeintaan 30 ms. Tämän loisvirran muutoksen nopean alkuvasteen tulee perustua suuntaajakytettyjen yksiköiden nopeaan säätöön ja loisvirran muutoksen suunnan tulee olla kohti loppuarvoa. Loisivirran suuruutta tai nousuaikaa ei tule tarpeettomasti rajoittaa, vaan vasteen tulee aktivoitua nopeasti ja mahdollisimman suurena säädön stabiili toiminta huomioiden.
- 2) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen nousujan nolasta 890 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla korkeintaan 0,2–1,0-1 sekunti. sekuntia.
- 2)3) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % liittymispisteestä mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta,
- 3)4) liittymispisteestä mitatun loistehovasteen tulee asettua tavoitetasolleen 5 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä,
- 5) liittymispisteestä mitatun pysyvän tilan loistehon loistehon oloarvon poikkeama saa olla korkeintaan ± 5 % loistehon muutoksen tavoitearvosta, kuitenkin enintään $\pm 1 \text{ Mvar}$.
- 6) edellä määriteltyjen aikaviiveiden alkuhetki on verkossa näkyvän jänniteaskeleen alkuhetki.

Formatted: Subscript

Commented [A181]: Nopealla jänniteensäädön alkuvasteella on Fingridin selvitysten mukaan merkittävästi jänniteensäätöä stabiloiva vaikutus, mikä näkyy kyvykkytenä toimia stabiilisti erittäin alhaisella (ekvivalentisella) oikosulkutehosuhteella.

Käytännössä tällainen alkuvaste edellyttää suuntaajatasolla (turbiinitalalla) tehtävää jänniteensäätöä, jossa suuntaajan loistehovastetta säädetään suuntaajan liitinjännitemittauksen perusteella. Nykyisten voimalaitostason säätäjien vaste on mm. tiedonsiirtoviiveistä johtuen liian hidas, sillä tavanomaisessa toteutuksessa keskussäätäjät mittaa säädettävän (110 kV) kiskon jännitettä ja lähettää sen perusteella loisteho-ohjeen yksittäisille suuntaajille laitosväylää pitkin.

Nopea jänniteensäätö löytyy jo nykyisellään useilta laitevalmistajilta. Näissä toteutuksissa jänniteensäätö on varustettu perinteisen laitostason säädön ohjeen sisemmäksi säätöpiiriksi toteutetulla suuntaajatasoisella jänniteensäätöpiirillä, joka tuottaa nopean alkuvasteen ja laitostason säätö säätää 1 tai 10 sekunnin loppuvasteen.

Commented [A182]: Jänniteensäädölle halutaan määrittää myös hitaampi, 10 sekunnin viritys, jolla säätöjä voidaan hidastaa tarvittaessa esimerkiksi keskeytystilanteissa menettämättä kuitenkaan jännitetukea voimalaitoksilta. Vaatimus kyvykkydestä vaihtaa parametrintia 1 ja 10 sekunnin viritysten välillä on esitetty luvussa 10.4.1.

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

Formatted Table

Mikäli jännitteensäädön toiminta ei ole stabiilia kaikissa käyttötilanteissa samoilla säädön asetteluilta, 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).

Formatted: Not Highlight

Olemassa oleviin voimalaitoksiin kohdistuvien laitosmuutosten yhteydessä Fingrid määrittelee erikseen suorituskyyvaatimukset ~~olemassa olevien~~ voimalaitosten jännitteensäätöön tehtäville muutoksille, mikäli jännitteensäädön säädön alkuperäinen tekninen toteutus ei mahdollista loisivirran nopeaa alkuvastetta.

4)

18.2.2.1 Vakiojännitesääjännitteensäädön suorituskylaskelma

Formatted: Normal, No bullets or numbering

Liittymän on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle laskelma voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyyvystä. Laskelma on toimitettava vaatimusten todentamisprosessin vaiheessa 1.

Laskelmassa on osoitettava verkkoon liitetyn voimalaitoksen voimalaitoksen jännitteensäätäjän suorituskyyky seuraavasti; kun verkkoon liitetyn voimalaitoksen jännitteensäätäjän asetteluarvoa muutetaan seuraavasti:

taustaverkon jännitettä muutetaan seuraavasti:

Commented [A183]: Edellyttää taustaverkon jännitteen muutosta; säätäjän referenssin muuttaminen tuottaa erilaisen vasteen

- A asetetaan voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 24 % 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.
- a setetaan 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. 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.
- A asetetaan voimalaitoksen loistehostatiikka arvoon 4 % ja muutetaan 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.

Commented [A184]: Jännitteensäädön vaste testataan muuttamalla erikseen verkon ja säätäjän referenssiä, koska ne tuottavat erilaisen vasteen

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

Taustaverkko kuvataan laskelmassa Fingridin antamalla mallilla tai sijaiskytkennän arvoilla. Fingrid tarkastaa laskelmassa esitetyn jännitteensäädön toiminnan ja käytettävät asettelut.

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

Kuvaus laskennassa käytetystä mallista, mukaan lukien laskennassa käytetyt parametrit ja säätöjärjestelmien lohkoavaioesitykset, 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, jännitesäätö ohjaa nostomuuntajille yhteistä kiskoajännitettä.](#)

[Voimalaitoksen ja liittymispisteen välisen liittymisjohdon vaikutusta voimalaitoksen jännitesäädön 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.](#)

[Jännitesäädön referenssimittaus voidaan joissain tapauksissa tuoda suoraan liittymispisteestä tai muusta mittauspisteestä käyttäen soveltuvaa tietoliikenneyhteyttä, jolla tarvittavat jännite- ja loistehomittaukset siirretään voimalaitokselle. Tällaista järjestelyä käytettäessä jännitesäädöllä on aina oltava voimalaitoksen paikallisiin mittauksiin perustuva jännitesäädön varajärjestelmä.](#)

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

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

18.2.3 Vakioloistehosäätö

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

Vakioloistehosäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle loisteholle tulee olla vähintään [\$\pm 4 \text{ Mvar}\$ \$2\%\$ mitoitusloistehosta](#) (toleranssi $\pm 0,5 \text{ Mvar}\%$). ~~Asettoluovan~~ ~~asettoluuvan~~ tulee vastata voimalaitoksen ~~todellista~~ loistehokapasiteettia.

Vakioloistehosäädön [tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua voimalaitoksen loistehon ohjearvon muuttamisen jälkeen, ohjearvon muutoksen ollessa \$\pm 30\%\$ mitoitusloistehosta](#) tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nollassa [90 prosenttiin](#) mitatusta loistehon kokonaisuutuksesta olla 10 sekuntia (toleranssi $\pm 1 \text{ s}$).

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

128 (196)

Formatted Table

Vakioloistehosäädön ohjearvon tulee olla aseteltavissa portaissa, jonka suuruus on korkeintaan 0,5 %:n mitoitusloistehosta, kuitenkin enintään 1 Mvar. Asetteluarvon asettelualueen tulee vastata voimalaitoksen todellista loistehokapasiteettia. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttötyheydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana loistehon ohjearvon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa ~~2~~ Mvar/s.

Commented [A185]: Tällä lisäyksellä halutaan varmistaa, että isotkaan ohjearvojen muutokset eivät johda suuriin askelmaisiiin muutoksiin vaan toimintapisteiden välillä liikutaan rampilla.

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 asettelualueen tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa välillä 0,95ind-0,95kap tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,0105:n portaissa.

Vakiotehokerroinsäädön tarkkuuden liittymispisteestä mitattavalle tehokertoimelle yli 50 % mitoitusteholla tulee olla vähintään 0,0405 (toleranssi $\pm 0,0052$).

Vakiotehokerroinsäädön tulee saavuttaa tavoitearvo 10 sekunnin kuluttua voimalaitoksen äkillisen pätötehon muuttumisen jälkeen ohjearvon muutoksen ollessa $\pm 0,02$ tulee muutoksen aiheuttaman loistehovasteen nousuajan nolasta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaisuudesta olla 10 sekuntia (toleranssi ± 1 s).

~~18.2.5~~ Vakiotehokerroinsäädön asettelualueen tehokertoimelle tulee olla aseteltavissa välillä 0,95ind-0,95kap tai tätä laajemmalla alueella enintään 0,005:n portaissa. Käyttöliittymistä paikallisesti tai kaukokäyttötyheydellä annettavat ohjearvon muutokset tulee toteuttaa ramppifunktiolla, jonka ohjaamana loistehon keskimääräinen muutosnopeus on korkeintaan 10 % mitoitusloistehosta sekunnissa ~~2~~ Mvar/s.

Formatted: Normal Indent, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, No bullets or numbering

Commented [A186]: Tällä lisäyksellä halutaan varmistaa, että isotkaan ohjearvojen muutokset eivät johda suuriin askelmaisiiin muutoksiin vaan toimintapisteiden välillä liikutaan rampilla.

Formatted: Default Paragraph Font

~~18.2.6~~ 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 ~~2~~ Mvar/s.

Formatted: Default Paragraph Font

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

Säätötilan tulee vaihtua automaattisesti säätöpiirin häiriötilanteessa, jossa esimerkiksi käytössä olevan säätötilan tarvitsema mittaus tieto menetetään. Vaihto tulee suunnitella

[siten, että voimalaitoksen pätö- tai loistehon tuotanto ei muutu tai lopu askelmaisesti. Säättötilan 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. Säättötapa ja asetteluarvo sovitaan liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.](#)
 - [— tehokertoimen asetteluarvo \$\cos \varphi = 1.00\$ tai liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittu arvo](#)
 - [— Vakio-loistehosäätö, loistehon asetteluarvo \$Q = 0\$ tai liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittu arvo](#)
- [4. Mikäli voimalaitoksen keskussäätäjä \(esim. puistosäätäjä\) menetetään, suoritetaan liittymispisteen verkonhaltijan niin vaatiessa tuotannon hallittu-alasajo tai voimalaitoksen irtikytkentä voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan toimesta. Irtikytkentä Tuotannon lopettaminen voidaan suorittaa myös autonomisesti laitos- tai yksikkötasolla perustuen esimerkiksi liittymispisteen verkonhaltijan kanssa sovittuun viiveeseen.](#)

[Kuvaus säättötilojen vaihdon toiminnasta häiriötilanteissa tulee sisällyttää osaksi toimitettavia tietoja.](#)

[18.2.7-18.2.6](#) Jännitteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet

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

[18.2.8-18.2.7](#) 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 koordinoida laitteiden toiminta muiden sähköjärjestelmän jännitteensäätöön osallistuvien komponenttien kanssa tulee sopia erikseen liittymispisteen verkonhaltijan kanssa.

Formatted: Default Paragraph Font

[18.2.8](#) Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö

[Tyyppin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen on täytettävä loisvirran syötön osalta kaikki samat vaatimukset kuin tyyppin 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 Q_n (ks. luku 22.3.1) määritellään hybridivoimalaitoksen mitoitustehon perusteella ($Q_n = 0,33 \times P_{max}$). Laitososioiden toimissa itsenäisesti mitoitusloisteho määritellään laitososion mitoitustehon 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.

Formatted: Indent: First line: 0 cm

18.3 Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö

18.3.1 Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet

Formatted: Heading 3

Teholuokan 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.

Commented [LL187]: Kuolleen alueen asettelukierto on poistettu C-tyyppiltä luvusta ja 18.2.2, mutta on edelleen voimassa D-tyypille ja siksi siirretty tähän. Syynä on C-tyypin voimalaitosten jännitteensäädön toiminnan koordinointi jakeluverkon päämuuntajan käämikytkimen kanssa. Koordinaatio, eli käämikytkimen toiminta ennen jännitteensäätöä ja siten voimalaitoksen loistehorajalleen ajautumisen estäminen mahdollistuu asettelemalla säädölle kuollut alue tai kasvattamalla jännitteensäädön statiikkaasettelua. Jälkimmäistä kannattaa suosia. Asia on kuvattu tarkemmin luvussa 21.2.2.

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. Säädöt tulee kuvata todennukaisesti 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](#) ~~ta~~[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 suorituskäyttöön rekisteröimiseen. Liittymispisteen verkonhaltija ja Fingrid päättävät osallistumisestaan oman harkintansa mukaan.

