

Fingrid Oyj

Alitaajuudesta tapahtuvan  
kulutuksen irtikytkenän toteutus  
Suomessa

Sovellusohje

5.8.2019

19.6.2019

## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	3
2	Alitaajuudesta tapahtuva kulutuksen irtikytettä .....	3
3	Taajuusportaiden toteutus .....	4
4	Irtoavan kulutuksen ilmoittaminen .....	4
5	Suojan kokonaistoiminta-aika.....	4
6	Kulutuksen valinta ja seuranta .....	5
7	Yksityiskohtaiset ohjeet jakeluverkoille .....	5
8	Toteutusvaihtoehdot.....	5

19.6.2019

## 1 Johdanto

Euroopan Komission sähköjärjestelmän hätätilaa ja käytönpalautusta koskevasta verkkosäännöstä antaman asetuksen (Network code on Electricity Emergency and Restoration, COMMISSION REGULATION (EU) 2017/2196), Sähköjärjestelmän hätätilaa ja käytönpalautusta koskeva verkkosääntö) mukaisesti Fingrid Oyj:n ja jakeluverkkoyhtiöiden on yhdessä luotava alitaajuussuojaus.

Automaattinen alitaajuussuojausjärjestelmä eli automaattinen kulutuksen irtikytkemisjärjestelmä toimii vakavassa häiriössä, kun kullakin hetkellä ylläpidettävä häiriöreservi ei riitä syntyneen tuotantovajauksen kattamiseen, jolloin voimajärjestelmän taajuus laskee edelleen. Jotta järjestelmä selviytyisi tällaisista häiriöistä mahdollisimman hyvin, pohjoismaisten järjestelmä vastaavien verkko-organisaatioiden kesken on sovittu kulutuksen automaattisen irtikytkennän ylläpitämisestä.

## 2 Alitaajuudesta tapahtuva kulutuksen irtikytkentä

30 % kaikesta Suomen kulutuksesta varustetaan alitaajuussuojilla, joka kytkee tarvittaessa automaattisesti kulutusta irti. Taajuusportaat on esitetty taulukossa 1. Tarkemmin kohdassa 7.

**Taulukko 1.** Kulutuksen automaattisen alitaajuudesta tapahtuvan irtikytkennän asettelut ja Fingridin asiakkaan vuosittain raportoimat tiedot.

	Tavoite	Kokonaistoiminta-	%	FG:n asiakas täyttää		
				% kulutuksesta		
Porras	f (Hz)	aika(s)	kulutuksesta	1.2 klo 8-9	1.7 klo 8-9	Koko vuosi
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			

Jakeluverkonhaltijat veloitetaan valitsemaan toimintatavan, jolla ne toteuttavat kulutuksen irtikytkennän omassa sähköverkossaan.

Jakeluverkkoyhtiön pyynnöstä Fingrid voi laukaista automaattisesti kantaverkkotasolla asiakkaiden säteittäisiä johtoja, jotka syöttävät kyseistä jakeluverkkoa. Mikäli tällaisen säteittäisen johdon varrelle on liittynyt useamman eri toimijan asemia, kaikkien kyseisten toimijoiden tulee yhteisestä sopimuksesta pyytää Fingridiä ottamaan johto mukaan alitaajuussuojaan. Fingrid ei laukaista asiakkaan säteittäisjohtoa, jonka varrella olevista toimijoista yksi tai useampi haluaa toteuttaa suojan omassa verkossaan.

Alitaajuussuojan ei tule laukaista silmukoidun kantaverkon runkojohtoja, koska tämä heikentää voimajärjestelmän stabiiliutta ja käyttövarmuutta.

Mikäli kulutusta irrotettaessa irtoaa myös tuotantoa, on laskettava irtoava nettoteho. Irtoavan nettotehon määrän on oltava taulukon 1 mukainen.

