



Jari Siltala

3.6.2022

Emergency and Restoration verkkosäätö – vaatimukset ja toimeenpano Suomessa

FINGRID

NC ER toimeenpanon yhteyshenkilöt

Jari Siltala
Fingrid Oyj
jari.siltala(at)fingrid.fi

NC ER toimeenpano
24 h toimintakyky

Harri Kuisti
Fingrid Oyj
harri.kuisti(at)fingrid.fi

Alitaajuussuojausjärjestelmä

Pekka Tynkkynen
Suomen Erillisverkot Oy
pekka.tynkkynen
(at)erillisverkot.fi

KoVa-palvelut

Juha Korpio
Fingrid Oyj
juha.korpio(at)fingrid.fi

KoVa FEN-tiedonvaihdon
toteutus Fingridin kanssa



Yleistä

Sähköverkon hätätilaa ja käytönpalautusta koskeva verkkosääntö (= Network Code for Emergency and Restoration = NC ER)

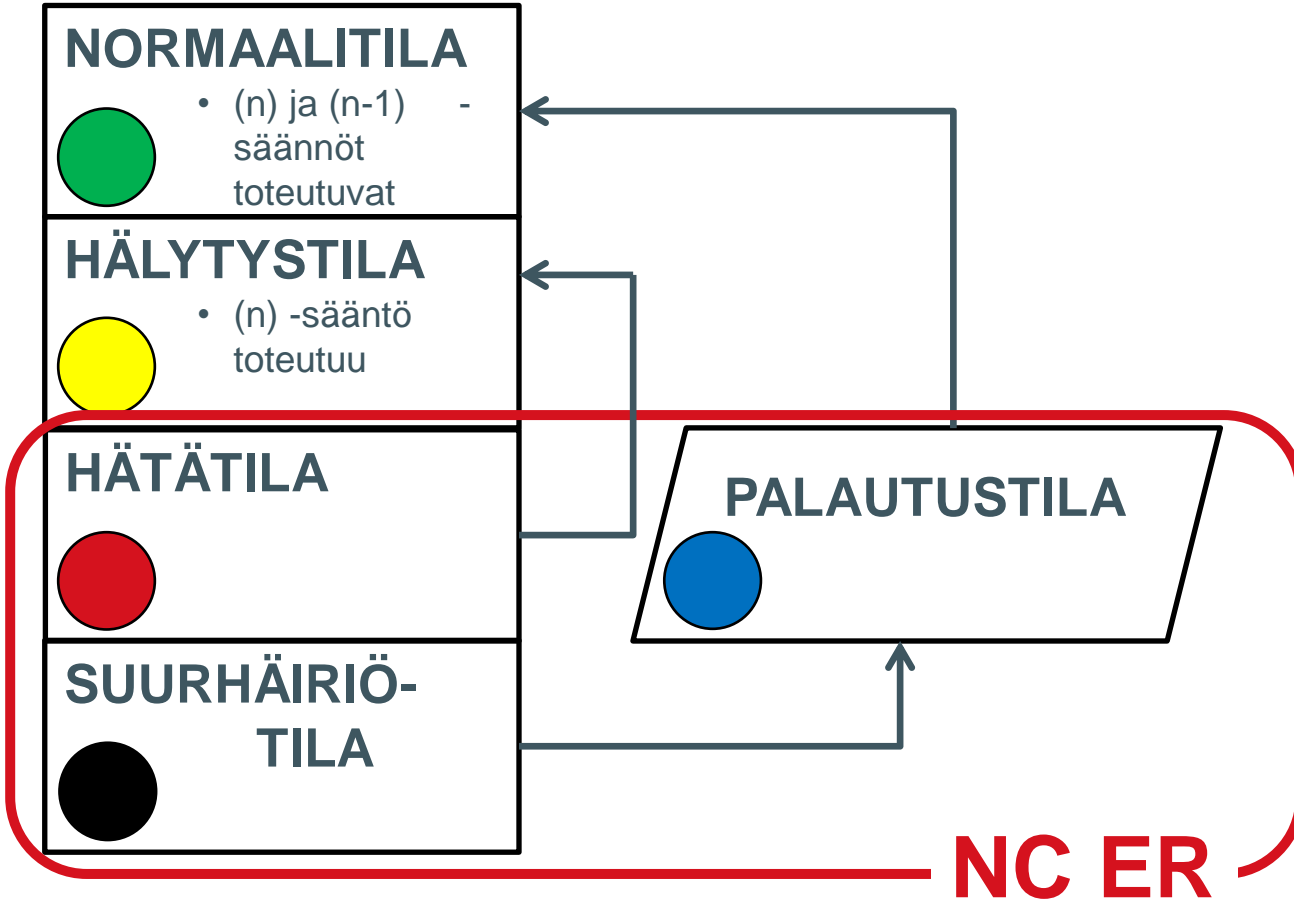
Määrittelee yhteiset vaatimukset ja tavoitteet sähköjärjestelmän hätä-, suurhäiriö- ja palautustilojen käsittelyyn:

