

20kV KOJEISTON UUSINTA
Puolustushallinnon rakennuslaitos

Poikela Jaakko

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Tekijä	Jaakko Poikela	Vuosi	2020
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Puolustushallinnon rakennuslaitos Sähköinsinööri Sakari Juopperi.		
Työn nimi	20kV kojeiston uusinta.		
Sivu- ja liitesivumäärä	33 + 6		

Opinnäytetyön aiheena oli 20kV:n kojeiston uusiminen suojatilaan, sekä perehtyminen SCADA -järjestelmään. Suojatila toimii kytkinasemana, joka on liitettyä rengasverkkoon, joten sähkönjakelu tuli säilyttää suojatilassa sekä rakentaa työnaikaiset poikkeusjärjestelyt automaatioon liittyen. Vanhan kojeiston katkaisijat ja kuormaerottimet olivat obsolote-tilassa, joten niiden vaihto oli aiheellista. Samalla vaihdettiin koko kojeisto uusiksi.

Aluksi työstä laadittiin aikataulu, jonka mukaan työmaan oli tarkoitus edistyä. Työmaan valvojana vastuualueena on, että työmaa pysyi aikataulussaan ja asennettavat osat vastaavat tilattuja osia.

Suunnitteluosiossa verrattiin vanhan kojeiston toisiokytkennän listaa uuden kojeiston toisiokytkennän listaan. Samalla viikolla aloitettiin valmistelevat työt kantamalla uuden kojeiston kennot suojatilaan. Kojesto koekasattiin ensin erillisessä tilassa sen takia, jotta pystyttiin vertaamaan asennustilaa purettavan kojeiston osalta. Näin välttyttiin mahdollisilta ongelmilta, kun uutta kojeistoa asennettiin lopulliselle paikalleen.

Kojeiston purku tehtiin kahdessa vaiheessa. Purettava osio erotettiin pitkittäiserottimen avulla ja työ maadoitettiin. Ennen kojeiston purkua automaatioon tehtiin vaihtotyön aikainen ohjelma.

Projekti eteni aikataulun mukaan, ja suurempia ongelmia ei tullut vastaan. Tuloksena saatiin nykyaikainen ja toimintavarma kojeisto vuosiksi eteenpäin.

Author	Jaakko Poikela	Year	2020
Supervisor	Jaakko Etto, M.Sc. (Tech)		
Commissioned by	The Construction Establishment of Finnish Defence Administration, Electrical Engineer, Sakari Juopperi		
Subject of thesis	Renovation of 20kV switchgear		
Number of pages	33 + 6		

The topic of the thesis was the renewal of a 20kV switchgear in the protection room, and the introduction to the SCADA system. The shelter works as a switch station connected to the ring network, so the electricity distribution had to be kept in the shelter and emergency work arrangements for automation had to be built during the work. The circuit breakers and load breakers of the old switchgear were in an obsolete mode, so it was appropriate to replace them. At the same time, the entire switchgear was replaced.

Initially, a timetable was drawn up for the work, according to which the site had to progress. The site supervisor is responsible for ensuring that the site stays on schedule and that the parts to be installed correspond to the ordered parts.

The design section compared the secondary circuit list of the old switchgear to the secondary circuit list of the new switchgear. In the same week, preparatory work began by carrying the cells of the new switchgear in the shelter. The switchgear was first tested in a separate space in order to be able to compare the installation space for the switchgear to be dismantled. This avoided potential problems when the new switchgear was installed in its final location.

The dismantling of the switchgear was done in two stages. The section to be dismantled was separated by a longitudinal separator and the work was grounded. Before dismantling the switchgear for automation, a program was made during the replacement work.

The project progressed on schedule and no major problems were encountered. The result was a modern and reliable switchgear for years.

Keywords Switch station, SCADA system, Medium voltage switchgear

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KESKIJÄNNITEKOJEISTO	8
2.1	Kennotyypit	9
2.1.1	Liityntäkenno	9
2.1.2	Katkaisijakenno	9
2.1.3	Mittauskenno	10
2.1.4	Muuntajakenno	11
2.1.5	Vaunukatkaisijakenno	12
2.1.6	Kaapeliliityntäkenno	12
2.2	Kojeiston rakenne	13
2.2.1	Kaasujärjestelmä	13
2.2.2	Kytkinlaitoksen sähköinen suojaus	13
2.2.3	Maadoitus	14
2.3	Kojeistotyypit	14
2.3.1	Metallikoteloitu kojeisto (metal-clad)	14
2.3.2	Tilakoteloitu kojeisto (Compartmented)	15
2.3.3	Kennokoteloitu (cubicle)	15
2.4	Eristys	15
2.4.1	SF6-kaasu	16
2.4.2	Yhteenvedo eristyksen valinnasta	16
2.5	Tyhjiökatkaisijat	17
2.6	Mittamuuntajat	18
2.7	Suojareleet	19
2.8	Eroittimet	19
3	SCADA-JÄRJESTELMÄ	21
3.1	SCADA:n hyödyntäminen	21
4	UUSI KOJEISTO	24
5	TYÖSUUNNITELMA	26
6	KOJEISTON VAIHTO	28
7	VARAVOIMA-AUTOMAATIO 20KV KOJEISTON VAIHTOTYÖN AIKANA ..	29

7.1	Yleistä	29
7.2	Työnaikaiset poikkeusjärjestelyt automaatioon liittyen.....	29
7.3	Jännitekatkos verkossa ja muuntaja M2 käytössä	30
7.3.1	Jännitekatkos verkossa, muuntaja M2 käytössä ja koneet ei käynnisty/kytkeydy 400 V kiskoon	31
7.3.2	Jännitekatkos verkossa ja muuntaja M1 käytössä.....	31
7.3.3	Jännitekatkos verkossa, mutta muuntaja M1 käytössä ja koneet eivät käynnisty/kytkeydy 400 V kiskoon	32
7.3.4	400 V saarekeajo	33
8	POHDINTA	34
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	36

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PHRAKL	Puolustushallinnon Rakennuslaitos
SCADA	supervisory control and data acquisition
SF6	Rikkiheksafluoridia

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö sai alkunsa Puolustushallinnon Rakennuslaitoksen sähköinsinööri Sakari Juopperin ehdotuksesta. Tein opinnäytetyön keskijännitealueelta, koska oma työhistoria on pääsääntöisesti ollut pienjännitepuolella. Valmistelevien töiden aikana otettiin mittoja nykyisestä 20kV tilasta ja tehtiin muutoksia kojeiston jalustaan, sekä selvitettiin ja merkittiin ohjauskaapelit.

Tässä työssä roolini oli olla sähkövalvojana. Työhön kuului vastata siitä, että työmaa pysyi aikataulussaan ja asennettavat komponentit ovat sitä mitä tilattiin. Opinnäytetyössä tutustutaan kojeiston kennoihin ja niiden toimintaan sekä verrattiin kojeiston eristysvaihtoehtoja toisiinsa.

Verkostoautomaatioon tehtiin muutoksia työn ajaksi. Opinnäytetyö rajoittui 20kV kojeistoon ja verkosto automaatioon. Tavoitteena on perehtyä 20kV kojeistoon, kojeiston toimintaan ja verkostoautomaatioon.

2 KESKIJÄNNITEKOJEISTO

Keskijännitekojeisto on kokonaisuus, joka sisältää tarvittavat kytkentä-, suojaus, ohjaus- ja valvontalaitteet. Kojeistorakenteet voidaan jakaa pien, keski- ja suurjännitekojeistoiksi. Kojeistot voidaan jakaa myös ulko- ja sisäkojeistoiksi sekä avorakenteisiksi ja koteloiduiksi kojeistoiksi. Keskijännitekojeistoja on aikoinaan rakennettu avorakenteisiksi sisäkojeistoiksi, mutta nykyään pääasiassa rakennetaan vain koteloituja sisäkojeistoja. Voimalaitoksilla ja teollisuuden sähköasemilla keskijännitteiset kytkinlaitokset toteutetaan nykyään järeinä katkaisijakojeistoina, joissa käytetään vaunukatkaisijakennoja kiintein maadoituserottimin. Tämä tyyppi on ollut käytössä 1970-luvulta lähtien, jolloin huollon vaatima aika saatiin minimoitua ja erottimien aiheuttamat viat saatiin vähenemään. (Elovaara & Haarla 2011, 117-124.)

Nykyaikaisissa kojeistoissa vaunukatkaisija toimii toimintavirhesuojana. Toiminnalle voidaan esimerkiksi asettaa seuraavia vaatimuksia:

- Vaunun siirto voidaan suorittaa, kun koje on auki asennossa.
- Vaunun väliasennossa kojeen mekaaninen ja sähköinen ohjaus on estetty
- Työnnettäessä vaunu kennoon se lukkiutuu erotusasentoon.
- Maadoituserotinta voidaan ohjata vain vaunun ollessa erotusasennossa.
- Pääkojetila voidaan avata vain vaunun ollessa erotusasennossa. (Aura & Tonteri 1993, 351.)

Useimmiten kojeistot varustetaan seuraavanlaisilla henkilöturvallisuutta parantavilla toiminnoilla:

1. Kojeistot varustetaan kiinteillä maadoituserottimilla.
2. Kaapelitilojen ovet avautuvat vasta, kun maadoituserotin on kytketty kiinni.
3. Valokaaripaineen purkaus tapahtuu hallitusti alas kojeiston taakse tai ylös vaarantamatta käyttöhenkilökuntaa, jolloin erillisiä kanavia tai luukkuja ei tarvita. Tarvittaessa kojeistoon on lisättävissä valokaarikanavisto.

