

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

Energiavirasto
Lintulahdenkuja 2 A
00530 Helsinki

Vastine SJV2019 lausunnoissa annettuihin kommentteihin

Fingrid Oyj kiittää sidosryhmiä lausunnoissa annetuista rakentavista kommenteista ja parannusehdotuksista sähkövarastojen järjestelmäteknisiin vaatimuksiin (SJV2019). Fingrid on käsitellyt tässä vastineessa kootusti SJV2019 viranomaislausuntokierroksella annetut kommentit. Kommenteissa selkeästi suurimpina kysymyksiä nousivat esiin vaatimusten soveltaminen varavirtajärjestelmiin(UPS), mikroverkkoihin ja hybridijärjestelmiin. Kommenttien seurauksena vaatimusten soveltamisalaa on muutettu koskemaan vain sähkövarastoja, jotka tarjoavat järjestelmäpalveluita. Yksittäisiin vaatimuksiin annettuja kommentteja, jotka eivät enää kosketa uuden esitetyn soveltamisalan alaisia sähkövarastoja, ei ole erikseen nostettu esiin tässä vastineessa. Kommentit on jaoteltu vastineessa relevantin luvun mukaan. Yksittäiset kirjoitusvirheet tai täydennykset on muokattu SJV2019 asiakirjaan, eikä niitä ole erikseen käsitelty tässä vastineessa.

1 Johdanto

Soveltamisalaa on tarkennettu ja vaatimukset on määritetty koskemaan sähkövarastoja, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita (käsitelty tarkemmin kohdassa 3):

Tämä asiakirja sisältää sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset, jotka Fingrid Oyj (myöhemmin "Fingrid") on sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella asettanut Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suuntaajakytketyille sähkövarastoille, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita.

2 Termit ja määritelmät

- Liittymistehon määrittely

Liittymistehon määrittely on pyydetty lisäämään määritelmiin. Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset eivät määrittele muita Fingrid Oyj:n liittymisehtoja, joten liittymistehon määrittely tässä yhteydessä ei kohdistu vaatimukseen kokonaisuutena oikein. Liittymistehon määrittely huomioidaan myöhemmin, kun Fingridin yleisiä liittymisehtoja (YLE) uudistetaan, arviolta vuoden 2021 aikana.

- Järjestelmäpalvelut

Soveltamisalan tarkentamiseksi järjestelmäpalvelut on lisätty määritelmiin.

Järjestelmäpalvelut: *Järjestelmäpalvelut ovat sähkön siirto- tai jakeluverkon käyttöä tukevia palveluita, kuten esimerkiksi reservi- ja säätösähkömarkkinat, tai sähköverkon kuormituksen tasaus ja hallinta.*

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

3 Vaatimusten soveltamisala

- Soveltamisala

Fingridiä pyydettiin harkitsemaan ja täsmentämään vaatimusten soveltamisalaa. Useissa lausunnoissa tuotiin esille monimuotoiset käyttötarkoitukset ja sovellutukset, joihin sähkövarastoja voidaan käyttää. Sähkövarastot eivät useissa tapauksissa osallistu lähtökohtaisesti markkinaperustaisesti sähkötehon säätöön, kuten esimerkiksi: varavirtalähteet(UPS), sähköautot ja niiden latauspisteet, mikroverkot, vauhtipyörät tai teollisuuden verkkoon jarruttavat prosessit.

Fingrid on arvioinut vaatimusten soveltamisalaa ja muuttanut vaatimusten soveltamisalan määrittelyä. Vaatimukset on nyt määritetty koskemaan sähkövarastoja, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita. Järjestelmäpalvelut ovat määritelty tämän asiakirjan kohdassa 2. Lisäksi on täsmennetty, etteivät vaatimukset koske varavirtalähteitä tai vastaavia järjestelmiä.

SJV2019 lukuun 3 on tehty seuraavat muutokset:

Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset koskevat niitä Suomen sähköjärjestelmään kytkettyjä tai kytkettäviä suuntaajakytkettyjä sähkövarastoja, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita ja joiden mitoitus-teho tuotantotilassa on vähintään 0,8 kW. Vaatimukset eroavat sähkövaraston mitoitus-tehon ja liittymispisteen jännitetason perusteella.

Vaatimukset eivät koske varavirtalähteitä tai järjestelmiä, joiden tarkoitus on varmistaa keskeytymätön sähkötehon syöttö turvattavalle kuormitukselle sähköverkon häiriöiden aikana. Varavirtalähteen tulee täyttää sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset, mikäli se tuottaa järjestelmäpalveluita.

- Järjestelmäteknisten vaatimusten erillisyydet, mikroverkot ja hybridijärjestelmät

Liittymisehtojen vaatimuksia eri resursseille käsitellään lähtökohtaisesti erikseen relevantin vaatimuksen mukaan. Tällaisia resursseja voivat esimerkiksi olla voimalaitokset, kysyntäjoustoon osallistuvat kulutusyksiköt tai sähkövarastot. Voimalaitoksia ja kulutuskohteita sääntelevät verkkosäännöt rajaavat sähkövarastot voimalaitosten ja kulutuksen järjestelmäteknisten vaatimusten ulkopuolelle. Fingridiä on pyydetty muuttamaan soveltamisalan rajausta sähkövarastoille niin, että sähkövaraston resurssi voidaan huomioida osana mikroverkkoa tai hybridijärjestelmää, joka koostuu useista eri resursseista.

Verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta reunaehtoja sähkövarastojen järjestelmäteknisille vaatimuksille ja Fingrid ei halua sääntelyllä estää uusien järjestelmäpalveluiden syntymistä. Fingrid on täydentänyt vaatimusten soveltamisalaa niin, että liittymällä on mahdollisuus yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi voimalaitoksen tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää ja tällöin vaatimuksia voidaan tarkastella kokonaisuutena. Vaatimusten soveltamista ei voi tässä vaiheessa kirjoittaa yksityiskohtaiseen muotoon, koska tällaisille hybridijärjestelmille ei ole olemassa tiettyä täsmällistä tyyppiesimerkkiä.

Fingrid Oyj

Katuosoite
Läkkisepäntie 21
00620 Helsinki

Postiosoite
PL 530
00101 Helsinki

Puhelin
030 395 5000

Faksi
030 395 5196

Y-tunnus 1072894-3, ALV rek.
etunimi.sukunimi@fingrid.fi
www.fingrid.fi

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

SJV2019 lukuun 3 on tehty seuraavat muutokset:

*Sähkövarasto voidaan liittää sähköjärjestelmään oman liittymispisteen taakse, tai jo olemassa olevan liittynnän osaksi, esim. voimalaitoksen tai kulutuslaitoksen keskijännitekiskoon. Sähkövaraston järjestelmätekniset vaatimukset määräytyvät taulukon 3.1 mukaan, eivätkä ne ole **lähtökohtaisesti** riippuvaisia samaan liittymispisteeseen liitettyjen muiden tuotanto- tai kulutuslaitteistojen mitoitus-tehosta tai vaatimuksista. **Mikäli liittyjä haluaa yhdistää sähkövaraston resurssit osaksi voimalaitoksen tai kulutuskohteen säätöjärjestelmää, voidaan vaatimuksia tarkastella kokonaisuutena. Vaatimukset määräytyvät kokonaisuuden mitoitus-tehon ja liittymispisteen jännitetaso perusteella. Fingrid määrittää yksityiskohtaiset vaatimukset tapauskohtaisesti liittäjän pyynnöstä.***

6 Vaatimusten todentamisprosessi, jatkuva seuranta ja niihin liittyvät vastuut

- K: Pitääkö aina ilmoittaa jakeluverkon haltijalle, kun liitetään energiavarasto kiinteistön sisäiseen verkkoon, vaikka energiavarasto ei syötä tehoa jakeluverkkoon, vaan kaikki teho kulutetaan kiinteistössä?

V: Ilmoitus tulee tehdä, mikäli sähkövarasto kuuluu vaatimusten soveltamisalan piiriin.

- K: 6.4.1: Olisiko mahdollista yhtenäistää todentamiskriteerejä niin että B-tyypin sähkövarastosta toimitettavat tiedot – lomaketta olisi mahdollista käyttää myös A- tyypin sähkövarastojen todentamisprosessiin? Nyt A- tyypin tiedot poikkeavat hieman, esim. e) laitospaikalla sijaitsevista laitteista käytettyjen valtuutetun todentajan antamien laitetodistusten viitetiedot g) liittäjän ja asentajan yhteystiedot

V: Tyypin A sähkövarastojen toimitettavien tietojen minimivaatimukset on esitetty vaatimusten luvussa 6.4.1. Liittymispisteen verkonhaltija määrittää toimitettavien tietojen laajuuden ja suosituksena on käyttää Energiateollisuus ry:n yleistietolomaketta "PIENTUOTANTOLAITTEISTON JATAI SÄHKÖVARASTON LIITTÄMINEN SÄHKÖVERKKOON".

- K: 6.4.2: Tässä viitataan "valtuutettuun todentajaan". Kuka tai mikä tällainen taho mahtaa olla?

V: valtuutettu todentaja on määritetty liittynnän verkkosäännöissä seuraavasti: 'valtuutetulla todentajalla' laitetodistuksia ja sähköntuotantomoduulin asiakirjoja myöntävää elintä, jonka akkreditoinnin on antanut Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 765/2008(1) mukaisesti perustetun Eurooppalaisten akkreditointielinten yhteistyöjärjestön (EA) kansallinen jäsen.

9 Tyypin B, C ja D sähkövarastojen reaaliaikaiset mittaukset ja tiedonvaihto

Reaaliaikaisten mittaustietojen toimittaminen SJV2019 luvussa 9 määritetyn osalta vastaa SOGL verkkosäännön mukaisesti tehtyä, ja kansallisesti viranomaisen vahvistamaa, KORRR (Key Organisational Requirements, Roles and Responsibilities)

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

määrittelyä. Reaaliaikaisen tiedonvaihdon yksityiskohtaiset vaatimukset on määritetty Fingridin sovellusohjeessa "Reaaliaikainen tiedonvaihto", joka on saatavilla Fingrid Oyj:n verkkosivuilta.

