



# SÄHKÖASEMA-ASENNUKSET PERUSTEET 2

# SÄHKÖASEMA-ASENNUKSET PERUSTEET 2

- Agenda
  - Liittymisehdot ja –mallit
  - Tuulivoiman IEC-standardit ja EU-asetukset
  - Sisäinen sähkönsyöttö
  - Sähköasema (lyhyesti)

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- Fingrid:n julkaisemassa dokumentissa Yleiset liittymisehdot määrittellään sähköverkkoon liittyjille sähkölaitteiston yleiset liittymisehdot
- Yleisillä liittymisehdoilla varmistetaan sähköverkkoon liitettävien verkkojen yhteensopivuus sekä käyttövarmuus
- Liittymistapa ja -paikka kantaverkkoon määrittellään tapauskohtaisesti
- Päätöksessä otetaan huomioon tekniset vaihtoehdot, toteutuksen kokonaiskustannukset, ympäröivän kantaverkon käyttövarmuus, siirtokyky sekä ympäristö- ja maankäyttönäkökohdat

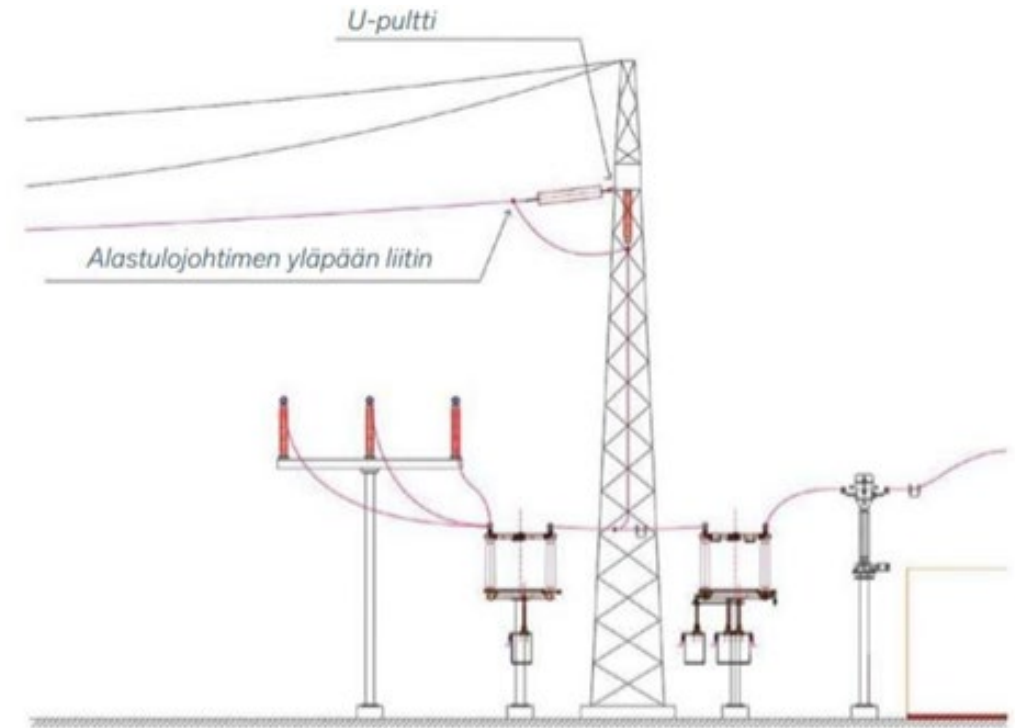
# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- Sähköverkon käytettävyyttä ja käyttövarmuutta voidaan parhaiten hallita toteuttamalla liittynät kytkinlaitoksiin
- Kytkinlaitosten väliset voimajohdot huolehtivat tarvittavan tehon siirtämisestä ja varmistamisesta eri käyttötilanteissa

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Kytkinlaitosliityntä

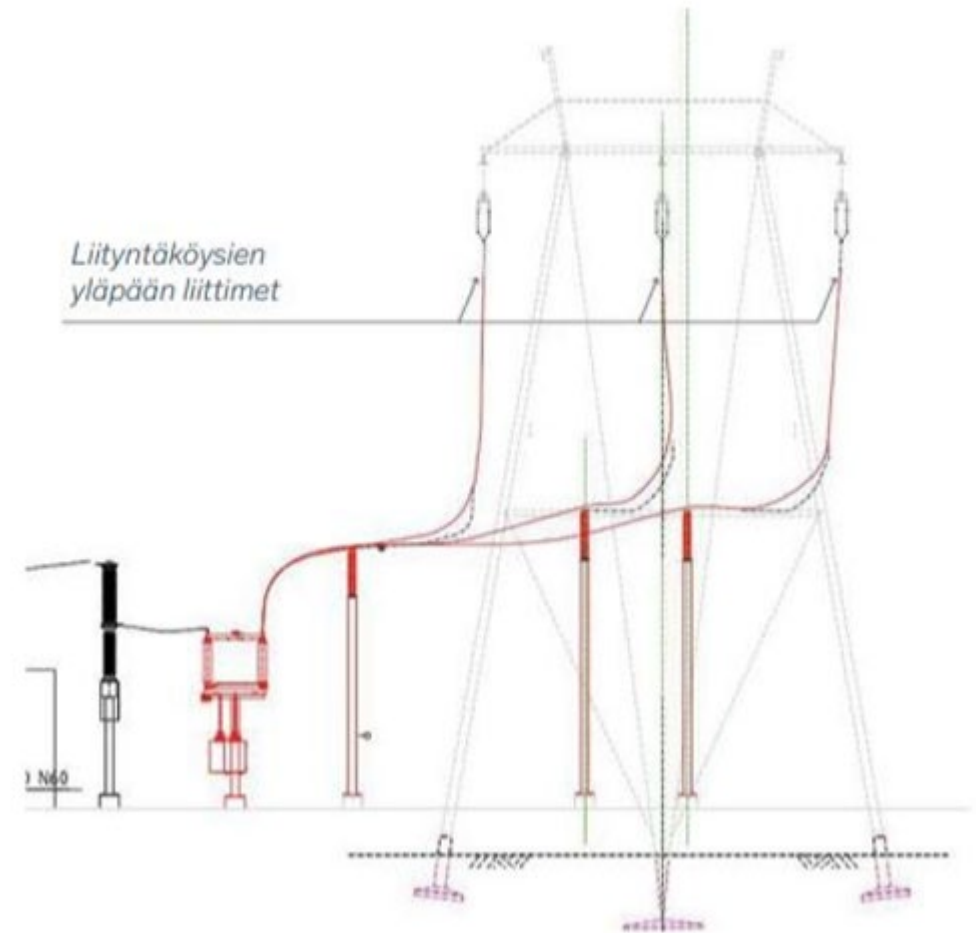
- Fingridin 400 kV, 220 kV tai 110 kV:n kytkinlaitoksen katkaisijakentässä tapahtuva sähkölaitteiston liittyminen on nimeltään kytkinlaitosliityntä
- Kytkinlaitosliitynnällä liitettävän enimmäistehon määrä määritellään kytkinlaitoskohtaisesti, ottaen huomioon ympäröivän kantaverkon käyttövarmuus ja siirtokyky
- Alle 250 MW:n sähköteholtaan olevat liitynnät liitetään ensisijaisesti 110 kV tai 220 kV:n kytkinlaitokseen
- Sähköteholtaan 250 MW:n ja sitä suuremmat liitynnät liitetään ensisijaisesti 400 kV:n kytkinlaitokseen
- U-pultit ja alastulojohtimien yläpäähän liittimet ovat omistus- ja hallintaraja



# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Voimajohtoliityntä

- Voimajohtoliityntä tarkoittaa liityntätapaa, jossa sähköverkkoon liittyjän sähköasema tai voimajohto on kytketty Fingridin 110 kV:n voimajohtoon
- Liitynnät 110 kilovoltin voimajohtoon sallitaan tapauskohtaisesti
- Liittymisessä on otettava huomioon voimajohdon käytettävissä oleva siirtokapasiteetti ja muut tekniset ehdot
- 400 ja 220 kilovoltin voimajohtoihin ei sallita voimajohtoliityntöjä käyttövarmuussyistä
- Voimajohtoliityntään liitettävän muuntajan suurin sallittu nimellisteho on 40 MVA
- Asiakkaan liityntäköysien yläpään liittimet ovat liittymispisteenä ja omistusrajana kantaverkon johdossa



# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV)**
  - Voimalaitosten järjestelmäteknisissä vaatimuksissa Fingrid määrittää sille määrätyn järjestelmävastuun perusteella vaatimukset voimalaitoksille, jotka liitetään Suomen sähköjärjestelmään
  - Voimalaitosten järjestelmätekniisten vaatimusten lisäksi sähköverkkoon liitettävien voimalaitosten tulee täyttää Fingridin yleiset liittymisehdot, kantaverkkosopimusten mukaiset ehdot sekä liittymispisteen verkonhaltijan asettamat ehdot
  - Voimalaitosten järjestelmätekniisien vaatimusten soveltamisala koskee Suomen sähköjärjestelmään kytkettyjä tai kytkettäviä voimalaitoksia, jotka ovat mitoitusteholtaan vähintään 0,8 kW

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV)

- Voimalaitokseen kohdistuvat järjestelmätekniset vaatimukset ja niiden todentamiseen liittyvän tiedonvaihto määräytyvät tyyppiluokittain (A, B, C, D) voimalaitoksen tehon ja liittymispisteen jännitteen perusteella
- Suurempien voimalaitosten (tyyppiluokka D; yli 30 MW tai liittymispisteen jännite vähintään 110 kV) osalta järjestelmäteknisten vaatimusten täytyminen osoitetaan läpäisemällä hankekohtainen todentamisprosessi, jossa edetään vaiheittain suunnittelusta käyttöönottoon noudattaen erityistä käyttöönottoilmoitusmenettelyä