Kaikkien kojeistoon asennettavien kuorma- ja varokekuormaerottimien tulee olla varustettuna maadoituserottimella, erottimien toiminta voidaan jakaa kolmeen

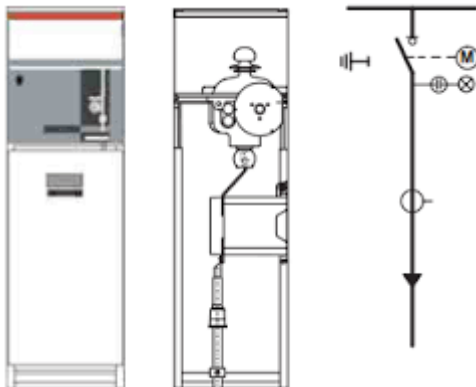
vaiheeseen, jotka ovat: kiinni, auki, maadoitettu. Erottimet on lukittu siten, ettei niitä maadoitustilanteessa pysty kytkemään kiinni asentoon. (Vehkaniemi 2016, 11.)

2.1 Kennotyypit

Keskijännitekojeisto voidaan rakentaa täysin tilaajan tarpeiden mukaan. Seuraavissa luvuissa selvitetään kiinteistösovelluksissa yleisimmin käytetyt kennotyypit sekä sivuttu muita olemassa olevia kennotyyppejä. (Vehkaniemi 2016, 11.)

2.1.1 Liityntäkenno

Keskijännitekojeistot muodostuvat eri toiminnon omaavista kennoista. Kennot valitaan tilaajan ja kohteen tarpeiden mukaisesti. Kiinteistöihin asennettavat kojeistot vaativat rengassyötön takia kaksi syöttö kennoa (Kuvio 1), jotka varustetaan omilla kuormaerottimilla. Kuormaerottimet tulee varustaa DC-moottorilla. Sähkölaitokset suosittelevat käyttämään kojeistoissa vähintään 500 mm leveitä liityntäkennoja. Kennot varustetaan kuormaerottimen lisäksi oikosulkuilmaisimella sekä jännitteisyyden indikoinnilla. (Vehkaniemi 2016, 11.)

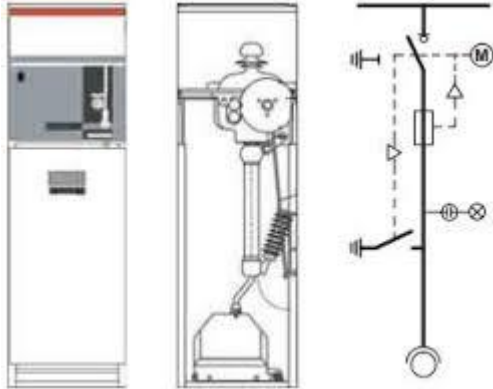


Kuvio 1 ABB liityntäkenno. (Uniswitch keskijännitekojeisto, 2020.)

2.1.2 Katkaisijakenno

Kojeiston toiminnan ja turvallisuuden varmistamiseksi tarvitaan myös katkaisijakenno (Kuvio2). Katkaisija kenno varustetaan aina pääerottimella. Kennon tulee olla varustettu myös pääkatkaisijalla silloin, kun kojeistoon kytketään useampi muuntaja tai keskijännitesulakkeen koko ylittää 63 A.

Pääkatkaisijaa pystytään ohjaamaan erilaisilla suojalaitteilla. Mentäessä yli 63 A keskijännitesulakkeisiin verkon oikosulkuvirta ei välttämättä riitä sulakkeen palamiseen. Tällöin pääkatkaisijan lisääminen on perusteltua. Pääkatkaisijan määrittämiseen liittyvät arvot löytyvät sähkölaitosten laatimista teknisistä vaatimuksista. (Vehkaniemi 2016, 12.)



Kuvio 2. Esimerkki katkaisijakennosta. (Uniswitch keskijännitekojeisto, 2020.)

Jokaisella sähköverkkoyhtiöllä on omat tekniset vaatimukset keskijännitekojeistolle. Taulukossa 1 on esitetty yleisimpiä sähkölaitosten teknisiin vaatimuksiin kuuluvia nimellisarvoja. (Vehkaniemi 2016, 10.)

Taulukko 1. Yleisiä nimellisarvoja. (Vehkaniemi 2016, 10.)

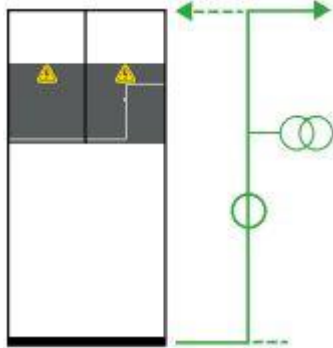
Nimellisarvot

Käyttöjännite	20kV
Nimellisjännite	24kV
Nimellistaajuus	50 Hz
Nimellisvirta (kokoojakiskot)	630A
Terminen virtakestoisuus (1s) 24kV	16kA
Dynaaminen virtakestoisuus (max) 24kV	40kA huippu
Vaihtojännitelujuus (50hz, 1min)	50kV
Syöksyjännitelujuus (1,2/50 μ s)	125kV (huippu)

2.1.3 Mittauskenno

Sähköenergian mittaamiseen valitaan tarpeiden mukainen mittauskenno (Kuvio 3). Mittauksessa käytetään kolmea virta- ja kolmea jännitemuuntajaa. Virtamuuntajat asennetaan kaikkiin vaiheisiin. Jännitemuuntajien ensiöpiireissä

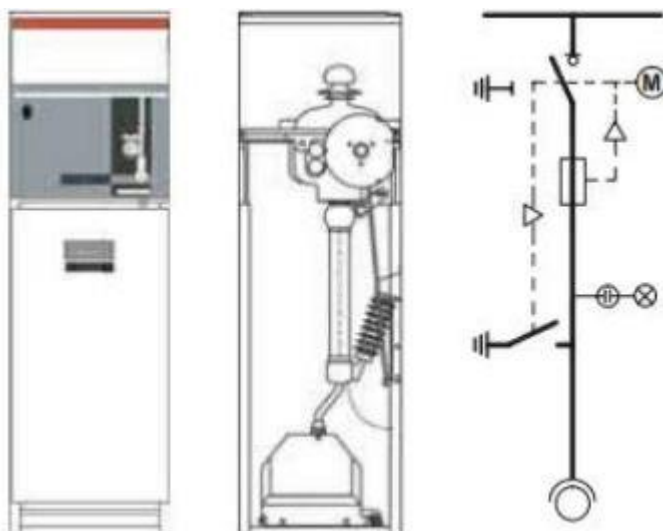
ei saa käyttää erotinta tai suurjännitevarokkeita. Jännitemuuntajien ja liitäntöjen tulee sijaita energian kulkusuunnassa ennen virtamuuntajia. Mittamuuntajia valittaessa tulee varmistaa verkkoyhtiöltä terminen ja dynaaminen oikosulkukestoisuus. (Vehkaniemi 2016, 13.)



Kuvio 3. Schneiderin esimerkki mittauskennosta. (SM6 modular units. 2018.)

2.1.4 Muuntajakenno

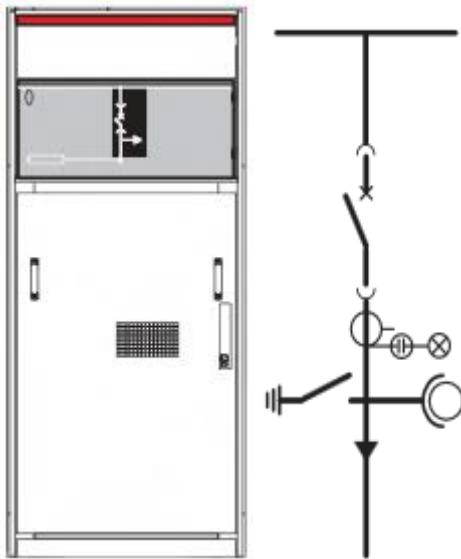
Keskijännitekojeisto tarvitsee myös muuntajakennon (Kuvio 4). Muuntajakennosta löytyy varokeuormaerotin, jolla ohjataan muuntajalle lähtevää syöttöä. Kyseisiä kennoja tarvitaan yleisimmin yhdestä kahteen kappaletta, riippuen muuntajien lukumäärästä. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020.)



Kuvio 4. Muuntajakenno. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020.)

2.1.5 Vaunukatkaisijakenno

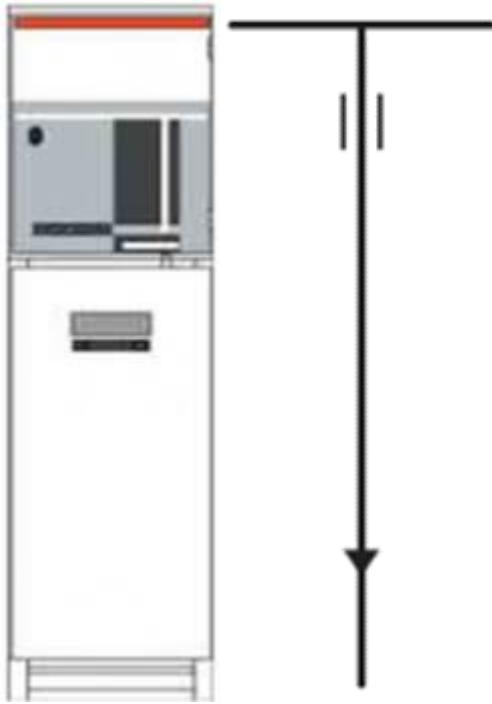
Vaunukatkaisijakenno (Kuvio 5) on suunniteltu sähkönjakelun, moottoreiden, jakelumuuntajien ja kondensaattorien jne. kytkemiseen ja suojaukseen. Katkaisijakenno voidaan varustaa tyhjiö- tai SF6-eristeisellä katkaisijalla. Näkyvä avausväli saadaan aikaan siirtämällä katkaisija erotusasentoon ja erillistä erotinta katkaisijan ja kokoojakiskoston välissä ei tarvita, kuten kiinteissä versioissa. Kaapelit voidaan maadoittaa erillisen maadoituskytkimen avulla. Vaunukatkaisijakenno ei sovellu kiinteistö sovelluksiin. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2000.)



