



15.10.2020

Antti Kuusela

Sähkövarastojen järjestelmätekniset vaatimukset SJV2019

Ajankohtaiswebinaari 15.10.2020

FINGRID

SJV2019

- Vaatimusten tausta ja tarkoitus
- Vaatimusten pääkohdat
- Todentamisprosessi
- Sähkövarastot ja reservimarkkinat Suomessa

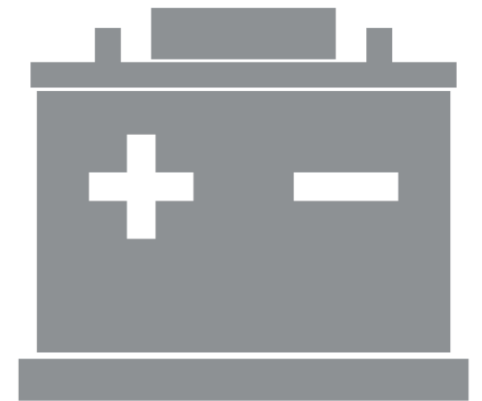
Vaatimusten tausta ja tarkoitus

- Vaatimukset on asetettu Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suuntaajakytketyille sähkövarastoille, jotka tuottavat järjestelmäpalveluita.
 - **Järjestelmäpalvelut:** Järjestelmäpalvelut ovat sähkön siirto- tai jakeluverkon käyttöä tukevia palveluita, kuten esimerkiksi reservi- ja säätösähkömarkkinat, tai sähköverkon kuormituksen taseus ja hallinta.
- Vaatimukset on asetettu sähkövarastojen liityntälaitteiston teknologian perusteella, mikä on yhtenevä suuntaajakytkettyjen voimalaitosten kanssa.
- Kansallisesti sähkövarastojen järjestelmätekniisten vaatimusten asettamisella pyritään varmistamaan, että
 - sähkövarasto **kestää** sähköjärjestelmässä esiintyvät **jännite- ja taajuusvaihtelut**,
 - sähkövarasto **tukee sähköjärjestelmän toimintaa** häiriötilanteiden yhteydessä sekä toimii luotettavasti niiden aikana ja niiden jälkeen,
 - sähkövarasto **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** sähkövarastosta.



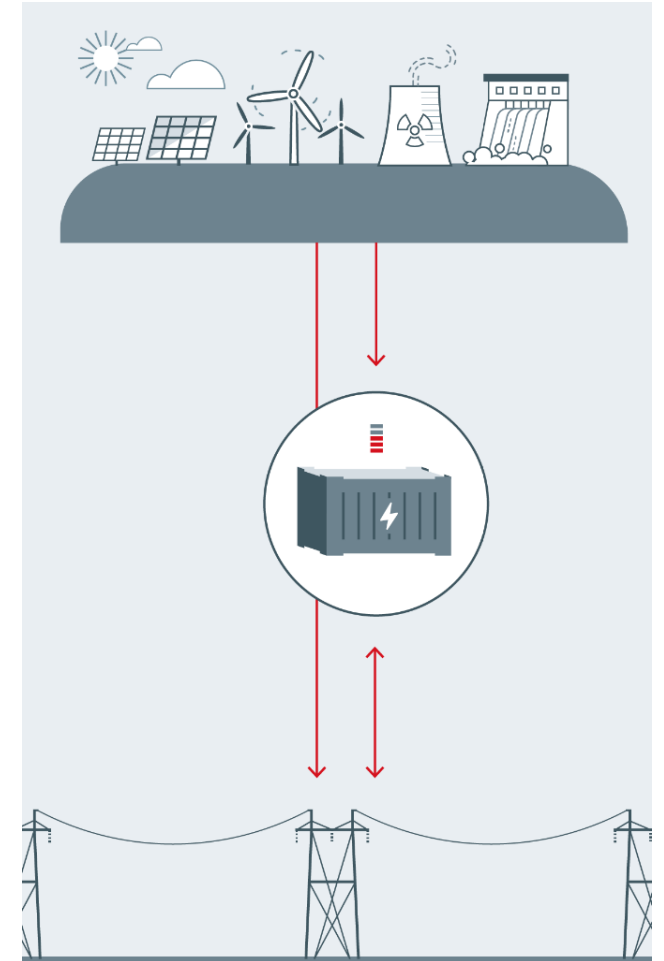
Vaatimusten tausta ja tarkoitus

- Eurooppalaiset liittynän verkkosäännöt eivät tällä hetkellä aseta vaatimuksia sähkövarastoille. Näiden vaatimusten asettamisessa on kuitenkin huomioitu eurooppalaisten liittynän verkkosääntöjen yhtenevät tavoitteet;
 - tasapuolisten ja syrjimättömien kilpailuolosuhteiden takaaminen sähkön sisämarkkinoilla,
 - sähköjärjestelmän käyttövarmuuden varmistaminen sekä
 - yhtenäisten liityntäehtojen luominen verkkoliitynnöille.



Vaatimusten pääkohdat

- Vaatimusten soveltaminen tyyppiluokan mukaan A, B, C tai D. (alkaan 0,8 kW, tyyppi D yli 30 MW tai 110 kV liittyneet)
- Vaatimukset on täytettävä liittymispisteessä
- Teknisten vaatimusten pääkohdat:
 - Jännite-taajuustoiminta-alue
 - Lähivikavaatimus ja vian aikainen vikavirransyöttö
 - Taajuussäätö toimintatilat (LFSM-O, LFSM-U, FSM)
 - Loistehokapasiteetti
 - Jännitteen ja loistehon säätö
- Liittymisprosessi on tyypeille A-C yksiportainen, tyyppille D kolmiportainen
 - Vaatimustenmukaisuus on osoitettava testein ja simuloinein
 - Reaaliaikamittaus on toteutettava tyyppin B (yli 1 MW) sähkövarastoille



Vaatimusten voimaantulo ja soveltaminen

- Vaatimukset astuivat voimaan 26.3.2020.
- Verkkoliityntöjen osalta tulee täyttää myös YLE2017 ja KJV2018 vaatimukset.
- Liittyjän tulee täyttää ja ylläpitää ne vaatimukset, jotka ovat olleet voimassa sähkövaraston liittymissopimusta tehtäessä.