- häiriötilanteen laajenemisen sekä järjestelmän tilan huononemisen ja suurhäiriöön joutumisen estäminen ja
- järjestelmän tehokas ja nopea palautus hätä- tai suurhäiriötilasta.

Koordinoi ja yhtenäistää sähköjärjestelmän käyttöä hätä-, suurhäiriö- ja palautustiloissa eri osapuolien välillä koko EU:n alueella ja kolmansien maiden kanssa.

Avoimuus
Tasapuolisuus
Läpinäkyvyys
Tehokkuus

Sähköjärjestelmän tilat



HÄTÄTILA

Vähintään yksi seuraavista ehdoista täyttyy:

- kantaverkon siirrot ovat siirtorajojen ulkopuolella myös korjaavien toimenpiteiden jälkeen
- taajuus on yli 15 min ajan alueen $50 \pm 0,5$ Hz ulkopuolella
- taajuus on alueen $50 \pm 1,0$ Hz ulkopuolella
- käytönvalvontajärjestelmän ja muun kriittisen järjestelmän täydellinen menetys yli 30 min ajan (käytännössä Fingridin valvomotoiminnan estyminen)
- sopimuksetonta kuormaa on irtikytetty
- Suomessa sähköpula

SUURHÄIRIÖTILA

Vähintään toinen seuraavista ehdoista täyttyy:

- yli 50 % Suomen kulutuksesta on ilman sähköä
- koko kantaverkko on jännitteetön yli 3 min ajan

PALAUTUSTILA

- toimenpiteet käytön palauttamiseksi suurhäiriön jälkeen aloitettu **sekä**
- ensimmäiset jännitteen palautuskytkennät tehty ja tuotannon ja kulutuksen palautus aloitettu

Verkkosääntö on lakia!

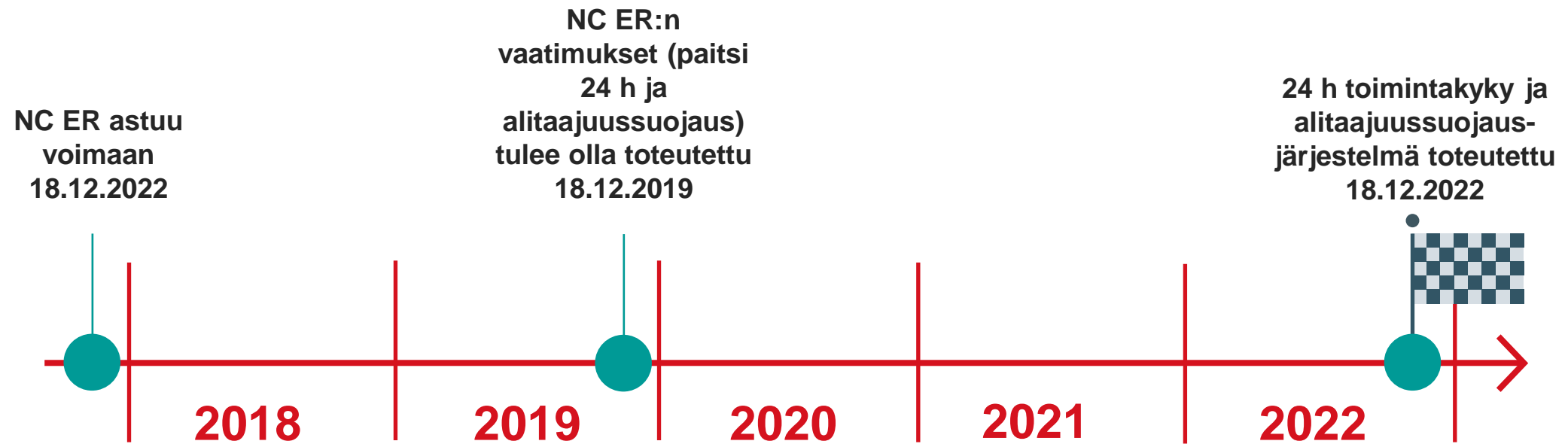
- NC ER:ää sovelletaan
 - siirtoverkonhaltijoihin,
 - jakeluverkonhaltijoihin,
 - järjestelmän varautumissuunnitelman ja käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittäviin verkkokäyttäjiin
 - järjestelmän varautumispalvelujen tarjoajiin,
 - käytönpalautuspalvelujen tarjoajiin,
 - tasevastaaviin,
 - tasehallintapalvelujen tarjoajiin ja
 - nimitettyihin sähkömarkkinaoperaattoreihin.
- **Fingrid** vastaa NC ER:n vaatimien käytännön toimenpiteiden määrittelystä ja niiden toteuttamisen seurannasta.
- **Energiavirasto** valvoo, että NC ER:ää noudatetaan asianmukaisesti.
- **Kukin osapuoli** vastaa itselleen määriteltujen toimenpiteiden toteuttamisesta.