Tyyppi-luokka	Liittymispisteen jännitetaso	Ehto	Voimalaitoksen mitoitusteho $P_{max}$
Tyyppi A	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV	ja (*)	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 0,8 kW mutta alle 1 MW ( $0,8 \text{ kW} \leq P_{max} \leq 1 \text{ MW}$ )
Tyyppi B	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV	ja (*)	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 1 MW mutta alle 10 MW ( $1 \text{ kW} \leq P_{max} \leq 10 \text{ MW}$ )
Tyyppi C	Liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV	ja (*)	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 10 MW mutta alle 30 MW ( $10 \text{ kW} \leq P_{max} \leq 30 \text{ MW}$ )
Tyyppi D	Liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV	tai (+)	Voimalaitoksen mitoitusteho on vähintään 30 MW ( $P_{max} \geq 30 \text{ MW}$ )

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV)**
  - Tyyppi C liittymispisteen jännitetaso on alle 110 kV, voimalaitoksen mitoitusteho  $1 \text{ MW} \leq P_{\text{max}} \leq 30 \text{ MW}$
  - Tyyppi D liittymispisteen jännitetaso on vähintään 110 kV, voimalaitoksen mitoitusteho  $P_{\text{max}} \geq 30 \text{ MW}$
  - Mikäli voimalaitos kuuluu tyyppiluokkaan D, liittyjän tulee pyytää Fingridiltä erityistarkastelutarpeen arviointia
  - Erityistarkastelut tehdään voimalaitosliitynnän suunnitteluvaiheessa yhteistyössä Fingridin ja liittymispisteen verkonhaltijan kanssa

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset (VJV)

- Tyypin C ja D suuntaajakytketyissä voimalaitoksissa tulee olla automaattinen loistehon ja jännitteen säätö
- Säädön tulee olla jatkuvaa ja tapahtua liittymispisteessä portaattomasti loistehon säädön osalta
- Säättöalueen tulee vastata voimalaitoksen todellista loistehokapasiteettia eikä sitä saa keinotekoisesti rajoittaa
- Näiden säätötoimintojen tulee kyetä pitämään voimalaitoksen loistehon tuotanto säätötoiminnon mukaisessa asetteluarvossa
- Käyttöönottokokeiden yhteydessä osoitetaan säätötoimintojen tarkkuus
- Suuntaajakytketyn laitoksen (voimalaitos seuraa verkon taajuutta toimien virtalähteenä, ei tahtikoneen tavoin jännitelähteenä,  $I_p \rightarrow f$  ja  $I_q \rightarrow U$ ) toimiessa minimitehon alapuolella jännitteen tai loistehon säätöön ei ole velvoitetta

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus

- Fingridin relesuojauksen sovellusohjeessa esitellään Fingridin 110, 220 ja 400 kV sähköverkon relesuojauksen keskeiset toiminnalliset periaatteet ja siinä asetetaan vaatimukset Fingridin asiakkaiden suojausjärjestelmien toiminnalle
- Tämän sovellusohjeen avulla varmistetaan, että liitettävien sähköverkkojen relesuojaus on yhteensopiva
- Yleisten liittymisehtojen mukaisesti kantaverkkoon liittyvällä asiakkaalla on velvollisuus huolehtia siitä, että Fingridin yleiset liittymisehdot toteutuvat sekä muut liittymisen toteuttamiseen liittyvät ohjeet ja vaatimukset
- Asiakkaalla on myös velvollisuus huolehtia siitä, että hänen sähköverkkoonsa liittyvät osapuolet varmistavat, että Fingridin yleiset liittymisehdot täyttyvät heidän sähköverkkojen ja niihin liittyvien sähkölaitteistojen osalta

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus**
  - Kantaverkon relesuojauksen pääperiaatteissa määrätään kantaverkossa käytävän N-1 mitoitusääntöä, jonka mukaisesti mikään yksittäinen verkkovika ei saa johtaa laajenevaan häiriöön tai stabiilisuuden menettämiseen
  - Pitkä vika-aika 400 kV:n verkossa tai sähköverkon tehonvajaus voi aiheuttaa stabiiliuden menetyksen

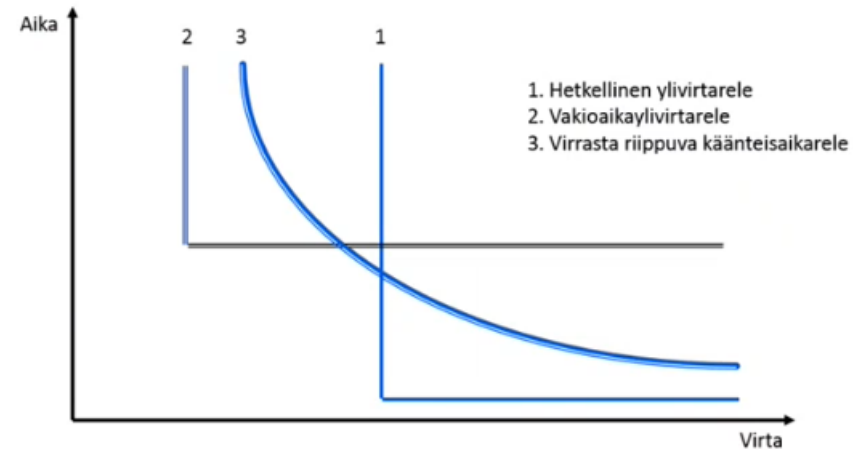
# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus**
  - 400 kV sähköverkon stabiiliuden säilyttämiseksi kaikki siinä verkossa tapahtuvat oikosulkuviat erotetaan relesuojauksen avulla viimeistään 0,1 s kuluttua vian alkamisesta
  - 400 kV kytkinlaitokset varustetaan kiskosuojalla (Busbar diff) nopean laukaisun aikaansaamiseksi
  - 400 kV voimajohdot ja muuntajat varustetaan kahdennetulla viiveettä toimivalla suojauksella
  - Jos katkaisijat eivät toimi, katkaisijavikasuojat (CBFP) erottavat viat 0,25 s ajassa

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Kantaverkon ja asiakasliityntöjen relesuojaus**
  - johtosuojaus koostuu pääsääntöisesti:
    - Pääsuojauksesta (kaksi distanssirelettä tai distanssi- ja johtodifferentiaalirele)
    - Pääsuojareleestä (distanssirele)
    - Varasuojareleestä (ylivirta- ja maasulkurele)

# YLIVIRTA (ANSI 50/51)



- Ylikuorimitus- ja oikosulkusuojaus
- Perustaajuisten vaihevirtojen mittaus ja niiden vertailu asteltuihin portaisiin (yleensä kolme  $I >$ ,  $I >>$ ,  $I >>>$ )
- Laukaisu- ja havahtumisvirrat, toiminta-ajan hidastus
- Ylikuorma ja oikosulku aiheuttavat tyypillisemmin ylivirran
- Myös ilmastolliset syyt voivat aiheuttaa, esim. ukkonen
- Oikosulussa ylivirta huomattavan suuri (valokaari myös mahdollinen)

# NOLLAJÄNNITE (59N)

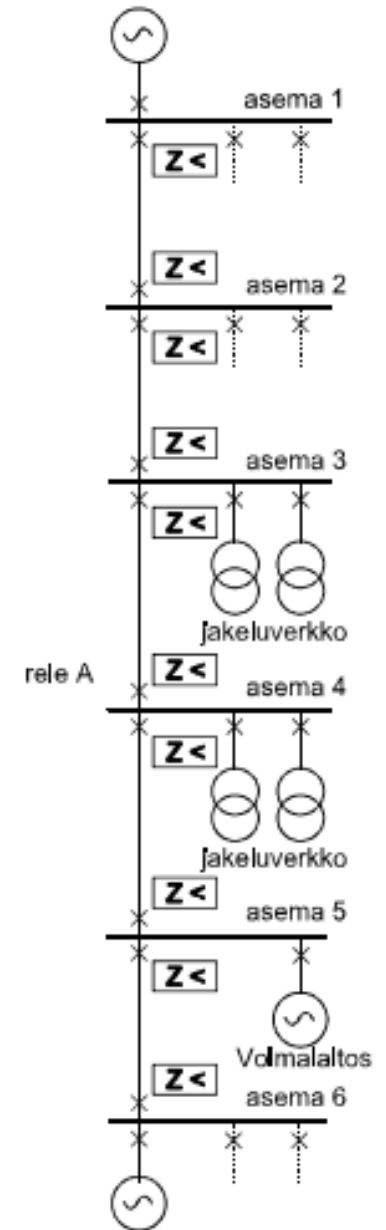
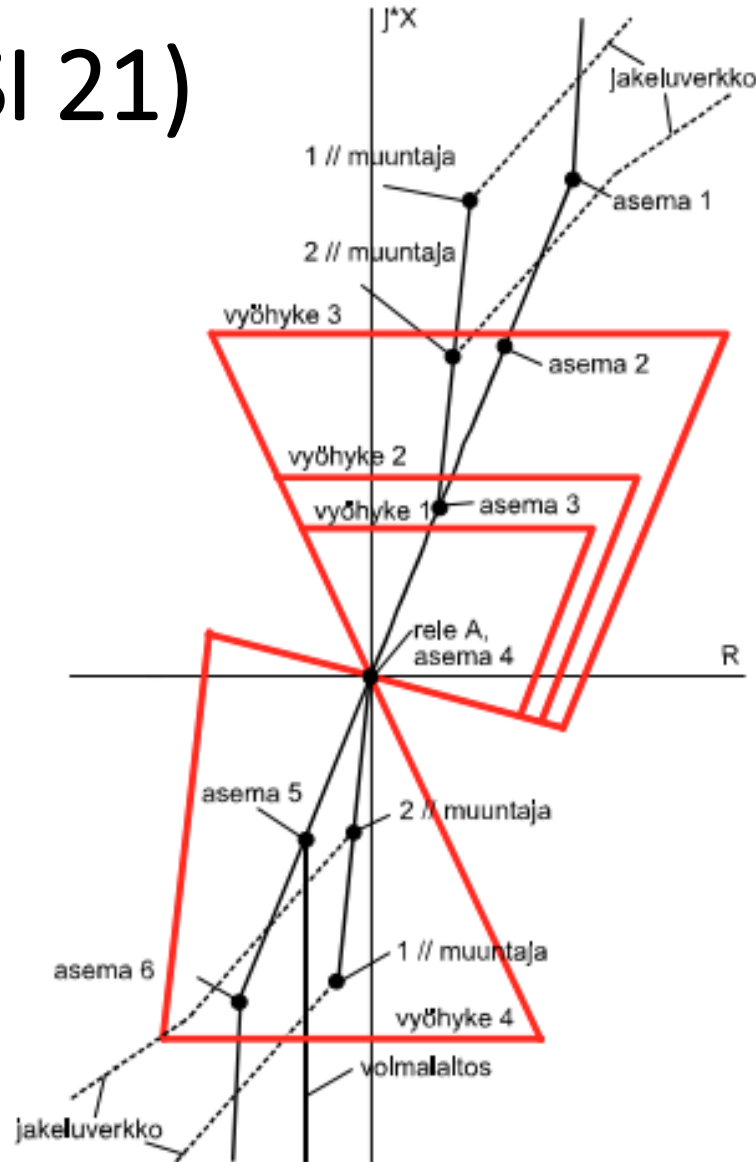
- Maasulkuviassa aiheutuu jännite-epäsymmetria -> verkon tähtipiste jännite muuttuu ja ei vastaa maan potentiaalia
- Seurauksena nolla-/maasulkujännite  $U_0$
- Nollajännitettä voidaan mitata kiskostosta avokolmiokäämillä