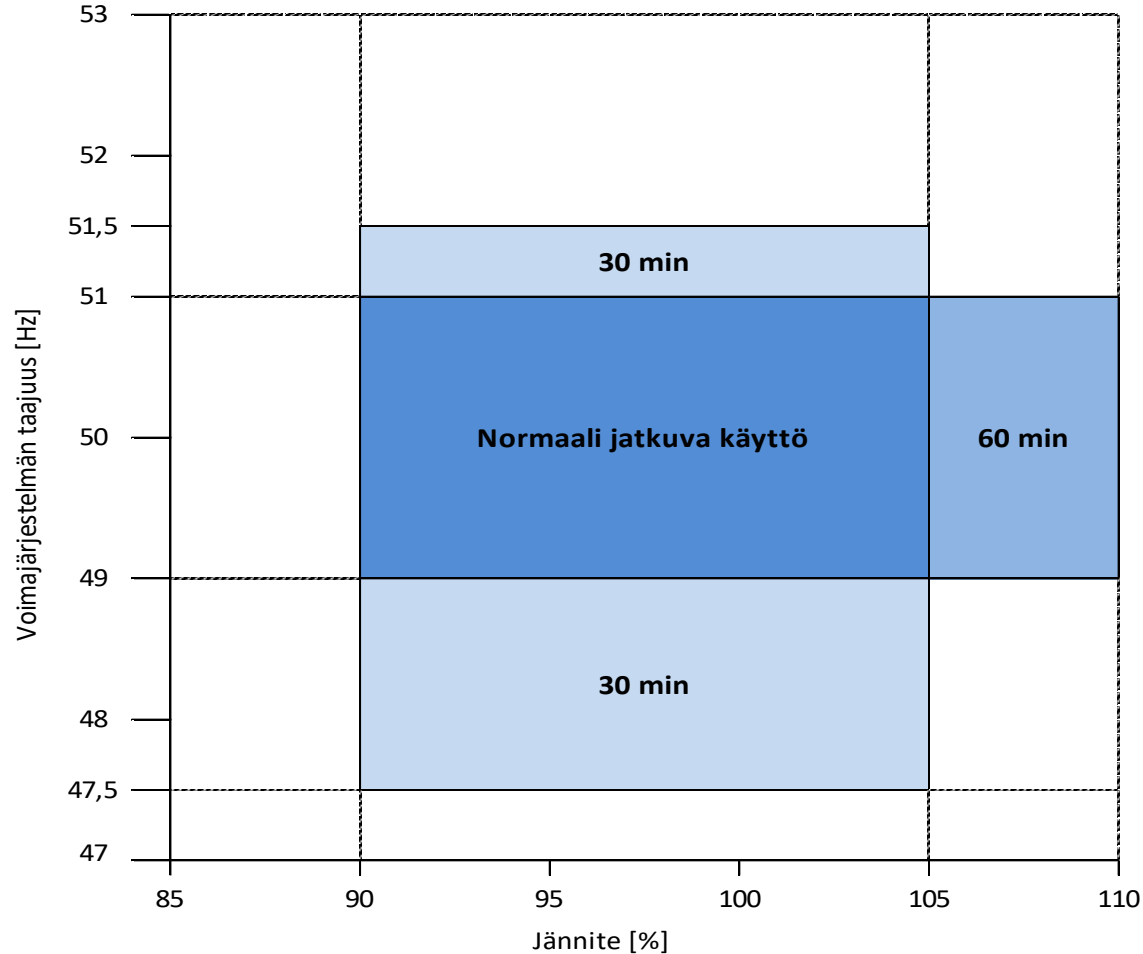
Soveltamisala

- Vaatimukset on asetettu Suomen sähköjärjestelmään liitettäville suuntaajakytketyille sähkövarastoille, joiden mitoitusteho on vähintään 0,8 kW.
- Tyyppiluokittelu on jaettu neljään ryhmään liittymispisteen jännitetason ja mitoitustehon mukaan
- Tyyppiluokat A, B, C, D
 - alkaen 0,8 kW, luokka D yli 30 MW tai 110 kV liittyneet

Mitoitusteho / Liittymis-pisteen jännitetaso	0,8 kW – < 1 MW	1 MW – < 10 MW	10 MW – < 30 MW	30 MW ≤
U < 110 kV	A ¹	B ¹	C	
110 kV ≤ U	(D)	(D)	D	D

1 Riippumatta liittymissopimuksen mukaisesta liittymispisteen jännitteestä, tyyppin A ja B sähkövarastojen liittymispisteen jännitetasoksi katsotaan se jännitetaso, johon sähkövaraston päämuuntaja liitetään tai jännitetaso, johon sähkövarasto liittyy suoraan ilman päämuuntajaa