Mitä ja missä?

- NC ER löytyy
 - englanninkielisenä ENTSO-E:n sivuilta: https://www.entsoe.eu/network_codes/er/
 - sekä kaikilla jäsenmaiden kielillä Euroopan Unionin sivuilta:
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2017.312.01.0054.01.ENG
- Julkista materiaalia on Fingridin kotisivuilla:
<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyys/verkkosaannot/kayttosaannot/>
- Yksityiskohtaisemmat materiaalit, ml. webinaaritallenteet ja esitykset, toimitetaan erikseen niille osapuolille, joita asiat koskevat.

NC ER toimeenpanon aikataulu



**Järjestelmän varautumissuunnitelma,
Käytönpalautussuunnitelma
sekä
merkittävät osapuolet**

NC ER velvoitti kaikki kantaverkkoyhtiöt tekemään kaksi suunnitelmaa:

Järjestelmän varautumissuunnitelma

- Skenaario:
 - tilanne on vakava, valot ovat silti vielä päällä valtakunnassa
 - "normaalit" konstit on käytetty (reservit aktivoituneet, Fingridin varavoimalaitokset käynnissä jne.)
 - ...ja tämä ei välttämättä vielä riitä.
- Mitä toimenpiteitä tehdään ja mitä työkaluja tarvitaan, jotta vältettäisiin suurhäiriö. Ja kenen kanssa?

Käytönpalautussuunnitelma

- Järjestelmän varautumissuunnitelman toimenpiteet eivät riittäneet tai eivät ehtineet pelastamaan suurhäiriöltä.
- Millä toimenpiteillä ja työkaluilla sähköt palautetaan? Ja kenen kanssa?

...sekä nimeämään ne osapuolet, jotka ovat merkittäviä näiden suunnitelmien toteutuksessa.

Järjestelmän varautumissuunnitelman kannalta merkittävät verkkokäyttäjät

- **Kaikki** jakeluverkonhaltijat ja suurjännitteisen jakeluverkon haltijat: n. 90 kpl.
- Suoraan kantaverkkoon liittyneet sähkökuluttajat: n. 20 kpl.
- Olemassa olevat ja uudet tyypin C ja D (> 10 MW tai liittymispiste kantaverkossa) voimalaitokset: > 200 kpl.

Velvoitteet Järjestelmän varautumissuunnitelman kannalta merkittävälle osapuolille

- Velvollisuus osallistua alitaajuussuojajärjestelmän toteutukseen
- Velvollisuus osallistua automaattiseen ylitaajuudesta tapahtuvaan tuotannon irtikytkentään (mikäli tällainen toteutetaan Pohjoismaisella synkronialueella ja Suomessa)
- Velvollisuus noudattaa kantaverkkoyhtiön ohjeita liittyen pätötehon, loistehon ja jännitteen säätöön sekä tuotannon ja kulutuksen irtikytkentään
- Velvollisuus välittää kantaverkkoyhtiön vaatimukset ja ohjeet omaan verkkoonsa liittyneille kantaverkkoyhtiön nimeämille osapuolille
- Testausvaatimukset koskien automatiikoiden toimintaa

Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävät verkkokäyttäjät

- Suoraan kantaverkkoon liittyneet jakeluverkonhaltijat ja suurjännitteisen jakeluverkon haltijat, joiden keskikulutus yli 30 MW: n. 70 kpl.
- Olemassa olevat ja uudet tyypin D (> 30 MW tai liittymispiste kantaverkossa) voimalaitokset: n. 150 kpl.