Kuvio 5. Vaunukatkaisijakenno. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020.)

2.1.6 Kaapeliliityntäkenno

Kaapeliliityntäkennoa (Kuvio 6) voidaan käyttää silloin kun keskijännitekaapelit halutaan kytkeä suoraan kokoojakiskostoon. Saman periaatteen mukaan toimii myös kiskonousukenno. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020.)



Kuvio 6 Kaapeliliityntäkenno. (Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020.)

2.2 Kojeiston rakenne

2.2.1 Kaasujärjestelmä

Kaikki kojeiston yksittäiset tilat saavat käyttöönoton yhteydessä kaasun kertatäytön. Tällöin huomioidaan mahdollinen käytön aikainen vuoto (alle 1 % vuosittain). Kaikissa kaasutiloissa on tyhjölittimet, kaasutyöt voidaan suorittaa yksinkertaisesti ja suurimmalta osaltaan myös käytön aikana. Kaasuvalvonta tapahtuu kosketinpainemittarin tai tiheysvahdin avulla suoraan rakenneosista. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 349.)

2.2.2 Kytkinlaitoksen sähköinen suojaus

Luotettava kojeiston suojaus ja varma sähköinen tai mekaaninen lukitusjärjestelmä suojaa käyttökäyttökuntaa heidän suorittaessaan tarkastus- ja kunnossapitotoimia, sekä ne varmistavat kojeiston käytettävyyden ja rajoittavat

laajojen vaurioiden syntymistä. Kojeiston suojaksi suositellaan nopeasti toimivaa kiskosuojaa. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 349).

2.2.3 Maadoitus

Kojeiston kauttaaltaan galvaanisesti kytketty runko toimii maadoituksen yhdysjohtona. Se liitetään useammasta kohdasta sähköaseman maadoitusverkkoon. Tarkastusten yhteydessä tai laajennusten aikana voidaan kojeisto-osia maadoittaa sopivasti sijoitetuilla työmaadoituksilla. Auki kytkettyjen kaapeleitten, avojohtojen tai muuntajien suojamaadoituksesta vastaa lähtöihin sijoitetut oikosulkukestävät maadoituskytkimet.

Käytön aikana oikosuljettuna olevan maadoituskytkimen ja kojeiston koteloinnin välillä olevan eristyksen avulla on mahdollista käyttää maadoituskytkintä pienjännitteisen virran syöttöön tai kytkentäaika- ja vastusmittauksiin. Tästä johtuen vältetään kotelon avaamiselta. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 349.)

2.3 Kojeistotyypit

Kojeistot ryhmitellään ulkokuoren materiaalin perusteella metallikuorisiin (Metal enclosed) ja eristysainekuorisiin (Insulation enclosed) kojeistoihin. Valtaosa jakelukojeistoista on kuitenkin metallikuorisia kojeistoja. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

Metallikuoriset (Metal-enclosed) kojeistot jaotellaan kojeistojen sisäisen osastoinnin ja osastoinnissa käytetyn materiaalin perusteella kolmeen eri tyyppiin (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

2.3.1 Metallikoteloitu kojeisto (metal-clad).

Metallikoteloidussa kojeistossa on kokoojakiskosto, katkaisija ja lähdön kojeet omissa tiloissaan. Tilojen välinen osastointi on maadoitettua metallia. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

2.3.2 Tilakoteloitu kojeisto (Compartmented)

Tilakoteloidussa kojeistossa on kokoojakiskosto, katkaisija ja lähdön kojeet ovat omissa tiloissaan. Tilojen välinen osastointi on osittain tai kokonaan eristysainetta. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

2.3.3 Kennokoteloitu (cubicle)

Kennokoteloiduksi kojeistoksi luokitellaan muut kuin metalli- tai tilakoteloitua rakennetta olevat kojeistot. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

Mikäli kojeistojen pääasiallisena eristysaineena toimii normaali ilma, käytetään kojeistoista nimitystä ilmaeristeinen kojeisto. Käytettäessä eristysaineena eristyskaasua, joka on eri paineessa kuin normaali ilmanpaine, puhutaan kaasueristeisestä kojeistosta. Kojestojen kalustustavan perusteella ryhmitellään kojeistot:

Ulosvedettävillä (withdrawable) kojeilla varustettuihin kojeistoihin, eli vaunukojestoihin. Näissä kennon kytkinlaite on sijoitettu liikuteltavaan vaunuun, jota siirtämällä aikaansaadaan virtapiiriin luotettava avausväli. Vaunukojestoa esiintyy kaikkina kojeistotyyppinä. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

Kiinteällä kalustuksella varustettuihin kojeistoihin, missä kojeet kuten katkaisijat, kuormanerotimet, mittamuuntajat jne. on asennettu kiinteästi kennorakenteisiin ja kiskostoihin. Nämä kojeistotyyppit ovat usein rakenteeltaan kennokoteloituja kojeistoja. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 361.)

2.4 Eristys

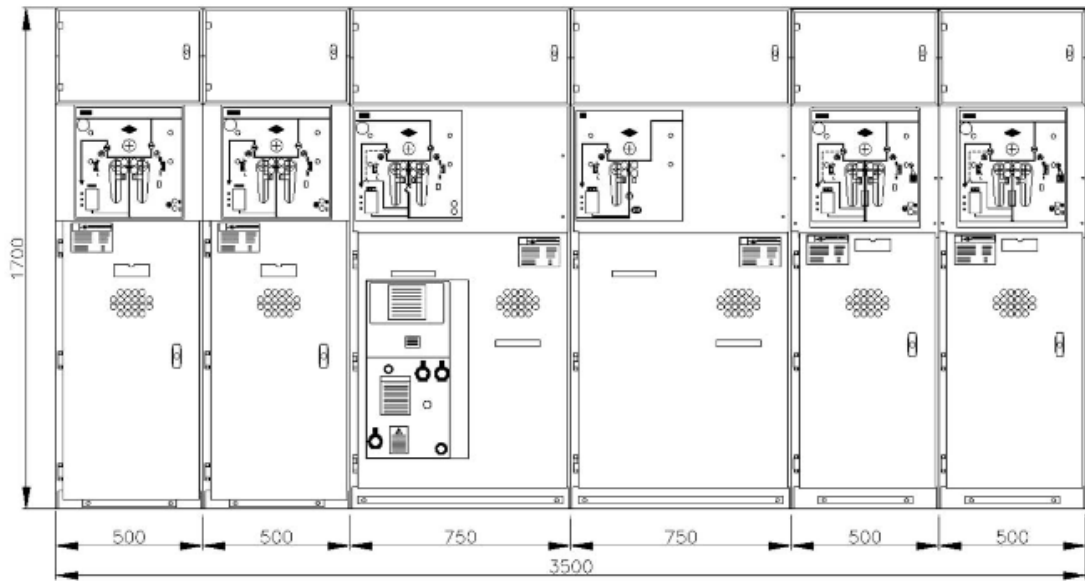
Keskijännitekojeisto on mahdollista hankkia kahdella eri eristystavalla, jotka ovat ilma ja SF₆-kaasu. Muita eristystapoja ei ainakaan vielä ole markkinoilla. Eristystavalla tarkoitetaan sitä ainetta tai kaasua, joka ympäröi kojeiston jännitteisiä osia. (Vehkaniemi 2016, 18.)

2.4.1 SF6-kaasu

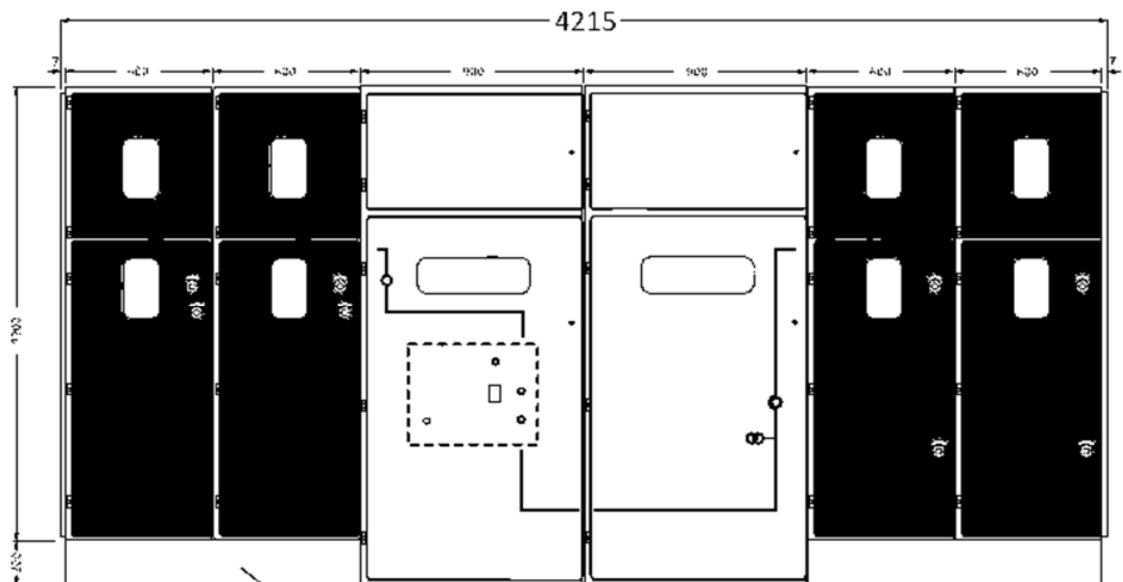
Rikkiheksafluoridia (SF₆) käytetään erityisaineena kojeistoissa sekä katkaisijoissa valokaaren sammutukseen. SF₆ on elektronegatiivinen kaasu, jonka sähköneristyskestoisuus ilmanpaineessa on noin kolme kertaa suurempi kuin ilman. Se on palamaton, myrkytön, hajuton ja kemiallisesti passiivinen ja omaa 3-4 kertaa ilmaa paremman valokaaren sammutuskyvyn, kun verrataan ominaisuuksia samassa paineessa. Tavanomainen kaupan oleva SF₆-kaasu ei kuulu vaarallisiin aineisiin, eikä siksi sisälly vaarallisten aineitten asetuksiin, eikä teknisiin määräyksiin. SF₆-kaasu on kuitenkin ilmaston lämpenemisen kannalta haitallinen aine, sillä se määritellään kasvihuonekaasuksi. (ABB Oy. TTT-käsikirja, 345).