Jännite-taajuus toiminta-alue



110 kV verkon normaalikäytön jännitealue
(0,90 – 1,05) 105 – 123 kV

220 kV verkon normaalikäytön jännitealue
(0,90 – 1,05) 215 – 245 kV

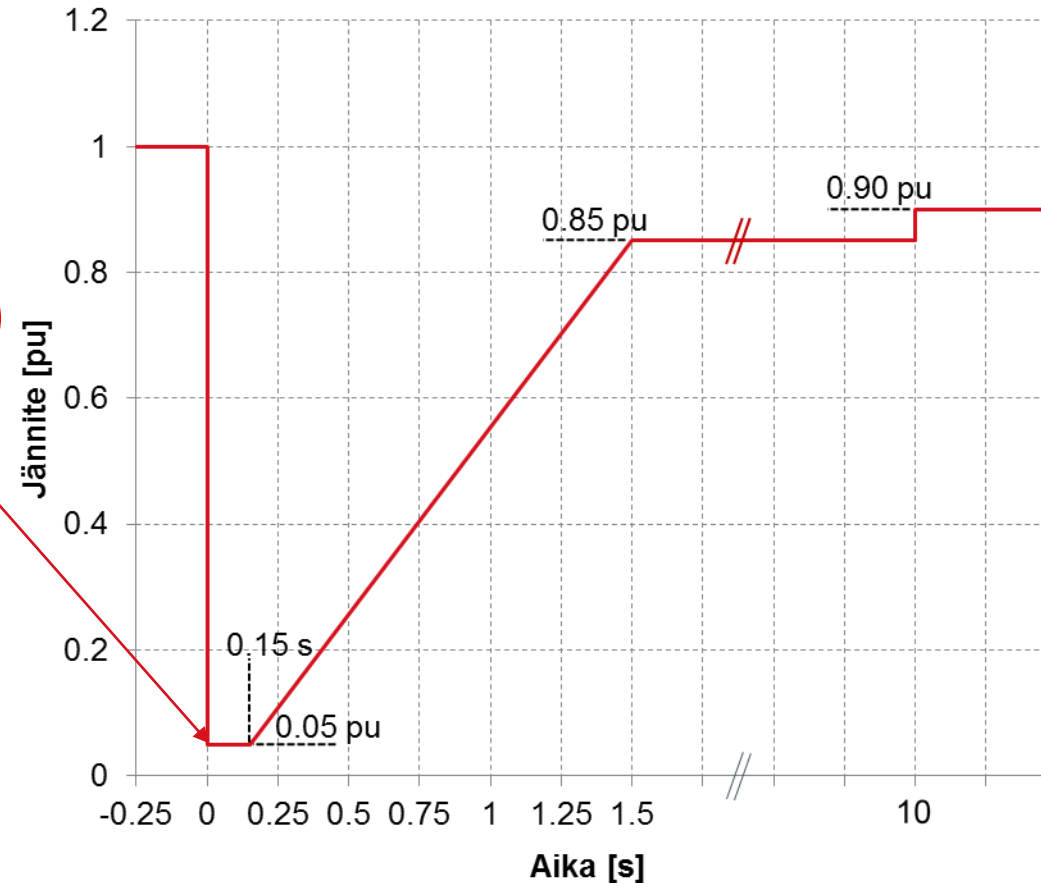
400 kV verkon normaalikäytön jännitealue
(0,90 – 1,05) 360 – 420 kV

Lähivikavaatimus

Lähivikavaatimuksen lähtöoletukset:

- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston liittymispisteen jännite on 1,0 p.u.
- Ennen jännitehäiriötä sähkövarasto ei syötä eikä ota loistehoa liittymispisteestä
- Ennen jännitehäiriötä sähkövaraston automaattinen jännitteensäätö on toiminnassa
- Liittymispisteen oikosulkutehon oletetaan olevan kesätilanteen normaali ennen lähivikaa sekä sen jälkeen

Lähivikavaatimus, tyyppi B ja C

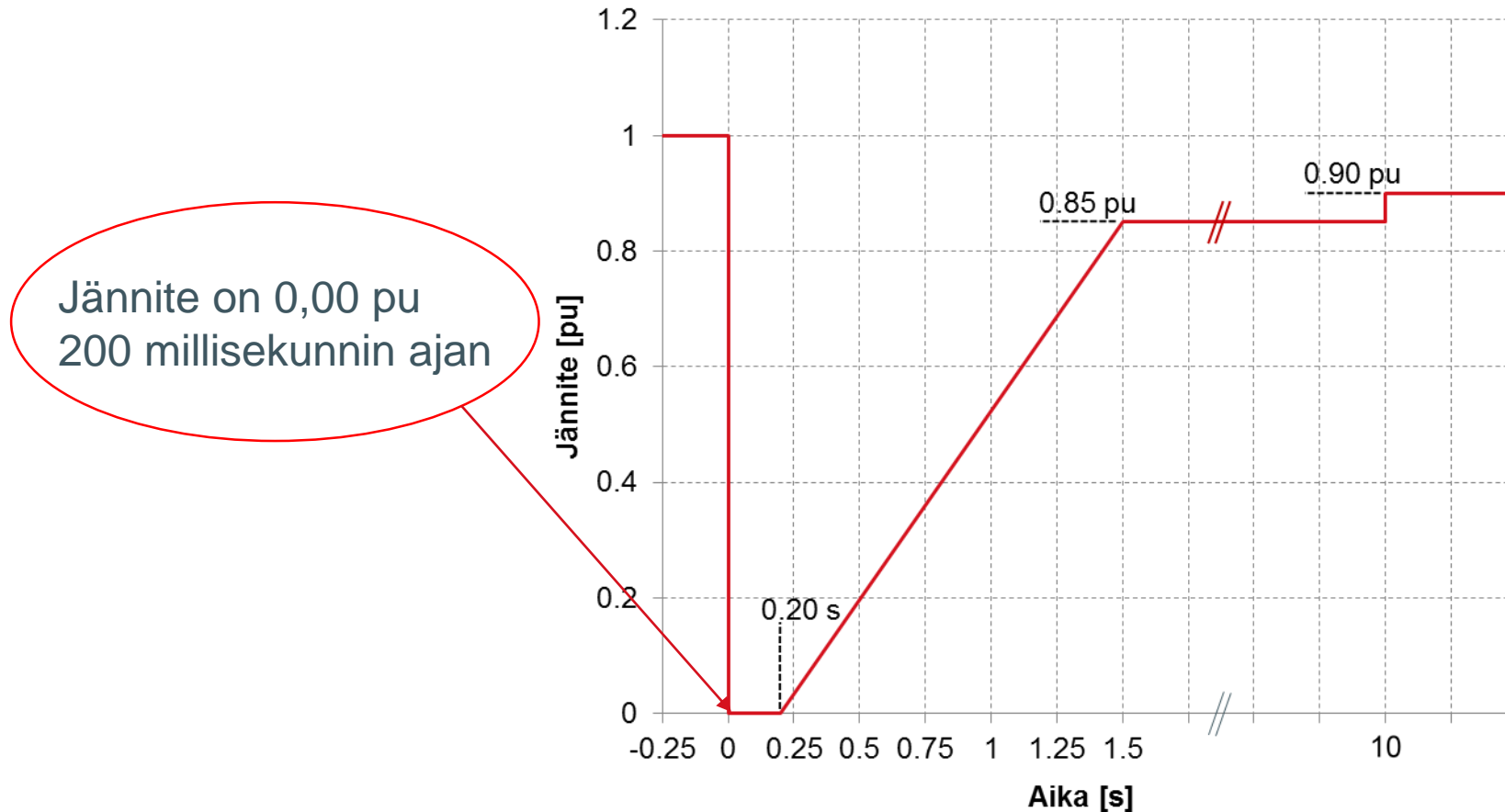


Jännite on 0,05 pu
150 millisekunnin ajan

Sähkövaraston
suojausasetukset
eivät saa olla
ristiriidassa
lähivikavaatimuksen
kanssa

Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

Lähivikavaatimus, tyyppi D



Sähkövaraston
suojausasetukset
eivät saa olla
ristiriidassa
lähivikavaatimuksen
kanssa

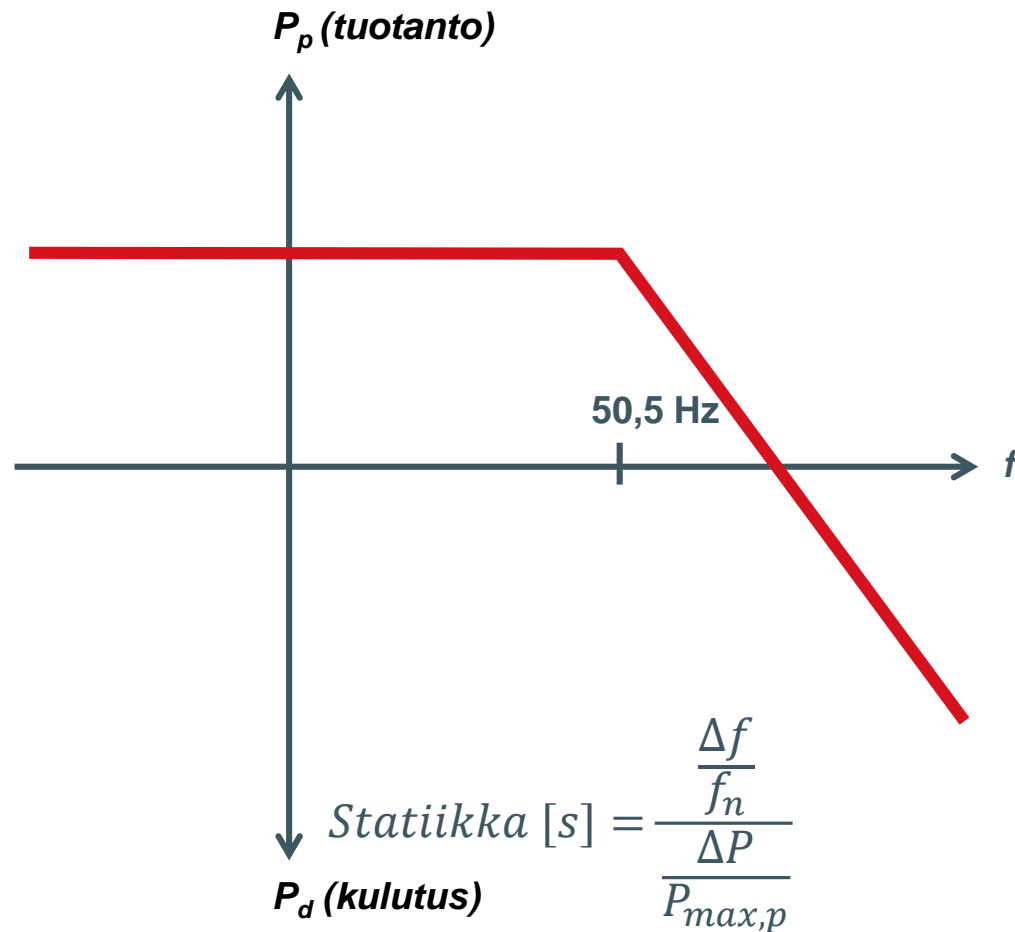
Sähkövarasto ei saa kytkeytyä irti automaattisesti usean perättäisen jännitehäiriön seurauksena.

Vikavirran syöttö

Vikavirran syöttömoodin tulee aktivoitua, jos jännite alittaa 0,85 pu ja poistua käytöstä kun jännite palaa yli 0,90 pu

- Vikavirran syötön tulee priorisoida loisvirtaa k-kertoimella 2,5 $k = \frac{\frac{\Delta I_q}{I_n}}{\frac{\Delta U}{U_n}}$
- Vikavirran syöttömoodin tulee nousta tavoitearvoon 30–50 ms kuluessa ja asettua tavoitearvoon 60–80 ms kuluessa (toleranssi +20 %...-10 %) .
- Sähkövaraston mitoitusvirtaa ei tarvitse ylimitoitaa, vaan vikavirran syötön saa rajoittaa normaalikäytön mitoitusvirran tasoon (tyypillisesti 1,1–1,2 pu).

