

KANTAVERKON JA ASIAKASLIITYNTÖJEN RELESUOJAUS

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Kantaverkon relesuojauksen pääperiaatteet	2
2.1	400 kV sähköverkko.....	2
2.2	110 ja 220 kV sähköverkko	2
3	Asiakasliityntöjen relesuojausvaatimukset	3
3.1	Yhteensopivuus	3
3.2	400 kV sähköverkko.....	3
3.3	110 kV sähköverkko.....	4
3.3.1	Yleiset periaatteet	4
3.3.2	Suojauksen toiminta keskeytyksen aikana	4
3.3.3	Jännitereleistys	4
3.3.4	Alitaajuussuojaus	4
3.3.5	Suuret kaupunkiverkot	5
4	Asiakkaan 110 kV voimajohdon liityntä kantaverkon kytkinlaitokseen	5
4.1	Yleiset periaatteet	5
4.2	Differentiaalisuojauksen toteutus.....	6
4.2.1	Asiakas toteuttaa	6
4.2.2	Fingrid avustaa	7
4.2.3	Käyttö ja kunnossapito	7
5	Asiakkaan 110 kV muuntajan liityntä kantaverkon kytkinlaitokseen	8
6	Asiakkaan 110 kV liityntä kantaverkon voimajohtoon.....	8
6.1	Yleiset vaatimukset	8
6.2	Sähkön tuotannon eroonkytkentä voimajohtoliitynnässä	9
6.2.1	Yleiset periaatteet	9
6.2.2	Tuotantoliitynnän tai yhdistetyn tuotanto- ja kulutusliitynnän eroonkytkentä	10
6.2.3	1...5 MW tuotannon eroonkytkentäreleistys.....	11
6.2.4	5...30 MW tuotannon eroonkytkennän viestiyhteys	11
6.3	Eroonkytkennän viestiyhteyden toteutus	12
6.3.1	Fingrid toteuttaa	12
6.3.2	Asiakas toteuttaa	13
6.3.3	Käyttö ja kunnossapito	13
6.3.4	Tekniset vaatimukset	13

Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus

1 Johdanto

Fingridin relesuojauksen sovellusohjeessa esitetään Fingridin 110, 220 ja 400 kV sähköverkon relesuojauksen toiminnalliset pääperiaatteet sekä vaatimukset Fingridin asiakkaiden (jäljempänä asiakas) suojausjärjestelmien toiminnalle. Sovellusohjeella varmistetaan liitettävien sähköverkkojen relesuojauksen yhteensopivuus.

Yleisten liittymisehtojen mukaan kantaverkkoon liittynyt asiakas on velvollinen huolehtimaan sähköverkkoonsa liittyvien osapuolien kanssa siitä, että myös niiden sähköverkot ja niihin liittyvät sähkölaitteistot täyttävät Fingridin yleiset liittymisehdot ja muut liittynnän toteuttamiseen liittyvät ohjeet ja vaatimukset.

2 Kantaverkon relesuojauksen pääperiaatteet

Kantaverkossa käytetyn N-1 mitoitussäännön mukaisesti mikään yksittäinen verkkovika ei saa johtaa laajenevaan häiriöön tai stabiiliuden menetykseen. Stabiiliuden menetyksen voi aiheuttaa pitkä vika-aika 400 kV sähköverkossa tai sähköverkon tehonvajaus.

2.1 400 kV sähköverkko

Stabiiliuden säilyttämiseksi kaikki 400 kV sähköverkon oikosulkuviat erotetaan relesuojauksen avulla viimeistään 0,1 s kuluttua vian alkamisesta. Nopean laukaisun aikaansaamiseksi 400 kV kytkinlaitokset varustetaan kiskosuojalla ja 400 kV voimajohdot sekä muuntajat kahdennetulla viiveettä toimivalla suojauksella. T-haara asemilla ei ole kiskosuojausta, mutta niiden kokoojakiskot kuuluvat viiveettömän johtosuojauksen piiriin. Kaikissa 400 kV katkaisijoissa on katkaisijavikasuoja, joka erottaa viat noin 0,25 s ajassa, jos katkaisija ei toimi.

2.2 110 ja 220 kV sähköverkko

Kantaverkon 110 kV ja 220 kV voimajohdot ovat rengaskäytössä. Kantaverkon 110 ja 220 kV johtosuojaus koostuu kahdennetusta pääsuojauksesta (kaksi distanssirelettä tai distanssi- ja johtodifferentiaalirele) tai pääsuojareleestä (distanssirele) ja varasuojareleestä (ylivirta- ja maasulkurele). Kaikissa uusissa toteutuksissa käytetään kahdennettua pääsuojaa.

Suojaus erottaa oikosulut ja tavanomaiset maasulut (vikaresistanssi $< 20 \Omega$) viimeistään 0,5 s ajassa.

- A. Lyhyillä rengasjohdoilla (0...5 Ω) pääsuojauksen hidastamattoman laukaisun on katettava koko johto, jolloin tarvitaan suojauksen viestiyhteys tai johtodifferentiaalisuojaus. Johdon reaktanssi (X) 5 Ω vastaa avojohdolla n. 13-18 km johtopituutta johdintyypistä riippuen.
- B. Pitkillä rengasjohdoilla (yli 5 Ω) johdon loppuosan vioissa laukaisu saa tapahtua pääsuojan hidastetulla vyöhykkeellä. Lähellä vikaa olevan sähköaseman pääsuojaus toimii viiveettä ja vain kaukaisempi asema voi jäädä syöttämään vikavirtaa. Vian kokonaiskesto aika saa näissä vioissa olla enintään 0,5 s.