# DISTANSSISUOJA (ANSI 21)

- Perustuu suojattavan johdon impedanssin mittaukseen
- Kykenee havaitsemaan vian suunnan, eli onko johdolla, vai sen takana
- Rele tarkastelee virran ja jännitteen vaihesiirtoa
- Suojaus toteutetaan jakamalla suojattava johto vyövykkeisiin (zone)
- Jokainen vyöhyke edustaa tiettyä etäisyyttä suojattavassa kohteessa

# DISTANSSISUOJA (ANSI 21)

- Esim.
  - 4-portaiset vyöhykkeet
  - Vyöhykkeet 2 ja 3 toimii aikaselektiivisesti myötä suuntaan
  - Ovat yliulottuvia, eli ulottuu seuraavien suojien suojausalueelle (varasuojaus luonnostaan)
  - Vyöhyke 4 aikaselektiivisesti vastasuuntaan, tässä yliulottuva varasuoja
  - Vyöhyke 1 aliulottuva, eli ei mene muiden suojauksien päälle -> ei aikaviivettä



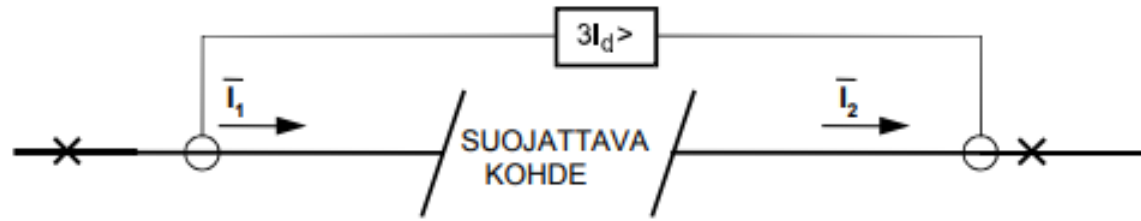
# DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)

- Voidaan käyttää kaikkien yksittäisten osien suojaukseen (muuntaja, kiskosto, generaattori, johtolähtö..)
- Vertailee kohteeseen tulevien ja lähtevien virtojen vaihteita ja suuruuksia (KOFF 1)
- Voidaan helposti toteuttaa selektiivinen suojaus, koska suoja-alue rajoittuu mittamuuntajien väliseen alueeseen
- Perustuu erovirran  $I_d$  mittaamiseen. Onko  $I_d$  nolla normaalitilanteessa?

# DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)

- Erovirtaa  $I_d$  aiheuttaa mm.:
  - **Virtamuuntajien mittausvirheet**
  - Muuntajan tyhjäkäyntivirta
  - Käämikytkimen asento
  - Muuntajan kytkentäsysäysvirta
- Suoja on sopivasti vakavoitava, jotta virheelliseltä toiminnalta vältytään -> vakavointivirta  $I_b$

# DIFFERENTIAALISUOJA (ANSI 87)



$$I_d = |\bar{I}_1 - \bar{I}_2|$$

$$I_b = \frac{|\bar{I}_1 + \bar{I}_2|}{2}$$

$I_{1,2}$  Suojattavan kohteen eri puolilta mitatut vaihevirrat

$I_n$  Nimellisvirta

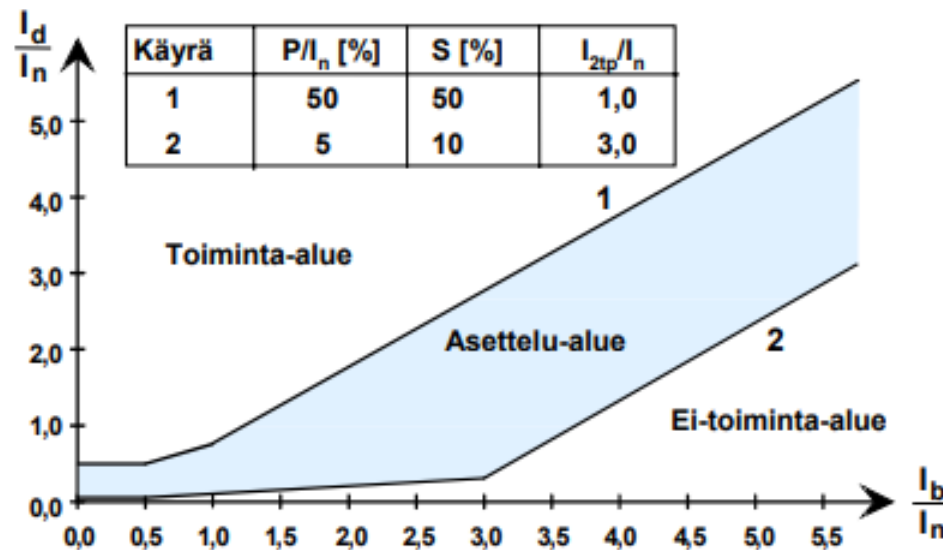
$I_d$  Erovirta

$I_b$  Stabilointivirta

$P/I_n$  Perusasettelu  
5 — 50 %

$S$  Havahtumissuhde  
10 — 50 %

$I_{2tp}/I_n$  Toinen käännealue  
1,0 — 3,0



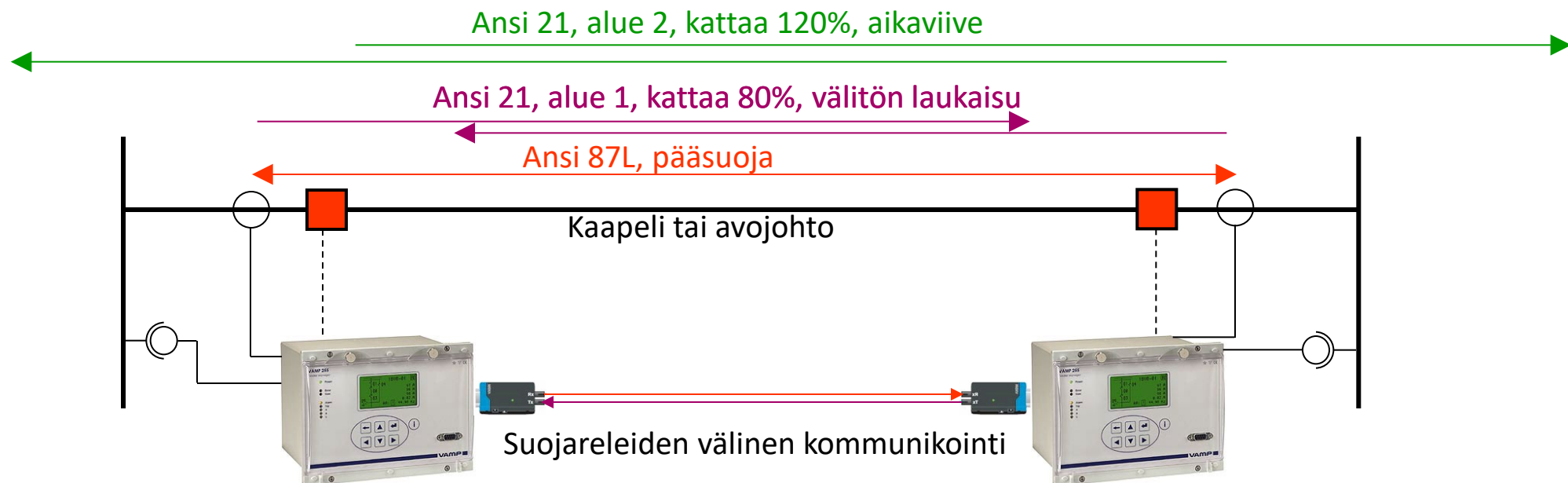
**Perusasettelu:** perusherkkyyden kohteen ollessa tyhjäkäynnissä. Oltava suurempi, kuin esim. magnetointivirta, johdon varausvirta suurimmalla jännitteellä

**Havahtumissuhde:** määrittää yhdessä toisen käännealueen kanssa toimintaherkkyuden sisäisissä vioissa niiden ollessa kuormitettuina