19.6.2019

Kantaverkkoon liittynyt teollisuusasiakas sen sijaan on usein kytketty kantaverkkoon siten, että Fingrid kykenee laukaisemaan teollisuuskulutusta selektiivisesti kantaverkkotasolla. Teollisuusasiakkaalla annetaan kuitenkin mahdollisuus valita itse, mitkä osat kulutuksesta se varustaa alitaajuuslaukaisulla, kunhan 30 % kulutuksesta saadaan suojan piiriin.

Mikäli teollisuudesta 30 % laukaistaan kantaverkkotasolla, laukaisu kohdistuu muutamiin suuriin kulutuskohteisiin. Ja vaikka teollisuusyritys valitsisi itse laukaisemansa kuormat, niiden kappalemäärä jää huomattavasti pienemmäksi kuin jakeluverkkokuormien määrä. Tästä syystä teollisuuskulutuksesta ei ole aina mahdollista jakaa tasaisesti taulukon 1 esittämällä tavalla, vaan taajuusportaita voi olla vähemmän kuin viisi asiakasta kohti.

Teollisuusasiakas esittää Fingridille, aikooko se toteuttaa alitaajuuslaukaisun itse ja millaisiin osiin laukaistava kulutus esitetään jaettavaksi. Fingrid määrittelee tällä perusteella lopulliset taajuusasettelut ja ilmoittaa ne asiakkaalle.

Jos kantaverkon kytkinlaitokseen liittynyt teollisuusasiakas haluaa jättää Fingridin tehtäväksi alitaajuuslaukaisun toteuttamisen, Fingrid hankkii ja asettelee alitaajuussuojat kunkin asiakkaan tapauksessa niin, että alitaajuussuojauksen piirissä olevan kulutuksen määrä on koko maassa keskimäärin 30 % kokonaiskulutuksesta.

### **3 Taajuusportaiden toteutus**

#### **Vaihtoehto 1**

Suurilla jakeluverkkoyhtiöillä on monia sähkösemia. Yhdellä asemalla ei tarvitse toteuttaa kaikkia taulukossa 1 määriteltyjä taajuusportaita, vaan suoja voidaan hajauttaa eri asemille jakeluverkonhaltijan haluamalla tavalla. Yksittäisellä sähköasemalla saa olla 0-5 taajuusporrasta, kunhan koko jakeluverkon alueella mukaan lukien jakeluverkkoon liittyneet toiset jakeluverkot kulutusta laukeaa taulukon 1 mukaiset osuudet kokonaiskulutuksesta.

#### **Vaihtoehto 2**

Pienillä jakeluverkkoyhtiöillä on vain vähän asemia, jolloin saattaa olla vaikeaa toteuttaa kaikkia taulukon 1 taajuusportaita. Tällöinkin on suositeltavaa, että hajautetaan suoja niin monelle portaalle kuin mahdollista. Aloitetaan ylimmästä taajuusportaasta (asettelu 48.8 Hz) ja laajennetaan asteittain alempiin taajuusasetteluihin. Alempia taajuusportaita otetaan käyttöön vasta, kun ylimmässä taajuusportaassa on vähintään 5 % kulutuksesta. Ääritapauksessa on vain yksi taajuusporras (asettelulla 48.8 Hz), joka laukaisee vähintään 30 % ko. jakeluverkon kokonaiskulutuksesta.

### **4 Irtoavan kulutuksen ilmoittaminen**

Kaikki jakeluverkkoyhtiöt, nekin, joiden verkot eivät liity suoraan Fingridin verkkoon, ilmoittavat laukeavat kulutukset suoraan FG:lle. Alueverkkoyhtiöt ilmoittaa vain muut kuin jakeluverkkokulutukset. Tällä vältetään saman kulutuksen ilmoittaminen kahdesti.

### **5 Suojan kokonaistoiminta-aika**

Suojan taajuusfunktiolla on oma toiminta-aikansa, mahdollisella logiikalla ja laukaisunsiirrolla omansa sekä katkaisijalla omansa. Näistä koostuva suojauksen kokonaistoiminta-aika saa olla enintään 150 ms siitä, kun taajuus alittaa asettelun.