Varasuoja toimii voimajohdon oikosulkuvioissa pääosin 0,1...1,0 s hidastuksella riippuen sähköaseman vikavirtatasosta ja vikapaikasta. Varasuojauksen nopeimmat toiminta-ajat ovat yleensä suurien muuntoasemien voimajohtojen alkupäiden vioissa. Suojauksen toiminta on oltava nopea sähköasemien lähellä, koska jännitekuoppien vaikutusalue on siellä laaja. Pitkien voimajohtojen loppupäiden vioissa vika-aika voi olla muutamia sekunteja, jos laukaisu jää varasuojalle.

Suuriresistanssiset maasulut (n. 20...500 Ω) kytketään yleensä irti 1...3 s ajassa, mutta viimeistään 5 s kuluttua vian alkamisesta. Herkkä maasulkuvirtatoiminto sisältyy pääsuojaan ja/tai varasuojaan.

Jos kantaverkon 110 kV voimajohdolle liittyy tuotantoa yli 1 MW, voimajohdon pääteasemille toteutetaan tahdissaolonvalvonta epätahtikytkennän estämiseksi.

3 Asiakasliityntöjen relesuojausvaatimukset

3.1 Yhteensopivuus

Kantaverkon käyttövarmuuden kannalta asiakkailta odotetaan sellaisia vikojen irtikytkentäaikoja, että asiakkaan sähköverkon suojaus toimii koko kantaverkon suojauksen kannalta koordinoitusti ja yhteensopivasti. Jos asiakkaan sähköverkon suojausta ei voida toteuttaa tässä ohjeessa olevien periaatteiden mukaisesti, on asiasta sovittava Fingridin kanssa.

Kantaverkkoon liittyvän sähkölaitteiston ja siihen suoraan tai välillisesti liittyvien sähkölaitteistojen on toimittava ja pysyttävä toiminnassa Fingridin yleisissä liittymisehdoissa (YLE) vaadituilla jännite- ja taajuusalueilla. Asiakas vastaa siitä, ettei sallittuja suuremmatkaan hetkelliset jännite- tai taajuuspoikkeamat eikä jännitteen häviäminen aiheuta vahinkoa asiakkaan tai muiden osapuolien sähkölaitteistoille. Tämän asiakas voi toteuttaa esimerkiksi varustamalla sähkölaitteistonsa yli- ja alijännitesuojauksella sekä sähkölaitteiston niin vaatiessa myös taajuussuojauksella.

Jokainen osapuoli vastaa hallitsemiensa katkaisijakenttien suojalaitteiden toteutuksesta ja toimintakunnosta lukuun ottamatta differentiaalireleitä, jotka ovat sähköasemaan liittyvän voimajohdon haltijan vastuulla. Liittyjä vastaa suojauksen tarkoituksenmukaisuudesta ja asettelujen määrittämisestä. Fingrid avustaa tarvittaessa liittyjää asettelujen määrittelyssä.

Fingridin uusiessa nykyistä sähköasemaa, laskee Fingrid asiakkaiden johtolähtöjen uusittavien releiden asettelut ja hyväksyttää asettelut asiakkaalla.

3.2 400 kV sähköverkko

Asiakkaan 400 kV sähköverkon suojauksen on toimittava viiveettä kaikissa vioissa niin, että vika on erotettu viimeistään 0,1 s kuluttua, lukuun ottamatta suuriresistanssisia maasulkuja. 400 kV voimajohtojen pääsuojan on oltava kahdennettu. Lisäksi 400 kV voimajohdolla on oltava suojaus suuriresistanssisia maasulkuja varten.

3.3 110 kV sähköverkko

3.3.1 Yleiset periaatteet

Asiakkaan 110 kV sähköverkon suojauksessa on pyrittävä siihen, että vika on erotettu pääsuojauksella viimeistään 0,1 s kuluttua ja varasuojauksella viimeistään 0,5 s kuluttua lukuun ottamatta suuriresistanssisia maasulkuja. Suuriresistanssisissa maasuluissa suojauksen toiminta-aika porrastetaan yleensä 1...3 s välille ja toiminta-ajat sovitaan kantaverkon suojaukseen. Suojauksella varustetulla asiakkaan säteittäisjohdolla on kuitenkin syytä käyttää mahdollisimman lyhyttä toiminta-aikaa selektiivisyyden varmistamiseksi muihin johtoihin nähden ja jännitekuopan lyhentämiseksi.

Asiakkaan sähköasemalla, jolla ei edellytetä kiskosuojausta kohdan 4.1 mukaisesti (eli asiakkaan asema on yli 5 Ω etäisyydellä Fingridin asemasta), vika-aika saa olla kiskoviassa enintään 0,5 s mukaan lukien katkaisija- ja virtamuuntajaviat. Asiakkaan silmukoituna käytettävässä 110 kV sähköverkossa on pyrittävä enintään 0,1 s vika-aikaan.

Asiakkaan sähköverkon suojaus on toteutettava kahdennetusti. Käytännössä se voidaan toteuttaa kahdella pääsuojalla tai pääsuojalla ja varasuojalla. Varasuojana voi tarvittaessa toimia esimerkiksi asiakkaan viereisen aseman suojaus.

3.3.2 Suojauksen toiminta keskeytyksen aikana

Pääsuojauksen on toimittava normaalisti, vaikka yksi voimajohto olisi pois käytöstä. Varasuojauksen toiminta saa hidastua, mutta ei estyä kokonaan.

Tarvittaessa otetaan käyttöön 110 kV tähtipisteen varamaadoituspaikka maasulkuvirran kasvattamiseksi.

3.3.3 Jännitereleistys

Kompensointilaitteisto on varustettava jännitereleellä, jolla ohjataan laitteistoa sallitun jännitteen normaalin vaihtelualueen ylittyessä tai alittuessa. Myös jännitteettömästä sähköverkosta kondensaattori on kytkettävä irti.

Yli- ja alijännitesuojausta ei edellytetä 110 kV sähköverkon suojaamiseksi. Sen sijaan alajännitepuolen yli- ja alijännitesuojaus on esimerkiksi jakeluverkkoyhtiöillä tarpeen kuluttajalaitteavaurioiden ehkäisemiseksi.