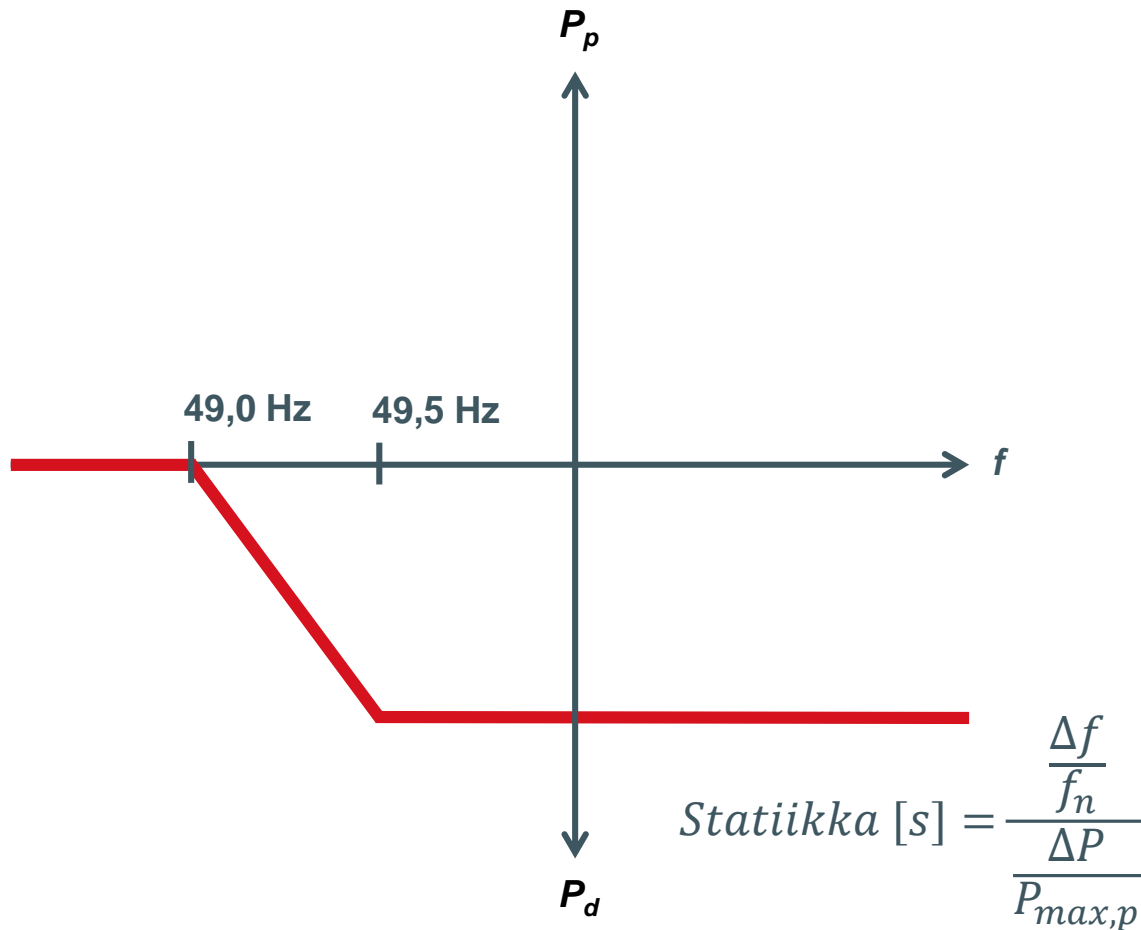
Taajuussäätö-ylitaajuus (LFSM-O), tyyppi A->



Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %. Suositeltu asetusarvo 4 %.

Taajuussäätö-ylitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä

Taajuussäätö-alitaajuus (LFISM-U), tyyppi C->

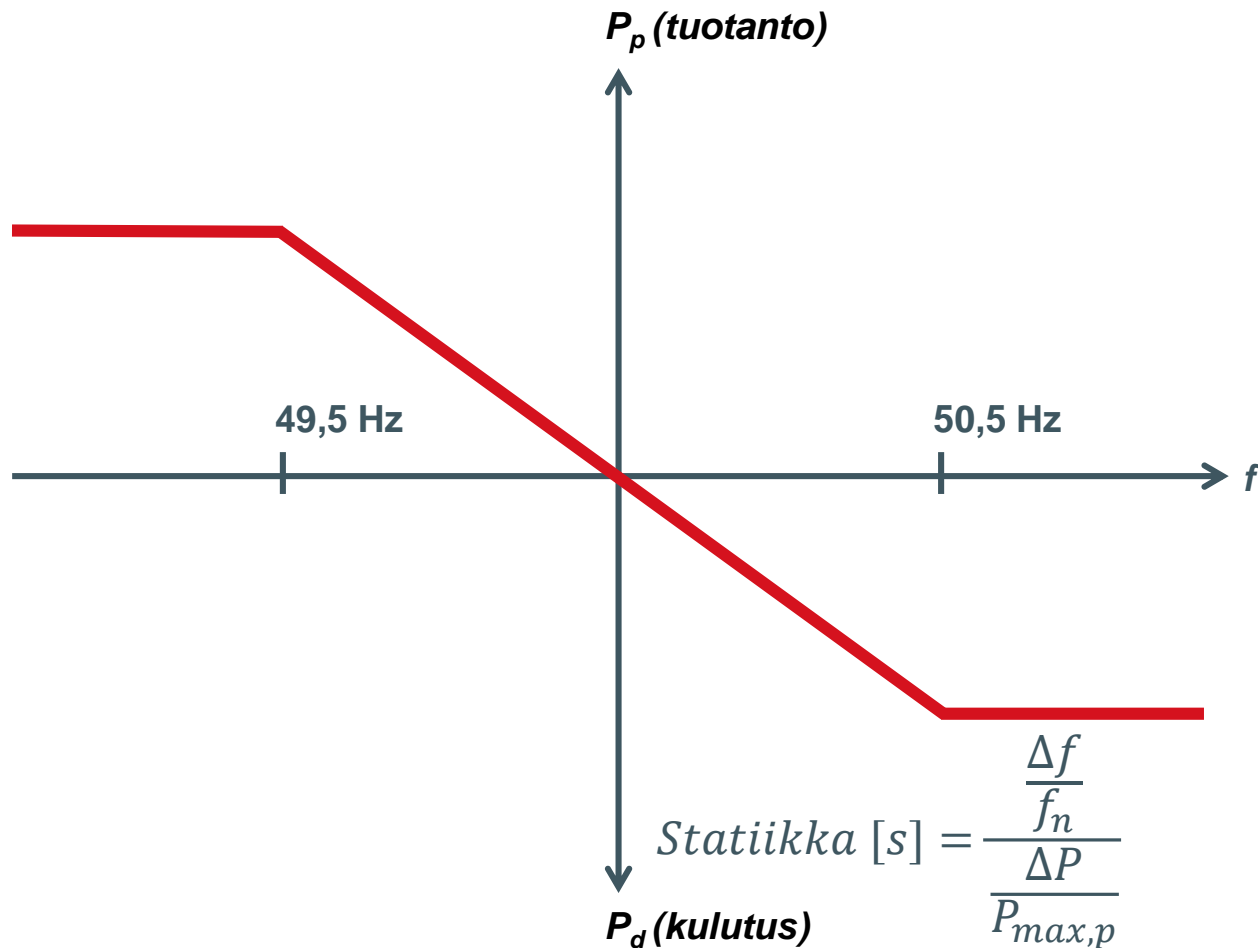


Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 1–12 %. Suositeltu asetusarvo 2 %.