[Käyttöönottokokeissa voimalaitoksen järjestelmien toimintatilan pitää vastata normaalia käyttötilannetta ja sen suuntaajakytketystä 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 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 vakiojännitesääntötoiminnan toiminta. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää tarvittaessa tarkemman ohjeistuksen.

5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti päätöshoia taajuuden säätämiseksi tapauksessa, jossa järjestelmän taajuudessa tapahtuu suuri kasvu. Säättöjen 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 päätöshon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue. Koe voidaan suorittaa syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, jos luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Commented [A188]: LFSM:llä ei ole kuollutta aluetta.

Formatted: Default Paragraph Font

Liittymispisteen verkonhaltija voi tarvittaessa asettaa lisävaatimuksia käyttöönottokokeiden laajuudelle.

Liittyjä voi asianmukaisen kokeen suorittamisen sijaan käyttää valtuutetun todentajan antamia laitetodistuksia sen osoittamiseen, että kyseessä olevaa vaatimusta on noudatettu. Tällaisessa tapauksessa laitetodistukset on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle. Lähtökohtaisesti laitetodistuksilla ei voida taata 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, vastuuhenkilöt ja alustava aikataulu. Asiakirjat on toimitettava liittymispisteen verkonhaltijalle viimeistään 2 kuukautta ennen käyttöönottokokeiden suunniteltua aloitusajankohtaa.

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

Tapaamisessa liittyjän tulee sopia lopullinen käyttöönottoes suunnitelma, aikataulu ja käytännön järjestelyt liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa. Mikäli edellä mainitut osapuolet sopivat, että tapaamista ei järjestetä, tulee tiedonvaihto sovitavien asioiden suhteen järjestää muulla tavoin. Jokaisen edellä mainitun osapuolen tulee nimittää vähintään yksi yhteyshenkilö käyttöönottoa varten.

Järjestelmä vastaavana Fingridillä on oikeus peruuttaa tai muuttaa käyttöönottokeiden 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 käyttöönottokeiden ajankohtaa joudutaan siirtämään, liittyjä sopii uudesta aikataulusta liittymispisteen verkonhaltijan ja Fingridin kanssa.

Kaikista käyttöönottokeista tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suureet vähintään 50 Hz:n tallennustaajuuksella:

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

Mittausten näytteenottotaajuuden tulee olla vähintään 1 kHz ja tallennustaajuuksien vähintään 50 Hz.

Muista kokeista poiketen vakiojännitesäädön käyttöönottokeissa (kohta 19.3.4 / 5c ja 5d) pitää lisäksi mitata jännite ja virta yhdenyksittaisen suuntaajajyksikön tai voimalaitoksen jonkin nostomuuntajan liittimissä vähintään 2 kHz näytteenotto- ja tallennustaajuuksella.

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

Lisäksi tulee tallentaa käyttöönottokeissa säädettävän suureen asetteluarvo-ohje sekä asetteluohje arvon muutokset.

Mittauksissa voidaan hyödyntää voimalaitoksen omia kiinteitä mittalaitteita niiden mittaus- ja tallennusominaisuuksien ollessa riittävät.

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

19.3.2

Käyttöönottokeiden 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

Commented [A189]: Täsmennetty näytteenottotaajuudelle annettuja vaatimuksia.

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

Commented [A190]: Tällä halutaan varmistaa, että jänniteensäädön nopea alkuvaste (luku 18.2.2) saadaan todennettua riittävän tarkasti. Mittauksen voi tehdä erillisellä tallentimella tai kiinteästi asennetulla laitteella, jolla on korkea näytteenottotaajuus.

Commented [A191]: Usein mitausta ei voi tai ei tarpeen suorittaa liittymispisteessä, esim. johdonvarsiiliitynnoissä tai tapauksissa joissa mittalaitteet tulisi vielä verkonhaltijan sähköasemalle. Vaihtoehtoisesti mittaus voidaan usein tehdä voimalaitoksen omia mittauksia käyttäen ja arvioida vaatimustenmukaisuutta laskentamallien ko. pisteeseen antamia tuloksia käyttäen.

Commented [A192]: Voimalaitoksilla on jo nyt usein kiinteästi asennettu mittalaitteita, jonka kyvykkyys riittää käyttöönottokeiden tallentamiseen. Luvun 9.5 instrumentointivaatimuksissa annetut tallenninvaatimukset takaavat kyvykkyuden käyttöönottokeiden tallentamiseen.

Formatted Table

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

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

19.3.4 Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot

19.3.4- 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 asetelussa tulee selvittää ennen käyttöönottokokeiden aloittamista. Asetteluiden tarkastus sekä mahdolliset käyttöönottokokeiden aikana tehdyt muutokset aseteluihin tulee dokumentoida ja sisällyttää käyttöönottoraporttiin.

Commented [A194]: Raporteissa esitetään usein aikatason mittausten tulokset tarkkuudella, josta ei voi tulkitta vaatimuksen täytymistä. Myöskään usein ei oteta kantaa siihen, täytyykö vaatimus. Tämän tärkeyttä on haluttu korostaa tällä täsmennyksellä.

Formatted: Normal Indent, Space Before: 0 pt, After: 0 pt, No bullets or numbering

Käyttöönottokokeissa on todennettava seuraavat toiminnot: :

Commented [A195]: Usein käyttöönottoa tekeville henkilöillä ei ole tietoja suunnitteluvaiheessa ja erityisesti mallinnusten yhteydessä sovitusta parametrioineista, jolloin laitteet parametroidaan käyttäen vakioasetteluita tai kokemusperäisiä aseteluita. Vastaavasti muutetut asetelut eivät päädy voimalaitoksen loppudokumentaatioon ja simulointimalleihin. Asetelut ja niiden muutokset pitää dokumentoida ja sisällyttää raporttiin.

1) 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, aktivoitumistaajuus ja kuollut alue, ja dynaamiset parametrit, kuten taajuuden askelmuutoksen vaste, on todennettava.
- Koe on suoritettava simuloimalla taajuusaskelia ja -ramppeja, jotka ovat riittävän suuria aiheuttamaan pätötehon muutoksen, joka on vähintään 10 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue.
- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen +0,7 Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoitu alle 0,5 Hz ylitaajuudella.

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

- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.2.3 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

2) Taajuussäätö-alिताajuustoimintatila

- 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

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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

136 (196)

Formatted Table

enintään 80 % mitoitustehosta, ottaen huomioon statiikka-asetukset ja kuollut alue.

- Koe voidaan suorittaa osoittamalla säädön aktivoituminen syöttämällä taajuusmittaukseen $\pm 0,7$ Hz häiriösignaalia, kun statiikka on 4 % ja kuollut alue 0,00 Hz. Lisäksi osoitetaan, ettei säätö aktivoitu alle 0,5 Hz alitaajuudella.

- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 10.4.32 vaatimukset täyttyvät ja askelmuutoksen jälkeen ei esiinny vaimentumattomia tehoheilahteluja.

Formatted: Default Paragraph Font

3) Taajuussäätötoimintatila

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky muuttaa jatkuvasti päätötehoa koko käyttöalueella mitoitustehon ja pienimmän säätötason välillä taajuuden säätämiseksi. Säätöjen pysyvän tilan parametrit, kuten statiikka ja kuollut alue sekä päätötehorajat ylös- ja alassäädölle, ja dynaamiset parametrit, kuten häiriönsieto taajuuden askelmuutoksen vasteessa ja suurten ja nopeiden taajuuspoikkeamien aikana, on todennettava. Taajuussäädön toiminnan jatkuvuus eri asetellut omaavalla taajuusalueelta toiselle on todennettava.

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

- Kokeiden alkaessa voimalaitoksen päätötehotuotannon 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 päätötehon taajuusvastealueen. Kokeessa on otettava huomioon taajuusalueesta riippuvat statiikka-asetukset ja kuollut alue, sekä kyky tosiasiallisesti kasvattaa tai vähentää päätötehon tuotantoa kyseessä olevaan toimintapisteeseen nähden. Kokeessa voimalaitoksen päätötehon muutosnopeus tulee asettaa suurimpaan sallittuun arvoon. Kokeessa häiriösignaali tulee nollata aina ennen uuden häiriösignaalin antamista. Voimalaitoksen käytöstä vastaava toimija suorittaa taajuussäädön asetellun ja päälle-/poiskytkennän. Koe voidaan suorittaa seuraavin menettelyin:

Commented [A196]: Halutaan todentaa kuvan 16.1 mukainen toiminta

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)

Commented [A197]: Toisistaan poikkeavien statiikka-arvojen tarkoitus on osoittaa taajuusalueiden asetelluiden riippumattomuus toisistaan.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

137 (196)

Formatted Table

- a) 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 askel- sekä ramppimaisena, käyttäen kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- d) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
- b) ~~–~~
- e) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,0–50,1 Hz kytetään pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen +0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena, kahdella eri käyttäen statiikan arvolla arvona esim. 4 %.
- e)f) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 50,1–50,5 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen +0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena. Taajuussäätö taajuusalueella 50,0–50,1 Hz kytetään pois käytöstä. ja 6 %.
- g) Syötetään taajuusmittaukseen –0,1 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena.
- e)h) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,4 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena, kahdella eri käyttäen statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %.
- i) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,9–50,0 Hz pois käytöstä. Syötetään taajuusmittaukseen –0,05 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
- j) Kytetään taajuussäätö taajuusalueella 49,5–49,9 Hz päälle. Syötetään taajuusmittaukseen –0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askelmaisena.
- e) ~~–~~ Kytetään taajuussäätö kaikilla taajuusalueilla päälle ja asetetaan taajuussäädön statiikka taajuusalueittain kohdasta a) poikkeaviin arvoihin. Syötetään taajuusmittaukseen –0,5 Hz suuruinen häiriösignaali askel- sekä ramppimaisena käyttäen kahdella eri statiikan arvolla esim. 4 % ja 6 %. Taajuussäätö taajuusalueella 49,9–50,0 Hz kytetään pois käytöstä.
- ~~–~~ Syötetään taajuusmittaukseen –0,7...+0,7 Hz suuruinen häiriösignaali ramppimaisena siten, että voimalaitoksen tehonsäätö kykenee seuraamaan taajuusmuutosta läpi kokeen annetulle tehorajalle asti. Asetetaan taajuussäädön tehoalueet testiolosuhteet huomioiden siten, että ne ovat testin aikana saavutettavissa ja statiikka taajuusalueittain esim. seuraavasti:

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

~~<49,5 Hz / 4 % (LFSSM-U)~~

~~49,5 – 49,9 Hz / 6 %~~

~~49,9 – 50,0 Hz / 5 %~~

~~50,0 – 50,1 Hz / 3 %~~

~~50,1 – 50,5 Hz / 7 %~~

k) ~~>50,5 Hz / 4 % (LFSSM-O)~~

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

g)) Asetetaan kuollut alue ± 100 mHz. Syötetään taajuusmittaukseen +50 mHz ja -50 mHz suuruinen häiriösignaali, tämän jälkeen syötetään +150 mHz ja -150 mHz suuruinen häiriösignaali.

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

- 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 minimiteholla ja tämän jälkeen ohjaamalla voimalaitoksen pätöteho maksimiteholla. 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

Formatted Table

Commented [A198]: Toisistaan poikkeavien statiikka-
arvojen tarkoitus on osoittaa taajuusalueiden asetteluiden
riippumattomuus toisistaan.

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm +
Indent at: 4,84 cm

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Indent: Left: 2,93 cm, No bullets or numbering

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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. ~~1,02 pu, 1,00 pu, 0,98 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 suuntaajayksiköiden 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 asetelluilla.
 - b)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 huomosti vaimenevia lois- tai päätöhoheilahteluja. 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.