10 Yleiset vaatimukset

- Sähkövaraston jännite-taajuus toiminta-alue (SJV2019 luku 10.2.1 ja 10.5.1)

Sähkövaraston jännite-taajuus toiminta-alue on yhdenmukainen muiden liittynän verkkosääntöjen kanssa. Mikäli sähkövarasto kuuluu tämän vaatimuksen päivitettyyn soveltamisalaan (ks. kohta 3), tulee sen noudattaa vaatimuksissa asetettua jännite-taajuus toiminta-aluetta.

Mikäli esimerkiksi mikroverkkojen sähkövarastoilla tuotetaan järjestelmäpalveluita, tulee niiden pysyä liitettynä sähköverkkoon vaatimusten mukaisesti jännitteen ja taajuuden vaihdellessa. Jos taas mikroverkon sähkövarasto on varavirtalähde, jolla turvataan paikallisen kuormituksen syöttö jännitehäiriön aikana, ei vaatimuksia tarvitse täyttää.

- Taajuuden muutosnopeuden sietokyky (SJV2019 luku 10.2.2)

Sähkövaraston taajuuden muutosnopeuden sietokyky on yhdenmukainen muiden liittynän verkkosääntöjen kanssa. Mikäli sähkövarasto kuuluu tämän vaatimuksen päivitettyyn soveltamisalaan (ks. kohta 3), tulee sen noudattaa vaatimuksissa asetettua taajuuden muutosnopeuden sietokykyä.

Fingrid haluaa kieltää taajuuden muutosnopeuteen perustuvien suojalaitteiden käytön, sillä niiden toiminta on havaittu useassa Euroopan maassa epäluotettavaksi, etenkin silloin kun uusiutuvan tuotannon määrä on suuri suhteessa järjestelmän kokoon. Suomessa on myös havaittu tällaisen suojalaitteen virhetoimintoja yksivaiheisten maasulkujen yhteydessä, vaikka taajuudessa ei ollut todellisuudessa muutosnopeutta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää esimerkiksi absoluuttiseen taajuusmittaukseen ja jännitemittaukseen, tai näiden yhdistelmään perustuvaa suojaa, jonka laskenta-algoritmi on todettu huomattavasti luotettavammaksi. Fingridin ohjeessa: "Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus" on annettu suositus jännite- ja taajuusrajojen suojausasetteluista.

Taajuuden muutosnopeuteen perustuvan suojalaitteen käyttö sallitaan pienissä alle 50 kW sähkövarastoissa. Tämä vaatimus on yhdenmukaistettu voimalaitoksille asetettujen vaatimusten mukaisesti.

- Etäohjausvalmius (luku 10.2.3 ja 10.3.1)

K: Kuka tätä toiminnallisuutta tarvitsee? Miten etäohjaus toteutetaan? Kuka ohjaa?

V: Vaadittu toiminnallisuus on yhdenmukaistettu voimalaitoksille asetettujen vaatimusten kanssa, jotka perustuvat EU-komission asetukseen 2016/631. Tällä hetkellä etäohjausmahdollisuutta ei hyödynnetä järjestelmävastaavan toimesta. Vaadittu toiminnallisuus jättää mahdollisuuden hyödyntää etäohjausta tulevaisuudessa, esimerkiksi järjestelmäsuojan osana tai alueellisessa kuormituksen hallinnassa.

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

- Lähivikakestoisuus (10.3.2 ja 10.5.2)

Lähivikakestoisuusvaatimus on yhdenmukaistettu suuntaajakytketyille voimalaitoksille asetettujen vaatimusten kanssa, jotka perustuvat EU-komission asetukseen 2016/631. Jännitteeton aika Fingridin 110 kV verkon pikajälleenkytkennässä on tyypillisesti 0,7 s. Fingridin relesuojausohje suosittaa käyttämään alijännitesuojausta, joka laukaistaan 0,5 sekunnissa kun jännite alittaa 0,2 pu. Mikäli suojauksen koordinaatiossa havaitaan ongelmia, on Fingrid valmis tarkastamaan pikajälleenkytkentäaikoja tapauskohtaisesti.

Lähivikakestoisuusvaatimuksessa on vaadittu, ettei sähkövarasto saa kytkeytyä irti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena. Tämä vaatimus tarkoittaa useaa perättäistä lähivikaa, jotka tapahtuvat vaatimuksessa määritetyn verhokäyrän (SJV2019 kuva 10.1 tai 10.3) yläpuolella. Mikäli yhden yksittäisen vian seurauksena jännitteen verhokäyrä alittuu, saa sähkövarasto irtikytkeytyä tai siirtyä saarekkeeseen.

- Sähkövaraston vikavirran syöttö (SJV2019 luku 10.3.3)

Sähkövarastot voivat korvata osittain verkon vahvistamista ja/tai alueellista sähköntuotantokapasiteettia, jolloin järjestelmän vikavirtataso heikentyy sähkövarastojen yleistyessä. Sähkövarastojen tulee osallistua vikavirran syöttöön, jotta vian tunnistava suojaus toimii myös silloin, kun vikavirtaa on heikosti saatavilla perinteisistä lähteistä. Vikavirransyöttöä vaaditaan sähkövarastoilta tyypistä B alkaen, eli yli 1 MW sähkövarastoilta.