3.3.4 Alitaajuussuojaus

Sähköverkon hätätilaa ja käytönpalautusta koskevan verkkosäännön (KOMISSION ASETUS (EU) 2017/2196) mukaan mikäli sähköverkon taajuus laskee vakavan häiriön seurauksena, eikä ylläpidettävä häiriöreservi riitä syntyneen tehovajauksen kattamiseen, automaattinen alitaajuussuojaus kytkee irti sähkönkulutusta sähköjärjestelmän suurhäiriön välttämiseksi. Kuormien irtikytkentä toteutetaan Fingridin laatiman varautumissuunnitelmaan kuuluvan dokumentin "*Automaattisten ali- ja ylitaajuussuojauksjärjestelmien toteutus Suomessa*" mukaisesti.

3.3.5 Suuret kaupunkiverkot

Sähkön toimitusvarmuuden takaamiseksi suuret 110 kV kaupunkiverkot liittyvät kantaverkkoon tyypillisesti kahdella tai useammalla yhteydellä. Asiakkaan 110 kV verkon suojauksen on tällöin toimittava nopeasti vaikeastikin havaittavissa vioissa. Muuten pahimmassa tapauksessa vika voi johtaa kaikkien syöttöjohtojen laukeamiseen. Tällaisia vikoja ovat esimerkiksi:

- Vikaa vasten kytkentä, jolloin differentiaalireleen tai distanssireleen SOTF (Switch on the Fault) toiminnon on laukaistava viiveettä.
- Virtamuuntajan ja katkaisijan välissä oleva vika, jolloin lähetetään kiskosuojan laukaisusta viestiyhteyssignaali vasta-aseman distanssireleelle.

Suojauksen toiminta-aika on yhteensovitettava kantaverkon suojauksen kanssa.

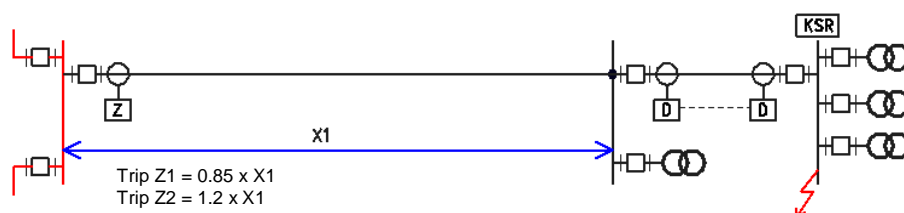
4 Asiakkaan 110 kV voimajohdon liityntä kantaverkon kytkinlaitokseen

4.1 Yleiset periaatteet

Pääsuojan on laukaistava viiveettä johto- ja kiskoviat alle 5Ω etäisyydellä kantaverkon sähköasemasta. Jos asiakkaan voimajohdolla on katkaisija tätä lähempänä ja sen suojaus halutaan selektiiviseksi kantaverkon katkaisijan kanssa, on katkaisijoiden välisen voimajohdon suojaamiseksi käytettävä differentiaalisuojausta tai viestiyhteydellä varustettuja distanssireleitä. Kauempana johdolla oleviin katkaisijoihin voi selektiivisyyden tehdä distanssireleillä suojaamalla 85 % voimajohdosta viiveettömällä laukaisulla ja jättämällä loppuosalle pidempi 0,4 s laukaisuaika.

- Lyhyillä voimajohdoilla myös varasuojauksessa on pyrittävä mahdollisimman lyhyeen vika-aikaan ja asetella laukaisuaika selektiiviseksi kantaverkon suojauksen kanssa.
- Varasuojauksen on laukaistava myös syöttävän verkon poikkeustilanteessa vikavirtatason ollessa normaalia matalampi. Erityisesti on huomioitava pitkien johtojen loppupäiden viat.

Kun kantaverkon sähköasemaan liittyy asiakkaan sähköasema ja tähän asemaan on liittyneenä toinen asema lyhyellä voimajohdolla, suositellaan asiakkaan oman verkon selektiivisyyden varmistamiseksi kiskosuojaa kantaverkon asemalta katsottuna jälkimmäiselle asemalle. Kiskosuojalla varmistetaan, että suojaus ei tarpeettomasti laukaise kantaverkon sähköasemalla ja sähköt eivät katkea ensimmäisen sähköaseman asiakkailta, kun jälkimmäisellä asemalla on kiskovika. Alla esimerkkikuva.



Herkän maasulkusuojan (60 A) hidastus säteisjohdolla on yleensä oltava 1,0 s tai vähemmän.

- a. Jos säteittäiseltä voimajohdolta tulee paljon kapasitiivista varausvirtaa, on virta- ja aika-asettelut tarkistettava.
- b. Kun säteittäisen voimajohdon peräkkäin oleville katkaisijoille halutaan selektiivinen herkkä maasulkusuojaus, voidaan käyttää esim. asetteluja 1,0 s, 0,7 s ja 0,4 s. Jos tarvitaan yli 1,0 s hidastus, on asettelu sovittava yhteen kantaverkon porrastuksen kanssa.

Säteittäisen voimajohdon distanssirele ei saa laukaista maasulussa, jos vika on muualla sähköverkossa. Säteisjohdon syöttämä kapasitiivinen virta muualla olevassa viassa näkyy distanssi- ja suunnatuille maasulkureleille maasulkuna säteisjohdolla. Kapasitiivisen virran määrään vaikuttaa liittymässä olevien voimajohtojen yhteen laskettu pituus. Lisäksi kaapeleiden syöttämä kapasitiivinen virta on huomattavasti suurempi kuin avojohtojen. Asetteluissa kapasitiivinen varausvirta on otettava huomioon, jos se on suurempi kuin 50 A ($3I_0$). Yleensä distanssireleissä minimitoimintavirraksi asetellaan 120 A.

Jos voimalaitos liittyy suoraan tai Fingridin asiakkaan verkon kautta kantaverkon kytkinlaitokseen, Fingrid ei vaadi eroonkytkentää.