Formatted Table

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Commented [A199]: Kaikki käytössä olevat toimintatilat tulee todentaa.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

140 (196)

Formatted Table

- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen loistehosäädön ohjearvon askelmaisista muutoksia esimerkiksi $1 \text{ Mvar:n portain } 0,23 \times Q_n \text{ portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.}$

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

- 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.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

- Kokeessa on suoritettava tehokerroinsäädöllä loistehon askelmaisista muutoksia, kun voimalaitos on kytkeytyneenä verkkoon. Kokeiden tulee osoittaa tehokerroinsäädön suorituskyky sekä ohjearvon aseteltavuus.

- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen tehokerroinsäädön ohjearvon muutoksia esimerkiksi $0,042 \text{ :n portain, jotka osoittavat loistehovasteen nousuajan. Erikseen osoitetaan voimalaitoksen käytöstä vastaavan toimijan käyttöliittymästä tehtävä ohjearvon aseteltavuus ja muutosnopeuden rajoitus.}$

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

- 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.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A200]: Tullee osoittaa kompensointilaitteiden ohjauslogiikan toimivan suunnitellulla tavalla.

- 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.

Formatted: Bulleted + Level: 2 + Aligned at: 4,2 cm + Indent at: 4,84 cm

b) 30–50 % mitoitustehosta, vähintään 30 minuuttia*

c) 10–20 % mitoitustehosta, vähintään 60 minuuttia**

e) ^{*/**} 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, jotka esitetään osana koeohjelmaa ennen kokeen suorittamista.

- Koe voidaan suorittaa muuttamalla voimalaitoksen jänniteensäädön ohjearvoa hitaasti sekä induktiiviseen että kapasitiiviseen rajaan asti kullakin pätoitehotasolla. Vaihtoehtoisesti koe voidaan suorittaa vakioloistehosäädöllä.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli lukujen 16.3.4, 16.3.8 ja 17.2 vaatimukset täyttyvät.

9) Pätoitehon nopea allassäätö

- Kokeen on osoitettava voimalaitoksen tekninen kyky säätää nopeasti pätoitehoa luvun 16.3.6 mukaisesti.
- Koe voidaan suorittaa ohjaamalla voimalaitoksen pätoiteho mitoitusteholta 20 %:n pätoitehotasolle.

- 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 sähköön laatupoikkeamia liittymispisteen verkonhaltijan verkossa.
- Kokeen katsotaan onnistuneen, mikäli luvun 16.3.2.3 ja liittymispisteen verkonhaltijan asettamat sähkönladun vaatimukset täyttyvät.

11) Jänniteensäädön häiriö

- Kokeen on osoitettava, että voimalaitoksen jänniteensäätö 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

Formatted Table

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

Commented [A201]: Esimerkiksi inverttereiden testiraportin perusteella kokeen kesto voidaan lyhentää.

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

Commented [A202]: Täsmennys.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

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

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A203]: Todennetaan luvun 18.2.5 uudet vaatimukset

Formatted

Commented [A204]: Todennetaan luvun 10.4.1 uudet vaatimukset

Formatted Table

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. Ohjauskokeet tulee suorittaa kaikille ohjaussignaaleille ja todentaa, että ensisijaisen ohjausoikeuden omaavan tahon antama ohjaus priorisoidaan. Ohjauskokeet 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.

Formatted

13) Voimalaitoksen Autonominen kytkeytyminen ulkoisten verkkoyhteyksien menetyksen jälkeen

Commented [A205]: On ollut useita tapauksia, joissa voimalaitokset ovat palautuneet käytöstä vastaavan toimijan tai liittymispisteen verkonhaltijan tahdon vastaisesti verkkoon toimintapisteeseen, joka ei ole ollut haluttu. Tämän välttämiseksi suunniteltu toiminta testataan.

- 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 pätehtetasolla. 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.

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Commented [A206]: Fingrid varaa oikeuden suorittaa laajempia verkkokokeita, joilla vaatimustenmukaisuutta arvioidaan. Näitä tehdään vain tapauskohtaisen harkinnan perusteella mikäli voimalaitoksen poikkeuksellinen koko tai sijainti sitä edellyttää.

14) Voimalaitoksen stabiili toiminta muiden suuntaajakäyttöisten voimalaitosten kanssa

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

- 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 pätehtoa verkkoon niin, että kytkennän muuttuessa taustaverkon oikosulkuteho muuttuu.

- [Kokeen katsotaan onnistuneen voimalaitoksen toiminnan jatkuessa stabiilina. Toiminnan tulee vastata voimalaitoksesta toimitettuja mallinnustietoja. Vastaavuuden arvioi Fingrid.](#)

14)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 laskentatarkasteluihin 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 laitososiolla sekä päätötehon rajoittaminen loistehokapasiteetin ollessa puutteellinen.](#)
- [Koe voidaan suorittaa ajamalla samanaikaisesti päätötehoa ja loistehoa kaikilla laitososiolla vähintään 20 %:n mitoitusteholla. Loistehokapasiteetin korvaaminen toisella laitososiolla voidaan osoittaa erillisellä kokeella, jossa yksittäisen laitososion toiminta estetään kokonaan tai osittain, jolloin puuttuva loistehokapasiteetti korvataan toisella laitososiolla. 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.](#)

Formatted Table

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Indent: Left: 2,87 cm, Bulleted + Level: 1 + Aligned at: 2,3 cm + Indent at: 2,93 cm

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A207]: Täsmennys; lähivikakoetta ei välttämättä suoriteta normaalissa verkkokytkenässä.

Formatted: Normal Indent

Commented [A208]: Hybridivoimalaitoksen laitososioiden käyttöönottokokeet voi olla vaikea järjestää siten, että eri primäärienergianlähteeseen perustuvat laitososiot kuten aurinko- ja tuulivoima kykenevät toimimaan samanaikaisesti suurella teholla. Loistehokapasiteetin osoituksessa keskitytään tästä johtuen hybridilaitoksen keskussäätäjän suunnitellun toiminnan todentamiseen eli halutaan nähdä, että mahdollinen loistehokapasiteetin korvaaminen ja päätötehon rajoittaminen toimivat.

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Default Paragraph Font

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 päätötehon 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.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

145 (196)

Formatted Table

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

19.4

Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokeheet

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.

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

20 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset

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

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

20.1.2 Voimalaitoksen aggregointi laskentamalla varten

Kunkin VV voimalaitoksen tehonjako-, vikavirta- ja dynamiikkalaskentamallit tulee toimittaa yhdeksi ekvivalenttgeneraattoriksi yhtenä, koko voimalaitosta kuvaavana koottuna kokonaisuutena, jossa samanlaisista suuntaajakytketyistä yksiköistä koostuvat osajärjestelmät kuvataan yhdellä ekvivalenttgeneraattorilla. Mallin tulee käsittää ekvivalenttgeneraattorin lisäksi generaattorin ja voimalaitoksen sähköjärjestelmään liittämiseksi tarvittavat muuntajat sekä liittymisverkko. Aggregointivaatimus ei koske luvun 20.2.6 laskentamalleja sähkömagneettisten muutoseilmiöiden laskentaohjelmaan.

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,

Commented [A209]: Täsmennetty mallien vaatimuksia

Commented [A210]: Nimetty PSSE-ohjelmisto, jota Fingrid käyttää pääasiallisena työkalunaan RMS-tarkasteluissa

Commented [A211]: Mallien toiminnan arvioinnissa korostuvat valmistajakohtaiset erot, joten käytännössä geneeriset mallit eivät sovellu nykypäivän verkkotarkasteluihin. Käytännössä on myös lähes mahdotonta vaatia tai vastaanottaa mallinnustietoja lohkokaaviotasoina esityksinä, sillä valmistajat eivät halua tai edes voi yksikäsitteisellä tavalla esittää laitteidensa toimintaa niin, että Fingrid voisi mallintaa ne riittävällä tarkkuudella itse. Kaikille osapuolille kohtuullisin ja teknisesti paras lähestyminen on hyväksyä valmistajakohtaiset nk. black box-mallit, joiden sisälle ei ole täyttä näkyvyyttä, mutta jotka kuvaavat laitteiden toimintaa mahdollisimman todenmukaisesti.

Commented [A212]: Sähköverkkojen mallinnus ja siihen liittyvät ohjelmistot ovat jatkuvassa voimakkaassa kehityksessä, eikä useiden vuosien mittaisissa hankkeissa voida lukittautua tiettyihin hyvin yksityiskohtaisiin mallinnusvaatimuksiin, jotka lyötäisiin lopullisesti lukkoon hankkeen alussa.

Tästä johtuen VJV määrittelee vain keskeisimmät vaatimukset malleille ja erillinen mallinnusohje antaa tulkinan kulloinkin noudatettavista yksityiskohdista.

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A213]: Laitososioiden mallien yhteensovittaminen on Liittyjän vastuulla.

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 0,12–2 Hz,
- 3) jännitestabiiliuteen liittyviin nopeisiin (10 ms–10 s) muutosilmiöihin. Näissä on otettava huomioon laitoksen toiminta lyhytaikaisten jännitehäiriöiden yhteydessä sekä pätehon 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.

3)

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 pätehon 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:

Commented [A214]: Nimetty PSSE-ohjelmisto, jota Fingrid käyttää pääasiallisena työkalunaan RMS-tarkasteluissa

Formatted: No bullets or numbering

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Commented [A215]: Tarkastelut saattavat edellyttää tarkempia mallinnustietoja kuten muiden voimalaitosten malleja, joita Fingrid ei voi luovuttaa Liittyjälle. Näissä tapauksissa Fingrid suorittaa tarkastelut.

- a) raportti mallin todentamisesta,
- b) laskentatuloksien ja käyttöönottokokeiden tuloksien vertailu taulukon 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.

—

—

d)

Taulukko 20.1. Tuulivoimalaitosten Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnustietojen todentamisvelvoite tyyppiäkoittain.

Todennettava osa-alue	Tyyppi C	Tyyppi D
Voimalaitoksen jänniteensädön 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 jänniteensädön 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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

149 (196)

Formatted Table

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 _{PCCVJV} liittymispisteen jännite				
P _{PCCVJV} liittymispisteestä mitattu voimalaitoksen pätöteho				
Q _{PCCVJV} liittymispisteestä mitattu voimalaitoksen loisteho				

Formatted: Default Paragraph Font, Font: 11 pt

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

150 (196)

Formatted Table

20.1.6 Erityistarkasteluvaatimukset

Mikäli erityistarkasteluissa käytetään sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmia, laskennassa käytettävät voimalaitoksen laskentamallit on toimitettava Fingridille osana erityistarkastelun loppuraporttia. Kysoinen laskentamalli on päivitettävä käyttöönottokokouksen jälkeen ja toimitettava Fingridille osana voimalaitoksen loppudokumentaatiota.

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

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

20.1.7 Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle

Voimalaitosprojektiin liittyvien kompensointilaitteistojen mallinnuksesta on sovittava erikseen Fingridin kanssa.

Formatted: Space Before: 0 pt, After: 11 pt, No bullets or numbering

Formatted: Indent: Left: 0 cm

20.2 Tyypin D suuntaajakytettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset

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

Formatted: Normal Indent

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

Commented [A216]: PSCAD-mallit ovat välttämättömiä, kun tarkastellaan nopeita sähköisiä ilmiöitä joihin liittyy mahdollisesti epäsymmetriaa (kolmivaihejärjestelmässä)

Voimalaitoshankkeen pitkistä kestosta johtuen todentamisprosessin vaiheessa 1 toimitettaville ja vaiheessa 2 päivitettävillä malleilla 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 käyttöönototestejä vasten (Taulukko 20.1) koskee kaikkia toimitettuja malleja.