Sähkövaraston vikavirran syötön k-kerroin määrittää sähkövaraston vikavirran syötön suhteessa vian aikaiseen jäännösjännitteeseen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että sähkövarasto tulee ylivoimaa, jotta vikavirtaa voidaan syöttää aina 2,5-kertainen määrä. Vaatimus tarkoittaa sitä, että syvemmissä jännitekuopassa syötetään enemmän vikavirtaa k-kertoimen määräämässä suhteessa ja vikavirran tason saa rajoittaa sähkövaraston mitoitusvirtaan. Loisivirran priorisointi tarkoittaa sitä, että loisivirtaa syötetään k-kertoimen määräämää määrää ja pätövirtaa voidaan syöttää loput, jos virtakapasiteettia jää.

Esim 1.

Jäännösjännite vian aikana on 80 %. $dU = 0,2$

Syötettävä lisävikavirta $dI_q/I_n = k \cdot (dU/U_n) = 2,5 \cdot 0,2 = 0,5$ pu.

Esim 2.

Jäännösjännite vian aikana 40 %. $dU = 0,6$

Syötettävä lisävikavirta $dI_q/I_n = k \cdot (dU/U_n) = 2,5 \cdot 0,6 = 1,5$ pu. Eli tässä tilanteessa jo syötettäisiin vian aikana vain loisivirtaa invertterin virtarajan verran, joka on tyypillisesti noin 1,1-1,2 pu.

SJV2019 lukuun 10.3.3 on tehty seuraava täsmennys:

*Vikavirran syötön k-kertoimen tulee olla 2,5 ja epäsymmetrisissä vioissa tulee syöttää myötä- ja vastakomponentti k-kertoimen määräämässä suhteessa. **Sähkövaraston***

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

mitoitusvirtaa ei tarvitse ylimitoitaa, vaan vikavirran syötön saa rajoittaa normaalikäytön mitoitusvirran tasoon (tyypillisesti 1,1–1,2 pu).

Hystereesivaatimus: ”

- *Vikavirran syöttömoodin tulee aktivoitua, kun liittymispisteen tai sähkövaraston yksittäisen yksikön liittimien vaihejännite on alle 0,85 pu.*
- *Vikavirran syöttömoodin tulee poistua käytöstä, kun vaihejännite palaa yli 0,90 pu tasoon.* ”

Vikavirran syötön hystereesivaatimus on asetettu, sillä vikatilanteessa jännitteen palaututtua juuri vikavirran syöttömoodin aktivoitumisrajan tuntumaan, on riski, että sähkövarasto jää pumppaamaan normaalitilan ja vikavirran syöttömoodin välille. Tämä riski on todennettu simulointitarkasteluilla. Vikavirran syötön hystereesivaatimus on toteutettavissa nykyisin yleisesti käytössä olevalla teknologialla.

- Pätötehon palautuminen jännitehäiriön jälkeen (SJV2019 luku 10.3.4)

K: ”Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä tehon muutoksia.” Mitä tämä tarkoittaa? Miksi? Mikäli esim. mikroverkon liittymispisteessä tai sen toisella puolella on tapahtunut kuorman muutoksia vian seurauksena, sähkövaraston pätöteho muuttuu luonnollisesti tukemaan siihen kytkettyä mikroverkkoa.

V: Jännitehäiriön seurauksena ei sallita pysyviä pätötehon muutoksia, sillä ei haluta, että jännitehäiriö johtaa taajuusstabiiliuden vaarantumiseen. Mikäli sähkövarasto turvaa tietyn kuormituksen syöttöä, katsotaan se varavirtalähteeksi, eikä se enää kuulu päivitetyn soveltamisalan piiriin (ks. luku 3).

- Suojaus (SJV2019 luku 10.3.5)

K: Takasyöttöongelma verkon vikaa vasten? Vaikuttaa oudolta, että vikavirtaa pitää syöttää mahdollisimman pitkään.

V: Sähkövarastot voivat korvata osittain verkon vahvistamista ja/tai alueellista sähköntuotantokapasiteettia, jolloin järjestelmän vikavirtataso heikentyy sähkövarastojen yleistyessä. Sähkövarastojen tulee osallistua vikavirran syöttöön, jotta vian tunnistava suojaus toimii myös silloin, kun vikavirtaa on heikosti saatavilla perinteisistä lähteistä. Vikavirransyöttöä vaaditaan sähkövarastoilta tyypistä B alkaen, eli yli 1 MW sähkövarastoilta.

11 Sähkövaraston pätötehon ja taajuuden säätö

- Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila (LFSM-O) (SJV2019 luku 11.1.2)

K: Luvun 11.1.2 mukaan sähkövaraston toimiessa esimerkiksi pätötehon kulutusstilassa sillä tulee aina olla kulutuskapasiteettia reservissä. Miten edellä mainittu suhtautuu esimerkiksi varaston nimelliskulutustehoon?

V: SJV2019 luvussa 11.1.2 on kirjoitettu seuraavasti: *Kun sähkövarasto saavuttaa mitoitustehon kulutusstilassa, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes sähkövaraston energiakapasiteetti on täytetty.*

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

Sähkövaraston energiakapasiteetin täyttyessä kulutusta ei tarvitse (käytännössä ei voi) enää jatkaa. Sähkövaraston omistaja ei ole veloitettu pitämään reserviä sähkövarastossaan tämän vaatimuksen perusteella, vaan kulutuksen saa lopettaa tai sitä ei tarvitse edes aloittaa, mikäli sähkövaraston energiakapasiteetti on jo täynnä ylitaajuustilanteessa.