19.6.2019

## 6 Kulutuksen valinta ja seuranta

Kunkin alitaajuussuojan portaan laukaistavaksi valitaan sellainen määrä kulutusta, että niiden yhteenlaskettu vuosienenergia on mahdollisimman tarkasti taulukon 1 mukainen osuus asiakkaan keskitehosta (kokonaisvuosienenergiasta). Tämä jälkeen tarkistetaan, mitkä ovat eri portaiden kulutuksen prosenttiosuudet kokonaiskulutuksesta jäljempänä mainittujen tuntien aikana. Jos 1. portaan kulutus on molempien tuntien aikana keskimäärin vähintään 5 % kokonaiskulutuksesta ja kaikkien portaiden yhteenlaskettu kulutus on 20-40 % kokonaiskulutuksesta, niin laukaistavan kulutuksen valinta on määrän suhteen sopiva. Mikäli 1. portaan kulutus on alle 5 % kokonaiskulutuksesta tai kaikkien portaiden summakulutus on pienempi kuin 20 % tai suurempi kuin 40 % kokonaiskulutuksesta, niin kulutuksen valintaa on muutettava, kunnes ehdot täyttyvät.

Asetuksen artiklan 50 kohdat 1 ja 2 määräävät, että jakeluverkonhaltijoiden on raportoitava vuosittain siirtoverkonhaltijalle kulutusta alitaajuudesta irtikytkevän suojan tilasta. Fingrid sopii samasta menettelystä niiden teollisuutta edustavien verkonkäyttäjien kanssa, jotka haluavat itse valita laukaistavan kulutuksen.

Jotta eri jakeluverkoista ja teollisuudesta raportoidut tehomittaukset voidaan parhaiten yhdistää, Fingrid edellyttää että sille raportoidaan seuraavat tehot taulukon 1 muodossa:

Alitaajuussuojan piirissä olevan kulutuksen vuosikeskiarvo, sekä tuntikeskitehot klo 8-9 helmikuun 1. päivänä ja heinäkuun 1. päivänä.

Fingrid saa tarvittavat mittaustiedot omista järjestelmistään alitaajuussuojan piiriin kuuluvien kantaverkkotasolla laukaistavien asiakkaiden säteittäisjohtojen osalta.

## 7 Ohjeet ja suositukset jakeluverkkoyhtiöille

Alitaajuussuojaan on mahdollista hyödyntää samoja kohteita kuin kunkin verkkoyhtiön olemassa olevassa tehonrajoitussuunnitelmassa. Ensimmäiseen laukaisuportaaseen (48,8 Hz) valitaan vähiten tärkeä kulutus.

Alitaajuussuojan toteuttamisen kustannuksista vastaa sen toteuttava taho. Kantaverkossa Fingrid, jakeluverkoissa jakeluverkonhaltija. Vaatimus johtuu lainsäädännöstä, joten se olisi siten perusteltua huomioida Energiaviraston valvontamallissa, mutta päätösvalta asiassa on virastolla.

Virhelaukaisuja tulee pyrkiä välttämään huolellisella suunnittelulla. Alitaajuussuojaus ei saa toimia sellaisissa ohimenevissä vika- tai poikkeustilanteissa, joissa ei ole kyse todellisesta järjestelmätason tehonvajaustilanteesta. Tällaisia tilanteita ovat mm. oikosulkujen ja maasulkujen aiheuttamat ohimenevät jännitekuopat ja muutostilanteet, jälleenkytkentöjen jännitteettömät väliaikatilanteet sekä muut kytkentätilanteet.

Alitaajuussuojan toiminta on estettävä alijännitetilanteessa eli esimerkiksi vian ja automaattisen jälleenkytkennän jännitteettömän väliajan aikana. Suositeltava alijännitelukituksen asettelualue on  $0,4-0,6 * U_n$ . Nopeat jännitevaihtelut aiheuttavat virhettä taajuuden mittaukseen, jolloin on vaarana alitaajuussuojan aiheeton laukaisu.