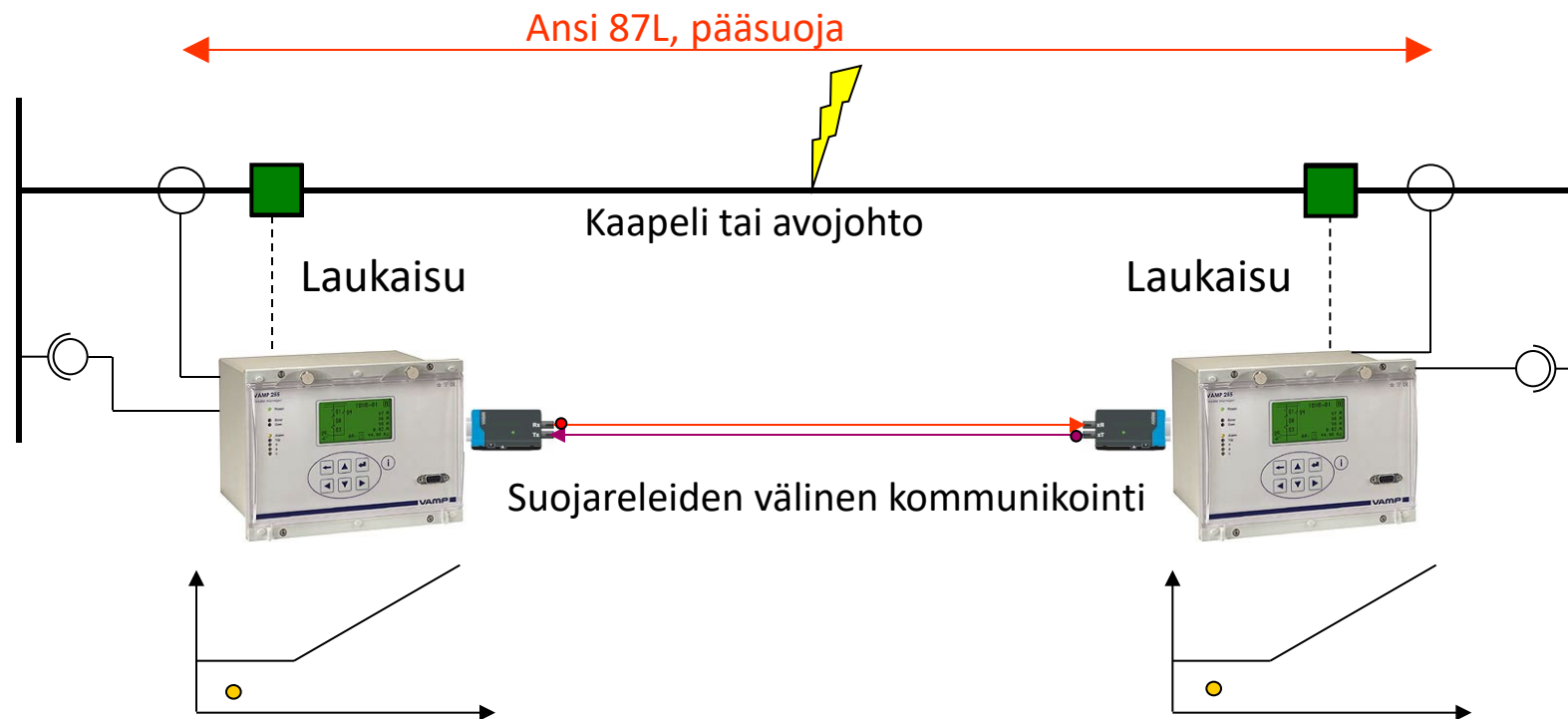
**Toinen käännealue:** ulkoa tapahtuvien vikojen huomaaminen, eli ei toimi näistä. Mitä pienempi arvo sen stabiilimpi, toisaalta saattaa heikentää toimintaherkkyyttä sisäisissä vioissa.

# LINJADIFFERENTIAALI- & DISTANSSISUOJAESIMERKKI

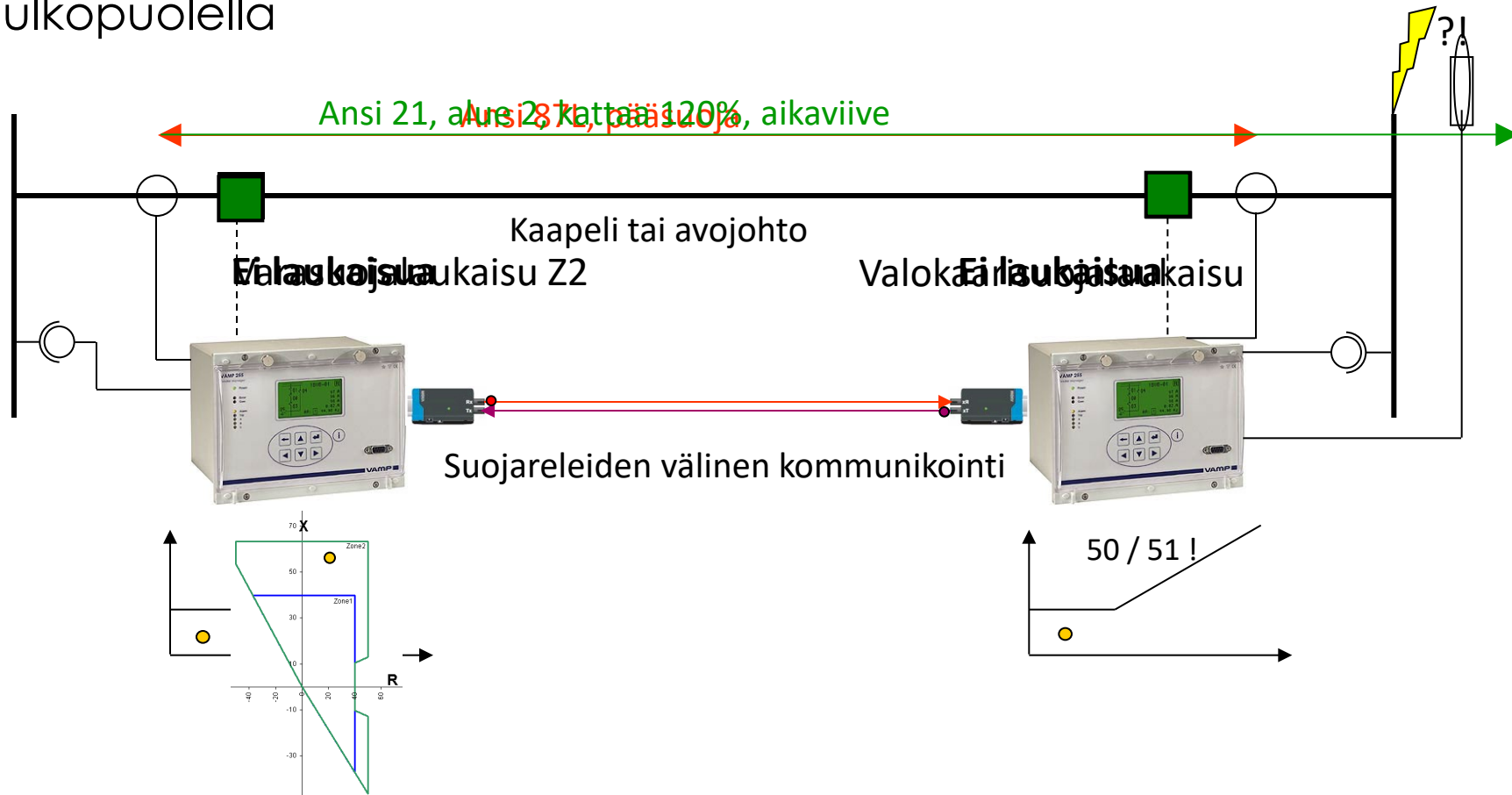
- Pääsuojana 87L linjadifferentiaalisuoja
  - Suojausalue rajoitettu mittauspisteiden välille
- Varasuojana distanssisuoja 21 ja ylivirta 50/51
  - Alue 1 kattaa 80 % linjasta. Alue 2 kattaa 120 % of linjasta (viivelaukaisu)
  - 50/51 on aseteltu kaapelin/johtimen termisen kestävyys mukaan (sis. marg.)



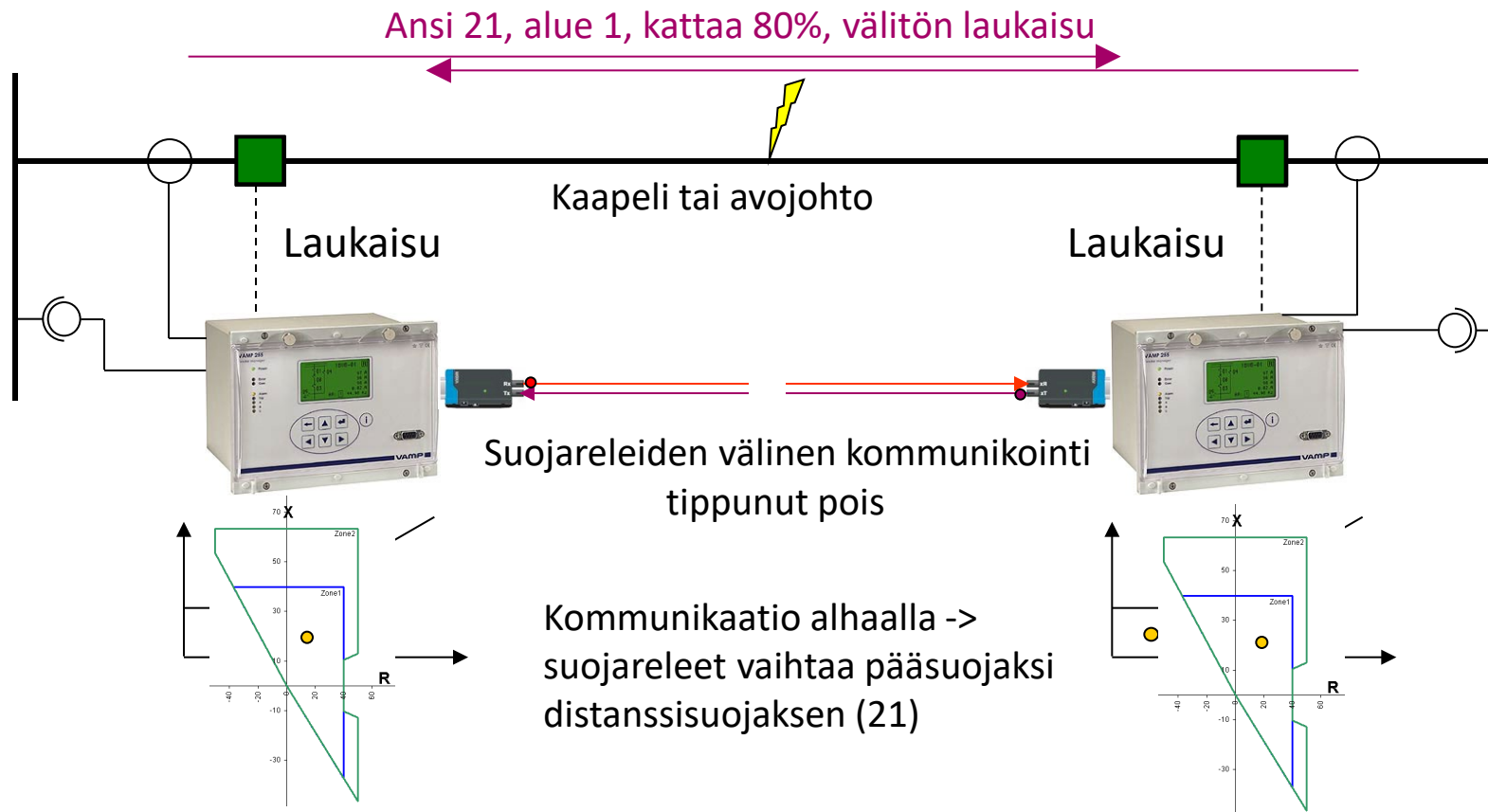
- Case 1: Normaali käyttötilanne, vika tapahtuu 87L suojausalueen sisäpuolella