4.2 Differentiaalisuojauksen toteutus

Asiakas vastaa voimajohtonsa differentiaalireleiden ja releiden välisen viestiyhteyden toteuttamisesta ja kustannuksista.

Asiakas voi toteuttaa johtodifferentiaalisuojauksen itse tai Fingridin avustamana seuraavilla tavoilla:

4.2.1 Asiakas toteuttaa

- a. Differentiaalireleiden hankinta, konfigurointi, asettelut ja käyttöönotto sekä viestiyhteyden koestus ovat asiakkaan vastuulla. Käyttöönottokoestukset tehdään yhteistyössä Fingridin kanssa, koska johdon molemmissa päissä tarvitaan koestaja.
- b. Asiakas vastaa viestiyhteyden toteutuksesta releeltä releelle.
- c. Reletyyppi valittavissa asiakkaan tarpeiden mukaan.
- d. Asiakas vastaa releiden tehdaskoestuksista (FAT).
- e. Asiakas toimittaa valmiiksi konfiguroidun releen Fingridin urakoitsijalle, joka asentaa sen Fingridin sähköasemalle.
- f. Fingrid vastaa kustannuksellaan Fingridin sähköasemalla laitteiden mekaanisesta asennuksesta, kaapeloinnista, johdotuksesta, suunnittelusta ja dokumentoinnista.

4.2.2 Fingrid avustaa

- a. Kun Fingrid rakentaa uutta sähköasemaa tai uusii olemassa olevaa sähköasemaa, Fingrid kilpailuttaa asiakkaan pyynnöstä johtodifferentiaali-suojauksen osana sähköasemahanketta. Kilpailutus sisältää differentiaalireleet, konfiguroinnin ja asettelut. Hyväksyessään tarjouksen asiakas sopii palvelutoimittajan kanssa suoraan laskutuksesta.
- b. Käyttöönottokoestukset tehdään yhteistyössä asiakkaan kanssa, koska johdon molemmissa päissä tarvitaan koestaja.
- c. Asiakas vastaa viestiyhteyden toteutuksesta releeltä releelle.
- d. Reletyyppi on oltava Fingridin hyväksytyjen releiden listalla.
- e. Relekaapeille suoritetaan Fingridin normaalikäytännön mukaiset tehdaskoestukset (FAT). FAT:ssa differentiaalireleet voidaan kytkeä toisiinsa kuidulla, jolloin konfiguroinnin ja asetteluiden oikeellisuus voidaan varmistaa jo tehtaalla.
- f. Fingrid toimittaa valmiiksi konfiguroidun releen asiakkaan urakoitsijalle, joka asentaa sen asiakkaan sähköasemalle.
- g. Asiakkaan sähköasemalla laitteiden mekaaninen asennus, kaapelointi ja johdotus sekä suunnittelu ja dokumentointi ovat asiakkaan vastuulla.
- h. Fingrid vastaa kustannuksellaan Fingridin sähköasemalla laitteiden mekaanisesta asennuksesta, kaapeloinnista, johdotuksesta, suunnittelusta ja dokumentoinnista.

4.2.3 Käyttö ja kunnossapito

Asiakas saa pitää korvauksetta tämän ohjeen mukaisia laitteita Fingridin sähköasemalla.

Asiakas vastaa voimajohtonsa molempien päiden releiden ja viestiyhteyden kunnossapidosta ja valvonnasta. Kausikoestuksista sekä muista koestuksista on sovittava ja toteutettava yhteistyössä Fingridin kanssa. Fingridin sähköasemalla toimivan koestajan tulee olla Fingridin hyväksymä henkilö. Asiakas on velvollinen pyydettäessä toimittamaan releiden koestuspöytäkirjat Fingridille.

Fingrid ei vastaa asiakkaan releiden ja viestiyhteyksien valvonnasta. Fingrid ei ole velvoitettu liittämään asiakkaan releen tai viestiyhteyksien valvontaa/hälytyksiä omaan käytönvalvontaansa.

5 Asiakkaan 110 kV muuntajan liityntä kantaverkon kytkinlaitokseen

Asiakkaan sähköaseman sijaitessa Fingridin sähköaseman välittömässä läheisyydessä, asiakkaan muuntajaa suojaava katkaisija ja virtamuuntajat ovat tyypillisesti Fingridin sähköasemalla. Tällöin Fingrid omistaa ensiolaitteet ja vastaa päämuuntajakentän ohjauksista. Reaaliaikaisessa tiedonvaihdossa noudatetaan voimassa olevaa sovellusohjetta.

Asiakkaan on tällöin varustettava muuntajansa differentiaalisuojauksella. Differentiaalisuojauksen on suojattava asiakkaan muuntaja sekä muuntajan ja kantaverkon 110 kV kentän välinen voimajohto- tai kaapeliosuus. Differentiaalisuojarele sijoitetaan asiakkaan asemalle. Releelle kaapeloidaan toisiovirrat Fingridin sähköasemalta. Asemien väliset muut signaalit (laukaisut, hälytykset, lukitukset ja tilatiedot) siirretään käyttäen signaalinsiirtolaitteita ja laitteiden välistä valokuituyhteyttä. Asiakas vastaa tarvittavien toisiopiirien toteutuksesta ja kustannuksista asiakkaan ja Fingridin asemien välillä. Toisiopiirit ja differentiaalirele jäävät asiakkaan omistukseen.

Fingridin sähköasemalla on ylivirta-/maasulkurele, joka toimii asiakkaan muuntajan sekä Fingridin ja asiakkaan välisen 110 kV voimajohdon tai kaapelin varasuojana. Suojareleen omistaa Fingrid.

Asiakkaan päämuuntajan jännitteensäätäjä sijoitetaan asiakkaan sähköasemalle. Jännitteensäätäjän omistaa asiakas.