2.4.2 Yhteenveto eristyksen valinnasta

Kuvio 8 ja Kuvio 9 ovat yksi ja sama kojeisto, kuviot havainnollistavat kojeiston vaatiman tilan eristystä valittaessa. Yleisesti voidaan todeta, että ilmaeristeinen kojeisto on edullisempi ja helpommin laajennettaessa, mutta se vaatii enemmän tilaa kojeistotilassa. SF₆-eristeisen kojeiston etuna voidaan pitää pienemmän kokonsa lisäksi suurempaa käyttövarmuutta, pidempää käyttöikää sekä varmempaa henkilö- ja paloturvallisuutta. Nykypäiväisellä sensortechnologialla varustetun ilmaeristeisen kojeiston vaatima tila on kuitenkin vain n. 15% suurempi kuin vastaavan SF₆-kaasueristeisen. (Vehkaniemi 2016, 20-21).



Kuvio 7. Esimerkki SF6-eristeisen kojeiston vaatimasta tilasta. (Vehkaniemi 2016, 21)

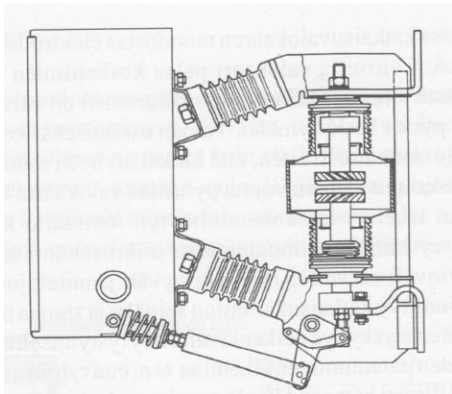


Kuvio 8. Esimerkki ilmaeristeisen kojeiston vaatima tila. (Vehkaniemi 2016, 21).

2.5 Tyhjiökatkaisijat

Tyhjiökatkaisijat ovat hyvin yksinkertaisia rakenteeltaan, kuten kuviosta 10 nähdään. Mekaanisia liikkuvia osia on vähän, ja koskettimien kuluminen on vähäistä. Katkaisija käy hyvin paikkoihin, joissa tarvitaan suurta katkaisutiheyttä.

Suurin haitta tyhjiökatkaisijassa on sen vaatima suuri kosketinvoima. (Aura & Tonteri1993, 283.)



Kuvio 9. Tyhjiökatkaisijan rakenne. (Aura & Tonteri, 1993,284.)

2.6 Mittamuuntajat

Erikoisrakenteiset mittamuuntajat toimivat jännitteen ja virran mittauksessa. Niiden päätehtävät ovat muun muassa erottaa galvaanisesti mittaussiiri päävirtapiiristä, muuttaa mitta-alaa, suojata mittareita ylikuormitukselta, sekä tehdä mahdolliseksi mittareiden ja releiden sijoittaminen etäälle mittaustaikasta. (Elovaara & Haarla 2011, 224.)

Virtamuuntaja voi toimia suojaus- ja mittaustarkoituksessa, sillä yhdessä virtamuuntajassa voi olla monta erilaista sydäntä. Yleensä suurjännitevirtamuuntajan ensiökäämille sijoitetaan useita rautasydämiä releitä ja mittareita varten. Sisälle asennettavat virtamuuntajat on yleensä valmistettu valuhartsista, joten niillä on suuri sähköinen ja mekaaninen lujuus ja ne ovat pienikokoisia. Läpivientivirtamuuntajaakäytetään yleensä suurjännitekiskostojen kanssa. Kaapelivirtamuuntajaan käytetään maasulkujen havaitsemisessa, kun kaapelin kolmen vaiheen johtimet viedään muuntajan lävitse muodostaen ensiökäämin. Mittamuuntajien on toistettava mittaamansa jännite tai virta normaalilla kuormitusalueella mahdollisimman tarkasti. Sähkömagneettista induktiota käytetään suurimmassa osassa mittamuuntajia. Myös kapasitiivisia ulosottoja on virtamittareissa ja jännitteen mittauksessa käytetään kapasitiivisia jännitemuuntajia. (Elovaara & Haarla 2011, 224.)

Nykyään mittamuuntajia on saatavilla myös valokuituisella tiedonsiirrolla, jolloin tiedonsiirto esimerkiksi digitaaliselle suojarielelle helpottuu ja voidaan jättää pois monet välipiirit ja apulaitteet. Samalla jännitehäviöiden poistuttua saadaan parempi mittaustarkkuus, vältetään sähköiset häiriöt ja saadaan parempi turvallisuus. (Elovaara & Haarla 2011, 224.)

2.7 Suojareleet

Suojareleet toimivat monen muun sähkönjakelun komponentin kanssa yhdessä ja ne suojaavat verkkoa kytkemällä irti vikaantuneita osia. Yleensä suojariele, mittamuuntajat ja katkaisijat toimivat yhteistyössä. Kun suojaus on erottanut viallisen osan verkosta, voi sähkönsiirto jatkua verkon muissa osissa. Oikosuluissa vikavirrat ovat usein niin suuria, että vikakohta on erotettava nopeasti muusta verkosta. Sisäkytkinlaitoksessa valokaaren paine- ja lämpövaikutus voi olla hengenvaarallinen. (Elovaara & Haarla 2011, 336.)

Jos suojaus ei toimi nopeasti, voi vikatilanteesta aiheutua vahinkoa ihmisille, laitteille ja omaisuudelle. Suojareleillä minimoidaan myös taloudelliset menetykset, sillä suojarieleiden käyttö mahdollistaa nopean takaisin kytkennän sekä niillä voidaan tarkkailla verkon jännitteen laatua. Jännitekuopat saattavat levitä laajalle, joista saattaa aiheutua taloudellisia vaikutuksia esimerkiksi tehtaiden prosesseille, jotka eivät kestä pitkää jännitekuoppaa. (Elovaara & Haarla 2011, 336.)

2.8 Erottimet

Erottimen tehtävänä on erottaa varmasti laite jännitteisestä osasta muodostamalla turvallinen avausväli virtapiirin ja laitteen välille. Erottimen avausvälin on oltava luotettava, eli avausvälin on oltava näkyvä tai avausväli osoitettava mekaanisella asennonosoittimella. Erottimen on suljettuna johdettava vaurioitumatta, avautumatta ja liikaa lämpenemättä virtapiirissä esiintyvät kuormitus- ja oikosulkuvirrat. (Aura & Tonteri 1993, 285.)

Erotin pitää olla mahdollista sulkea ja avata jännitteettömänä, sekä se pitää olla mahdollista lukita kiinni- ja auki asentoon. Erottimia on yksi- tai kolminapaisia ja niiden ohjaus on saatavilla moottoriohjattuna, paineilmaohjattuna tai käsiohjattuna. Sähköverkon turvallista maadoittamista varten kojeistot valmistetaan maadoituskytkimellä (Aura & Tonteri 1993, 285.)