Liittyjän tulee toimittaa tiedot voimalaitosmallin sisältämien suuntaajakytettyjen 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. Aggregointivaatimus ei koske luvun 20.2.6 laskentamalleja sähkömagneettisten muutosilmiöiden laskentaohjelmaan.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

20.2.1 Erityistarkasteluvaatimukset

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

151 (196)

Formatted Table

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

21 Liite A: Tyyppin D voimalaitoksen todentamisprosessin seurantataulukot

21.1 Vaihe 1 (Suunnittelu)

Commented [A217]: Taulukot on poistettu Fingridin sähköisen Oma Fingrid-tiedonvaihtopalvelun korvattua taulukot

	Toimitettavat tiedot	Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytyt	Vaatumuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Yleistiedot			Hyväksytyt	
2	Tekniset tiedot			Hyväksytyt	
3	Jännite-taajuus toiminta-alue			Hyväksytyt	
4	Lähivikakestoisuus (sis. lähivikalaskelma)			Hyväksytyt	
5	Pätötehon ja taajuuden säätö			Hyväksytyt	
6	Omakäyttö ja tuotantotehon muutokset			Hyväksytyt	
7	Voimalaitoksen loistehokapasiteetti (sis. loistehokap. laskelma)			Hyväksytyt	
8	Jännitteen ja loistehon säätö (sis. jännitteensäädön askelvastelaskelma)			Hyväksytyt	
9	Voimalaitoksen suojausasettelut ja vaikutus sähkön laatuun			Hyväksytyt	
10	Dynaamisen toiminnan laskentaan tarvittavat tiedot			Hyväksytyt	
11	Reaaliaikaiset mittaus tiedot ja instrumentointi			Hyväksytyt	
12	Eriyistä tarkasteluvaatimukset			Hyväksytyt	
13	Voimalaitosprojektin aikataulu ja käyttöönotto			Hyväksytyt	
14	Vaatimusten mukaisuus ilmoitus			Hyväksytyt	
	Vaiheen 1 tila			Hyväksytyt	

21.2 Vaihe 2 (Käyttöönotto ja todentaminen)

	Toimitettavat tiedot	Tiedot toimitettu	Tiedot hyväksytyt	Vaatimuksiin liittyvän tiedonvaihdon tila	Kommentit
1	Muutokset ja täsmennykset vaiheessa 1 esitettyihin tietoihin			Kesken	
2	Käyttöönottokokeisiin liittyvät tiedot			Kesken	
3	Käyttöönottokokeiden tulokset			Kesken	
4	Todennetut mallinnustiedot			Kesken	
5	Säätäjien lopulliset asetteluarvot			Kesken	
6	Suojauksen lopulliset asetteluarvot			Kesken	
7	Vaatimusten mukaisuusilmoitus			Kesken	
Vaiheen 2 tila				Kesken	

21.3 Vaihe 2 Tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet yksityiskohtaisesti

Käyttöönottokoe	Toiminnallisuuden käytettävyys todennettu	Toiminta vaatimusten mukaisesti todennettu	Tila	Kommentit
1	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila		Todentamatta	
2	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila		Todentamatta	
3	Taajuussäätötoimintatila ja pätötehon muutosnopeus häiriötilassa		Todentamatta	
4	Pätötehon muutosnopeus		Todentamatta	
5	Siirtyminen omakäytölle		Todentamatta	
6	Jännitteensäädön askeelvastekoe tyhjäkäynnillä		Todentamatta	
7	Jännitteensäädön kokeet sähköverkkoon kytkeytyneenä		Todentamatta	
8	Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset		Todentamatta	
9	Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen		Todentamatta	
10	Lähivikakestoisuus		Todentamatta	
11	Lisästabilointipiirin virittäminen		Todentamatta	
Vaiheen 2 käyttöönottokokeiden tila			Todentamatta	

21.4 Vaihe 2 – Suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet yksityiskohtaisesti

	Käyttöönottokoe	Toiminnallisuuden käytettävyys todennettu	Toiminta vaatimusten mukaisesti todennettu	Tila	Kommentit
1	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila			Todentamatta	
2	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila			Todentamatta	
3	Taajuussäätötoimintatila			Todentamatta	
4	Pätötehon muutosnopeus			Todentamatta	
5	Vakiojännitesäätö			Todentamatta	
6	Vakioleistohevosäätö			Todentamatta	
7	Vakiotehokerroinsäätö			Todentamatta	
8	Loistehokapasiteettikoe ja pätötehon rajoittaminen			Todentamatta	
9	Pätötehon nopea alassäätö			Todentamatta	
10	Pysäytys ja käynnistys			Todentamatta	
11	Lähivikakestoisuus			Todentamatta	
12	Sähkömekaanisten heilahtelujen vaimennuksen lisäsäätö			Todentamatta	
	Vaiheen 2 käyttöönottokokeiden tila			Todentamatta	

21.5 Vaihe 3 (Tarkastus ja hyväksyntä)

VJV2018 osakokonaisuus	Toimenpide aloitettu	Toimenpide hyväksytysti suoritettu	Tila	Kommenteja
EON - kytkentäilmoitus			Hyväksytty	
Vaihe 1			Hyväksytty	
ION - väliaikainen käyttöönottoilmoitus			Hyväksytty	
Vaihe 2			Hyväksytty	
Vaihe 3			Hyväksytty	
FON - lopullinen käyttöönottoilmoitus			Hyväksytty	
Vaatimusten todentaminen		Hyväksytty		

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

157 (196)

Formatted Table

22-21 Liite BA: Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet

Sisällysluettelo

1— Johdanto.....	66
2— Termit ja määritelmät.....	87
3— Vaatimusten soveltamisala.....	1244
4— Luottamuksellisuus.....	1644
5— Erityistarkasteluvaatimukset.....	1745
6— Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut.....	1846
6.1— Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana.....	1846
6.1.1..... Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet.....	1846
6.1.2..... Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet.....	1947
6.2— Voimalaitoksen järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen.....	2048
6.3— Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet.....	2048
6.4— Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely.....	2048
6.4.1..... Tyypin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely.....	2048
6.4.2..... Tyypin B ja C voimalaitosten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely.....	2149
6.4.3..... Tyypin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely.....	2220
7— Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen.....	2926
7.1— Tyypin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot.....	2926
7.2— Tyypin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot.....	2926
7.3— Tyypin C voimalaitoksesta toimitettavat tiedot.....	3228
7.4— Tyypin D voimalaitoksesta toimitettavat tiedot.....	3228
7.4.1..... Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu.....	3228
7.4.2..... Toimitettavat tiedot.....	3329
7.5— Tyypin- ja tehdaskokeiden tiedot.....	4234
8— Poikkeukset vaatimuksista.....	4335
9— Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi.....	4436

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

158 (196)

Formatted Table

9.1– Tyypin A voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436	
9.2– Tyypin B voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436	
9.3– Tyypin C ja D voimalaitosten reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436	
9.4– Tyypin C voimalaitosten instrumentointi	4537	
9.5– Tyypin D voimalaitosten instrumentointi	4638	
10– Yleiset vaatimukset	4840	
10.1 Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	4840	
10.2 Tyypin A voimalaitoksen yleiset vaatimukset	4840	
10.2.1	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta- alue 4840	
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	4940
10.2.3	Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM- Q)	4944
10.2.4	Pätötehonsäätö	5042
10.2.5	Pätötehotuotannon sallittu alentaminen	5042
10.2.6	Etäohjausvalmius	5042
10.2.7	Autonominen kytkeytyminen	5042
10.2.8	Suojaus	5142
10.2.9	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä	5143
10.3 Tyypin B voimalaitoksen yleiset vaatimukset	5243	
10.3.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö	5243
10.3.2	Lähivikakestoisuus	5244
10.3.3	Ylijännitekestoisuus	5446
10.3.4	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen	5747
10.3.5	Suojaus	5847

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

159 (196)

Formatted Table

10.3.6.....	Tietoliikenne ja tietoturva.....	5848
10.4.....	Tyypin C voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	6049
10.4.1.....	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	6049
10.4.2.....	Autonominen kytkettyminen.....	6754
10.4.3.....	Taajuussäätö- alitaajuustoimintatila (LFSM-U).....	6854
10.4.4.....	Stabiiliutta koskevat vaatimukset.....	6955
10.4.5.....	Sähkön laatu.....	6956
10.4.6.....	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus.....	6956
10.4.7.....	Pimeäkäynnistys ja saarekekäyttö.....	6956
10.5.....	Tyypin D voimalaitoksen yleiset vaatimukset.....	7056
10.5.1.....	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö.....	7056
10.5.2.....	Voimalaitoksen jännite- taajuustoiminta-alue.....	7056
10.5.3.....	Lähivikakestoisuus.....	7157
10.5.4.....	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä.....	7460
10.5.5.....	Ylijännitekestoisuus.....	7564
10.5.6.....	Tahdistamista koskevat vaatimukset.....	7564
11.....	Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset.....	7763
11.....	Tahtikonevoimalaitosten päätöhen ja taajuuden säätö.....	7763
11.1.....	Tyypin A tahtikonevoimalaitoksen päätöhen ja taajuuden säätö.....	7763
11.2.....	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen päätöhen ja taajuuden säätö.....	7763
11.3.....	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten päätöhen ja taajuuden säätö.....	7763
11.3.1.....	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa.....	7763
11.3.2.....	Voimalaitoksen päätöhe ja käynnistysaika.....	7763

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

160 (196)

Formatted Table

11.3.3.....	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus.....	7864
11.3.4.....	Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue.....	8066
11.3.5.....	Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä.....	8167
12.....	Tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	8268
12.1.....	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti.....	8268
12.2.....	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	8268
12.2.1.....	Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti.....	8268
12.2.2.....	Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti.....	8268
12.2.3.....	Lisäloistehokapasiteetti.....	8369
12.2.4.....	Loistehokapasiteetilaskelma.....	8369
12.2.5.....	Loistehokapasiteetin rajoittaminen.....	8570
13.....	Tahtikonevoimalaitosten jännitteensäätö.....	8674
13.1.....	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö.....	8674
13.2.....	Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö.....	8674
13.2.1.....	Jännitteensäädön toiminta ja käyttötapa.....	8674
13.2.2.....	Generaattorin jännitteensäädön suorituskyky.....	8674
13.2.3.....	Generaattorin jännitteensäädön suorituskykylaskelma.....	8872
13.2.4.....	Generaattorin jännitteensäädön toimintatilat ja toiminnallisuudet.....	8873
13.2.5.....	Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset.....	8873
13.2.6.....	Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset.....	8973
13.2.7.....	Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit.....	8974
13.3.....	Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö.....	8974
14.....	Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet.....	9176

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

161 (196)

Formatted Table

14.1 Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	9176	
14.2 Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	9176	
14.3 Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	9277	
14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto.....9277	
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen.....9378	
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen	9479
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot.....9479	
14.4 Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	10084	
15 Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset	10186	
15.1 Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset	10186	
15.1.1	Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset	10186
15.1.2	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset	10186
15.1.3	Erityistarkasteluvaatimukset	10488
15.1.4	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle	10488
Suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia koskevat vaatimukset	10589	
16 Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	10589	
16.1 Tyypin A suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	10589	
16.2 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	10589	
16.2.1	Pätöteho	10589
16.2.2	Pätötehon rajoittaminen	10690
16.3 Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	10690	
16.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa	10690
.....	Voimalaitoksen käynnistys ja omakäyttö	10790
16.3.2	10790
16.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	10894

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

162 (196)

Formatted Table

16.3.4.....	Pätötehen muutosnopeus.....	11193
16.3.5.....	Pätötehen muutosnopeuden rajoittaminen.....	11193
16.3.6.....	Pätötehen nopea alassäätö.....	11194
16.3.7.....	Muutokset pätötehen ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä.....	11294
16.3.8.....	Säädön tarkkuus ja herkkyys.....	11294
16.3.9.....	Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kevalla tuulella.....	11294
17.....	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	11496
17.1.....	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen loistehokapasiteetti.....	11496
17.2.....	Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti.....	11496
17.2.1.....	Loistehokapasiteettivaatimus.....	11496
17.2.2.....	Lisäloistehokapasiteetti.....	11597
17.2.3.....	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit.....	11597
17.2.4.....	Loistehokapasiteettilaskelma.....	11698
17.2.5.....	Loistehokapasiteetin rajoittaminen.....	11899
17.2.6.....	Hybridivoimalaitosten loistehokapasiteetti.....	11999
18.....	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö.....	120404
18.1.....	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö.....	120404
18.1.1.....	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	120404
18.1.2.....	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisivirran syöttö.....	120404
18.2.....	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö.....	123403
18.2.1.....	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet.....	123403
18.2.2.....	Vakiojännitesäätö.....	124404

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

163 (196)