Muuntaja, jonka kautta tuotantoa liittyy verkkoon, on varustettava 110 kV maasulkujännitesuojauksella (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 sekä standardi SFS 6001 kohta 4.2.2). Maasulkujännite mitataan joko 110 kV kiskojännitemuuntajilta tai muuntajan 110 kV tähtipisteestä. Maasulkujänniterele erottaa tuotannon 110 kV voimajohdon maasuluissa. Tuotannon erotus voidaan toteuttaa laukaisemalla muuntajan 110 kV tai alajännitepuolen katkaisija tai keskijännitejohdot, joilla on tuotantoa. Laukaiseva maasulkusuojaus on aina rakennettava, jos liittynässä olevan yksittäisen voimalaitoksen (esim. tuulipuisto) tuotantoteho on yli 1 MW. Jos muuntajan takana on tuotantotehoa alle 50 % kulutuksen minimitehosta eikä yksittäisen voimalaitoksen tuotantoteho ole yli 1 MW, ei maasulkujänniterelettä vaadita. Jos maasulkurele jätetään 50 % säännön perusteella pois, on liittäjän vastuulla valvoa kulutuksen ja tuotannon suhdetta.

6 Asiakkaan 110 kV liityntä kantaverkon voimajohtoon

6.1 Yleiset vaatimukset

Asiakkaan 110 kV sähköverkon vioissa pääsuojauksen toiminta-ajan on oltava viiveetön siten, että tyypillisten oiko- ja maasulkuvikojen kesto aika saa olla enintään 0,1 sekuntia.

- a. Asiakkaan muuntaja suositellaan suojattavan differentiaalireleellä.
- b. Kantaverkon voimajohdon suojauksen viiveetön laukaisuviive on oltava aina myös asiakkaan haarajohdolle. Asiakkaan suojaus haarajohdolla on oltava viiveetön, koska muuten asiakkaan katkaisija voisi jäädä kiinni haarajohdon pysyvässä viassa ja kantaverkon voimajohdon jälleenkytkentä tapahtuisi haarajohdossa olevaa vikaa vasten. Tämän seurauksena kaikki kantaverkon voimajohdon asiakkaat jäisivät ilman sähköä ja vikapaikan etsintä viivästyisi.

Suojauksen selektiivisyyden vuoksi haarajohdon suojauksessa ei saa käyttää pikajälleenkytkentää. Sen sijaan voidaan käyttää yhtä esimerkiksi 5...15 sekunnin jälleenkytkentää, joka on lyhyempi kuin Fingridin voimajohdon aikajälleenkytkentä. Lisäksi herkän maasulkureleen laukaisun on estettävä jälleenkytkentä.

Varasuojauksen toiminta-aika on sovitettava yhteen kantaverkon suojauksen kanssa. Varasuojan sijasta suositellaan käytettäväksi kahta viiveettömästi laukaisevaa relettä.

Herkän maasulkusuojan (60 A) hidastus on oltava 1,0 s tai vähemmän.

Asiakkaan päämuuntajan katkaisijan ollessa huollossa muuntajasuojauksen laukaisut on hoidettava sähköaseman muilla katkaisijoilla.

Kantaverkon voimajohdolle liitetyn asiakkaan sähköaseman alajännitepuolen kisko-oikosuluissa ja keskijänniteverkon johtojen alkupäiden oikosuluissa sallitaan laukaisuajaksi enintään 1,0 s. Jos päämuuntajan koko on suurempi kuin 25 MVA (ONAN), laukaisuaika saa olla enintään 0,2 s.

Muuntaja, jonka kautta tuotantoa liittyy verkkoon, on varustettava 110 kV maasulkujännitesuojauksella. Maasulkujännite mitataan joko 110 kV kiskojännitemuuntajilta tai muuntajan 110 kV tähtipisteestä. Maasulkujänniterele erottaa tuotannon 110 kV voimajohdon maasuluissa. Tuotannon erotus voidaan toteuttaa laukaisemalla muuntajan 110 kV tai alajännitepuolen katkaisija tai keskijännitejohdot, joilla on tuotantoa. Laukaiseva maasulkusuojaus on aina rakennettava, jos liittynnässä olevan yksittäisen voimalaitoksen (esim. tuulipuisto) tuotantoteho on yli 1 MW. Jos muuntajan takana on tuotantotehoa alle 50 % kulutuksen minimitehosta eikä yksittäisen voimalaitoksen tuotantoteho ole yli 1 MW, ei maasulkujänniterelettä vaadita. Jos maasulkurele jätetään 50 % säännön perusteella pois, on liittäjän vastuulla valvoa kulutuksen ja tuotannon suhdetta.

6.2 Sähkön tuotannon eroonkytkentä voimajohtoliitännässä

6.2.1 Yleiset periaatteet

Tässä yhteydessä tuotannolla tarkoitetaan kantaverkon voimajohtoliitännässä yhteenlaskettua sähkön tuotannon kokonaistehoa, joka voi koostua yhdestä tai useammasta erillisestä voimalaitoksesta tai akustosta.

Kantaverkon voimajohdon pikajälleenkytkennän onnistuminen edellyttää, että siihen suoraan tai jonkun muun omistaman verkon kautta liitetty tuotanto ei ylläpidä voimajohdossa jännitettä silloin, kun voimajohtoa syöttävät katkaisijat ovat kantaverkon sähköasemilla sähköverkkoviassa avautuneet.

Jos Fingridin verkkoon liittyy varayhteyden kautta tuotantoa, jolle ei ole rakennettu eroonkytkentää, on liittymisen ehdoista sovittava tapauskohtaisesti Fingridin kanssa.