K: SJV2019 dokumentissa, tai erillisellä ohjeella, tulisi kommentoida vaatimusten priorisointia silloin kuin ne ovat keskenään ristiriidassa, tai ristiriidassa energiavaraston ensisijaisen käyttötarkoituksen kanssa.

Esimerkki 1: Energiavarastolla voi tehdä huipputehon leikkausta jakeluverkossa ja rajoittaa jakeluverkon kuormitusta kun sähköautoja ladataan. Tämä on erittäin tyypillinen ja ehdotettu ratkaisu tulevaisuuden sähköautojen latausinfraan suhteen. Pitääkö taajuuden ollessa yli 50,5 Hz rajoittaa syöttötehoa verkkoon, vaikka se aiheuttaisi jakeluverkon ylikuormittumisen ja suojausten laukeamisen, jonka johdosta verkosta tippuu koko suojausten alavirtaan oleva sähköverkon kuorma, pahentaen tilannetta entisestään kantaverkon taajuudenhallinnan kannalta?

Esimerkki 2: Hiilivapaan energiajärjestelmän saavuttamiseksi ehdotetaan hajautettua tuotantoa esimerkiksi aurinkopaneeleilla. Näitä voidaan laittaa esimerkiksi suurien teollisuus- ja varastorakennusten, omakotitalojen jne. katoille. Osassa projekteissa tehonsyöttöä verkkoon tulee rajoittaa esimerkiksi sähköliittymän tai jakeluverkon kapasiteetin takia. Tällöin ylimääräinen energia voidaan tallentaa paikalliseen energiavarastoon myöhemmin, eli yöaikaan, käytettäväksi. Jos kuitenkin kantaverkon taajuus tippuu alle määritellyn raja-arvon (49,5 Hz), tulee akuston lataamista automaattisesti rajoittaa. Samanaikaisesti aurinkopaneeleiden tulisi maksimoida tehonsyöttö tuotantolaitoksille annettujen vaatimusten mukaisesti. Tämä voi aiheuttaa ylikuormituksen jakeluverkossa, sen liittynässä tai kiinteistön sisäisessä verkossa, ja siten suojausten laukeamisen, jolloin koko tuotanto tippuu verkosta pahentaen tilannetta entisestään kantaverkon taajuudenhallinnan kannalta.

V: Suojausperiaatteet ja säätöjen priorisointi on kirjattu SJV2019 lukuun 10.3.5 Suojaus. Ohessa otteita luvusta:

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

...

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

1. sähköverkon ja sähkövaraston suojaus,

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

2. *pätötehon ja taajuuden säätö,*
3. *tehon rajoittaminen,*
4. *tehon muutosnopeuden rajoittaminen.*

Vaatimusten mukaan sähköverkon suojaus (ottaen huomioon järjestelmän käyttövarmuus) on etusijalla taajuuden säätöön nähden. Tätä periaatetta noudattaen liittymispisteen verkonhaltijan on arvioitava sähköverkon kuormitustilanne ja ohjeistettava liittijää asettamaan sähkövaraston säätönsä niin, ettei ylitaajuustilanteessa synny ylikuormitustilannetta, joka johtaa verkon käytön menettämiseen. Vastaavaa periaatetta noudatetaan alitaajuustilanteessa.

- Pätötehon säätö (SJV2019 luku 11.3.3.1)

K: Seuraava lause vaikuttaa epäselvältä ja kaipaisi selvennystä: "Pätötehon säädölle asetettu ohjearvo, joka mitataan 10 sekunnin keskiarvoina, ei saa ylittää määriteltyä tasoa."

V: SJV2019 luvun 11.3.3.1 vaatimus on uudelleenmuotoiltu:

Pätötehon oloarvo ei saa ylittää säädölle annettua ohjearvoa, kun pätötehon oloarvon mittaaminen suoritetaan 10 sekunnin keskiarvoina.

- Taajuussäätö (FSM) (SJV2019 luku 11.3.3.3)

Taajuussäätö (FSM) ominaisuuden ei tarvitse olla aina päällä, toisin kuin yli- ja alitaajuussäädön toimintatilat LFSM-O ja -U. SJV2019 lukuun 11.3.3.3 on lisätty seuraava täsmennys:

Taajuussäätötoimintatilan käytöstä ja asetteluista sovitaan erikseen kaupallisella sopimuksella.

- Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila (LFSM-U) (SJV2019 luku 11.3.3.4)

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan vaatimusta on pyydetty keventämään, jotta sähkövarastojen energiakapasiteetti ei tyhjene kokonaisuudessaan taajuushäiriön seurauksena. Esimerkiksi tilanteessa, jossa sähkövarasto ei osallistu taajuuden säätöön reservimarkkinoilla, mutta osallistuu paikallisen sähköverkon kuormituksen hallintaan ja suojaa myös kriittistä kuormaa häiriöiden varalta, ei ole kohtuullista vaatia tyhjentämään koko energiakapasiteettia taajuushäiriön aikana. Tässä tilanteessa kuitenkin vaaditaan, että sähkövarasto pysyy liitettynä vaatimusten mukaisilla taajuus-jännitealueilla ja kestää lähiviat.