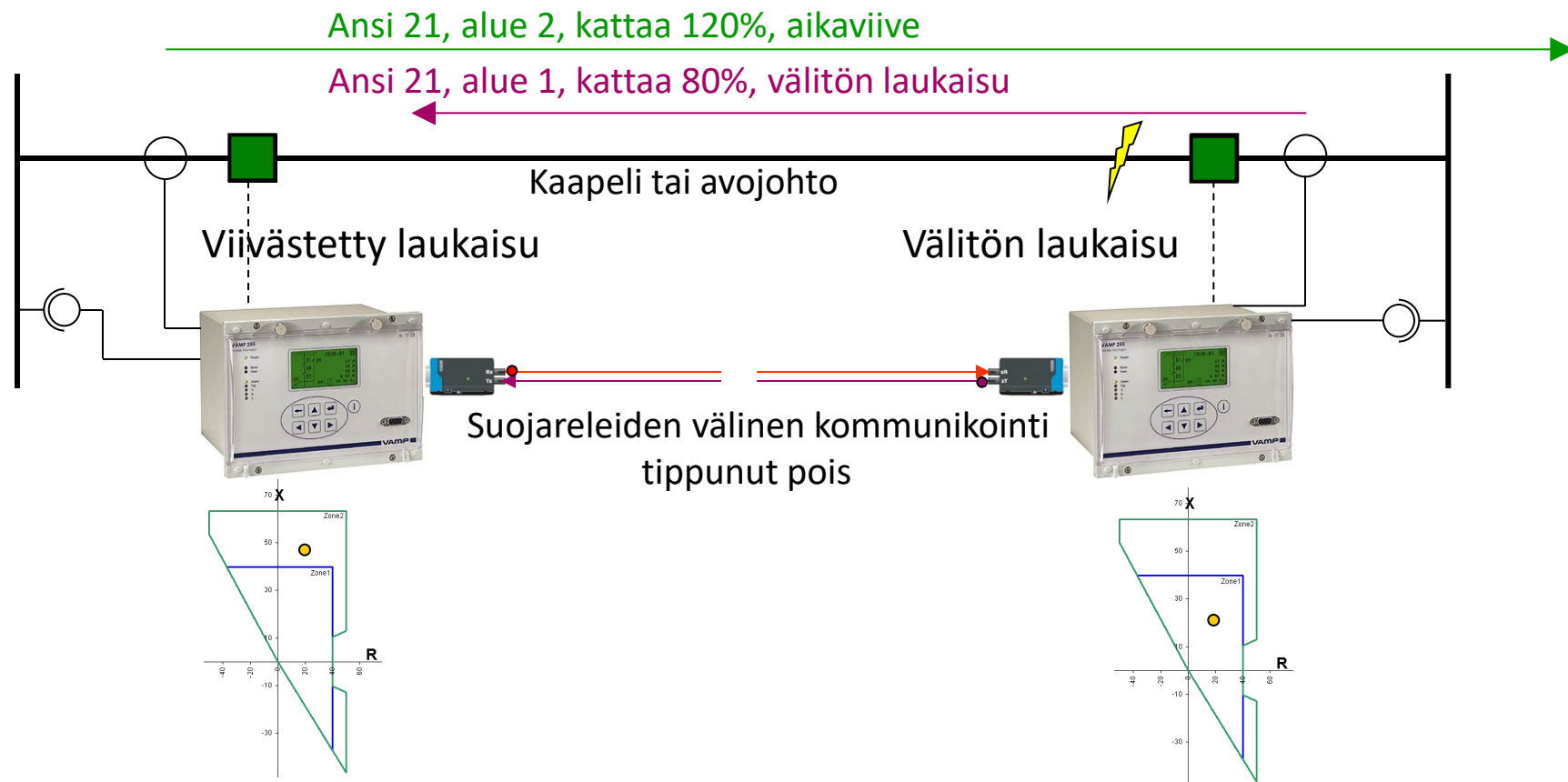
- Case 2: Normaali käyttötilanne, vika tapahtuu 87L suojausalueen ulkopuolella



- Case 3: Suojareleiden välinen kommunikointi on alhaalla, vika tapahtuu 87L:n suojausalueella

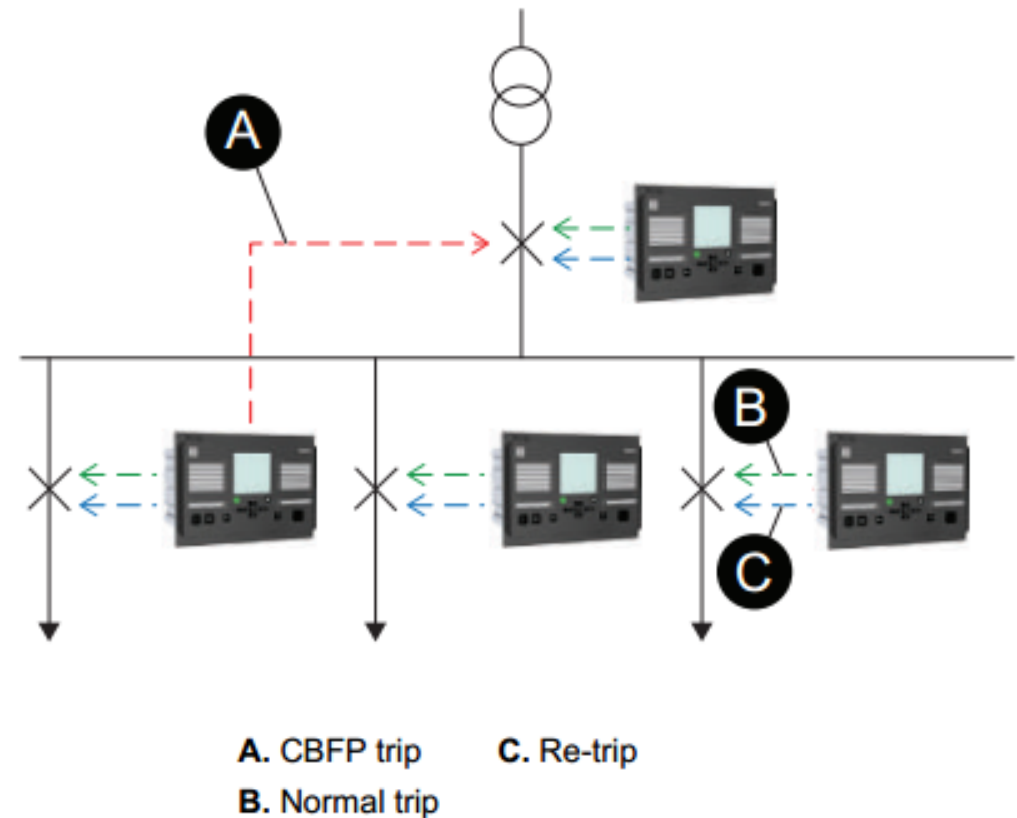


- Case 3: Suojareleiden välinen kommunikointi on alhaalla, vika tapahtuu 87L:n suojausalueella



# KATKASIJAVIKASUOJA (ANSI 50BF)

- Seuraa katkaisijan toimintaa vikatilanteissa ja sen mahdollista toimimattomuutta
- Perustuu katkaisijan apukoskettimilta saatuun tilatietoon
- Kun jokin suoja antaa laukaisukäskyn käynnittyy myös 50BF:n aikaviive
- Mikäli aikaviiveen päätyttyä katkaisija on edelleen kiinni, annetaan laukaisukäsky ylemmälle katkaisijalle



# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Verkkosäännöt

- Häättilaa ja käytönpalautusta koskeva verkkosääntö tuli voimaan 2017
- Sen tarkoituksena on estää suurhäiriöt ja häiriötilanteiden laajeneminen ja järjestelmän tilanteen huononeminen
- Tavoitteena suurhäiriötilanteessa on tehokas ja nopea käytönpalautus
- Fingrid on nimennyt C (>10 MW) ja D (>30 MW) tyyppin laitokset merkittäviksi verkon käyttäjiksi ja niiden tulee toteuttaa seuraavat velvollisuudet:

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Verkkosäännöt

- Toteuttaa alitaajuussuojajärjestelmä
- Osallistua tuotannon irtikytkentään automaattisesti ylitaajuustilanteessa, mikäli tällainen toteutetaan Pohjoismaisella synkronialueella ja Suomessa
- Noudattaa kantaverkkoyhtiön ohjeita liittyen loistehon, pätötehon ja jännitteensäädön sekä kulutuksen ja tuotannon irtikytkentään
- Automatiikoiden toiminnan testausvaatimusten hoitaminen
- Välittää kantaverkkoyhtiön vaatimukset ja ohjeet omaan verkkoonsa liittyneille kantaverkkoyhtiön osapuolille