Voimalaitoksen oman suojauksen asettelussa on pyrittävä siihen, että laitos ei irtikytkedy verkosta muuta kuin omalla liityntäjohdolla olevan vian aikana. Voimalaitosgeneraattoreiden omien alijännite- ja taajuusreleiden asettelut eivät saa olla

ristiriidassa voimalaitosten järjestelmäteknisten vaatimusten (VJV) kanssa. Seuraavia asetteluita suositellaan:

Alijännitereleet:

	jännite (p.u.)	aika (s)
U <	0,8	1,5
U <<	0,2	0,5

Taajuusreleet:

	taajuus (Hz)	aika (s)
f <	47,4	0,5
f >	51,6	0,5

Taajuuden muutosnopeuteen perustuvia releitä ei 110 kV, keskijänniteverkon eikä alajännitepuolen tuotannon erottamisessa sallita.

6.2.2 Tuotantoliittynän tai yhdistetyn tuotanto- ja kulutusliittynän eroonkytkentä

Tuotannon eroonkytkennässä noudatetaan seuraavia periaatteita sen mukaan, onko kyseessä pelkkä tuotantoliittynä tai yhdistetty tuotanto- ja kulutusliittynä. Tuotanto voidaan erottaa laukaisemalla liittynän 110 kV katkaisija tai alajännitepuolen katkaisijoita.

6.2.2.1 Tuotantoliittynän eroonkytkentä

Kun kyseessä on tuotantoliittynä, on yli 1 MW tuotanto erotettava voimajohdosta suojaarelaukaisun jälkeen ennen pikajälleenkytkennän kiinni-ohjausta. Tuotannon yhteenlaskettu teho määrää käytetäänkö tuotannon erottamiseen paikallista eroonkytkentäreleistystä vai eroonkytkennän viestiyhteyttä (EVY):

- Paikallinen eroonkytkentäreleistys tehdään kantaverkon voimajohtoon liittyvälle 1...5 MW tuotannolle (toteutus kohdan 6.2.3 mukaan).
- Eroonkytkennän viestiyhteys vaaditaan kantaverkon voimajohtoon liittyvälle 5...30 MW tuotannolle (toteutus kohdan 6.2.4 mukaan).

6.2.2.2 Yhdistetyn tuotanto- ja kulutusliittynän eroonkytkentä

Kun kyseessä on yhdistetty tuotanto- ja kulutusliittynä, on sille rakennettava eroonkytkentä, jos tuotantoteho voi lyhytaikaisestikin olla yli 50 % liittymän kulutuksen minimitehosta tai liittynässä olevan yksittäisen voimalaitoksen (esim. tuulipuisto) tuotantoteho on yli 1 MW. Kun tuotantotehoa on alle 50 % liittymän kulutustehosta, oletetaan, että tuotanto ei pysty ylläpitämään jännitettä kantaverkon voimajohdossa.

Paikallisen eroonkytkentäreleistuksen (6.2.3) ja eroonkytkennän (6.2.4) viestiyhteyden välinen valinta tehdään samalla periaatteella kuin tuotantoliitynnässä. Eroonkytkennän voi toteuttaa seuraavilla tavoilla:

- a. Ensisijaisena vaihtoehtona eroonkytketään ne muuntajan alajännitepuolen johdot, joilla on tuotantoa. Tällöin jännitteet palautuvat ohimenevissä vioissa automaattisesti jälleenkytkennän avulla ensin 110 kV johdolle ja sitten muuntajan alajännitepuolen johdoille.
- b. Laukaistaan muuntajan 110 kV katkaisija. Tällöin jännitteen palauttaminen muuntajalle tehdään käsiohjauksella 110 kV voimajohdon jännitteen palautuksen jälkeen.
- c. Eroonkytketään vain osa tuotannosta yllä mainitun 50 % periaatteen mukaisesti, jolloin tuotanto ei riitä ylläpitämään jännitettä verkossa.

6.2.3 1...5 MW tuotannon eroonkytkentäreleistys

Voimajohtoliitynnälle vaaditaan paikallinen eroonkytkentäreleistys, joka sisältää:

- a. Ylä-, keski- tai generaattorijännitettä mittaavan ali- ja ylitaajuusreleen.
- b. 110 kV jännitettä mittaavan maasulkureleen.
- c. Pitopiirin, joka päästää taajuusreleen laukaisun läpi, vaikka jännitereleen toimintaehto palautuisikin nopeasti.

Kaavio toteutuksesta ja asetteluista on liitteessä 1 (Fingridin ohje S22410L16).

Eroonkytkennässä ei alijänniterele ole sallittu. Alijänniterele voi aiheuttaa eroonkytkennän aiheettoman toiminnan vakavassa 400 kV häiriössä. Kantaverkon voimajohdon oikosulkuvioissa oletetaan generaattorin oman suojauksen toimivan riittävän nopeasti.

6.2.4 5...30 MW tuotannon eroonkytkennän viestiyhteys

Kantaverkon voimajohdon toisen pääteaseman johtosuojauksesta rakennetaan eroonkytkennän viestiyhteyden (EVY) avulla tuotannolle etälaukaisu. Etälaukaisu signaali ei laukaise tuotantokatkaisijaa suoraan vaan kulkee vastaanottoehdon kautta, joka varmistaa, että sähköverkossa on vika. Tuotantoa ei siten vahingossa irroteta virheellisesti lähetettävän EVY-signaalin perusteella esimerkiksi inhimillisen erehdyksen tai viestiverkon vian takia.

Vastaanottoehdon releistys koostuu:

- a. $3U<$ releestä, joka toimii, jos yksikin pääjännite laskee alle asettelun.
- b. 110 kV maasulkujännitettä mittaavasta $U_0 >$ -releestä.
- c. Pitopiiristä, joka päästää EVY-etälaukaisun läpi, vaikka jännitereleiden toimintaehdot palautuisivatkin nopeasti.

Kaavio EVY:n toteutuksesta ja asetteluista on liitteessä 2 (Fingridin ohje S22410L17).