Velvoitteet Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävälle osapuolille

Järjestelmän varautumissuunnitelman vaatimusten lisäksi:

- 24 h toimintakykyvaatimukset kriittisten työkalujen ja tilojen käytettävyydelle, ml.
 - valvomo,
 - merkittäväksi nimettävien sähköasemien toimintakyky,
 - käytönvalvontajärjestelmä ja sen toiminnan kannalta välttämättömät järjestelmät, ml. tietoliikenne merkittäväksi nimetyille sähköasemille ja voimalaitoksille sekä
 - puheviestintä Fingridin suuntaan.
- Puheviestintäjärjestelmän toteuttaminen siten, että kantaverkkoyhtiöltä tulevat puhelut voidaan priorisoida
- Testaus- ja monitorointivaatimukset koskien 24 h toimintakykyä, automatiikoiden toimintaa ja puhelinyhteyksiä

Ja miksi näin?

Järjestelmän varautumissuunnitelman kannalta merkittävät osapuolet:

- laajempi lista: ne osapuolet
 - joita tarvitaan Suomen alitaajuussuojauksen määrävaatimusten toteuttamiseen
 - jotka kykenevät auttamaan kun pyritään välttämään suurihäiriö
- yhteensopivuus NC RfG:n (Requirements for Generators) ja VJV:n (Voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset) voimalaitosluokituksen kanssa

Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävät osapuolet:

- tiiviimpi lista:
 - ne isommat osapuolet, joiden kanssa käytönpalautus käytännössä toteutetaan
- yhteensopivuus Fingridin olemassa olevan vakavien häiriöiden selvitysmenettelyjen kanssa
 - sekä jakeluverkkoyhtiöiden että voimalaitosten osalta
- voimalaitosten osalta voimalaitosten osalta yhteensopivuus myös NC RfG:n (Requirements for Generators) ja VJV:n (Voimalaitosten järjestelmätekniiset vaatimukset)

Nimeäminen on tehty Energiaviraston tietojen perusteella

- Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut 2019
 - "Verkkopalveluasiakkaille siirretty sähköenergia ja tästä laskettu vuosikeskiteho"
- Voimalaitosrekisteri 27.8.2021
 - "Maksimi yhteensä MW"

Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävät sähköasemat

- Kaikki kantaverkon muuntoasemat ja kytkinasemat, joilla on kauko-ohjattavia kytkinlaitteita: n. 120 kpl.
- Sellaiset merkittäväksi nimetyt jakeluverkon haltijan ja merkittävän verkonkäyttäjän sähköasemat
 - jotka ovat reitillä jakeluverkkoon liittyvältä merkittäväksi nimetyltä voimalaitokseltakantaverkkoon tai
 - joiden kautta kulkee kantaverkon runkojohto ja
 - joilla on kauko-ohjattavia kytkinlaitteita.
 - Yhteensä n. 120 kpl.

24 h toimintakykyvaatimukset merkittäväksi nimetyille sähköasemille

Ulkoisen sähkönsyötön menetyksen jälkeen:

- käytönpalautuksen kannalta välttämätön merkittävän verkonkäyttäjän oma puheviestintä toimii vähintään 24 h ajan,
- sähköaseman mittaus- ja tilatiedot ovat käytettävissä sähköaseman käytöstä vastaavan osapuolen käytönvalvontajärjestelmässä vähintään 24 tunnin ajan,
- suurhäiriön jälkeisen käytönpalautuksen kannalta tarpeellisten kytkinlaitteiden kauko-ohjaus tulee olla mahdollista vähintään 24 tunnin ajan ja
- sähköaseman varasähkönsyötön tulee kyetä kattamaan sähköaseman omakäyttö vähintään 24 tunnin ajan, ottaen huomioon, että
 - kutakin yllä määritellyn mukaista sähköaseman kytkinlaitetta tulee kyetä ohjaamaan kiinni ja auki vähintään 6 kertaa.