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

## ■ Verkkosäännöt

- Verkkosääntö vaatii alitaajuussuojajärjestelmän eli automaattisen kuormien irtikytkemisjärjestelmän suojaamaan voimajärjestelmää, mikäli voimajärjestelmän taajuus laskee alle 48,8 Hz
- Sillä pyritään välttämään suurhäiriötilanne, jossa taajuus laskee merkittävästi
- Suomessa alitaajuudesta tapahtuva irtikytkentä toteutetaan siten että, jakeluverkon haltijat ja suurjännitteisen jakeluverkon haltijat veloitetaan asettamaan alitaajuussuojauksen piiriin 30 % verkkoonsa liittyneestä kokonaissähkön kulutuksesta

# LIITTYMISEHDOT JA -MALLIT

- **Fingrid:in reservimarkkinat ja oma varavoimakapasiteetti**
  - Fingrid:in reservimarkkinat
  - Fingrid:in varavoimailaitokset
  - Fingrid reservit - YouTube

# TUULIVOIMAN IEC-STANDARDIT JA EU-ASETUKSET

# TUULIVOIMAN IEC-STANDARDIT JA EU-ASETUKSET

## ■ Tuulivoiman IEC standardi 61400

- Tuulivoimaan liittyy useita standardeja, joissa käsitellään turvallisuuteen, ympäristönsuojeluun, tekniseen yhteensopivuuteen ja alan kehittämiseen liittyviä asioita
- Tuulivoiman standardointi on etenemässä uudelle tasolle, ja uudet aiheet kattavat muun muassa tuulivoimaprojektien riskienhallinnan, laitoksen elinkaaren, kestävän kehityksen, kunnossapidon ja kierrätyksen
- Sähköalan toiminta perustuu vahvasti standardien noudattamiseen, ja tämä koskee myös uusiutuvan energian järjestelmiä
- Kansainvälisen IEC-komitean alaisuudessa toimiva asiantuntijaryhmä laatii tuulivoima-alan standardeja, jotka otetaan käyttöön Suomessa kansallisina standardeina

# TUULIVOIMAN IEC-STANDARDIT JA EU-ASETUKSET

## ■ Tuulivoiman IEC standardi 61400

- Tuulivoimastandardi EN IEC 61400 määrittelee tuulivoima-alan toimijoiden suunnitteluvaatimukset, kuten laitoksen sijainnin, tuuliturbiinigeneraattorin ominaisuudet ja voimalan ympäristövaikutukset
- Uudet tuulivoimastandardien aiheet keskittyvät muun muassa riskienhallintaan, elinkaaren hallintaan, kestäväan kehitykseen, kunnossapitoon ja kierrätykseen
- Tämä laajentaa standardin EN IEC 61400 kohderyhmää sisältäen tuulivoimatuottajat, konsultit, vakuutusyhtiöt ja rahoittajat
- Suomessa perustettiin SESKOn toimesta komitea vastaamaan kansallisesti tuulivoimajärjestelmien standardointityöstä -> tavoitteena on lisätä tietoisuutta standardointikomiteoiden työstä ja saada kotimaiset toimijat mukaan kansainvälisten tuulivoimastandardien kehitykseen

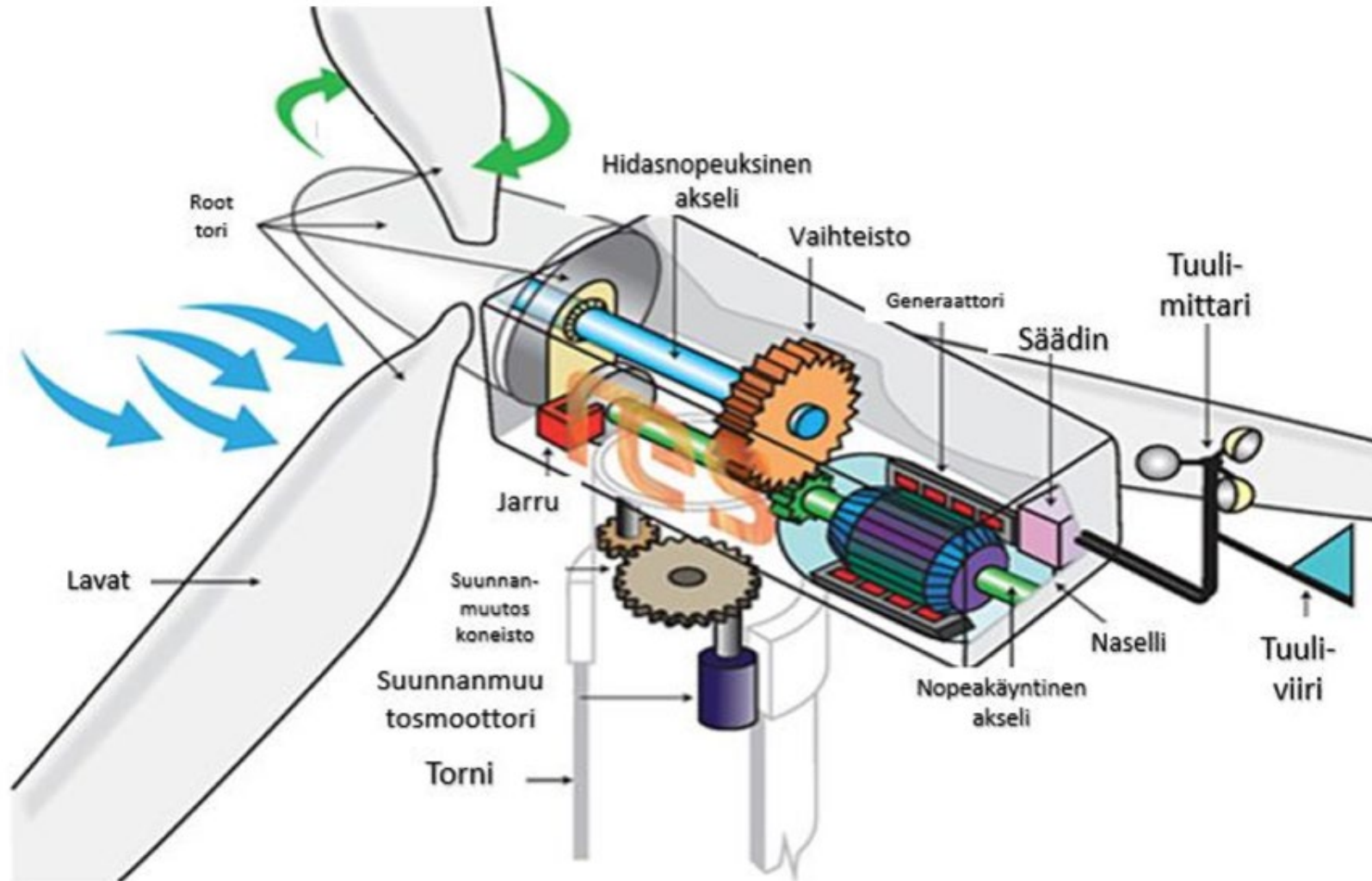
# TUULIVOIMAN IEC-STANDARDIT JA EU-ASETUKSET

## ■ EU komission asetus 2016/631

- Euroopan komissio on julkaissut vuonna 2016 asetuksen, jonka mukaan Euroopan komissio on todennut, että on välttämätöntä toteuttaa kiireellisesti toimivat ja yhteiset energian sisämarkkinat energian toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi, kilpailukyvyn lisäämiseksi ja kohtuuhintaisten energiavaihtoehtojen varmistamiseksi kaikille kuluttajille
- Tämän tavoitteen saavuttamiseksi komissio on ehdottanut yhtenäisiä sääntöjä sähköntuotantomoduulien verkkoliitännälle, jotta saataisiin selkeä oikeudellinen kehys, helpotettaisiin sähkön kauppaa, varmistettaisiin käyttövarmuus ja edistettäisiin uusiutuvien energialähteiden liittämistä verkkoon
- Erityyppisille sähköntuotantomoduuleille (A, B, C, D) asetettaisiin erilaisia teknisiä vaatimuksia, joita säätelyviranomaisten olisi otettava huomioon sääntöjä laatimalla
- Asetus pyrkii myös koordinointiin ja yhdenmukaistamiseen synkronialueiden välillä taajuusvaatimusten osalta ja mahdollistaa poikkeukset paikallisten olosuhteiden vuoksi

# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTTÖ

# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTÖ



- Säätimen avulla turbiini toimii halutulla tavalla
- Säädin tarkkailee tuulen nopeutta, roottorin nopeutta, pätö- ja loistehoa sekä turbiinin verkon kytkentäpisteen jännitettä ja taajuutta
- Säädin maksimoi tehon tuotannon ja vähentää mekaanisten komponenttien rakenteellisia kuormia, mikä pidentää niiden käyttöikää