Kantaverkon voimajohdon suojauksen toiminnan varmistamiseksi 5...30 MW suuruisen tuotannon syöttämä symmetrinen vikavirta voimajohtoliitynnässä saa 300 ms kuluttua vian alkamisesta olla korkeintaan 1,2-kertainen verrattuna laitoksen nimellisvirtaan. Nimellisvirta on voimalaitoksen mitoitustehosta laskettu nimellisvirta. Mikäli vikavirtaa ei kyetä rajoittamaan vaaditulle tasolle 300 ms kuluttua vian alkamisesta, tulee asiakkaan asentaa vikavirran syötön katkaisun varmistava suojaus, tällöin Fingrid ohjeistaa suojauksen vaatimukset tapauskohtaisesti.

Asiakas voi käyttää lyhytaikaisesti varayhteyskäytössä olevaa liittymispistettä, silloin kun varsinainen liityntä on pois käytöstä huollon, korjauksen tms. syyn vuoksi. Varayhteyskäytöstä tulee aina sopia etukäteen Fingridin kanssa. Varayhteyskäytössä suojauksen lähtökohtana on kantaverkon nopean suojauksen toiminnan varmentaminen. Kun tuotanto liitetään kantaverkon rengasjohdolle varayhteyden kautta, tulee suojauksen toiminta varmentaa tapauskohtaisesti Fingrid ohjeistamalla menettelyllä, joka on:

- a. Eroonkytkennän viestiyhteys, tai
- b. Paikallinen jännite- ja taajuusehtoon perustuva suojaus (kuten luku 6.2.3).

Lisäksi maasulkujänniterele on oltava kaikilla muuntajilla, joiden kautta tuotantoa voidaan syöttää kantaverkon voimajohdolle.

Jos varayhteyteen ei rakenneta eroonkytkennän viestiyhteyttä, rengasjohdon pikajälleenkytkentä (<1 s) voi jäädä tekemättä, mutta muuntajan maasulkujännitereleen laukaistua tuotannon irti, tehdään viivästetty pikajälleenkytkentä (n. 5 s) tai aikajälleenkytkentä (n. 60 s).

6.3 Eroonkytkennän viestiyhteyden toteutus

Asiakas ja Fingrid sopivat liitynnän suunnitteluvaiheessa eroonkytkennän viestiyhteyden (EVY) toteuttamisen.

6.3.1 Fingrid toteuttaa

Mikäli asiakas on maksanut voimajohtoliitynnästään liittymismaksun (30.6.2012 jälkeen) Fingrid vastaa kustannuksellaan EVY:n toteuttamisesta.

EVY-etälaukaisun vastaanotto rakennetaan tuotannolle vain yhteen paikkaan, jossa 110 kV jännitemittaustieto on saatavissa ja josta se on vietävissä eteenpäin. Asiakkaan on varattava riittävät tilat tarvittaville viestilaitteille sekä järjestää tarvittavat apusähkösyötöt.

Tarvittaessa EVY-etälaukaisu on asiakkaan toimesta jatkettava mahdollisten muiden loppukohteiden katkaisijoille. Rajapinta Fingridin toimitukselle on asiakkaan EVY-laitteen asennus asiakkaan valitsemaan kaappiin. Asiakkaan on rakennettava EVY-laukaisun johdotus EVY-laitteelta katkaisijalle/katkaisijoille.

6.3.2 Asiakas toteuttaa

Mikäli asiakas ei ole maksanut voimajohtoliitynnästään liittymismaksua (30.6.2012 jälkeen), asiakas vastaa EVY:n toteutuksesta kustannuksellaan.

Liityttäessä jonkun muun omistamaan verkkoon, joka on liittynyt Fingridin voimajohtoon, EVY:n toteutuksesta vastaa verkonhaltija yhteistyössä tuotannon omistajan kanssa.

EVY-laite sijoitetaan Fingridin sähköasemalla omaan erilliseen laitekaappiin. Kaappiin merkitään omistajan nimi ja yhteystiedot. Kaappiin tuodaan Fingridin toimesta distanssien laukaisutiedot sekä tarvittavat apusähköt. Tähän kaappiin sijoitetaan myös korvauskytkennän kippireleet, jollei kentän relekaapissa niitä ole valmiina.

6.3.3 Käyttö ja kunnossapito

Osapuolet saavat pitää korvauksetta tämän ohjeen mukaisia laitteita toistensa omistamilla sähköasemilla.

Verkonhaltijan tai tuotannon omistajan toimittama EVY-yhteys jää verkonhaltijan/voimalaitoksen omistajan omistukseen ja kunnossapitoon molemmilla asemilla. Tässä tapauksessa verkonhaltijan/voimalaitoksen omistajan on vastattava EVY-valvonnasta hälytyksineen omalta sähköasemaltaan.

Fingridin toimittama EVY-yhteys jää Fingridin omistukseen ja kunnossapitoon signaalinsiirtolaitteelle asti asiakkaan asemalla. Tässä tapauksessa Fingrid vastaa myös EVY-valvonnasta hälytyksineen omalta sähköasemaltaan.

Koestuksista on sovittava ja toteutettava yhteistyössä Fingridin kanssa.

6.3.4 Tekniset vaatimukset

EVY-tietoliikenneyhteyden tekniset vaatimukset:

- a. Toteutustekniikalle ei aseteta rajoituksia. EVY-yhteyden voi toteuttaa esimerkiksi kuituyhteydellä, radiolinkillä, ip-pohjaisena tai matkapuhelinverkon avulla.
- b. EVY-etälaukaisun on katkaistava vikavirta 500 ms kuluessa, jolloin signaalinsiirtolaitteiden viive saa olla korkeintaan 400 ms. Näin ollen viive silmukkamittauksessa saa olla korkeintaan 800 ms.
- c. EVY-etälaukaisun luotettavuus signaalin läpimenoille on oltava vähintään 95 %.