**Käytönpalautussuunnitelman kannalta
merkittävien osapuolien 24 h toimintakyky:**

Toteutus

24 h toimintakykyvaatimukset yleisesti

Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittäväksi nimetyllä osapuolella tulee 18.12.2022 mennessä olla käytettävissään alla luetellut kriittiset välineet, laitteet ja tilat vähintään 24 h ajan tilanteessa, jossa pääsähkönsyöttö menetetään:

- valvomo (koskien myös palveluntoimittajan valvomoa, mikäli valvomotoiminta on hankittu ostopalveluna),
- käytönvalvontajärjestelmän ohjaus- ja valvontatoiminnallisuudet käytönpalautussuunnitelman merkittävien sähköasemien ja voimalaitosten osalta,
- käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävien sähköasemien ja voimalaitosten toimintakyky ja niiden ohjaus käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävien laitteiden osalta,
- LFC-säätäjä ja tietoliikenne isoimpien osapuolien osalta,
- reaaliaikainen tiedonvaihto Fingridin kanssa sekä
- puheviestintä oman valvomonsa ja Fingridin valvon välillä sekä oman 24 h toimintakykynsä vaatima puheviestintä Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittävillä sähköasemilla ja voimalaitoksilla.

Mutta siis miksi...?

- Kantaverkon suurhäiriö on Suomessa viimeksi tapahtunut 70-luvulla
- ...mutta maailmalta löytyy viime vuosiltakin esimerkkejä siitä, että kaikki on mahdollista.
- Kaikesta valmistautumisesta ja harjoittelusta huolimatta mahdotonta sanoa miten pitkään suurhäiriön jälkeinen käytönpalautus tulisi todellisuudessa kestämään.
- Varauduttava joka tapauksessa siihen, että se kestää pidempään kuin muutamia tunteja
- ...ja varmistettava edellytykset käytönpalautuksen vaatimalle yhteistyölle eri osapuolien välillä.
- Nykyisten työkalujen toimintakyky suurhäiriössä:
 - matkapuhelinverkot: << 24 h
 - Virve: << 24 h
 - satelliittipuhelimet periaatteessa niin pitkään kuin puhelinkojeen akussa on sähköä, mutta kysymyksiä mm. liittyen välitettävien puheluiden määrään
 - palveluntoimittajien tietoliikenneverkot: ??
- NC ER:n minimivaatimus 24 h huomattava parannus!
- ...vaikkakin vaati merkittävän ponnistuksen.



24 h toimintakyvyn toteutusta koskevat vaatimukset Käytönpalautussuunnitelman kannalta merkittäviksi nimetyille osapuolille



Alitaajuussuojausjärjestelmä:

Toteutus

Mikä on uusi alitaajuussuojajärjestelmä ja mihin sitä tarvitaan?

- Alitaajuussuojajärjestelmällä (entiseltä nimeltään tehonvajaussuojaus) irtikytketään automaattisesti osa sähkönkulutuksesta taajuuden laskiessa poikkeuksellisen paljon (48,8 hertsiin tai sen alle). Tarkoituksena on pelastaa suurin osa sähköjärjestelmästä ja estää suurhäiriö.
- Alitaajuussuojajärjestelmä on tässä tilanteessa viimeinen oljenkorsi. Kulutusta irtikytkemällä pyritään pysäyttämään taajuuden lasku ja estämään suurhäiriö.
- Nykyinen, Suomessa kantaverkon 110 kV katkaisijoilla toteutettu alitaajuussuojaus ei kykene huomioimaan yhteiskunnan kannalta kriittisiä kulutuskohteita eikä hajautettua sähköntuotantoa.
- Viemällä alitaajuussuojaus kantaverkosta jakeluverkkoihin sekä kantaverkkoon liittyneisiin sähkökulutuskohteisiin
 - voidaan kriittiset kulutuskohteet turvata ja
 - voidaan minimoida kulutuksen mukana menetettävän sähköntuotannon määrä.
- Nykyisen alitaajuussuojauksen piirissä on n. 10 % Suomen sähkönkulutuksesta, mutta NC ER:n vaatimus on 30 %. Kantaverkon katkaisijoilla näin merkittävä suojan piirissä olevan kulutuksen määrän lisääminen on mahdotonta vaarantamatta käyttövarmuutta.

Alitaajuussuojausta tarvitaan äärimmäisen harvoin

- ...mutta silloin kun tarvitaan, se on kriittisen tärkeä.
- Suomessa alitaajuussuojaus ei ole aktivoitunut kertaakaan.
- Maailmalta kuitenkin löytyy tuore esimerkki: vakava häiriö Iso-Britanniassa 9.8.2019.



- 1,1 milj. ihmistä menetti sähköt 15-50 min ajaksi.
- Alitaajuussuojaus pelasti maanlaajuiselta suurhäiriöltä: 5 % kulutuksesta laukaistiin, jotta loput 95 % sai pitää sähköt.
- Alitaajuussuojaus oli toteutettu karkeasti kantaverkon asemilla, joten myös kriittistä kuormaa irtikytkettiin.