Formatted Table

18.2.3.....	Vakioloistehosäättö	
—127406		
18.2.4.....	Vakiotehokerroinsäättö	
—128406		
18.2.5.....	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	128407
18.2.6.....	Jänniteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	129407
18.2.7.....	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	129407
18.2.8.....	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	129408
18.2.9.....	Hybridivoimalaitosten jänniteensäätö	129408
18.3 Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö		130408
18.3.1.....	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	130408
19 — Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeet		131410
19.1 Kaikkien suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset		131410
19.2 Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet		131410
19.3 Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet		132411
19.3.1.....	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedenvaihto	132411
19.3.2.....	Käyttöönottokokeen korvaaminen	133412
19.3.3.....	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen	134413
19.3.4.....	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	135413
19.3.5.....	Hybridivoimalaitosten käyttöönottokokeet	143421
19.4 Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet		145423
20 — Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset		146424
20.1 Tyypin C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset		146424
20.1.1.....	Yleiset mallinnusvaatimukset	146424
20.1.2.....	Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten	146424

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,16 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

164 (196)

Formatted Table

20.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	146+24
20.1.4	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset	147+25
20.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset	147+25
20.2	Tyyppin-D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	150+27
20.2.1	Erityistarkasteluvaatimukset	151+27
21	Liite A: Voimalaitosten jännitteensäädön asetteluperiaatteet	157+28
21.1	Johdanto	165+29
21.2	Jännitteensäätö	166+30
21.2.1	Jännitteensäädön säätötapa	166+30
21.2.2	Jännitteensäädön asetusarvo	166+30
21.2.3	Päämuuntajan mitoitus	166+30
21.2.4	Päämuuntajan käämikytkimen käyttö	166+30
21.3	Loistehostatiikka ja asetusarvo	168+34
21.3.1	Määritelmä	168+34
21.3.2	Asetusarvo	170+32
21.4	Laitosloistehonsäätö	171+33
21.5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista	172+34
21.5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos	172+34
21.5.2	Tahtikonevoimalaitos – yksi generaattori	173+35
21.5.3	Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita	174+36
22	Liite B: Lisästabiloinnin viritysohje Suomen voimajärjestelmään liitettäville generaattoreille	175+37
22.1	Johdanto	180+38
22.2	Taustatietoa lisästabiloinnista	180+38
22.3	Huomioitavat asiat	180+38
22.4	PSS tyypit	181+39
22.5	Lisästabiloinnin virittäminen	182+40
22.5.1	PSS-laitteiston toimivuuden tarkastaminen	182+40
22.5.2	PSS:n ulostulon rajoitin	182+40
22.5.3	Suojaus ja hälytykset	182+40
22.5.4	Ohjaus	182+40
22.5.5	Washout-suodatin	182+40
22.5.6	Alipäästösuodatin	183+41
22.5.7	Vaihekompensoinnin virittäminen	183+41
22.5.8	Vahvistuksen määrittäminen	183+41
22.5.9	Käyttöönottotestit	184+42
22.6	Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista	191+48

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 1,55 cm

Formatted: TOC 1, Tab stops: 0,8 cm, Left + Not at 2,33 cm

22.4-21.1 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 alemmillä 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 ([VJV2018](#)/[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:

"Nimellisjänniteeltään 400 kV kantaverkkoon ~~generaattorimuuntajan kautta~~ liitetyn ~~sähköntuotantolaitteiston~~ ~~generaattorin~~ loissähkön tuotanto- ja sisäänottokyky tulee ~~laitoksen~~ ~~generaattorin~~ verkossa ollessa varata loistehoreserviksi kokonaan lukuun ottamatta ~~generaattorimuuntajanlaitoksen muuntajien~~ sekä ~~sähköntuotantolaitoksen~~ ~~voimalaitoksen~~ omakäytön kuluttamaa loissähköä. Muissa ~~yli 40 MW~~ ~~generaattoreissa~~ ~~sähköntuotantolaitteistoissa~~, joiden mitoitusvahvuus on yli 10 MW tai liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV, tulee ~~generaattorin~~ ~~sähköntuotantolaitteiston~~ verkossa ollessa varata loistehoreserviksi puolet ~~generaattorin~~ loissähkön tuotantokyvystä sekä sisäänottokyvystä mitattuna ~~generaattorin~~ ~~jännitetasolla~~ ~~sähköntuotantolaitteiston liittymispisteessä.~~"

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

Commented [A218]: Päivitetty vastaamaan nykyisin voimassa olevaa "Loissähkön toimitus ja loistehoreservin ylläpito"-liitettä vuodelta 2021.

22.2-21.2 Jännitteensäätö

22.2.1-21.2.1 Jännitteensäädön säätötapa

Tahtikonevoimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on generaattorin napajännitteen säätö.

Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten ensisijainen jännitteen säätötapa on voimalaitoksen referenssipisteen jännitteensäätö.

22.2.2-21.2.2 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 nollaa, 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.

22.2.3-21.2.3 Päämuuntajan mitoitus

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

22.2.4-21.2.4 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

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

käämikytkimen toiminnan ennen voimalaitoksen jännitteensäätöä alle ± 2 %
jännitemuutoksissa.

167 (196)

Formatted Table

22.3-21.3 Loistehostatiikka ja asetusarvo

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

22.3.1-21.3.1 Määritelmä

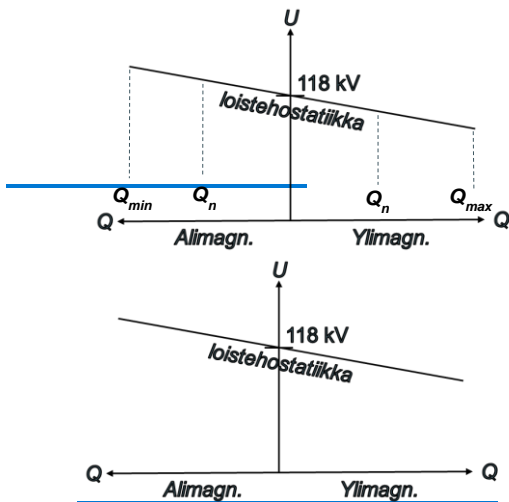
Loistehostatiikka (slope) määritellään jännitteen muutoksen suhteena voimalaitoksen tuottaman loistehon muutokseen seuraavan yhtälön (1) mukaisesti:

$$\text{slope} = \frac{\frac{\Delta U}{U_{n\#}}}{\frac{\Delta Q}{Q_{n\#}}} \quad (1)$$

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 \(\$Q_{\text{minmin}}\$ ja \$Q_{\text{maxmax}}\$ \) 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.

22.3.1.1-21.3.1.1 Mitoitusloistehon (Q_n) määrittely

Formatted: Font: Not Italic

Mitoitusloisteho määritetään VJV-vaatimusten mukaisesti:

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

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Not Italic, Subscript

Formatted: List Bullet, No bullets or numbering

Formatted: List Bullet

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Not Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: List Bullet, No bullets or numbering

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

170 (196)

Formatted Table

22.3.3-21.3.2 Asetusarvo

22.3.3.1-21.3.2.1 Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan yläjännitepuolella

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

22.3.3.2-21.3.2.2 Jännitteensäädön referenssipiste päämuuntajan alajännitepuolella

22.3.3.2.1-21.3.2.2.1 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 %.

22.3.3.2.2-21.3.2.2.2 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 %.

22.4-21.4 Laitosloistehonsäätö

Laitosloistehonsäätö sallitaan ainoastaan liittynöissä, joiden taakse on liittynyt kulutusta ja tuotantoa (esim. teollisuusintegraatti). Tällöin liittynän takaisen kulutuksen vuosienenergian tulee olla vähintään 1/4 liittynän takaisen tuotannon vuosienenergiasta, muutoin liittynä 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 jänniteensäätö tulee asetella tämän asiakirjan lukujen 212.2 ja 212.3 periaatteiden mukaisesti. Laitosloistehonsäätö ja generaattorin vakiojännitesäätö muodostavat kaskadisäädön. Laitosloistehonsäätö on ylempi säädin, joka antaa ohjearvoja generaattorin jänniteensäädölle tai jänniteensäädön 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.

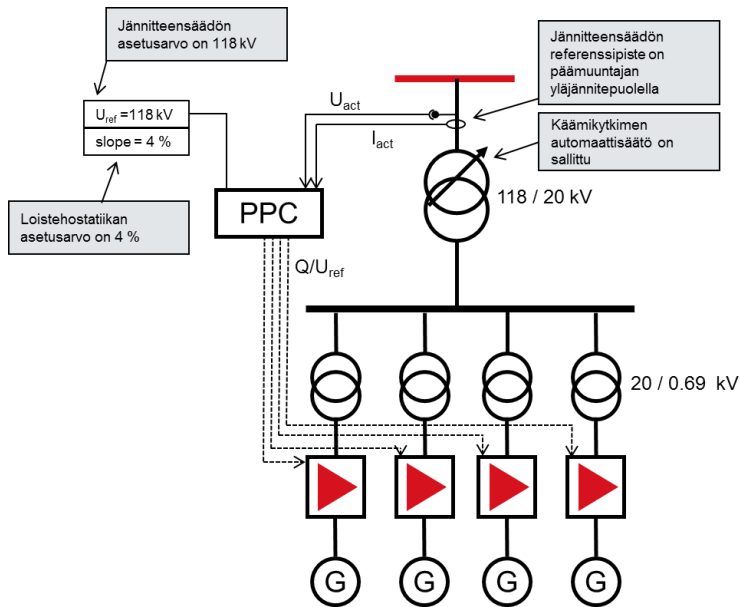
Mikäli tämän ohjeen periaatteista on tarve poiketa perustellusta syystä, tulee siitä sopia erikseen Fingridin kanssa. Laitosloistehonsäädön käytöstä tulee ilmoittaa Fingridille.

22.5-21.5 Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista

Tähän lukuun on kuvattu periaatteelliset esimerkkikuvat tyypillisten toteutuksien mukaan.

22.5.1-21.5.1 Suuntaajajakytketty voimalaitos

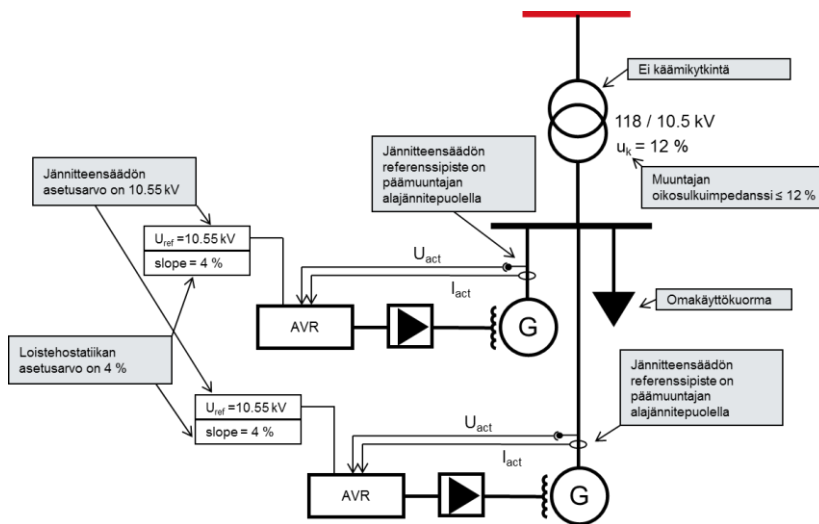
Kuvassa 221.2 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta suuntaajajakytketyssä voimalaitoksessa.



Kuva 221.2. Suuntaajajakytketyn voimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio. PPC on laitostason keskussäätäjä, nk. puistosäätäjä, engl. power park controller.

22.5.3-21.5.3 Tahtikonevoimalaitos – kaksi tai useampia generaattoreita

Kuvassa 212.4 on esitetty esimerkki jännitteensäädön toteutuksesta tahtikonevoimalaitoksessa, kun päämuuntajan alle on kytkeytynyt kaksi tai useampia generaattoreita.