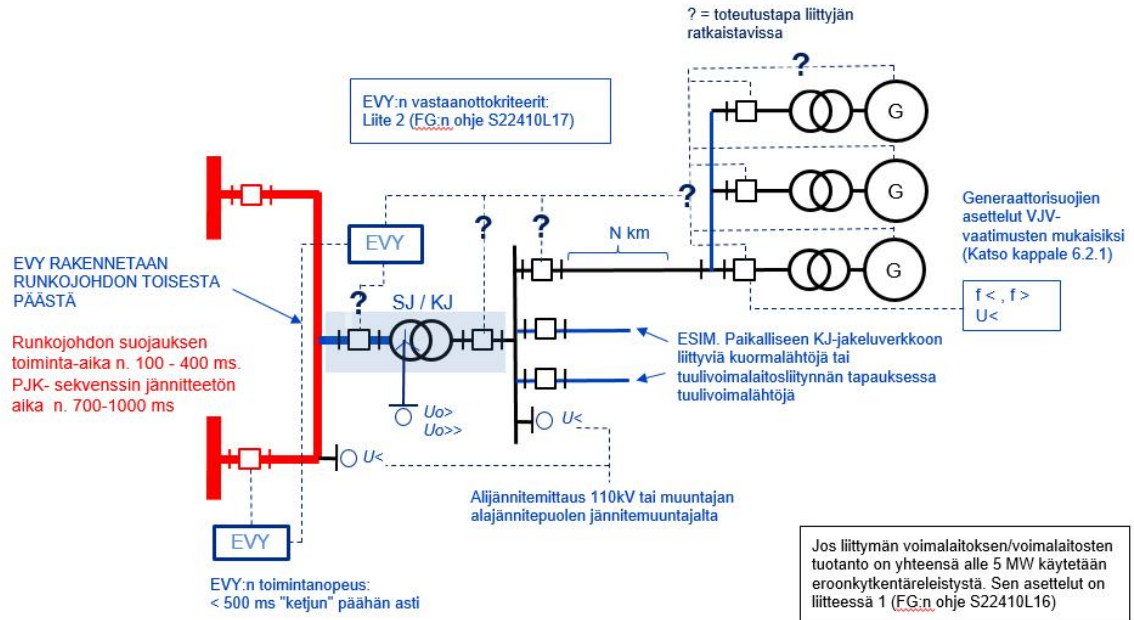
EVY-laitteen tekniset vaatimukset:

- a. EVY-laitteina voidaan käyttää signaalinsiirtolaitteita (esim. Siemens 7XV5673), FG:n tyyppihyväksymiä suojausviestiyhteyslaitteita tai muita laitteita, joilla tiedonsiirtoyhteys voidaan tietoturvallisesti toteuttaa.

- b. EVY-laitteella on oltava EVY-valvontaa varten hälytyskosketin, joka antaa hälytyksen, kun viestiyhteys on poikki. Viestiyhteyden omistaja valvoo tätä yhteyttä.
- c. Saapuvan EVY-signaalin pituus on oltava aseteltavissa EVY-päätelaitteessa.
- d. EVY-laitteen sähkönsyöttö on järjestettävä varmennetusti akustosta tai invertterin kautta.
- e. EVY-laite varustetaan omalla sähkönsyötön suojakytkimellä, jota käytetään myös etälaukaisutietojen vaihtoon suojareleiden ja EVY-laitteen välillä. Suojakytkin sijoitetaan EVY-laitteen kanssa samaan kaappiin. Jos sähköasemalle toteutetaan useampia eroonkytkennän viestiyhteyksiä, varataan kaikille päätelaitteille oma suojakytkin.

EVY toteutuksen muut vaatimukset:

- a. Voimajohtoa suojaavan distanssireleen vyöhykkeiden Z1, Z2 tai SVY (suojauksen viestiyhteysvyöhyke) laukaistessa kantaverkon voimajohdon pääteasemalla, lähetetään EVY-signaali tuotannolle.
- b. Johdon ollessa korvauskytkennässä lähetetään EVY-signaali kiskokatkaisijakentän distanssireleen laukaisusta.
- c. Jos voimajohdolta tai sen osalta puuttuu ukkosköydet, lähetetään EVY-signaali myös maasulkureleen laukaisusta.
- d. Fingridin sähköasemalla käytönvalvontaan lisätään signaali: AExx XXX EVY Normaali/Vika (esim. xx on kentän nro ja XXX voimalaitoksen nimi). Signaali pitää sisällään sekä viestiyhteysvian että EVY laitevian. Mikäli Fingrid vastaa yhteydestä, luokitellaan signaali hälytykseksi. Muussa tapauksessa signaali luokitellaan merkinannoksi.
- e. EVY-signaalin perillemenon valvontaa ja kulkuajan mittausta varten tehdään vastaanottavalla päätelaitteella takaisinkytkentä lähettävälle sähköasemalle. Tarvittaessa tämä signaali voidaan kytkeä häiriötallentimelle ja/tai kaukokäyttöön.
- f. EVY-päätelaite tarvitsee erillisen huoltokytkimen. Kytkin on suunniteltava ja toteutettava niin, että EVY:n toiminta voidaan tarvittaessa koestaa turvallisesti, kun kytkin on auki. Asennuksessa on käytettävä riviliittimiä, joilta EVY yhteyden mittaukset voidaan suorittaa. Kytkimen tilan valvomiseksi on sähköasemalle lisättävä hälytys kytkimen epänormaalista asennosta.
- g. Fingridin sähköasemalla EVY-kytkimille ei tarvita erillistä hälytystä vaan se yhdistetään aseman yhteiseen hälytykseen: KYTKIMEN TILA normaali/hälyttää.
- h. EVY-yhteyden laitteet ja yhteys on koestettava ennen tuotannon kytkemistä verkkoon, mukaan lukien kulkuajan mittaus.
- i. Alla esimerkkikuva EVY-yhteyden toteutuksesta.



Liite 1: Eroonkytkentäreleistyskaavio (Fingridin ohje S22410L16)

Liite 2: EVY-kaavio (Fingridin ohje S22410L17)