SJV2019 lukuun 11.3.3.4 on tehty seuraavat muutokset:

Poistettu:

~~*Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan lineaarisen statiikan mukaisesti.*~~

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

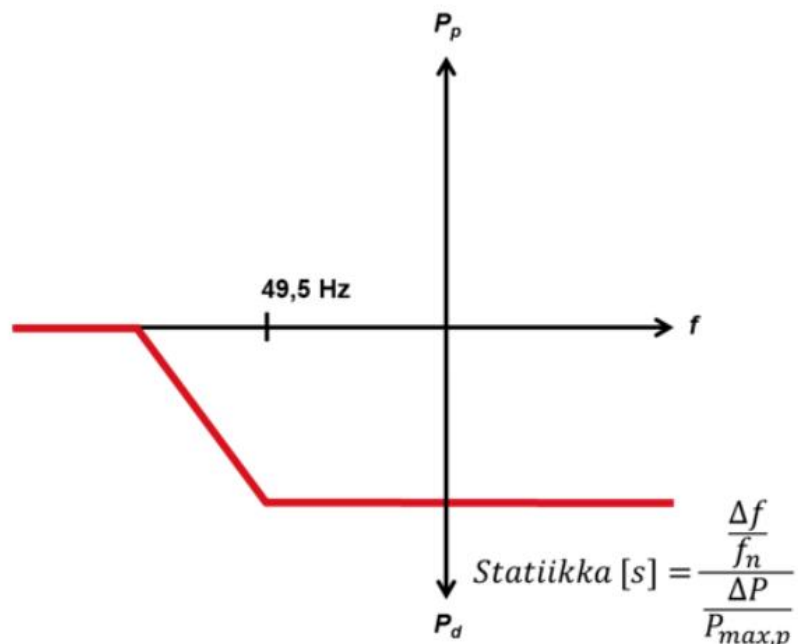
~~Ollessaan pätötehon tuotantotilassa, sähkövaraston tulee kyetä kasvattamaan pätötehon tuotantoaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz.~~

~~Kun sähkövarasto saavuttaa mitoitustehon tuotantotilassa, tulee sen kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes sähkövaraston energiakapasiteetti on käytetty.~~

Lisätty:

Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes taajuus palautuu yli 49,5 Hz tasolle.

Muutettu:



Kuva 11.3. Taajuussäätö-alitaajuustoimintatila. Ollessaan pätötehon kulutustilassa sähkövaraston tulee kyetä pienentämään pätötehon kulutustaan lineaarisesti taajuuden funktiona, kun sähköjärjestelmän taajuus alittaa 49,5 Hz. Kun sähkövarasto saavuttaa toimintapisteen, jossa pätötehoa ei siirry sähkövaraston ja sähköverkon välillä, tulee sähkövaraston kyetä jatkamaan toimintaansa tällä säätötasolla, kunnes taajuus palautuu yli 49,5 Hz tasolle. Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Kuvassa f on taajuus, f_n on nimellistaajuus (50 Hz), P on sähkövaraston pätöteho, P_p on sähkövaraston pätöteho tuotantotilassa, P_d on sähkövaraston pätöteho kulutustilassa, $P_{max,p}$ on sähkövaraston tuotantotilan mitoitusteho.

- Yleisesti taajuuden laadusta ja vaadituista säätöominaisuuksista

Taajuuden laatua on raportoitu säännöllisesti yhteispohjoismaisessa sähköjärjestelmässä vuodesta 2013 alkaen. Tänä aikana taajuus on alittanut viisi kertaa 49,5 Hz:n rajan, kukin näistä alitaajuustapahtumista on ollut kestoltaan 1–5 sekuntia. Taajuus ei ole kertaakaan ylittänyt 50,5 Hz rajaa tänä raportointiaikana. Taajuuden poikkeamaa 49,5 – 50,5 Hz:n ikkunasta voidaan pitää siis harvinaisena.

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

Sähköjärjestelmän stabiili toiminta on edellytys sähkönsiirrolle ja sähkömarkkinoiden toiminnalle. Pohjoismaissa ja Suomessa on käytössä sähköjärjestelmän N-1 mitoituskriteeri. Kriteerin mukaan sähköjärjestelmän tulee joka hetki kestää häiriö, kuten minkä tahansa yksittäisen komponentin irtoaminen vian seurauksena tai ilman vikaa järjestelmästä niin, ettei se johda vian vaikutusalueen laajenemiseen tai pahimmillaan suurihäiriöön.

Fingrid ja pohjoismaiset järjestelmävastaavat hankkivat aina tarvittavan määrän reservejä, jotta mitoituskriteerin (N-1) mukaisessa häiriössä sähköjärjestelmä saadaan palautettua normaalitilaan ja keestetään seuraava mitoituskriteerin mukainen häiriö 15 minuutin kuluttua ensimmäisestä häiriöstä.

Sähkövarastoilta ja voimalaitoksilta vaaditut, aina päällä pidettävät, taajuuden säätöominaisuudet yli- ja alitaajuustilanteissa (LFSM-O ja -U) ovat avustamassa sähköjärjestelmän palautumista normaalitilaan harvinaisissa häiriötilanteissa. Näiden säätöfunktioiden, kuten muidenkin järjestelmäsuojiin, on tarkoitus palauttaa sähköjärjestelmä normaalitilaan tilanteissa, jossa häiriötilanne ylittää mitoituskriteerit.