Kuva 212.4. Tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäädön periaatekaavio - kaksi tai useampia generaattoreita.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

175 (196)

Formatted Table

23-22 Liite CB: Lisästabiloinnin viritysohje Suomen voimajärjestelmään liitettävälle generaattoreille

Sisällysluettelo	Johdanto	66
2	Termit ja määritelmät	87
3	Vaatimusten soveltamisala	1244
4	Luottamuksellisuus	1614
5	Erityistarkasteluvaatimukset	1745
6	Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut	1846
6.1	Vastuut, velvollisuudet ja oikeudet todentamisprosessin sekä jatkuvan seurannan aikana	1846
6.1.1	Liittyjän ja liittymispisteen verkonhaltijan vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	1846
6.1.2	Fingridin vastuut, velvollisuudet ja oikeudet	1947
6.2	Voimalaitoksen järjestelmäteknisten ominaisuuksien muuttaminen	2018
6.3	Vaiheittain etenevät voimalaitoshankkeet	2018
6.4	Voimalaitosten vaatimusten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	2048
6.4.1	Tyyppin A voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	2048
6.4.2	Tyyppin B ja C voimalaitosten todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	2149
6.4.3	Tyyppin D voimalaitoksen todentamisprosessi ja käyttöönottoilmoitusmenettely	2220
7	Voimalaitostietojen dokumentointi ja toimittaminen	2926
7.1	Tyyppin A voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	2926
7.2	Tyyppin B voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	2926
7.3	Tyyppin C voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	3228
7.4	Tyyppin D voimalaitoksesta toimitettavat tiedot	3228
7.4.1	Voimalaitostietojen toimittaminen ja aikataulu	3228
7.4.2	Toimitettavat tiedot	3329
7.5	Tyyppi- ja tehdaskokeiden tiedot	4234
8	Poikkeukset vaatimuksista	4335
9	Reaaliaikaiset mittaukset, tiedonvaihto ja instrumentointi	4436
9.1	Tyyppin A voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436
9.2	Tyyppin B voimalaitoksen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436
9.3	Tyyppin C ja D voimalaitosten reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto	4436
9.4	Tyyppin C voimalaitosten instrumentointi	4537
9.5	Tyyppin D voimalaitosten instrumentointi	4638

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 0,8 cm

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 1,55 cm

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 2,33 cm

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 1,55 cm

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 2,33 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

176 (196)

Formatted Table

10	Yleiset vaatimukset	4840
10.1	Sähköjärjestelmän jännitteet ja taajuudet	4840
10.2	Tyypin A voimalaitoksen yleiset vaatimukset	4840
10.2.1	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	4840
10.2.2	Taajuuden muutosnopeuden sietokyky	4940
10.2.3	Taajuussäätö-yli-taajuustoimintatila (LFSM-O)	4941
10.2.4	Pätötehonsäätö	5042
10.2.5	Pätötehotuotannon sallittu alentaminen	5042
10.2.6	Etäohjausvalmius	5042
10.2.7	Autonominen kytkeytyminen	5042
10.2.8	Suojaus	5142
10.2.9	Palautuminen ulkoisen verkkoyhteyden menetyksestä	5143
10.3	Tyypin B voimalaitoksen yleiset vaatimukset	5243
10.3.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö	5243
10.3.2	Lähivikakestoisuus	5244
10.3.3	Ylijännitkestoisuus	5446
10.3.4	Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen	5747
10.3.5	Suojaus	5847
10.3.6	Tietoliikenne ja tietoturva	5848
10.4	Tyypin C voimalaitoksen yleiset vaatimukset	6049
10.4.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö	6049
10.4.2	Autonominen kytkeytyminen	6764
10.4.3	Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U)	6854
10.4.4	Stabiiliutta koskevat vaatimukset	6955
10.4.5	Sähkön laatu	6956
10.4.6	Päämuuntajan tähtipisteen maadoitus	6956
10.4.7	Pimeäkännistys ja saarekekäyttö	6956
10.5	Tyypin D voimalaitoksen yleiset vaatimukset	7056
10.5.1	Voimalaitoksen ohjaus ja kaukokäyttö	7056
10.5.2	Voimalaitoksen jännite-taajuustoiminta-alue	7056
10.5.3	Lähivikakestoisuus	7157
10.5.4	Laskelma voimalaitoksen toiminnasta jännitehäiriön yhteydessä	7460
10.5.5	Ylijännitkestoisuus	7561
10.5.6	Tahdistamista koskevat vaatimukset	7561
	Tahtikonevoimalaitoksia koskevat vaatimukset	7763
11	Tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	7763
11.1	Tyypin A tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	7763
11.2	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	7763
11.3	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	7763
11.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa	7763
11.3.2	Voimalaitoksen pätöteho ja käynnistysaika	7763
11.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	7864
11.3.4	Pätötehon muutosnopeus ja säätöalue	8066
11.3.5	Omakäytölle jääminen ja toiminta omakäytöllä	8167
12	Tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti	8268
12.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen loistehokapasiteetti	8268
12.2	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten loistehokapasiteetti	8268
12.2.1	Generaattorilta vaadittava loistehokapasiteetti	8268

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

177 (196)

Formatted Table

12.2.2	Tahtikonevoimalaitokselta vaadittava loistehokapasiteetti	8268
12.2.3	Lisäloistehokapasiteetti	8369
12.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma	8369
12.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	8570
13	Tahtikonevoimalaitosten jännitteensäätö	8671
13.1	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	8671
13.2	Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	8671
13.2.1	Jännitteensäädön toiminta ja käytötapa	8671
13.2.2	Generaattorin jännitteensäädön suorituskyky	8671
13.2.3	Generaattorin jännitteensäädön suorituskykylaskelma	8872
13.2.4	Generaattorin jännitteensäädön toimintatilat ja toiminnallisuudet	8873
13.2.5	Jännitteensäädön toimintatilojen muutokset	8873
13.2.6	Jännitteensäädön toimintaan liittyvät rajoittimet ja suojaukset	8973
13.2.7	Voimalaitoksen jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat muut komponentit	8974
13.3	Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen jännitteensäätö	8974
14	Tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokeet	9176
14.1	Kaikkien tahtikonevoimalaitosten käyttöönottokokoiden yhteiset vaatimukset	9176
14.2	Tyypin B tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	9176
14.3	Tyypin C tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	9277
14.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto	9277
14.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	9378
14.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen	9479
14.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	9479
14.4	Tyypin D tahtikonevoimalaitoksen käyttöönottokokeet	10084
15	Tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset	10186
15.1	Tyypin C ja D tahtikonevoimalaitosten mallinnusvaatimukset	10186
15.1.1	Dynamiikkamallinnustietojen toiminnalliset vaatimukset	10186
15.1.2	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset	10186
15.1.3	Erityistarkasteluvaatimukset	10488
15.1.4	Vaatimukset kompensointilaitteistojen mallinnukselle	10488
	Suuntaajakytkettyjä voimalaitoksia koskevat vaatimukset	10589
16	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	10589
16.1	Tyypin A suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	10589
16.2	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen pätötehon ja taajuuden säätö	10589
16.2.1	Pätöteho	10589
16.2.2	Pätötehon rajoittaminen	10690
16.3	Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten pätötehon ja taajuuden säätö	10690
16.3.1	Fingridin oikeudet sähköjärjestelmän häiriötilassa	10690
	Voimalaitoksen käynnistyminen omakäyttöä	10790
16.3.2		10790
16.3.3	Pätötehon ja taajuuden säädön toteutus	10891
16.3.4	Pätötehon muutosnopeus	11193
16.3.5	Pätötehon muutosnopeuden rajoittaminen	11193
16.3.6	Pätötehon nopea alassäätö	11194
16.3.7	Muutokset pätötehon ja taajuuden säädön toimintatilojen välillä	11294
16.3.8	Säädön tarkkuus ja herkkyys	11294
16.3.9	Voimalaitoksen tehon tuotannon keskeyttäminen kovalla tuulella	11294

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

178 (196)

Formatted Table

17	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti	11496
17.1	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen loistehokapasiteetti	11496
17.2	Tyypin C ja D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten loistehokapasiteetti	11496
17.2.1	Loistehokapasiteettivaatimus	11496
17.2.2	Lisäloistehokapasiteetti	11597
17.2.3	Loistehokapasiteettivaatimuksen saavuttamiseksi hyödynnettävät komponentit	11597
17.2.4	Loistehokapasiteetilaskelma	11698
17.2.5	Loistehokapasiteetin rajoittaminen	11899
17.2.6	Hybridivoimalaitosten loistehokapasiteetti	11999
18	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten jännitteen ja loistehon säätö	120404
18.1	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	120404
18.1.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	120404
18.1.2	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	120404
18.2	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	123403
18.2.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	123403
18.2.2	Vakiojännitesäätö	124404
18.2.3	Vakio-loistehosäätö	127406
18.2.4	Vakio-tehokerroinsäätö	128406
18.2.5	Jännite- ja loistehosäädön toimintatilojen ja asetteluarvojen muutokset	128407
18.2.6	Jänniteensäätäjän toimintaan liittyvät suojaukset sekä rajoittimet	129407
18.2.7	Muut jännite- ja loistehosäätöön osallistuvat komponentit	129407
18.2.8	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen loisvirran syöttö	129408
18.2.9	Hybridivoimalaitosten jänniteensäätö	129408
18.3	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen jännitteen ja loistehon säätö	130408
18.3.1	Jännitteen ja loistehon säädön toiminnallisuudet	130408
19	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeet	131410
19.1	Kaikkien suuntaajakytkettyjen voimalaitosten käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset	131410
19.2	Tyypin B suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet	131410
19.3	Tyypin C suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet	132411
19.3.1	Käyttöönottokokeisiin liittyvät suunnitelmat, mittaukset ja tiedonvaihto	132411
19.3.2	Käyttöönottokokeen korvaaminen	133412
19.3.3	Käyttöönottokokeiden dokumentointi ja hyväksyminen	134413
19.3.4	Käyttöönottokokeissa todennettavat toiminnot	135413
19.3.5	Hybridivoimalaitosten käyttöönottokokeet	143421
19.4	Tyypin D suuntaajakytketyn voimalaitoksen käyttöönottokokeet	145423
20	Suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	146424
20.1	Tyypin C suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	146424
20.1.1	Yleiset mallinnusvaatimukset	146424
20.1.2	Voimalaitoksen aggregointi laskentamallia varten	146424
20.1.3	Tehonjako- ja vikavirtalaskentaa koskevat vaatimukset	146424
20.1.4	Suuntaajakytketyn voimalaitoksen dynamiikkalaskentaa koskevat vaatimukset	147425
20.1.5	Mallinnustietojen todentamista ja dokumentaatiota koskevat vaatimukset	147425
20.2	Tyypin D suuntaajakytkettyjen voimalaitosten mallinnusvaatimukset	150427
20.2.1	Erityistarkasteluvaatimukset	151427
21	Liite A: Voimalaitosten jänniteensäädön asetteluperiaatteet	157428
21.1	Johdanto	165429

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

Formatted: Indent: Left: 0 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

179 (196)

Formatted Table

21.2	Jännitteensäätö.....	166430
21.2.1	Jännitteensäädön säätötapa.....	166430
21.2.2	Jännitteensäädön asetusarvo.....	166430
21.2.3	Päämuuntajan mitoitus.....	166430
21.2.4	Päämuuntajan käämikytkimen käyttö.....	166430
21.3	Loistehostatiikka ja asetusarvo.....	168431
21.3.1	Määrittelmä.....	168431
21.3.2	Asetusarvo.....	170432
21.4	Laitosloistehonsäätö	171433
21.5	Esimerkkikuvat vaihtoehtoisista toteutuksista.....	172434
21.5.1	Suuntaajakytketty voimalaitos.....	172434
21.5.2	Tahtikonevoimalaitos yksi generaattori.....	173435
21.5.3	Tahtikonevoimalaitos kaksi tai useampia generaattoreita.....	174436
22	Liite B: Lisästabiloinnin viritusohje Suomen voimajärjestelmään liitettäville generaattoreille	175437
22.1	Johdanto.....	180438
22.2	Taustatietoa lisästabiloinnista.....	180438
22.3	Huomioitavat asiat.....	180438
22.4	PSS tyypit.....	181439
22.5	Lisästabiloinnin vrittäminen.....	182440
22.5.1	PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen.....	182440
22.5.2	PSS:n ulostulon rajoitin.....	182440
22.5.3	Suojaus ja hälytykset.....	182440
22.5.4	Ohjaus.....	182440
22.5.5	Washout-suodatin.....	182440
22.5.6	Alipäästösuodatin.....	183441
22.5.7	Vaihekompensoinnin vrittäminen.....	183441
22.5.8	Vahvistuksen määrittäminen.....	183441
22.5.9	Käyttöönottotestit.....	184442
22.6	Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista.....	191448

Formatted: TOC Heading, Tab stops: Not at 1,55 cm

23-1-22.1 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.