*Muutos tulossa:
Sähkövaraston tulee siirtyä tuotantotilaan tai keskeyttää pätötehon kulutus aina, kun sähköjärjestelmän taajuus on alle 49,00 Hz. (ER-vaatimus)*

Taajuussäätö-alitaajuustoimintatilan tulee olla aina päällä

Taajuussäätö (FSM), tyyppi C->



Sähkövaraston tulee kyetä muuttamaan pätötehon tuotantoa ja kulutusta lineaarisesti taajuuden funktiona.

Sähkövaraston tulee kyetä siirtymään portaattomasti tuotantotilan ja kulutustilan välillä taajuussäädön lineaarisen statiikan mukaisesti.

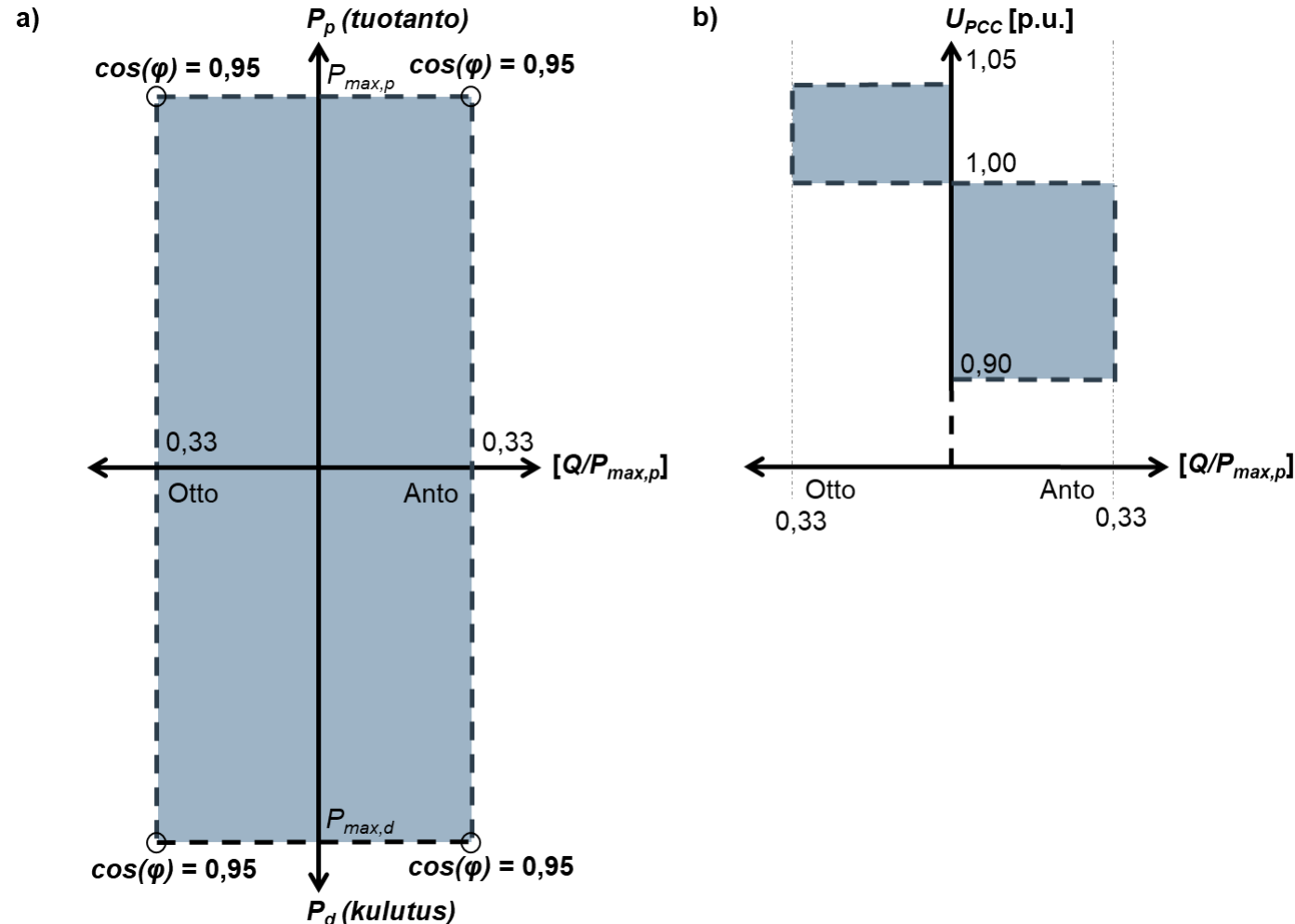
Statiikan tulee olla aseteltavissa välillä 2–12 %.

Herkkyden tulee olla vähintään 10 mHz ja reagointiajan tulee olla enintään 2 s.

Taajuussäätö toiminnallisuus on käytössä, mikäli siitä on kaupallisesti sovittu (reservit, tms.)

Loistehokapasiteettivaatimus, tyyppi C->

- Sähkövaraston tulee kyetä ottamaan ja antamaan loistehoa (Q) suurimman tuotanto- ja kulutustehon rajaamalla toiminta-alueella loistehokapasiteetilla, joka vastaa toimintapistettä tuotantotilan mitoitus-tehon tehokertoimella 0,95.
- Loistehokapasiteettivaatimuksen tarkastelupiste on sähkövaraston päämuuntajan yläjännitepuolen navoissa (tyyppi C ja D).