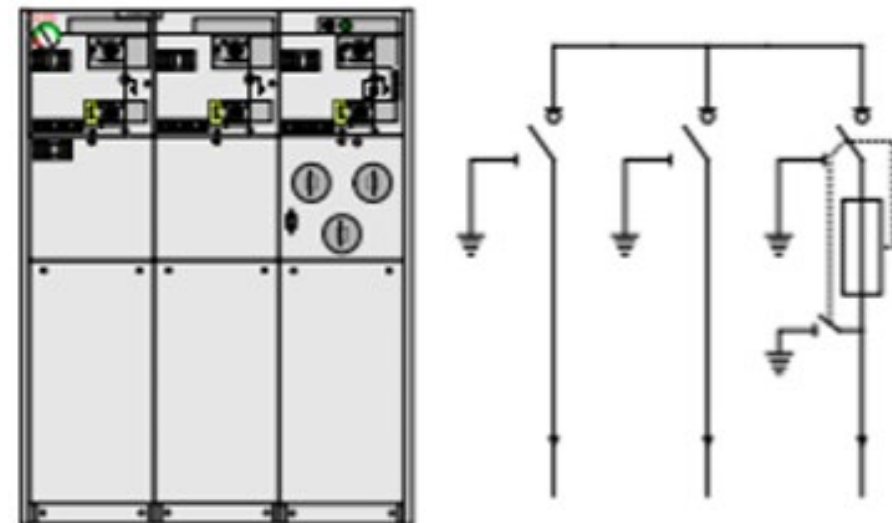
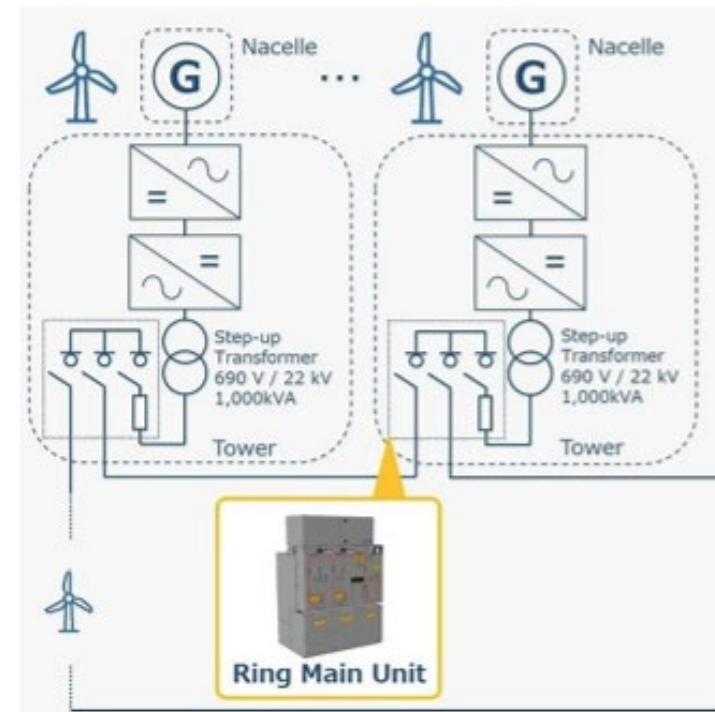
# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTTÖ

## ■ RMU (ring main unit)

- Rengassyöttökojeisto eli muuntamokojeisto on komponentti, joka sijaitsee tuulivoimalan muuntajan ja sähköverkon välissä
- Muuntamokojeiston (RMU) päätehtävänä on suojata tuulivoimalan sisäistä verkkoa, eristää vikaantunut osa verkosta ja suojata maasulkuvirroilta, oikosulkuvirroilta ja ylikuormitukselta
- Tuulipuiston keskijänniteverkko on kaapeloitu RMU-kojeistojen avulla
- Verkkoa käytetään säteittäisenä suojauksen toteuttamisen helpottamiseksi (yleensä)

# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTTÖ

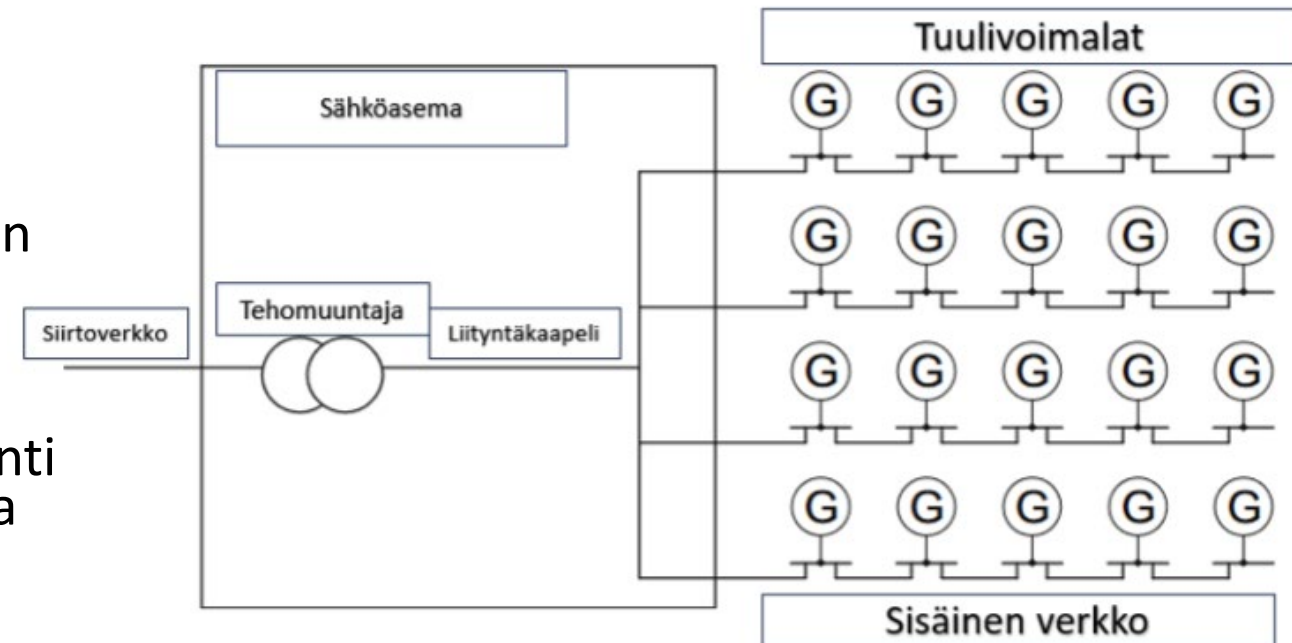
- **RMU (ring main unit)**
  - RMU-kojeisto kahdella kuormanerottimella ja muuntajayhteyden varokekuormanerottimella



# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTTÖ

## ■ Sisäinen kaapelointi

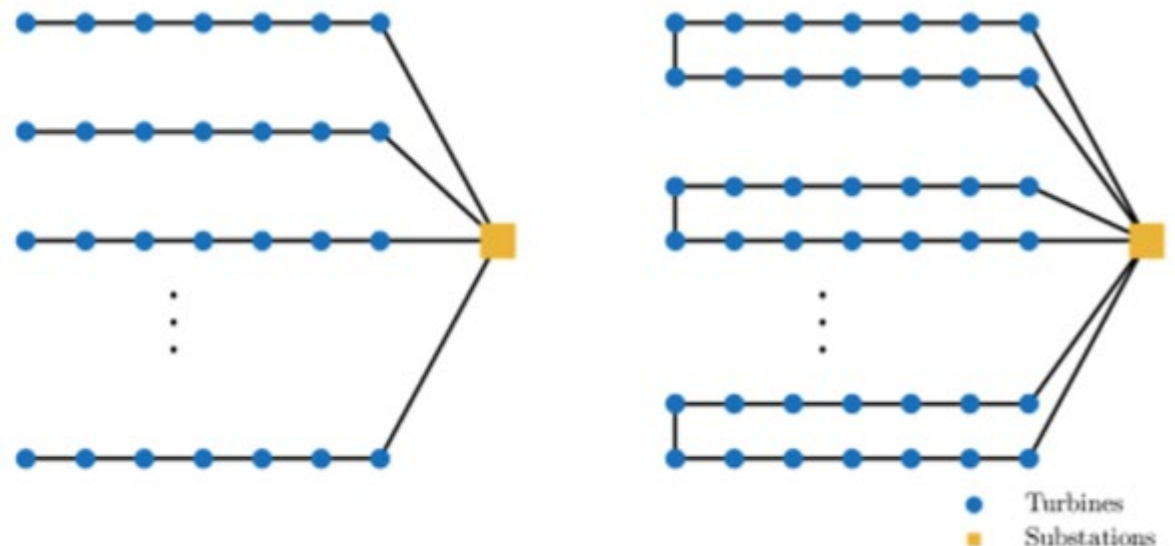
- Tuulivoimapuiston sisäisen verkon kaapeloinnin kapasiteetti ja johdinpoikkipinta-ala riippuu voimalan tehon tuotannosta, voimalan etäisyydestä sähköasemaan ja voimalaitoksen jännitetasosta
- Tuulipuiston sisäisen verkon kaapelointi koostuu eri johdinpoikkipinta-alaisista kaapeleista
- Lähempänä sähköasemaa käytetään paksumpaa kaapelia, koska kaapelissa kulkeva tehon määrä kasvaa lähestyttäessä asemaa