3 SCADA-JÄRJESTELMÄ

SCADA-järjestelmien (Supervisory control and data acquisition) tarkoitus on valvoa ja ohjata verkolla olevia suojalaitteita etänä, jotta asentajan ei tarvitse käydä palauttamassa jokaista relettä paikan päällä. SCADA-järjestelmä auttaa pitämään verkon tilanteen ajan tasalla ja käyttäjä tietää välittömästi, jos suojalaite on jostain lauennut. Yleisimmät käyttökohteet ovat sähkönjakelussa, kaasunjakelussa, jäteveden käsittelyssä sekä erityyppisissä valmistustehtävissä. Näissä tyypillisesti tarvitaan erittäin tarkkaa sekä huolellista ohjausta. Varsinkin energiansiirrossa katkot ovat hyvinkin todennäköisiä jo pelkästään katkenneista oksista johtuvan maasulun vuoksi. Asiakkaat on pidettävä tyytyväisenä, joten katkot olisi syytä havaita valvomolla mahdollisimman nopeasti. Katkot saadaan pysymään todella lyhyinä, koska järjestelmää käyttäen voidaan kytkinlaitteita hallita helppokäyttöisesti etäohjauksella. (Lakervi & Partanen 2009)

SCADA-järjestelmän näkymä ja käyttö tulee suunnitella laadukkaasti, jotta käyttäjän on helppo nähdä ohjelmasta mahdolliset viat ja ohjelman käyttäminen on tarpeeksi selkeää. (Lakervi & Partanen 2009)

Sähköverkossa ja kojeistoissa olevien kauko-ohjain laitteiden tila päivittyy SCADA-järjestelmään automaattisesti. Käsini ohjattavien laitteiden tilatiedot on kuitenkin päivitettävä järjestelmään manuaalisesti. Kauko-ohjaustoiminnoilla voidaan ohjata verkon kytkinlaitteita tarpeen vaatiessa, joko päälle tai pois. Kaukoasettelulla pystytään asettelemaan releen tai kytkinlaitteen asettelu arvoja. Tällä pystytään hyvin reagoimaan verkossa tapahtuviin muutoksiin. (Lakervi & Partanen 2009)

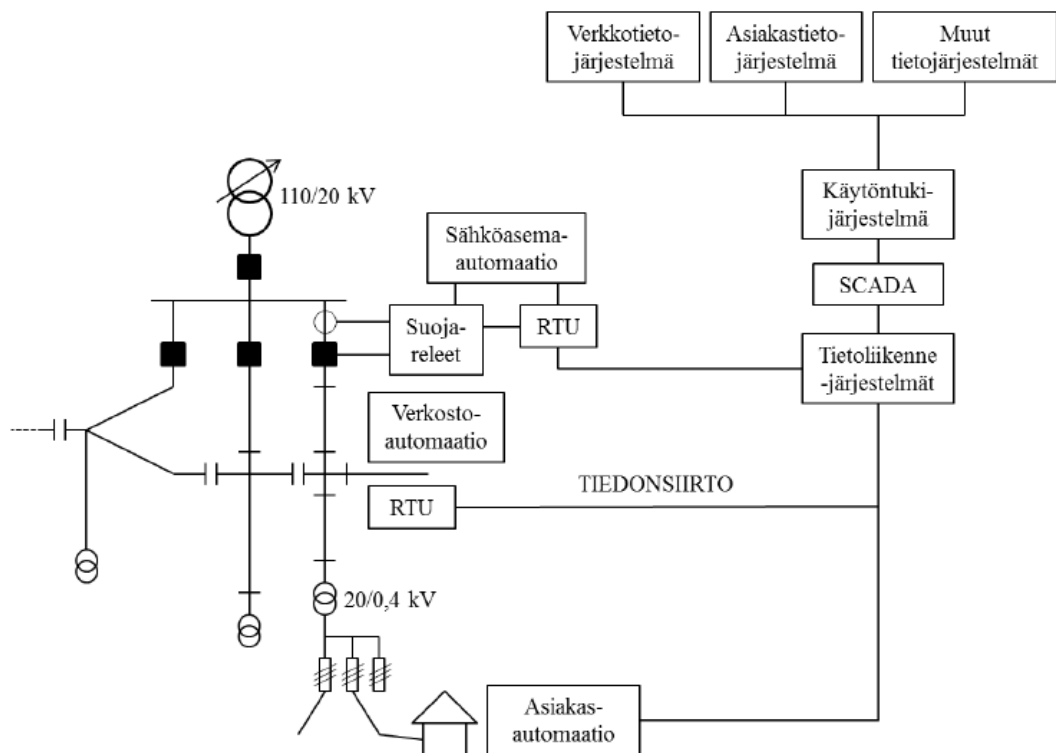
3.1 SCADA:n hyödyntäminen

Käytönvalvontajärjestelmä SCADA:n päätehtävänä on jakeluverkkojen reaaliaikainen valvonta. Tärkeimpiä tehtäviä ovat:

- tapahtumatietojen hallitseminen
- verkolla tapahtuvien kytkentätilanteiden hallinta
- kauko-ohjaukset

- kaukomittaukset
- kaukoasettelut
- raportointi. (Lakervi & Partanen 2009:233.)

Kuviossa 11 on esitetty, kuinka SCADA-järjestelmää hyödynnetään jakeluverkkoautomaatioissa. SCADA-järjestelmää pystytään käyttämään tehokkaasti, kun se ei valvo verkkoa yksin vaan sen rinnalla toimii verkkotieto-, asiakastieto- ja käytöntukijärjestelmät. (Lakervi & Partanen 2009,233.)



Kuvio 10. Sähkönjakeluautomaation toiminta tasot (Lakervi & Partanen 2009:233.)

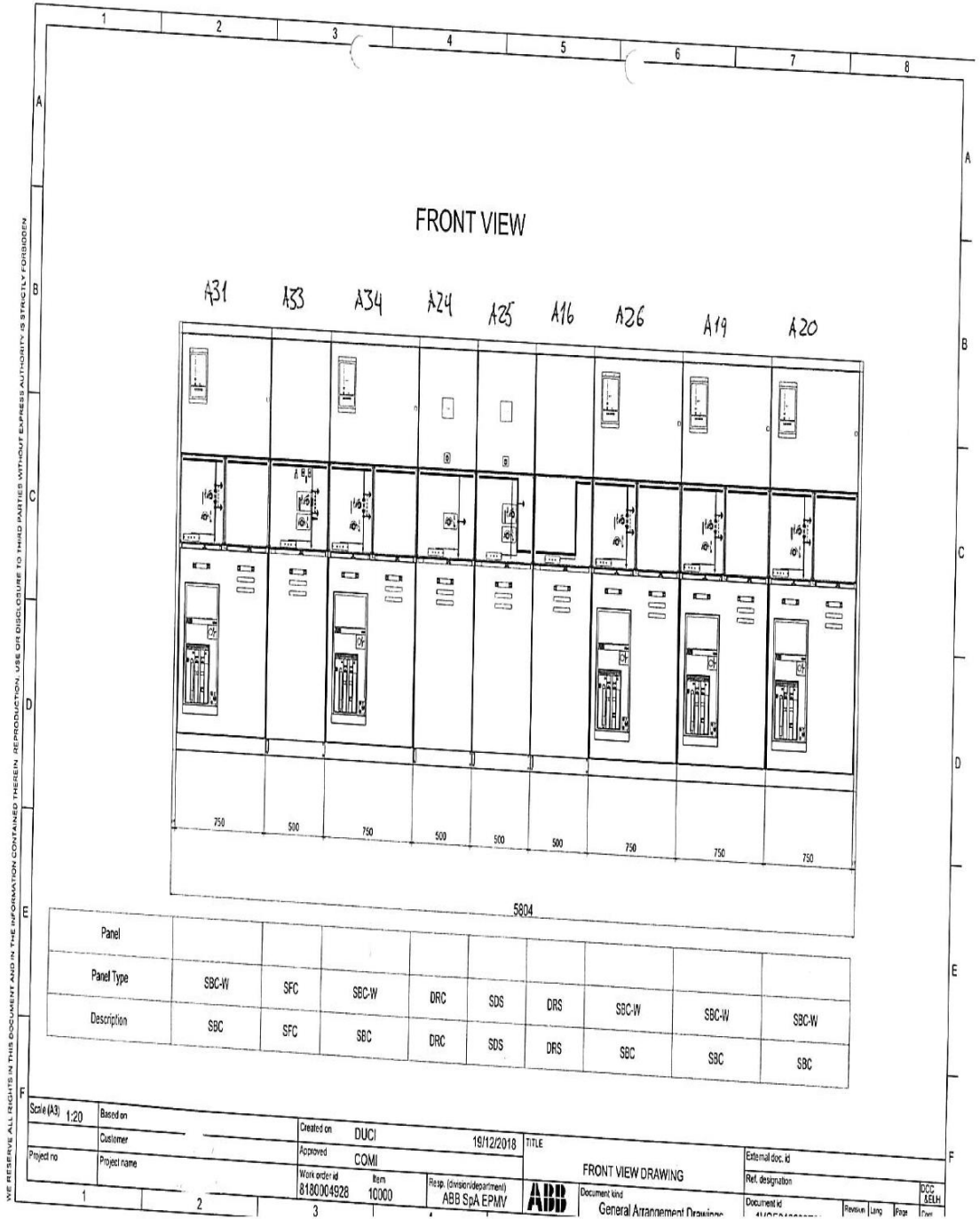
SCADA on tietojärjestelmä, johon sisältyy varmennetut tietokoneet, sovelluksen käyttöliittymät ja liittymiset olemassa olevaan tiedonsiirtojärjestelmään. SCADAN tarkoitus on toimia sähkönjakelun reaaliaikaisena valvontatietokoneena, jonka avulla käyttäjän on mahdollista saada ajankohtaista tietoa verkon prosessista ja tarvittaessa toteuttaa verkon vaatimia toimenpiteitä. Verkon ylläpitäminen ja toimintojen reaaliaikainen seuraaminen asettaa järjestelmälle korkeat luotettavuusvaatimukset. Järjestelmän pitää pystyä toimimaan luotettavasti, vaikka jakeluverkon muilla laitteilla ilmenee ongelmia. Tällaisia vikoja voivat olla

esimerkiksi pitkään johtunut maasulku, joka katkaisee käyttäjältä sähköt ja niiden aiheuttamat tietoliikenne yhteyksien häiriöt. Tästä syystä SCADA-järjestelmän tietokoneet ovat kahdennettuja. Toisen tietokoneen vikaantuessa järjestelmään pystytään valvomaan toisella koneella. Tietokoneet ovat varustettu UPS-järjestelmällä, joka takaa laitteille pitkän toiminta-ajan, vaikka muuten järjestelmällä olisi sähkökatkos. (Lakervi & Partanen 2009:236.)

4 UUSI KOJEISTO

Suojatilan kojeistoksi valittiin 20kV 8 -kennoinen ABB: N Unisec-kojeisto.