Taustaa

- NC ER velvoittaa TSO:ta luomaan alitaajuudesta aktivoituvan tehonvajaussuojauksen.
- Alitaajuussuoja on osa Fingridin Järjestelmän varautumissuunnitelmaa, joka on saatettu tiedoksi Energiavirastolle joulukuussa 2018.
- 30 % Suomen hetkellisestä kokonaiskuormasta (keskimäärin 3000 MW) tulee NC ER:n mukaan olla järjestelmän piirissä. Nykyinen järjestelmä kattaa alle 10 % (< 1000 MW) => järjestelmää on muutettava ja laajennettava.
- Taajuus on sama koko synkronialueella => Pohjoismaiset TSO:t toteuttavat järjestelmän yhteisten periaatteiden mukaan.

	Nykyinen				
	f (Hz)		Viive (s)		%
Porras	Nopea	Hidas	Nopea	Hidas	kuormasta
1	48.5	48.7	0.15	20	5
2	48.3	48.5	0.15	20	5

	Uusi			
	f (Hz)	Viive(s)	%	
Porras		Nopea	kuormasta	
1	48.8	0.15	5	
2	48.6	0.15	5	
3	48.4	0.15	5	
4	48.2	0.15	5	
5	48	0.15	10	

Alitaajuussuojausjärjestelmän toteutus

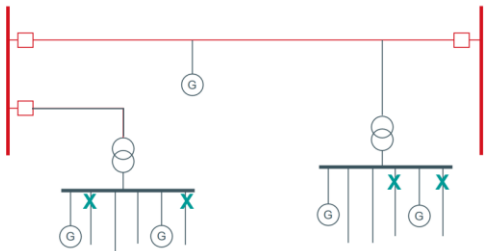
- Uusi järjestelmä toteutetaan 18.12.2022 mennessä.
- Toteutetaan siten, että suojaan on kytketty
 - 30 % jakeluverkon kulutuksesta (keskimäärin noin 2000 MW)
 - 30 % kantaverkkoon suoraan liittyneen teollisuuden kulutuksesta (keskimäärin noin 1000 MW)
- Jakeluverkonhaltijat toteuttavat suojan alueellaan valitsemallaan tavalla
- Fingrid sopii teollisuusasiakkaiden kanssa suojan toteutuksen

Sovellusohje

- Yhteistyöryhmän (ET, jakeluverkkoyhtiöitä, Fingrid) laatima sovellusohje
<https://www.fingrid.fi/globalassets/dokumentit/fi/yhtio/tki-toiminta/raportit/frequency-based-emergency-disconnection-policy-review-for-the-nordic-region-v1.0.pdf>
- Jakeluverkonhaltijat ja kantaverkkoon liittyneet teollisuusasiakkaat valitsevat itselleen parhaiten sopivan toteutustavan.
- Vaihtoehdot:

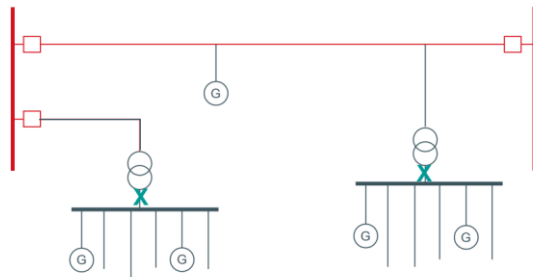
Toteutusvaihto 1 SUOSITELTAVA

- tehovajaussuojaus jakeluverkossa keskijännitelähdöissä (tai alempana)



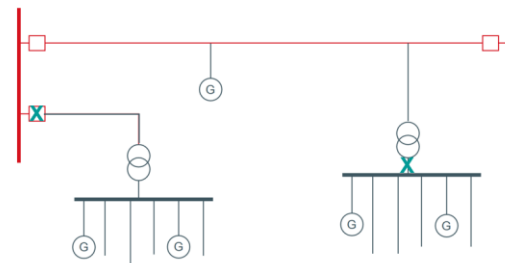
Toteutusvaihto 2 HYVÄKSYTTÄVÄ

- tehovajaussuojaus kokonaan tai osittain jakeluverkossa asematasolla



Toteutusvaihto 3 HYVÄKSYTTÄVÄ

- tehovajaussuojaus osittain kantaverkon säteittäisillä johdoilla



Toteutusvaihto 4 EI MAHDOLLINEN

- tehovajaussuojaus osittain kantaverkon runkojohdoilla