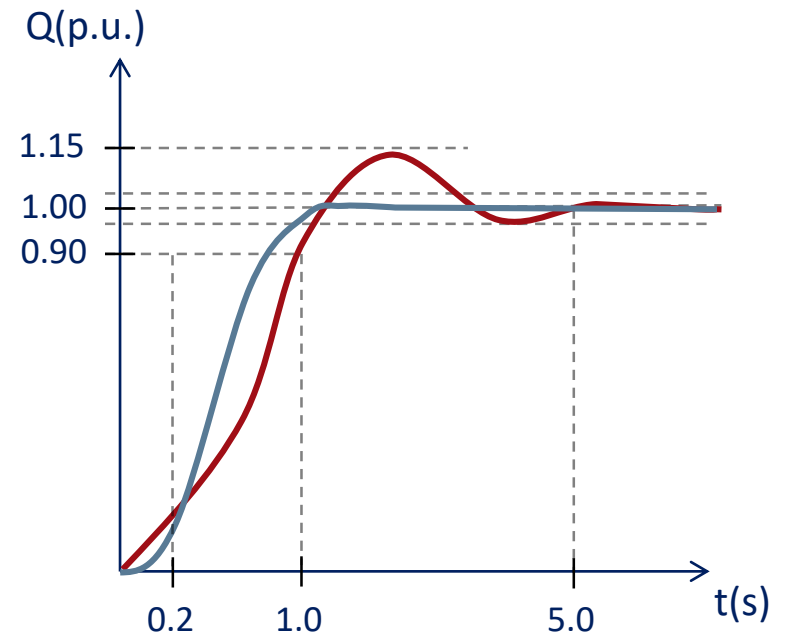
Jännitteen ja loistehon säätö, tyyppi C->

- Jännitteen ja loistehonsäädöllä tulee olla seuraavat toimintatilat:
 - **Vakioloistehosäätö**
 - tarkkuus 1 Mvar (toleranssi: $\pm 0,5$ Mvar)
 - **Vakiotehokerroinsäätö**
 - tarkkuus $\cos \varphi$ 0,01 (toleranssi: $\pm 0,005$)
 - **Vakiojännitesäätö**
 - Jännitesäädön loistehostatiikan tulee olla lineaarinen sekä aseteltavissa alueella 2–7 % enintään 0,5 prosenttiyksikön portaissa
 - Kuollut alue ei ole sallittu
 - Suorituskykyvaatimukset seuraavalla kalvolla...

Jännitteensäädön suorituskyky, tyyppi C->

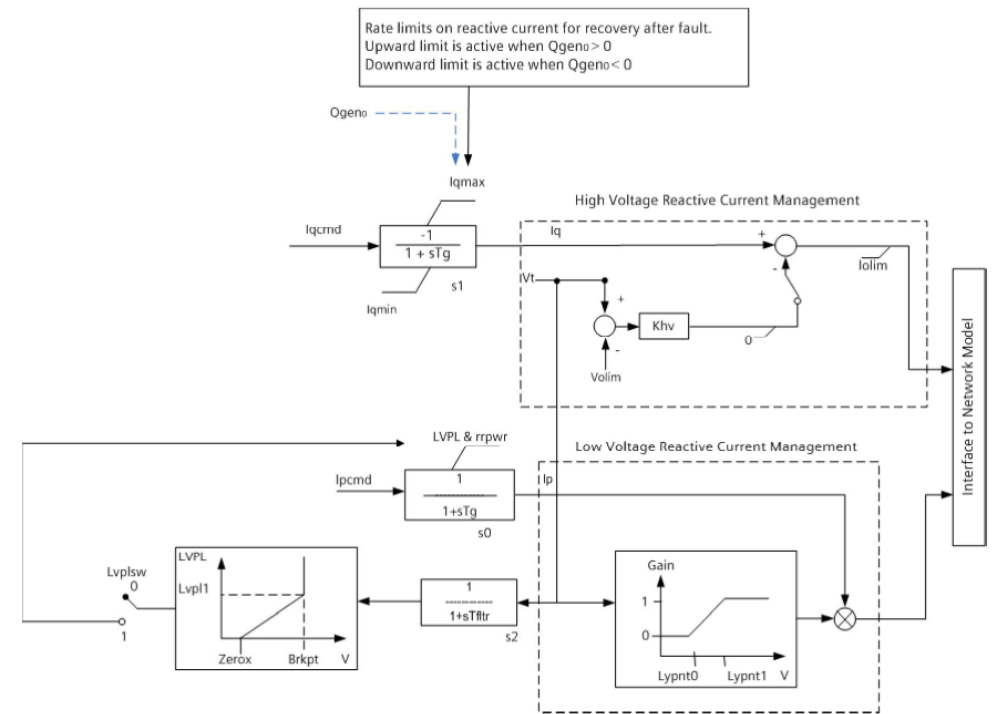
Sähkövaraston ollessa verkkoon kytkeytyneenä ja liittymispisteen jännitteen askelmaisesta muutoksesta tai jänniteensäätäjän ohjearvon muutoksesta ollessa alle 0,05 pu tulee vakiojännitesäädön vasteen olla seuraavanlainen:

- 1) loistehovasteen nousuaika nolosta 90 prosenttiin mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta tulee olla 0,2–1,0 sekuntia,
- 2) askelvasteessa todettava ylitys saa olla korkeintaan 15 % mitatusta loistehon kokonaismuutoksesta,
- 3) vasteen tulee asettua tavoitetasolle 5 sekunnin kuluessa askelmaisesta herätteestä,
- 4) pysyvän tilan loistehon oloarvon poikkeama saa olla korkeintaan ± 5 % loistehon tavoitearvosta, kuitenkin enintään ± 1 Mvar.