Kojeisto on kytkinlaitos, joka koostuu kojeistosta, omakäyttö- ja tasasähköjärjestelmästä sekä sähköasema-automaatiosta. Suojatila toimii kytkinasemana jakeluverkossa, jossa voidaan muuttaa verkon kytkentätiloja. Kytkinasemien avulla saadaan parannettua sähkönjakelun varmuutta sekä vian sattuessa sähkönjakelun keskeytys ei kohdistu niin laajalle alueelle. (Lakervi & Partanen. 2008, 119; Elovaara & Haarla. 2011, 117)



Kuvio 11 Uusi 20kV kojeisto

5 TYÖSUUNNITELMA

Valmistelevat työt aloitettiin jo 26.3.2019, jolloin selvitettiin ja merkittiin kaapelit sekä otettiin mittoja nykyisestä tilasta.

Viikko 15

A16 syöttävä kaapeli kytketään jännitteettömäksi, sen jälkeen aukaistaan erotin T22. Kaapeli maadoitetaan A16 suuntaan. Työn suorittaa Puolustushallinnon Rakennuslaitos (PHRAKL). Kohteeseen x lähtevä kaapeli kennosta A33 voidaan ottaa jännitteettömäksi työn niin vaatiessa.

Viikko 16

Suoritetaan automaation osalta katkotestit kuusi kappaletta maksimissaan viisi minuuttia per. testi. x kohdetta syötetään voimakoneella katkotestien ajan. Tämän jälkeen voidaan aloittaa purkutyöt suunnitelman mukaan.

Viikko 17

Suojatila asetetaan kahdeksaksi tunniksi 400 V saarekeajoon 24.4.2019 klo 08.00-16.00, jolloin A24, A25, A16 ja A26 erotetaan kojeistosta. Tämän jälkeen voidaan palauttaa sähköt alkuosan kojeistoon (A31, A33, A34). 20kV:n A31 ja A34 eivät avaudu alijännitteestä, ylivirtasuojaus toimii.

Viikko 18

Kojeiston asennuksia.

Viikko 19

Kojeiston asennuksia sekä kennoihin A25, A16, A26, A19 ja A20 testikäytetään jännitettä. Muuntaja M1 20 kV puolelta maadoituksen purku. Uuden kennoston katkaisijat ovat auki ja maadoitukset pois. Poislukien A20 katkaisijan kaapeliin ei saa laskea jännitettä ennen kuin kaapelin pää on tarkistettu, että sinne voi laskea jännitteen. Erottimelta T22 lukituksen poisto, maadoituksen purku ja kiinni ohjaus. Erotin T05 lukituksen poisto ja kiinniohjaus. Varmistetaan että A19 tulokaapelissa on jännite. Varmistetaan että A19 katkaisijan alijännitelaukaisu on lukittuna niin että katkaisija ei avaudu alijännitteestä. A20 lähtö laitetaan samaan tilaan kuin se

oli aikaisemmin (A26), eli erotettu ja johto maadoitettu. RL 202 katkaisijan kautta tarkistetaan vaiheistus.

Viikko 20

Keskiviikkona 15.5.2019 ja varapäivänä 16.5.2019, liitetään uusi osa kojeistosta takaisin sähköverkkoon. Tämä vaatii 400V:n saarekeajon kahdeksan tuntia (voi olla lyhyempi). 15.5. sähkönsyöttö otetaan A19 (entinen A16) kautta Suojatilaan. Verkko tahdistetaan kiinni RL 202 kautta. RL 303 avataan, otetaan ovelle ja lukitaan. Suojatilan A31 avataan ja otetaan ovelle. Suojatilan A34 avataan ja otetaan ovelle. X1 alueen muuntoaseman A31 erotin avataan ja suojatilaan päin lähtevä kaapeli maadoitetaan X1 alueen muuntoasemalta. Työn suorittaa PHRAKL, (ABB Oy laittaa myös lukon maadoitukseen). Suojatilan A33 syöttö on sähkötön tästä eteenpäin. Ennen syötön katkaisua varmistetaan X2 rakennuksesta kiertosuunta (PHRAKL) ja uuden kojeiston asennuksen jälkeen varmistetaan kiertosuunta. A33 kaapeliin tehdään uudet päät. Suojatilan muuntaja M2 20 kV puoli maadoitetaan (ABB Oy). A31, A33 ja A34 kennot puretaan ja uusien kennojen asennus alkaa.

Viikko 21

A31, A33, A34, A24 kennostojen kytkennät ja testaus. Vaiheistus todetaan RL 303 kautta. Kytkentä suoritetaan 23.5- 24.5.2019 aikana.

Viikko 22

20 kV kennostoon sähkökatko tiistaina 28.5.2019, kesto kahdeksan tuntia. Kennostot liitetään toisiinsa A25 ja A16 kautta. Samaan aikaan testataan valokaarisuojaukset. 400V puoli ajetaan varavoimakoneilla, Kohteen x sähkönsyöttö toteutetaan omalla varavoimalla. Uudessa kennossa S00 A31 katkaisija pitää laueta alijännitteestä. Keskiviikkona 29.5.2019 ja varapäivänä torstaina 30.5.2019 suoritetaan automaation osalta katkotestit kymmenen kappaletta maksimissaan viisi minuuttia per testi. Kohteen x sähkönsyöttö toteutetaan voimakoneella. Saarekeajo ei ole mahdollista kahden tunnin ajan. Valmistuminen kojeiston osalta.

Viikko 25

Vastaanotto ja käytönopastus.

6 KOJEISTON VAIHTO

Suunnitteluosiossa verrattiin vanhan kojeiston toisiokytkennän listaa uuden kojeiston toisiokytkennän listaan. Samalla viikolla aloitettiin valmistelevat työt kantamalla uuden kojeiston kennot suojatilaan. Kojestikoe kasattiin ensin erillisessä tilassa, minkä johdosta pystyttiin vertaamaan asennustilaa purettavan kojeiston osalta, ettei siinä tule yllätyksiä sitten, kun uutta kojeistoa asennetaan lopulliselle paikalleen.

A33 ja A16 kaapelipäätteet jouduttiin tekemään uudestaan, koska vanhat kaapelipäätteet eivät olleet sopivia uuteen kojeistoon. Viikolla 16 aloitettiin kojeiston purku. Kojeston purku tehdään kahdessa vaiheessa. Purettava osio erotetaan pitkittäiserottimen avulla ja työ maadoitetaan. Ennen kojeiston purkua automaatioon tehtiin vaihtotyön aikainen ohjelma.

Purku aloitettiin kennoista A24, A25, A16 ja A26, jolle varattiin aikaa viisi päivää. Uuden kojeiston asennus A16, A26, A19 ja A20 varattiin aikaa kuusi päivää, joka sisälsi kennojen mekaanisen asennuksen, kytkennät ja käyttöönoton.

Viikolla 19 aloitettiin kennojen A31, A33 ja A34 purku, jolle varattiin kolme päivää aikaa. Purkutyön jälkeen aloitettiin uusien kennojen A31, A33, A34, A24 asennus, jolle varattiin aikaa yksi viikko. Tämän aikana kennot asennettiin mekaanisesti, niihin tehtiin kytkennät ja otettiin käyttöön.

Kojeisto kokonaisuudessaan otettiin käyttöön viikolla 21. Urakoitsija teki kohteesta tarvittavat mittaukset ja laati käyttöönottopöytäkirjan, sekä toimittaa loppukuvat arkistoitavaksi. Varmennustarkastuksen ajankohta oli viikolla 25.

7 VARAVOIMA-AUTOMAATIO 20KV KOJEISTON VAIHTOTYÖN AIKANA

7.1 Yleistä

Työnaikainen varavoima on muutettu siten, että suojatilan varavoimakoneet turvaavat ainoastaan 400 V kojeiston sähkön saannin. Automaatioon on lisätty mA muuntimet mittaamaan muuntajien M1 ja M2 alajännitepuolelle. Nämä toimivat muutostyön aikana ”verkkojännite tunnusteluina”. 400 V syöttökatkaisijat RL202 ja RL303 toimivat verkkokatkaisijoina ja näiden alijännitelaukaisu on työnajaksi muutettu tapahtumaan RL22 ja RL33 alijännitereleillä. Automaatio on toteutettu siten, että yksi muuntaja riittää yhteydeksi 20 kV verkkoon ja se voi olla kumpi tahansa. (Lidman 2019).

Työn aikana voidaan 400 V saareke ajoa suorittaa normaalisti. Sen ehtona on, että verkkojännite on joko M1 tai M2 alajännitepuolella ja vastaava syöttö kiskon katkaisija on kiinni ja vaunu sisällä. 20 kV saareke ajoa ei voida suorittaa. (Lidman 2019).

Huipun- ja tehoajoa ei voida työnaikana suorittaa, lisäksi verkostoautomaatio pitää olla pois kytkettynä. Työn aikana pidetään suojatilan 20 kV katkaisijat A31 ja A16 käsikäytöllä. (Lidman 2019).

7.2 Työnaikaiset poikkeusjärjestelyt automaatioon liittyen

Verkosto-automaation poikkeusjärjestely toimenpiteet:

- Verkostoautomaatio on oltava ”POIS” käytöstä
- Huipunajo oltava ”POIS” käytöstä
- Tehoajoa ei voida käyttää
- Saarekeajon valinta oltava ”400 V”
- Suojatila katkaisija A31 ”KÄSI” asennossa
- Suojatila katkaisija A33 ”KÄSI” asennossa

- Työn alla olevan 20 kV puoliskon muuntajan alajännitekatkaisijan (RL2 02 tai RL3 03) vaunu on oltava erotusasennossa
- Työn alla olevan 20 kV puoliskon muuntajan alajännitekatkaisija (RL2 02 tai RL3 03) "KÄSI" asennossa.
- A24 alijännitelaukaisut lukittuvat, jos jännite häviää kokonaan (katkos)
- Suojatilan osalta kytkentätilanteet eivät ole voimassa (valintana 1). Työnaikana se voi olla 3, riippuen ostopisteestä. (Lidman 2019).