23-2-22.2 Taustatietoa lisästabiloinnista

Lisästabiloinnin (PSS) perustehtävä on parantaa järjestelmässä esiintyvien tehoheilahteluiden vaimennusta. Parempi vaimennus lisää käyttövarmuutta ja kasvattaa siirtokapasiteettia. Pohjoismaisessa synkronijärjestelmässä alueiden välisiä tehoheilahteluita 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 moduoli 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 tyyppisesti 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.

23-3-22.3 Huomioitavat asiat

Lisästabilointi tulee virittää huolellisesti. Laittevahinkojen välttämiseksi lisästabiloinnin virittämisessä ja käyttöönotossa on huomioitava seuraavat asiat:

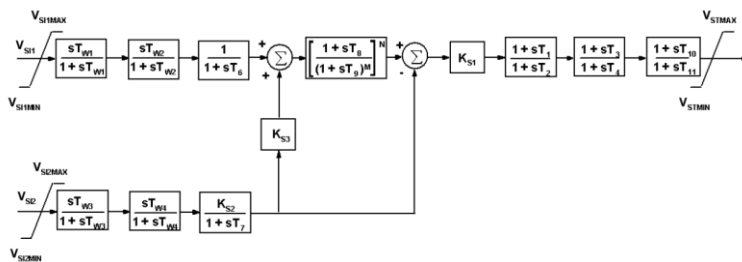
- PSS:iä on sekä analogisia että digitaalisia. Testausmenetelmät eivät tyypillisesti ole identtisiä molemmille tyypeille.
- PSS:n moduloima akselin vääntömomentin muutos voi herättää turbiini-generaattorin akselin värähtelyjä, jos akselin ominaisvärähtelytaajuuudet ovat alle 20 Hz. Näin voi tapahtua 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 taajuuudet.](#)
- 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 epästabiiliutta normaalilla toiminta-alueella tai odotettavissa vikatilanteissa.

23.4.22.4 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-~~tai~~, PSS2B ~~tai~~ PSS2C dual-input tyyppisiä lisästabiloiteja. PSS2B lisästabiloinnin lohkokaavio on esitetty kuvassa 23.1.

Commented [A219]: lisätty vaihtoehdoksi



Kuva 22.1. PSS2B lisästabiloinnin lohkokaaviokuva [\[standardista IEEE 421.5\]](#).

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

182 (196)

Formatted Table

23.5-22.5 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.

23.5.1-22.5.1 PSS laitteiston toimivuuden tarkastaminen

Lisästabilointipiirin perustoiminnallisuudet; kompensointiominaisuudet, rajoittimet ja suojaus tulee tarkistaa. Mahdollisten potentiometrien tulee toimia tasaisesti ja jatkuvalla säädöllä koko toiminta-alueella.

23.5.2-22.5.2 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 asetelu on tyyppillisesti välillä $\pm 5\%$...10 % generaattorin napajännitteestä. Rajat voidaan asettaa epäsymmetrisesti.

23.5.3-22.5.3 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.](#)

23.5.4-22.5.5 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.

Commented [A220]: Mikäli toimintatilan muutos vaatii säätäjän luo siirtymistä, vaadittu PSS:n päälle-/poiskytkentä 15 minuutissa luvun 10.5.1 mukaisesti ei ole uskottavasti mahdollinen.

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 viritellä esimerkiksi suodattamaan yli 3 Hz taajuuskomponentit.](#)

Formatted: Heading 3, Widow/Orphan control, Adjust space between Latin and Asian text, Adjust space between Asian text and numbers

23.5.5-22.5.7 Vaihekompensoinnin viritäminen

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 0,052-3,0 Hz [vähintään esimerkiksi](#) kymmenellä eri taajuudella.
- Taajuusvastekokeen tulokset tulee tarkistaa simulointeja vasten ja viritää 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 viritämisessä tulee tarkistaa, ettei matalataajuisien (alle 0,24 Hz) signaalien vahvistus ole suurempi kuin 0,2-2,0 Hz [heilahteluiden taajuusalueen](#) 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.

23.5.6-22.5.8 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.

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

184 (196)

Formatted Table

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.

23.5.7-22.5.9 Käyttöönottotestit

23.5.7.1-22.5.9.1 Mitattavat suureet

Käyttöönottotesteissä tulee mitata ja tallentaa ainakin seuraavat suuret:

- Magnetointivirta
- Magnetointijännite
- Napajännite
- Loisteho
- Pätöteho
- Taajuus
- PSS ulostulosignaali
- Testisignaali (sinisignaali, joka syötetään jänniteensäädön sisäänmenoon vaihesiirron mittaamiseksi)

PSS virittämistä varten magnetointilaitteistoon jännite- ja jänniteensäätäjän sisäänmenoon tulee voida syöttää eritaajuisia siniaaltoja taajuusvasteen määrittämiseksi.

23.5.7.2-22.5.9.2 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).

- 1.1. Jänniteensäädön ja lisästabilointipiirin simulointi-laskennallinen esiviritys (simulointi).

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

185 (196)

Formatted Table

1.

Jännitteensäätö ja lisästabiloitintipiiri mallinnetaan ja viritetään standardimalleilla (IEEE421.5) ja 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
-
- pPirretään seuraavat bode-diagrammit taajuusalueilla 0,05-10 Hz:

- Mikäli generaattorin, -magnetoitijärjestelmän ja sähköverkon muodostaman kokonaisuuden -(GEP) vaihesiirtoa ei olla mitattu ennakkoon, verrataan laskennallisesti määritettyä vaihesiirtoa lisästabiloitintipiirin 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.
- Lisästabiloitintipiirin vahvistus. Osoitetaan, että PSS lohko ei vahvista matalataajuisia taajuuksia kappaleen 22.5.7 vaatimusten mukaisesti.
- Taajuusvaste AVR:n summauspisteestä (V_{pi}) generaattorin pätötehoon (P_p), kun generaattori toimii nimellistehollaan ja PSS on pois päältä ja päällä nimellishavvistuksella. Osoitetaan, lisästabiloitintipiirin vaimennus koko taajuusalueella.

- edellä mainitut Bode-diagrammit päivitetään virityksen jälkeen ja toimitetaan osana loppuraporttia.

2. 2. Jännitteensäädön askelvastekokeet (generaattori ei verkossa)

2.

Jännitteensäädölle tehdään askelvastekokeet, kun generaattori ei ole verkossa ja käy tyhjäkäynnillä. Tehdään 2 % ja 10 % askelvasteet, ylös- ja alaspäin.

3. 3. Jännite- ja Jännitteensäädön askelvastekokeet (generaattori verkossa minimiteholla)

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

Formatted

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

186 (196)

3.

Jännitteensäädölle tehdään askelvastekokeet, kun generaattori käy verkossa minimiteholla. Tehdään 1 % ja 2 % askelvasteet, ylös- ja alaspäin.

4.4. Taajuusvasteen mittaaminen (generaattori verkossa minimiteholla)

4.

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]).

5.5. 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.

6.6. Lisästabilointipiirin viritys (simulointi)

Tarkastetaan ja viritetään jännitteensäädön simulointimalli askelvastekokeiden tuloksia vasten.

Viritetään lisästabilointi kompensoimaan mitattu vaihesiirto; [kks. luku 232.5.57](#).

7.7. Vahvistuksen määrittäminen (generaattori verkossa 50 % mitoitustehosta)

Vahvistus määritetään seuraavasti ([kks. luku 232.5.68](#)):

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 virituksen toimivuutta on mahdollista arvioida. Joissakin tapauksissa jännitemuutoksen tulee olla suuri vaatien jopa 4...5 %

Formatted Table

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

Formatted: Indent: First line: 2,3 cm

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Normal, Indent: Left: 3,57 cm

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

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: Default Paragraph Font

Formatted: No underline, Font color: Auto

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

[askelta. Asetusarvon muutos tulee tehdä esimerkiksi 4 % askeleessa
asetusarvomuutoksella 0,98–1,02 pu---1,02 pu.](#)

b)c) Lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) asetetaan arvoon 0 ja lisästabilointipiiri kytetään päälle ensimmäisen kerran ja tehdään ~~4%~~ askelvastekoe ylös- ja alaspäin.

e)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 päätöhoheiluntaan.](#) 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)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 päto- ja loistehoa sekä napajännitettä.](#) Jokaisen vahvistusmuutoksen jälkeen tehdään ~~2%~~ askelvastekoe ylös- ja alaspäin. [Jokaisen vahvistusmuutoksen jälkeen seurataan PSS:n ulostulosignaalia ja generaattorin napajännitettä.](#) Kun havaitaan värähtelyä [jatkuvassa tilassa tai askelvasteen jälkeen,](#) ei vahvistusta tule enää kasvattaa.

e)f) Vahvistus, jolla piirissä havaitaan ensimmäisen kerran värähtelyä, merkitään muistiin. Tämä maksimivahvistus jaetaan ~~2,5---3,0:llakahdella tai kolmella,~~ 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. ~~8.~~-Kompensoidun taajuuden määrittäminen (generaattori verkossa 50 % mitoistehosta)

Useimmissa lisästabilointipiireissä generaattorin napajännitteen ja sisäisen lähdejännitteen välinen kulmaero kompensoidaan kompensointireaktanssilla (X_{comp} tai X_c). 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. ~~9.~~-Vahvistuksen määrittäminen täydellä teholla (generaattori verkossa vähintään 80 % mitoistehosta)

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

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Formatted: Normal, Indent: Left: 3,57 cm

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

- a) Lisästabilointipiiri kytketään päälle ja lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) asetetaan arvoon 0. Tehdään 2 % askelvastekoe ylös- ja alaspäin. [Tarvittaessa kasvatetaan askelta, jotta saadaan pätöteho heilahtamaan, kuten 50 % teholla.](#)
- b) Lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) asetetaan nimellisarvoon [ja seurataan PSS:n vaikutusta kehinaan generaattorin normaaliin nopeaan pätötehoheiluntaan noin 5 minuutin ajan.](#)
- c) [Lisästabiloinnin vahvistus \(Ks1\) pidetään nimellisarvossa](#) ja tehdään [2 % kohdassa 1 määritetty](#) askelvastekoe ylös- ja alaspäin.
- d) [Lisästabiloinnin vahvistus \(Ks1\) asetetaan 2,0...-2,53 -kertaiseen](#) [nimellisarvoon](#) ja tehdään [2 % kohdassa 1 määritetty](#) askelvastekoe ylös- ja alaspäin.
- e) [Mikäli edellä mainitut askelvastekokeet tuottivat stabiilin vasteen, niin](#) lisästabiloinnin vahvistus (Ks1) 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. 40.](#) 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. 44.](#) 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 poiskeytymisrajat.](#)

[12. 42.](#) PSS päälle- ja poisohjaukset

[Kytetään paikallisesti PSS pois päältä ja takaisin päälle.](#)

[Kytetään valvomosta PSS pois päältä ja takaisin päälle.](#)

[13. 413.](#) Jatkuva käyttö ja loppudokumentaatio

Onnistuneen virityksen jälkeen lisästabilointipiiri jätetään käyttöön. Parametrit tallennetaan ja nauhoitettujen tulosten pohjalta tehdään lisästabilointipiiriin

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

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

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

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

Formatted: Indent: Left: 3,57 cm

viritysraportti. Asetetut lopulliset parametrit, [päivitetyt mallinnustiedot](#), [kokeiden numeeriset tulokset](#) sekä [viritysraportti](#) toimitetaan liittymispisteen verkonhaltijalle ja Fingridille [osana voimalaitoksen käyttöönottoraporttia](#).