Mallinnusvaatimukset, tyyppi C->

- Simulointimallien tulee mallintaa sähkövaraston järjestelmätekniset ominaisuudet liittymispisteessä:
 - Sähköiset ominaisuudet
 - Jännitteen- ja loistehon säätö
 - Pätötehon ja taajuuden säätö
- Suunnitteluvaiheessa tulee toteuttaa 3 laskelmaa:
 - Lähivikalaskelma
 - Jännitteensäädön askelvastelaskelma
 - Loistehokapasiteetilaskelma
- Suunnitteluvaiheen laskelmat tulee validoida käyttöönottokokeiden tuloksia vasten

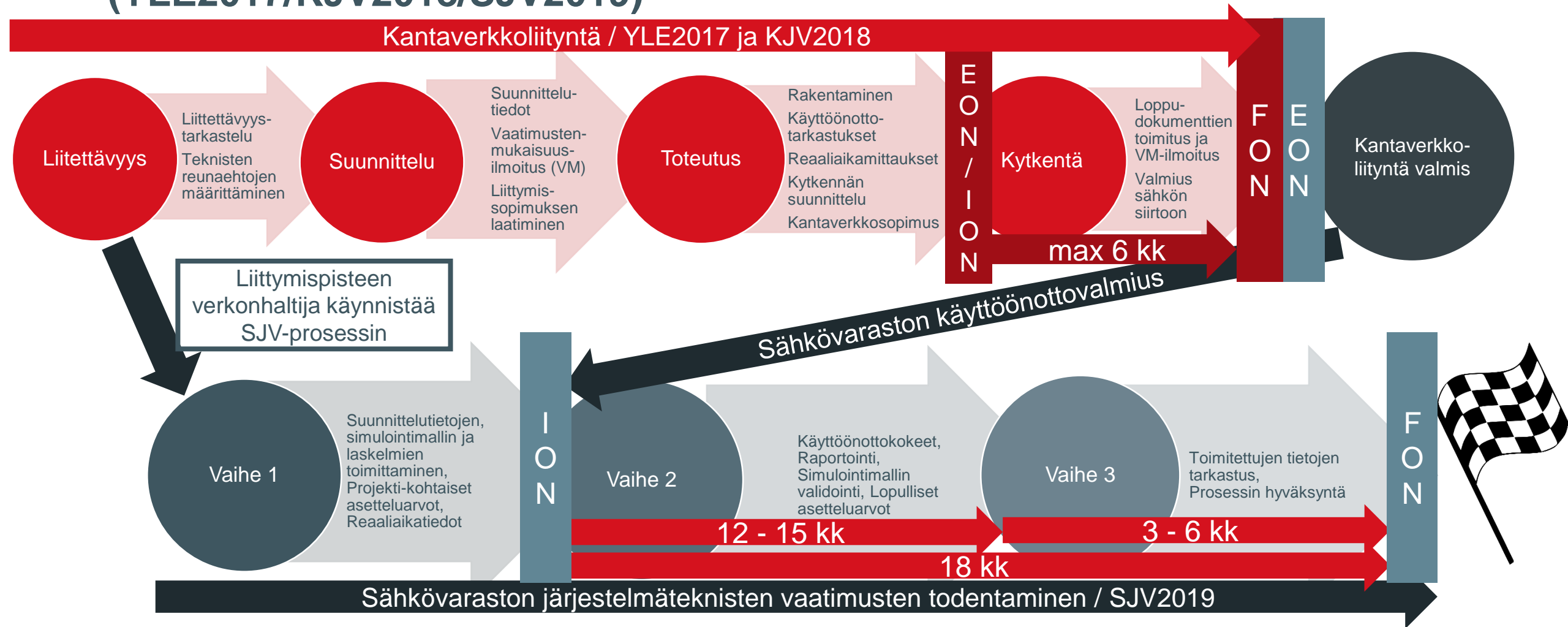


Liittymisprosessi - keskeiset vastuut

- Liittyjällä on vastuu vaatimusten täyttämisestä ja todentamisesta sekä niihin liittyvistä kustannuksista.
- Liittyjän vastuulla on täyttää ja ylläpitää vaatimusten mukainen toiminta koko sähkövaraston käyttöiän ajan.
- Liittymispisteen verkonhaltijan tulee valvoa vaatimusten todentamisprosessi sähkövarastohankkeen aikana sekä suorittaa prosessin vaatima tiedonvaihto liittyjän ja Fingridin kanssa.
 - Liittymispisteen verkonhaltija voi siirtää vaatimustenmukaisuuden seurannan joko kokonaan tai osittain kolmansien osapuolten tehtäväksi.
- Yksityiskohtaisesti vastuut ja prosessi löytyvät SJV2019 luvusta 6.

Liittymisprosessi – Sähkövarasto (tyyppi D)

(YLE2017/KJV2018/SJV2019)



EON – kytkentälupa
ION – väliaikainen käyttölupa
FON – lopullinen käyttölupa

Sähkövarastot ja reservimarkkinat Suomessa

Reservimarkkinat Suomessa



=>

Luontaisesti sähkövarastolle sopivat reservimahdollisuudet

FFR

FCR-D

FCR-N

aFRR

M-FRR

Nopea taajuus-reservi
Pohjoismaissa yht. 0-300 MW (arvio)

Taajuusohjattu häiriöreservi, Suomi 290 MW, Pohjoismaissa 1 450 MW

Taajuusohjattu käyttöreservi, Suomi 120 MW, Pohjoismaissa 600 MW

Automaattinen taajuudenhallinta-reservi, Suomi 60-70 MW Pohjoismaissa 300-400 MW

Säätösähkö- ja säätökapasiteetti-markkinat, Mitoittava vika + tasevastaavien tasevirhe

Aktivointi

Suurissa taajuus-poikkeamissa, käytössä pienen inertian tilanteissa

Suurissa taajuus-poikkeamissa

Käytössä jatkuvasti

Käytössä kohdistetuilla tunneilla

Tarvittaessa

Nopeus

Sekunnissa

Sekunneissa

Parissa minuutissa

Viidessä minuutissa

Vartissa



Kiitos!

Fingrid Oyj

Läkkisepäntie 21

00620 Helsinki

PL 530, 00101 Helsinki

Puh. 030 395 5000

Fax. 030 395 5196

www.fingrid.fi



FINGRID