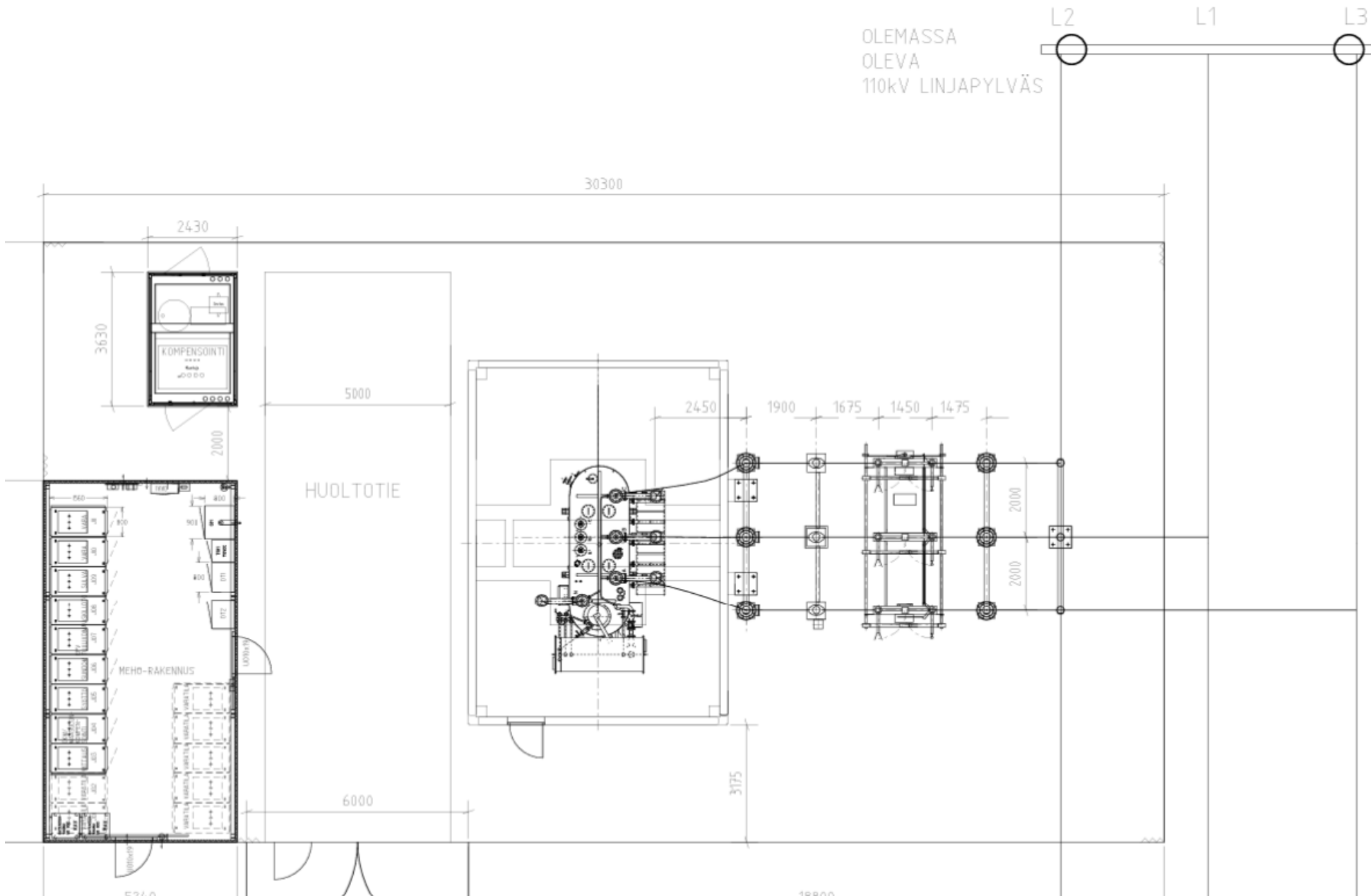
# SISÄINEN SÄHKÖNSYÖTTÖ

## ■ Sisäinen kaapelointi

- Turbiinien välinen kaapelointi säteittäisessä verkossa muodostaa yksittäisiä haaroja, jotka yhdistyvät kokoojapisteessä
- Rengasmainen verkko mahdollistaa sähkönsyötön yksittäisestä turbiinista haaran molempiin suuntiin, koska rengasmaisessa verkossa kaksi tai useampi haara yhdistyvät kokoojapisteeseen lisäksi myös loppupäistään
- Säteittäinen verkko on kuitenkin käytetympi kustannussyistä



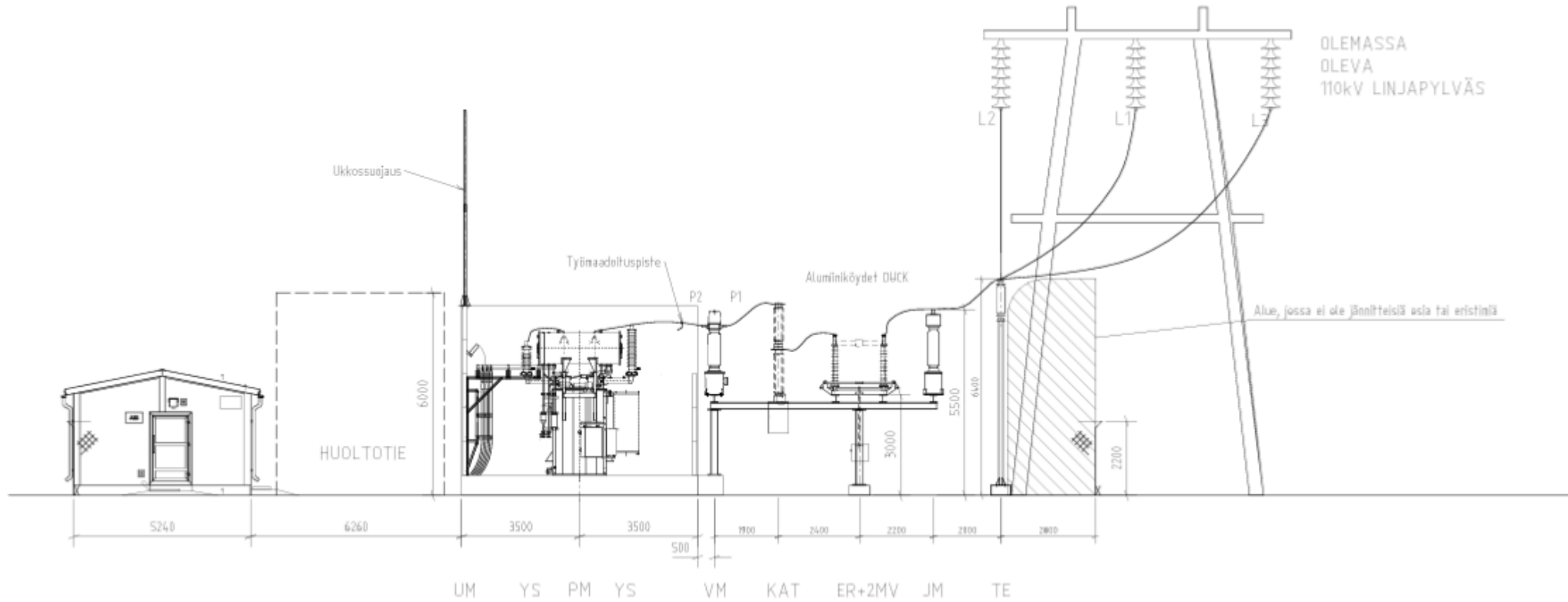
# SÄHKÖASEMA



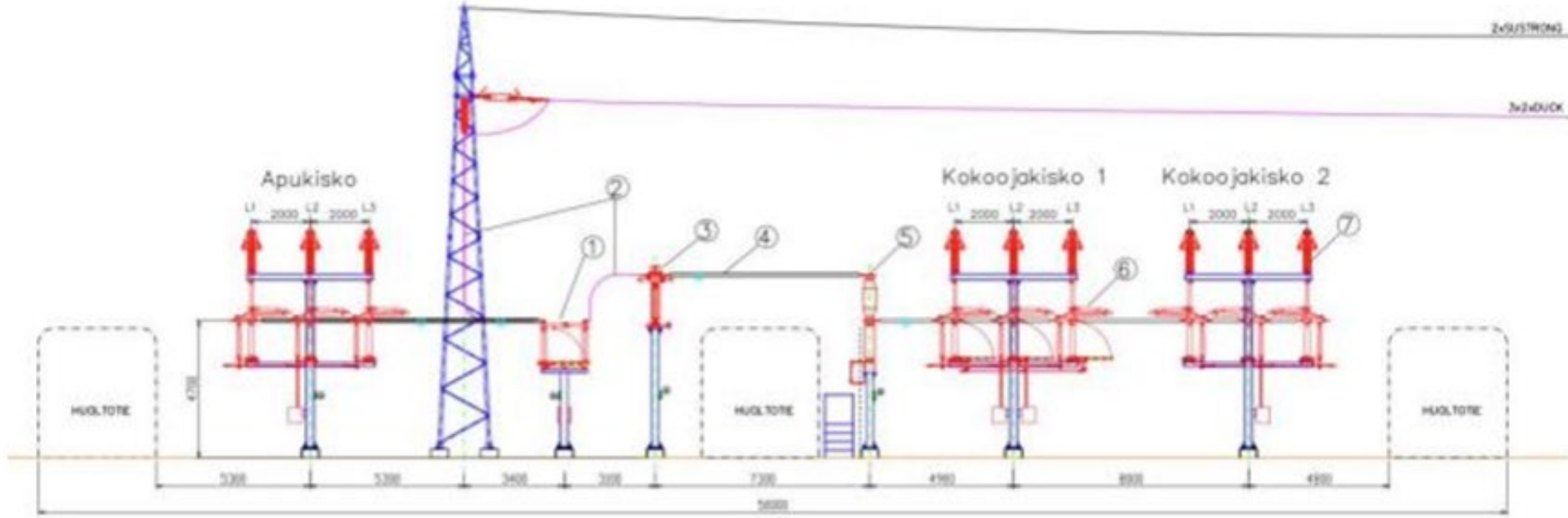
VÄHIMMÄS ETÄISYYDET	110 kV	20 kV
Valhe - maa	1100 mm	220 mm
Valhe - valhe	1100 mm	220 mm
Maasta eristimen alaosaan	2600 mm	2600 mm
Maasta jännitteeseen osaan	3700 mm	2820 mm

KP = Kaapelipääte
KAT= Katkaisija
VM = Virtamuuntaja
ER = Eristin
MV = Maadoitusveitset
TE = Tukieristin
KOK = Kokoojakisko
YS = Ylijännitesuoja
JM = Jännitemuuntaja
UM = Ukkosmasto
PM = Päämuuntaja
SL = Sammutuslaitteisto

# A - A



OLEMASSA  
OLEVA  
110kV LINJAPYLVÄS



- 1) kiertoerotin
- 2) avojohdin
- 3) virtamuuntaja
- 4) kiskoputki
- 5) katkasija
- 6) tartuntaerotin
- 7) tukieristin

- **Kaksoiskisko-  
apukiskojärjestelmänä**
  - Kiskoista kaksi voidaan tehdä jännitteettömäksi samanaikaisesti (apukisko ja kokoojakisko saadaan jännitteettömäksi käytön aikana sekä katkaisija on mahdollista huoltaa ilman keskeytystä)
  - Kaksoiskiskoapukiskojärjestelmän etuina on käytön aikana tehtävät kuormituksen tai syöttöjen muutokset ilman keskeytyksiä