12 Sähkövaraston loistehokapasiteetti

- K: SJV2019 lukuun 12.2.1 toivotaan täsmennystä tilanteeseen, jossa sähkövarasto on passiivisena osana järjestelmää, eikä ole kulutus- tai tuotantotilassa ja sähkövarastoon ei ole varastoitunut energiaa. Onko myös näissä tilanteissa voimassa vaatimus, että sähkövarasto osallistuu loistehonkompensointiin, toisin kuin esimerkiksi VJV2018:ssa suuntaajakytketyt voimalaitokset, joiden loistehokapasiteettivaatimus poistuu, kun tuotanto alittaa minimitehon.

V: Mikäli sähkövarasto kuuluu tämän vaatimuksen päivitettyyn soveltamisalaan (ks. kohta 3), eli tuottaa järjestelmäpalveluita, tulee sen kyetä tuottamaan vaatimusten mukainen loistehokapasiteetti silloin kun se on verkkoon liitettynä. Sähkövarasto voi osallistua järjestelmäpalveluiden tuottamiseen, vaikka käyttötilanne on sellainen ettei päätöhoia tuoteta tai kuluteta määrättyllä hetkellä lainkaan (vrt. taajuusohjattu häiriöreservi, kun taajuus on normaalisti välillä 49,9 – 50,1 Hz). Tällöin loistehokapasiteetin on oltava käytettävissä ja säätö tulee toteuttaa liittymispisteen verkonhaltijan ohjeistuksen mukaan.

- K: Loistehokapasiteettilaskelman toimintapisteet on hieman epäyhtenevät itse loistehokapasiteettivaatimukseen verrattuna. Laskelma (SJV2019 taulukko 12.1) on esitettävä nimellistä suuremmalla jännitteellä vain arvolla 1.1 pu, joka on loistehokapasiteettivaatimuksen ulkopuolella (vrt. kuva 12.1). Täten varsinainen loistehokapasiteettivaatimuksen toteutuminen tai toteutumattomuus vaatimusrajojen puitteissa ei välttämättä selviä toimitettavista laskelmista. 1.1 pu jännitteen sijaan tai lisäksi olisi selkeämpää edellyttää laskelma vaatimuksen rajajännitteellä 1.05 pu. (Sama epäyhteneväisyys koskee myös voimassa olevaa VJV2018. Tässä kuitenkin voisi huomioida ennen vaatimusten voimaan tuloa.)

V: Epäyhteneväisyys on korjattu loistehokapasiteettilaskelman vaatimustaulukkoon 12.1.

Liittymispisteen jännite [p.u.]	0,85*	0,90	1,00	1,05
Tehotaso 1	Mitoitusteho tuotantotilassa $P_{max,p}$			
Tehotaso 2	$P=0,50*P_{max,p}$			
Tehotaso 3	$P=0,50*P_{max,d}$			
Tehotaso 4	Mitoitusteho kulustilassa $P_{max,d}$			
*Toimintapiste 0,85 p.u. on hetkellinen, tässä toimintapisteessä loisteho on pystyttävä tuottamaan vähintään 10 sekunnin ajan				

13 Sähkövaraston jännitteen ja loistehon säätö

- K: Loistehonsäätö on riippuvainen paikallisista jänniteolosuhteista. Kantaverkosta päin tulevat tarpeet on hidastettu käämikytken toiminta-ajalla. 110 kV jännitteeseen liittyneet laitokset toimivat loisteho-/jännitteensäädössä heti. Onko lukujen 12 ja 13 tavoite taata liityntäpisteessä $\cos \phi = 0,95$, vai vaaditaanko siinä säätämään tehokerrointa virtarajan puitteissa? Niin kuin jo mainitussa esittelytilaisuudessa kävi ilmi, vaihtosuuntaaja kykenee tuottamaan vaikka $\cos \phi = 0$ ilman ns. sähköntuotantoa. Kuka vain maksaa ne häviöt ja omakäytön? Eli tällekin jokin markkina löytynee, jos loistehonsäätötarve johtuu kantaverkosta.

V: Liittymispisteen verkonhaltija määrittää jännitteen ja loistehon säädön säätötavan. Mikäli kyseessä on yli 10 MW sähkövarasto noudatetaan jännitteensäädön osalta soveltaen kantaverkkosopimuksen mukaisia voimalaitoksille asetettuja periaatteita:

Voimalaitoksissa, jotka ovat mitoitusteholtaan yli 10 MW tai joiden liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV tulee normaalisti käyttää vakiojännitesäätöä, joka on aseteltu Fingridin antamien ohjeiden mukaisesti. Vakiojännitesäädöllä voimalaitosten loistehoreservit tukevat voimalaitosten ja verkon vikojen aikana tarkoituksenmukaisella tavalla sähköverkon jännitettä. Jos Asiakas tai Asiakkaan verkkoon liittynyt kolmas osapuoli haluaa käyttää voimalaitoksissa muuta säätötapaa, ratkaisusta ja säätöominaisuuksista tulee sopia erikseen Fingridin kanssa.