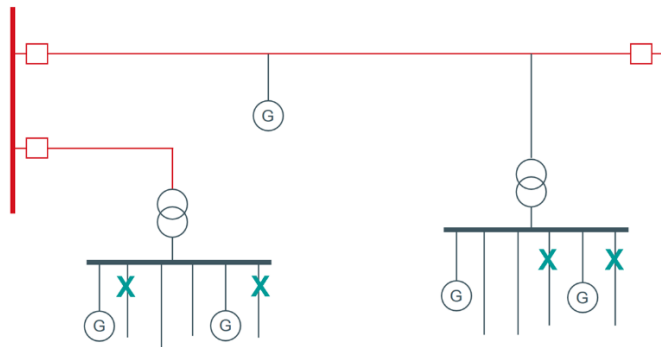
19.6.2019

Tapauskohtaisesti voi olla tarpeen käyttää myös nolajännitelukitusta. Suojauksen eroonkytkemällä alueella olevat hajautetut voimalaitokset saattavat pitää yllä jännitettä jälleenkytkennän jännitteettömäksi tarkoitettuna väliaikana samalla kun taajuus alenee. Kyseiseen tilanteeseen liittyy maasulkutapauksissa myös nolajännitteen nousu, jolloin turha alitaajuussuojaustoiminta voidaan estää nolajännitteen esiintyessä.

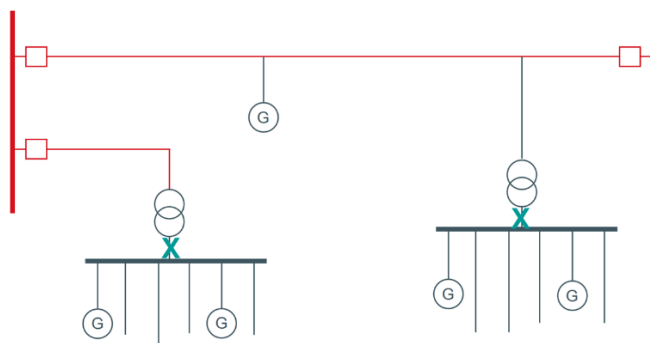
Alitaajuussuojan toimittua palautuskytkennät tehdään manuaalisesti Fingridin kantaverkkokeskuksen luvalla.

## 8 Toteutusvaihtoehdot

Jakeluverkkoyhtiöt voivat rakentaa suojan laukaisemaan yksittäisiä keskijännitejohtoja, kokonaisia jakeluverkon asemia tai säteittäisiä 110 kV johtoja. Nämä vaihtoehdot on esitetty alla kuvina, joissa 'X' tarkoittaa alitaajuussuojauksella ohjattavaa kohdetta.

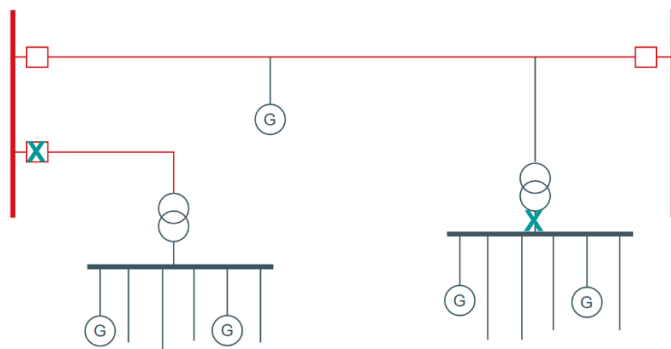


Kuva 1. Alitaajuussuojan toteutus keskijännitejohtoilla.



Kuva 2. Alitaajuussuoja, jossa laukaistaan jakeluverkon asemia.

19.6.2019



**Kuva 3.** Alitaajuussuoja, jossa laukaistaan jakeluverkon asemia ja 110 kV säteittäisiä johtoja.

Liitteessä S22440L2 on esitetty kaksi esimerkinomaista mallikuvaa toteutuksen suunnittelun lähtökohdaksi. Kukin toimija luonnollisesti vastaa omista käytännön ratkaisuisistaan.