7.3 Jännitekatkos verkossa ja muuntaja M2 käytössä

Toimenpiteet:

Tässä tilanteessa 20 kV syöttö tulee A31 kautta ja 20kV kennot A24, A25, A16, A26 ovat työn alla. M1 katkaisijan RL2 02 on oltava erotusasennossa ja lukolla lukittuna. (Lidman 2019).

Suojatilassa avautuu A31 katkaisija alijännitereleen laukaisulla sitä varten, ettei suojatila kytkeydy suojatila2:n varavoiman perään. Muuntajan alajännitekatkaisija RL3 03 avautuu RL33 alijännitereleen avulla (viive 3s), samoin kun KK syöttökatkaisija ja kulutuskatkaisijat. (Lidman 2019).

Kaikki varavoimakoneet saavat käyntikäskyn. Kun RL22 on jännitteinen, menee PV8:n syöttökatkaisija RL2 07 kiinni 1s viiveen jälkeen ja PV8 katkaisijat sulkeutuvat 2s välein. Kun X konetta on kytkeytynyt, menee PV9 syöttökatkaisija RL2 07 kiinni 5s viiveen jälkeen ja PV9 katkaisijat sulkeutuvat 2s välein. Loput koneet kytkeytyvät toisten rinnalle ja tasaavat pätö- ja loistehot. (Lidman 2019).

Koska 20 kV kojeistosta on toiminnot riisuttu pois työn ajaksi, on päivystäjän suljettava suojatilan A31 katkaisija kennosta käsin. Tätä ennen on varmistettava, että suojatila2 on palautunut varavoimatilanteesta ja on T11 katkaisija kautta verkon perässä. Lisäksi on varmistuttava, että suojatilan 20 kV kojeistossa ei ole sähköä, koska kojeistossa ei ole mittaria (A24 purettu pois). On varmistuttava, että 400 V muuntaja katkaisija RL3 03 on auki, eikä A16 ole kiinni (jos ei ole jo purettu).

Kun A31 on kytketty kiinni, hoitaa automaatio verkkoon paluun. Verkkojännitteen palattua M2:n alajännitepuolelle 2 minuutin viiveen jälkeen tahdistetaan RL3 03 kiinni ja koneiden käyntikäskyt poistuvat. Jälkikäyntiajan kuluttua koneet sammuvat normaalisti. (Lidman 2019).

7.3.1 Jännitekatkos verkossa, muuntaja M2 käytössä ja koneet ei käynnisty/kytkeydy 400 V kiskoon

Toimenpiteet:

Tässä tilanteessa 20 kV syöttö tulee A31 kautta suojatila2:sta ja 20 kV kennot A24, A25, A16 ja A26 ovat työn alla. M1 katkaisijan RL2 02 on oltava erotusasennossa ja lukolla lukittuna. Verkkokatkoksessa suojatila2:n automaatio pelaa normaalisti. (Lidman 2019).

Suojatilassa avautuu A31 katkaisija alijännitereleen laukaisulla sitä varten, ettei suojatila kytkeydy suojatila1:n varavoiman perään. Muuntajan alajännitekatkaisija RL3 03 avautuu RL33 alijännitereleen avulla (viive 3s) samoin kuin PV syöttökatkaisijat ja kulutuskatkaisijat. Mikäli jostain syystä koneet eivät kytkeydy 400 V kiskoon, on päivystäjän suljettava suojatilan A31 katkaisija kennosta käsin. Tätä ennen on varmistettava, että suojatila1 on palautunut varavoimatilanteesta ja on T11 katkaisijan kautta verkon perässä. Lisäksi on varmistuttava, että suojatilan 20 kV kojeistossa ei ole sähköä, koska kojeistossa ei ole mittaria (A24 purettu pois). On varmistuttava, että 400 V muuntajakatkaisija RL3 03 on auki, eikä A25 ole kiinni (jos ei ole jo purettu). (Lidman 2019).

Kun A31 on kytketty kiinni, hoitaa automaatio verkkoon paluun. Verkkojännitteen palattua M2:n alajännitepuolelle ja RL22 ja RL33 ollessa ”kylmiä” laitetaan RL3 03 katkaisija 1 minuutin viiveen jälkeen kiinni ja PV kiskojen syöttökatkaisijat ja kulutuskatkaisijat menevät kiinni. (Lidman 2019).

7.3.2 Jännitekatkos verkossa ja muuntaja M1 käytössä

Toimenpiteet:

Tässä tilanteessa 20 kV syöttö tulee uuden kojeiston A19 (vanha A16) kautta tiilikopilta ja 20 kV kennot A31, A33 JA A34 ovat työnalla. (Lidman 2019).

M2 katkaisija RL3 03 on oltava erotusasennossa ja lukolla lukittuna. Verkkokatkoksessa suojatila2:n automaatio toimii normaalisti. Suojatila1:ssä uuden kojeiston A19 kentän alijännitelaukaisu voi olla työnajan lukittuna, ettei päivystäjän tarvitse sitä erikseen laittaa kiinni, vaan se pysyy kiinni verkkokatkoksessa. (Lidman 2019).

Muuntajan alajännitekatkaisija RL2 02 avautuu RL22 alijännitereleen avulla (viive 3 sekuntia), samoin kuin KK syöttökatkaisijat ja kulutuskatkaisijat. Kaikki varavoima-koneet saa käyntikäskyn, kun RL22 on jännitteinen, menee PV8:n syöttökatkaisija RL2 07 kiinni 1 sekunnin viiveen jälkeen ja PV8 katkaisijat sulkeutuvat 2 sekunnin välein. Kun X konetta on kytkeytynyt, menee PV9 syöttökatkaisija RL17 kiinni 5 sekunnin viiveen jälkeen ja PV9 katkaisijat sulkeutuvat 2 sekunnin välein. Loput koneet kytkeytyvät toisten rinnalle ja tasaavat pätö- ja loistehot. (Lidman 2019).

7.3.3 Jännitekatkos verkossa, mutta muuntaja M1 käytössä ja koneet eivät käynnisty/kytkeydy 400 V kiskoon

Toimenpiteet:

Tässä tilanteessa 20 kV syöttö tulee uuden kojeiston A19 (vanhaA16) kautta tiilikopilta. 20 kV kennot A31, A33 ja A34 ovat työn alla. M2 katkaisija RL22 on oltava erotusasennossa ja lukolla lukittuna. Verkkokatkoksessa suojatila2 automaatio toimii normaalisti. (Lidman 2019).

Suojatila1:ssä uuden kojeiston A19 kentän alijännitelaukaisu voi työn ajan olla lukittuna, ettei päivystäjän tarvitse sitä laittaa erikseen kiinni, vaan se pysyy kiinni verkkokatkoksessa.

Muuntajan alajännitekatkaisija RL2 02 avautuu RL22 alijännitereleen avulla (viive 3 sekuntia) samoin kuin PV syöttökatkaisijat ja kulutuskatkaisijat. Mikäli jostain syystä koneet eivät kytkeydy 400 V syöttökiskoon, hoitaa automaatio verkkoon paluun automaattisesti. (Lidman 2019).

Verkkojännitteen palattua M1:n alapuolelle ja RL22 ja RL33 ollessa ”kylmiä” laitetaan RL2 02 katkaisija 1 minuutin viiveen jälkeen kiinni ja PV kiskojen syöttökatkaisijat ja kulutuskatkaisijat menevät kiinni. (Lidman 2019).

7.3.4 400 V saarekeajo

Toimenpiteet:

Työnaikaista saarekeajoa on muutettu siten, että 20 kV saarekeajo ei ole mahdollista. 400 V saarekkeen menon ehtona on, että verkkojännite on joko M1 tai M2 alajännitepuolella ja vastaava syöttökiskon katkaisija on kiinni vaunun sisällä, sekä automaattilla. Saarekeajo käynnistää x määrän varavoimakonetta ja ajaa käytössä olevan muuntajan tehon noltaan ja avaa alajännitepuolen katkaisijan. Paluussa katkaisija tahdistetaan kiinni ja koneilta poistuvat käyntikäskyt. Työn aikana riittää siis, että vain toinen muuntaja on kiinni verkossa. (Lidman 2019).

8 POHDINTA

Suojatilan kojeiston vaihto oli haastava, koska kojeisto sijaitsi maan alla, joka oli pienoinen logistinen ongelma. Haastetta toi myös sähkönjakelun ylläpitäminen vaihdon aikana. Työn aikana keskeiseen rooliin tuli informaatio eri vaiheista sekä päiväkirjan ylläpito. Haasteet opinnäytetyössä oli työn rajaaminen, ettei työ laajene liikaa. Verkostoautomaatioon perehdyttiin ja käytiin läpi sen roolia sähköjakelussa. Työ antoi tärkeää tietoa sähkönjakelusta ja mscadan merkityksestä sähkönjakelussa.

Yhteenvetona mainittakoon, että kojeisto saatiin asennettua aikataulussaan, eikä vastoinkäymisiä tullut. Tämä johtui siitä, että projekti oli hyvin suunniteltu ja aikataulutettu sekä projektiin osallistujilla pysyi keskinäinen tiedonkulku kunnossa koko projektin ajan.