SJV2019 lukuun 13.2.1 on täydennetty seuraavasti:

Jännitteen ja loistehon säädön ensisijainen säätötapa on liittymispisteen vakiojännitesäätö, säätöalueen tulee vastata sähkövaraston todellista loistehokapasiteettia.

Kantaverkkosopimuksen sovellusohjetta päivitetään vuoden 2020 aikana, jolloin siihen lisätään myös sähkövarastoa koskevat vaatimukset.

Jännitteensäätö yli 10 MW voimalaitoksille ja sähkövarastoille on Suomessa velvoiteperusteinen. Jännitteensäädön velvoite ei tarkoita sitä, että sähkövaraston omistaja kompensoi jonkin toisen osapuolen loistehoa jatkuvasti korvauksetta. Vaatimuksen tarkoituksena on turvata sähköjärjestelmän jännitetuki välittömästi vian aikana ja häiriön jälkeen. Voimalaitokset ja sähkövarastot osallistuvat lyhytaikaisen jännitevaihtelun aiheuttamaan loistehon säätöön, mutta pidemmällä aikavälillä liittymispisteestä otetun ja annetun loistehon keskiarvon tulisi olla nolla, ellei kaupallisesti ole muuta sovittu. Sähkövaraston omistaja voi sopia jatkuvasta loistehon kompensoinnin myynnistä liittymispisteen verkonhaltijalle tai kolmannelle osapuolelle, puolet loistehokapasiteetista voidaan myydä ja loput kapasiteetista on varattava häiriön aikaiseen jännitetukeen.

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

14 Sähkövarastojen käyttöönottokokeet

- Kaikkien sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset (SJV2019 luku 14.1)

K: Kaikkien testisignaalien tai valvontalaitteiden toimittaminen verkonhaltijan valvomoon tai muualle pois kohteesta kuulostaa kohtuuttomalta, etenkin jos tämä pätee myös tyyppin A-sähkövarastoihin.

V: Vaatimus ei koske tyyppin A sähkövarastoja. SJV2019 luku 14.1 otsikko on muutettu muotoon:

14.1 Tyyppin B–D sähkövarastojen käyttöönottokokeiden yhteiset vaatimukset

- Tyyppin B sähkövaraston käyttöönottokokeet

3) Sähkövaraston loistehokapasiteetti

”Kokeessa tarkastetaan sähkövaraston loistehokapasiteetti sähkövaraston mitoitusteholla tuotanto- ja kulutustilassa suurimmalla mahdollisella induktiivisella ja kapasitiivisella loisteholla.”

K: Mitoitusteholla (X MW), $\cos \phi$ on 1,0, jolloin loistehon tuotanto on nolla.

V: Mitoitusteho viittaa vaatimusten määritelmään mukaan pätoheoon:

”Mitoitusteho kulutustilassa ($P_{max,d}$): Sähkövaraston mitoitusteho kulutustilassa on sähkövaraston liittymispisteestä mitattava suurin pätohe, jonka sähkövarasto voi ottaa ja joka on määritetty liittymissopimuksessa, tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittäjän kesken.

”Mitoitusteho tuotantotilassa ($P_{max,p}$): Sähkövaraston mitoitusteho tuotantotilassa on sähkövaraston liittymispisteestä mitattava suurin pätohe, jonka sähkövarasto voi tuottaa sähköverkkoon ja joka on määritetty liittymissopimuksessa, tai muuten määritetty liittymispisteen verkonhaltijan ja liittäjän kesken.”

Kun mitoitusteholla asetetaan suurin mahdollinen induktiivinen tai kapasitiivinen loisteho on tehokerroin jotain muuta kuin 1,0. Tai sitten sähkövarastossa ei ole lainkaan loistehokapasiteettia.

5) Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatila

K: Tämä vaikuttaa pyörivillä koneilla toteutetun voimalaitoksen testikriteereiltä. Konvertterikäyttöisen sähkövaraston toimintaperiaate on erilainen, jolloin statiikkaa ei samalla tavoin pysty toteuttamaan eikä näin ollen myöskään todentamaan.

Statiikan määrittäminen sähkövarastolle on erittäin vaikeaa. Sähkövaraston statiikka ei ole riippuvainen nimellistaajuudesta ja sitä ei määritellä samoin kuin pyörivien koneiden statiikka.

Sähkövaraston eli käytännössä konvertterin toiminta määritellään ramp-up ja ramp-down-viiveenä.

Kantaverkkopalvelut / Antti Kuusela

28.2.2020

Mittaus- ja ohjausviive on myös huomioitava.

Statiikan sijaan pitäisi käyttää ramppiivivettä tai muuta soveltuvaa termiä ja kriteeriä.

V: Konvertterikäyttöiset voimalaitokset sekä sähkövarastot kykenevät säätämään statiikan osalta täysin vaatimusten mukaisesti. Statiikka on määritelty seuraavasti:

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

$$Statiikka [s] = \frac{\frac{\Delta f}{f_n}}{\frac{\Delta P}{P_{max,p}}}$$

Mikäli sähkövarasto ohjaus- ja säätöjärjestelmä kykenee mittaamaan taajuutta ja säätämään pätötehoa, on sille toteutettavissa taajuussäätö määritetyn statiikan mukaisesti.

K: Kuka tai mikä taho mahtaa olla tämä "valtuutettu todentaja"?

V: ks. vastaus kohtaan 6.4.2