Viritysraportissa esitetään vähintään seuraavat tulokset [sellaisilla](#) käyttäen aikaskaalaa, joka esittää selkeästi oleelliset ilmiöt, kuten [pätötehon heilahdusten vaimentumisen on tunnistettavissa](#). Pätötehosta on kyettävä määrittämään esimerkiksi heilahduksen jaksonaika ja amplitudi. Esitettävät tulokset:

1. [Taajuusvasteen mittaaminen 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 2,0–2,53 kertaan 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.](#)

FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

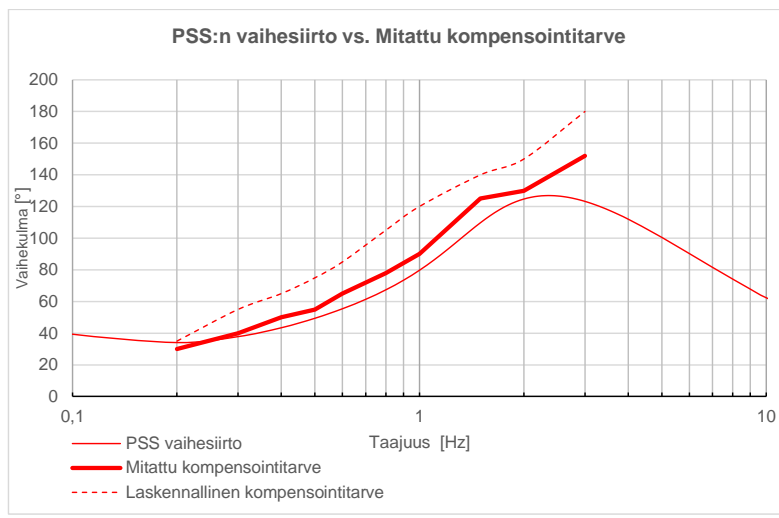
14.6.2024

190 (196)

Formatted Table

23.6.22.6 Esimerkki vaihekompensointisimuloinnista sekä Bode-diagrammeista

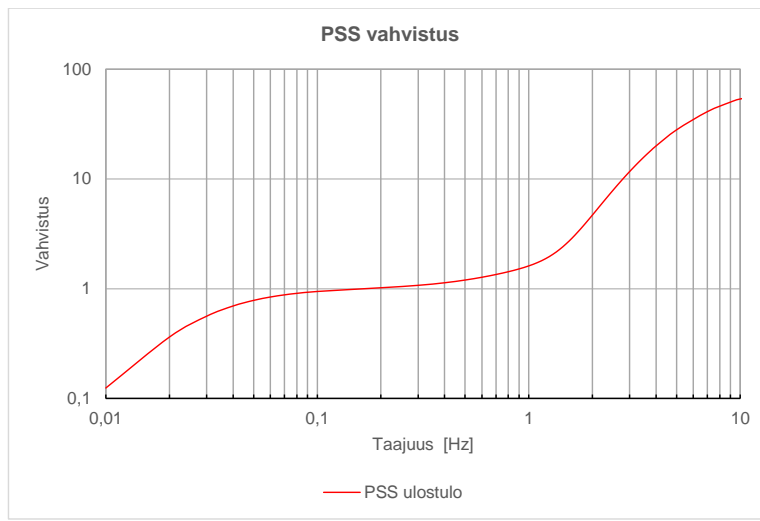
Alla olevassa kuvassa 232.2 on esitetty [magnetoitilaitteiston jänniteensäätäjän siirtofunktion avulla laskettu laskennallinen](#) kompensointitarve, todelliseen mittaukseen perustuva kompensointitarve, sekä viritetty lisästabiloinnin vaihesiirto.



Kuva 22.2. Laskentamallin kompensointitarve, mitattu kompensointitarve ja viritetty PSS:n vaihesiirto

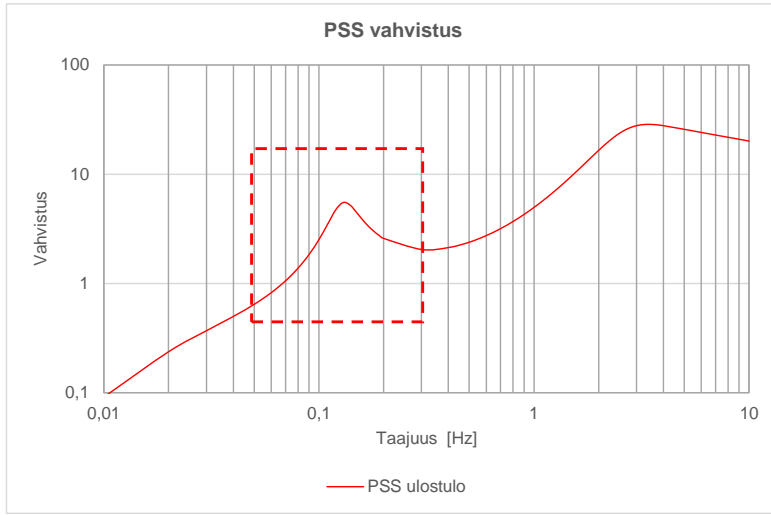
Kuvasta 232.2 huomataan, että mitatut ja laskentamallilla etukäteen lasketun kompensointitarpeen vaihesiirron välillä on huomattava ero. Tämän vuoksi taajuusvastemittaus on aina tehtävä, jotta voidaan varmistua lisästabiloinnin oikeasta virityksestä.

[Kuvassa 22.3 on esitetty viitteellinen lisästabilointiin vahvistus, jossa vahvistus pysyy matalilla taajuuksilla \(<0,2 Hz\) pienempänä kuin suuremmilla taajuuksilla.](#)



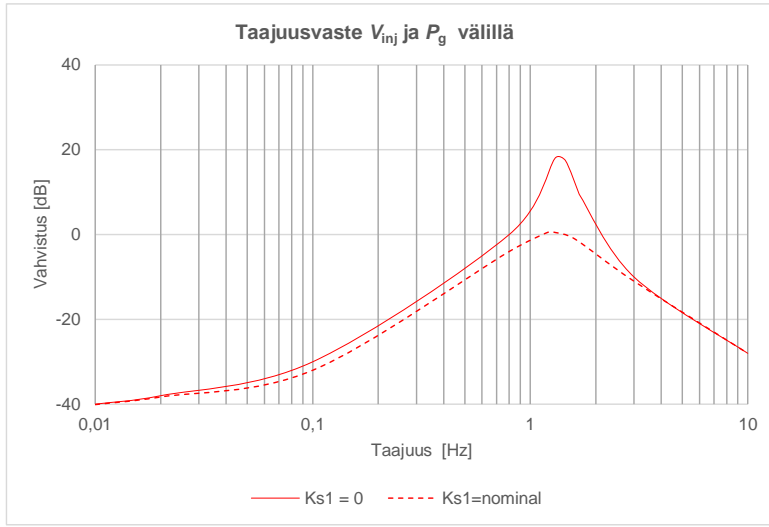
[Kuva 22.3. Lisästabiloinnin vahvistus laskentamallilla. Vahvistus on viitteellinen, mutta tuloksesta huomaa vahvistuksen olevan pienempi taajuuksilla \$f < 0,2\$ Hz, kuin taajuuksilla \$f > 0,2\$ Hz.](#)

[Kuvassa 22.4 on esitetty vuorostaanpuolestaan 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 22.34. 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 verkkoilmioissa.](#)

[Kuvassa 22.5 on esitetty PSS:n taajuusvastetarkastelu lopullisen virityksen jälkeen. Kuvaajaan on piirretty taajuusvaste jänniteensäädön \(AVR\) summauspisteestä \(\$V_{pi}\$ \) generaattorin pätehoon generaattorin ollessa nimellisteholla. Kuvaajaan on piirretty taajuusvasteet, kun PSS on nimellisvahvistuksella ja kun PSS on pois päältä. Tarkastelu osoittaa lisästabiloitipiirin vaimennuksen koko taajuusalueella sekä etenkin paikallisen moodin vaimennuksen.](#)



Kuva 22.5. Taajuusvaste jännitteensäädön (AVR) summauspisteestä (V_{inj}) generaattorin pätehoon (P_g) generaattorin ollessa nimellisteholla.

Formatted: Subscript

Formatted: Subscript

Kuvan 232.2 mukaisessa virityksessä on tehty kompromissi vaihesiirron suhteen, sillä vaihesiirto ja vahvistus on haluttu virittää mahdollisimman tarkasti kompensoimaan laitoksen paikallinen moodi. Kompensointi kuitenkin on tämän virityssäännön mukainen ja vaihesiirto mitatusta kompensointitarpeesta on jokaisella taajuudella välillä 0,2 – 2,0 Hz alle 30 astetta. Tällä virityksellä on saatu myös vahvistus pieneksi matalilla taajuuksilla ja vahvistuksen raja-arvo on myös maltillinen, lisästabilointiin vahvistus on esitetty kuvassa 232.3.

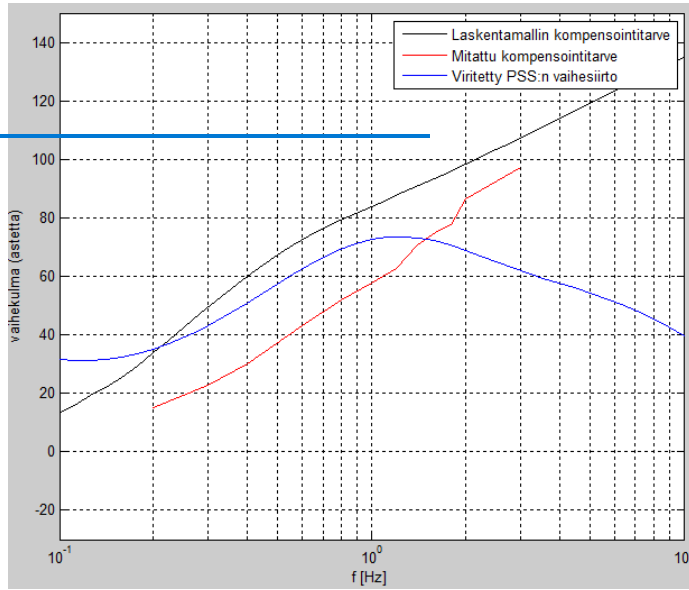
FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

195 (196)

Formatted Table



Kuva 22.2. Laskentamallin kompensointitarve, mitattu kompensointitarve ja viritetty PSS:n vaihesiirto

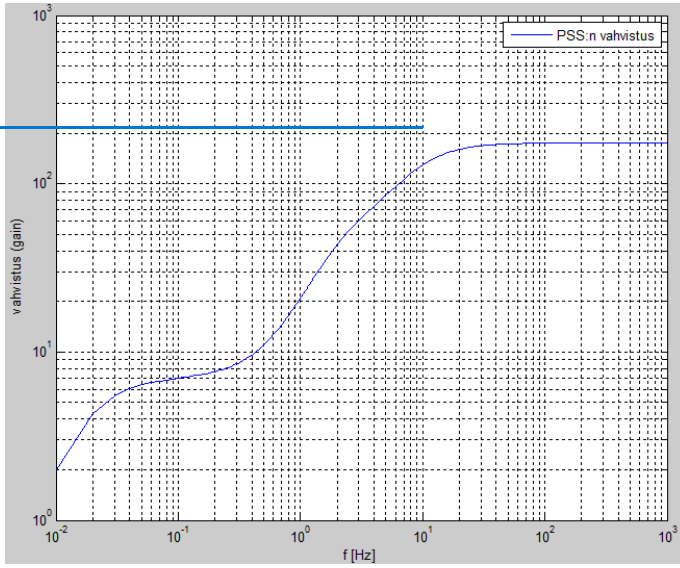
FINGRID

ENERGIAVIRASTOLLE VAHVISTETTAVAKSI

14.6.2024

196 (196)

Formatted Table



Kuva 22.3. Lisästabilointipiirin vahvistus