LÄHTEET

ABB Oy. TTT-käsikirja 2000-9. Vaasa. Luku13: Sähköasemat, Kojeistot ja muuntamot

Aura L. & Tonteri A. J. 1993. Sähkölaitostekniikka. Porvoo: WSOY

Elovaara, J & Haarla, L. 2011. Sähköverkot 2 - Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto

Kirstua, J. 2018. Scada-järjestelmän käyttö ja hyödyntäminen. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Opinnäytetyö.

Lakervi & Partanen 2009, Sähkönjakelutekniikka. 3. painos. Helsinki: Otatieto

Lidman, V. 2019. ABB OY Projektipäällikkön haastattelu 11.3.2019.

SM6 modular units. 2018. Verkkoaineisto. Schneider electric. <https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=SM6_AMTED398078_EN_0720.pdf&p_Doc_Ref=AMTED398078EN.

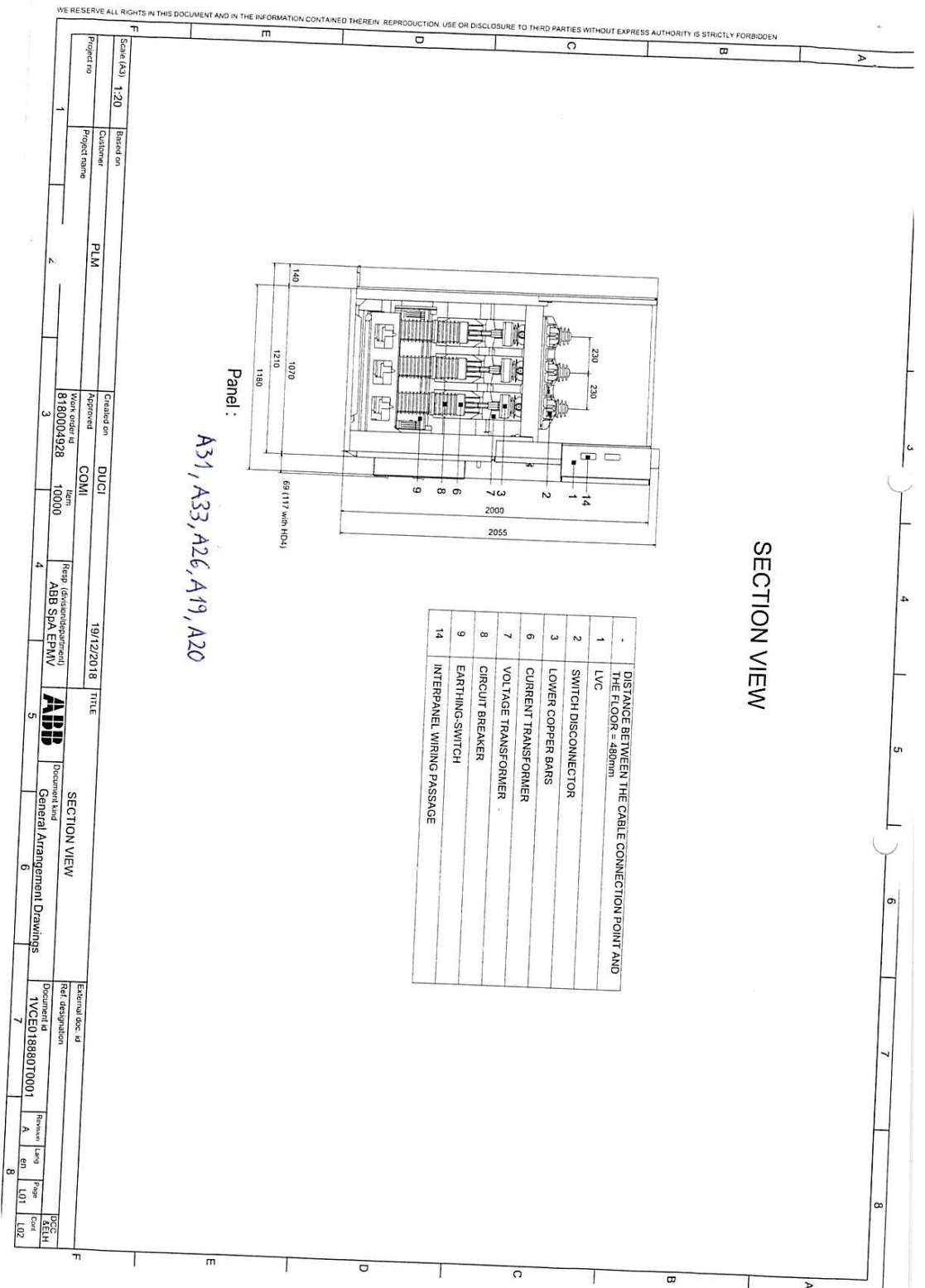
Uniswitch keskijännitekojeisto. 2020. ABB Oy Verkkoaineisto. Viitattu 8.4.2020, <https://library.e.abb.com/public/0c8cf4b3a630586fc12573d2004b1e1d/UNIS5FI%200801.pdf>.

Vehkaniemi, M. 2016. Keskijännitejakelujärjestelmä kiinteistöissä. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

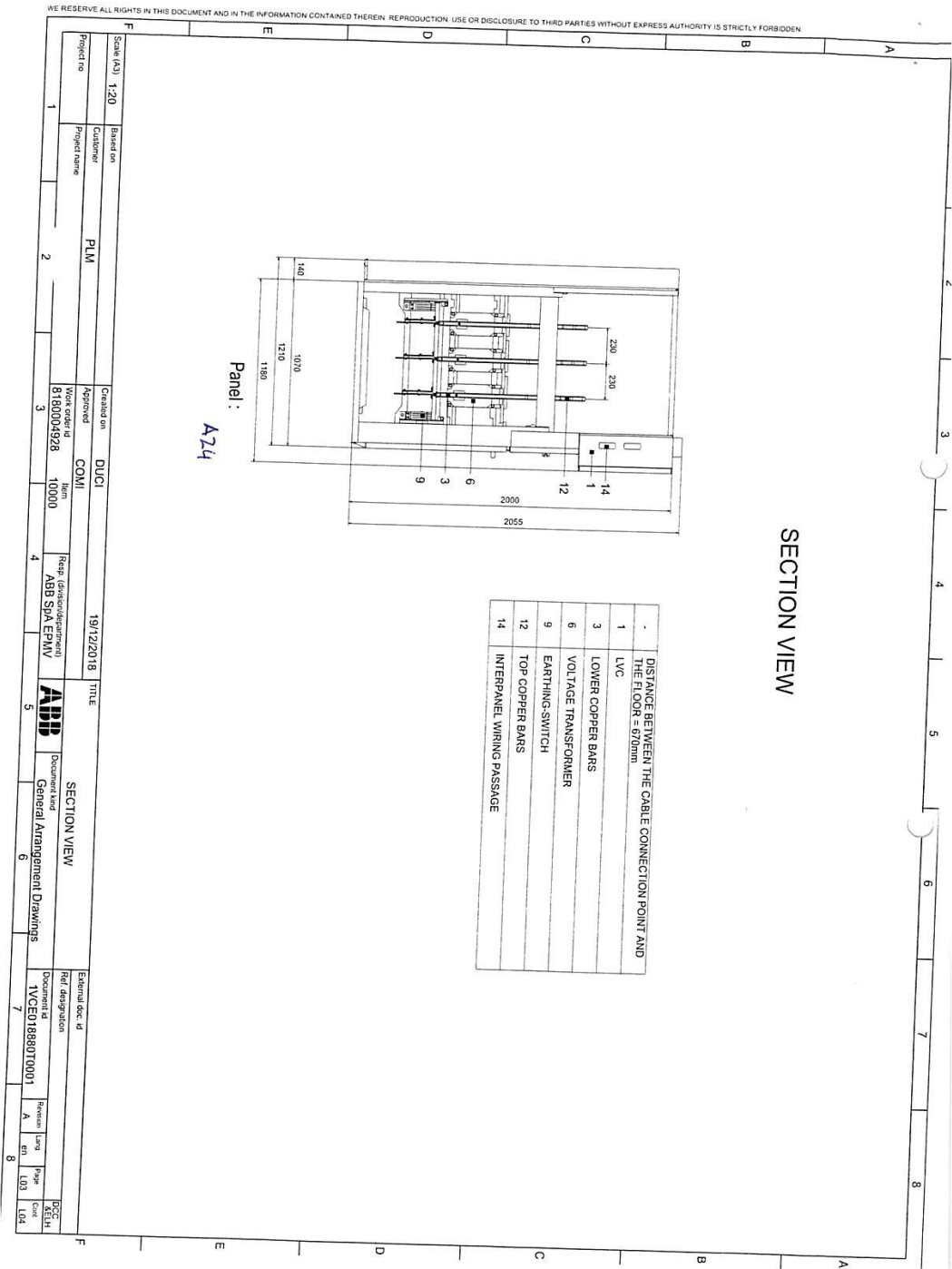
LIITTEET

- Liite 1. Uusi pääkaavio (luottamuksellinen)
- Liite 2. Vanha pääkaavio (luottamuksellinen)
- Liite 3. Katkaisija
- Liite 4. Varokekuormaerotin
- Liite 5. Mittauskenno
- Liite 6. Pitkittäiserotin ja mittaus
- Liite 7. Tilavaraus

Liite 3. Katkaisija



Liite 5 Mittauskenno



WE RESERVE ALL RIGHTS IN THIS DOCUMENT AND IN THE INFORMATION CONTAINED THEREIN. REPRODUCTION, USE OR DISCLOSURE TO THIRD PARTIES WITHOUT EXPRESS AUTHORITY IS STRICTLY FORBIDDEN.

