

KESKIJÄNNITEKOJEISTON HUOLTO JA KUNNOSSA- PITO

Sähkönjakelutekniikan oppimisympäristö

Huhtaniska Paulo

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Paulo Huhtaniska	Vuosi	2018
Ohjaaja	DI Jaakko Etto		
Toimeksiantaja	Lapin Ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Keskijännitekojeiston huolto ja kunnossapito		
Sivu- ja liitesivumäärä	47 + 33		

Tämän opinnäytetyön aiheena on keskijännitekojeiston huolto- ja kunnossapitotyöt. Tarkoituksena oli perehtyä yleisesti keskijännitekojeiston rakenteeseen ja sen vaatimiin huolto- ja kunnossapitotöihin sekä tutustua sähköturvallisuuslakiin, standardiin SFS 6001, ST-kortistoon ja kojeiston valmistajan ohjeisiin. Tarkoituksena oli laatia Lapin Ammattikorkeakoulun opetuslaitteistolle huolto-ohje ja kunnossapito-ohjelma sekä tehdä aineistopohja myös muiden kohteiden huoltoja ajatellen.

Ensimmäiseksi työssä tutustuttiin yleisesti sähköaseman rakenteeseen ja siihen liittyviin huoltoihin sekä kunnossapitotöihin. Tietoa haettiin sähköasemiin ja kojeistoihin liittyvistä opinnäytetöistä ja alan kirjallisuudesta. Seuraavaksi tutustuttiin huollon kohteena olevaan keskijännitekojeistoon ja siihen liittyvään 110/10 kV demokojeistoon sekä niiden valmistajan ohjeisiin. Materiaalien ja testausten perusteella laadittiin ohjeet ja tietokannat.

Työn tuloksena syntyi selkeä ohje kojeiston huoltotilaan ja takaisin toimintakuntoon saattamiseksi. Ohjeen avulla on varsinaisten huolto- ja kunnossapitotöiden aloittaminen ja lopettaminen selkeää, ja sen avulla voidaan ehkäistä mahdollisia käyttövirheiden aiheuttamia laiterikkoja. Ohje on laajennettavissa koskemaan pienin muutoksin myös muita kyseisen kojeiston lähtöjä. Huoltotöiden lisäksi ohjetta voidaan käyttää opiskelijoiden materiaalina kojeiston käytön opiskelussa. Lisäksi laadittiin huoltokohdeluettelo, jota käytetään huoltotyön raportoinnissa ja jota voidaan käyttää myös huoltojen seurannassa sekä seurantapohjana huolto-ohjelman lisäksi.

Technology, Communication and Transport
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Paulo Huhtaniska	Year	2018
Supervisor	Jaakko Etto, M.Sc. (Tech.)		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Maintenance of Medium Voltage Switchgear		
Number of pages	47 + 33		

The subject of this thesis is the maintenance of a medium voltage switchgear. The aim was to get familiar with the general structure of the medium voltage switchgear and the maintenance required by it, and with the Electrical Safety Act, Standard SFS 6001, ST Card and the instructions of the switchgear manufacturer. The purpose of the project was to provide maintenance instruction and maintenance program for the teaching equipment of Lapland University of Applied Sciences, and provide a template for the maintenance of other objects.

The first part of the thesis was generalized about the structure of the substation and related maintenance and maintenance work. Information was sought in the theses related to electrical substations and switchgear and literature. Subsequently, the medium voltage switchgear were familiarized with and related 110/10 kV demo equipment and their manufacturer's instructions. Based on the materials and testing, instructions and databases were developed.

As a result of the work, there was a clear guidance on how to operate the equipment and get it back into operation. The manual helps to clear and close the actual maintenance and maintenance work, and can help prevent potential faulty equipment. The instruction can be expanded to include, with minor modifications, other outputs of that switchboard. In addition to maintenance work, the instruction can be used as a students' material for studying the use of switchgear. In addition, a list of services was prepared, which is used for reporting on maintenance work, and can also be used to monitor maintenance and follow-up in addition to the maintenance program.

Key words

substation, power distribution, maintenance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU	8
2.1	Pohjoinen AMK	8
2.2	Kemin Kampus	9
2.2.1	Sähkövoimatekniikan laboratorio.....	9
2.2.2	Käytönjohtaja (TUKES S4 2011).....	10
2.2.3	Asennus- ja huoltotyöt.....	10
3	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI JA STANDARDIT	11
3.1	Sähtöturvallisuus standardit	11
3.2	Säkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset	11
3.3	Säkölaitteistoluokitukset.....	12
3.4	Säkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma	13
3.5	Säkölaitteiston määräaikaistarkastus.....	13
3.6	Säkötyöturvallisuus	13
4	SÄHKÖNJAKELU	14
4.1	Yleisesti	14
4.2	Säköasema.....	14
4.3	Säköaseman rakenne ja toiminta.....	16
5	SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN LABORATORIO	19
5.1	110/10 kV:n Säköasemalaitteisto yleisesti	19
5.2	110 kV Demokojeisto ja ohjaustaulu	21
5.3	10 kV:n Kojesto	26
5.3.1	Mittaus H01	27
5.3.2	Syöttö H02	28
5.3.3	Generaattori H03.....	29
5.3.4	Moottorilähtö H04	30
5.3.5	Muuntajalähtö H05	31
5.3.6	Johtolähtö H06	31
5.4	Tasasäkökeskus	32
5.5	Microscada	33
6	10 KV:N KOJEISTON HUOLTO JA KUNNOSSAPITO.....	37

6.1	Sähköasemien kunnossapito yleisesti	37
6.2	Keskijännitekojeiston huoltokohteet	41
6.3	Huolto- ja kunnossapito-ohjeen määrittäminen opetuslaitteistolle	42
6.4	Huolto-ohjelman esittely.....	43
7	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET	46
	LIITTEET	48

ALKUSANAT

Haluan kiittää Maintpartner Oy:n tiimipäälliköitä Janne Kalinaista ja Kimmo Pohjolaa joustavista työajoista sekä mahdollisuuksista tutustua käytännössä vastaviin kohteisiin opinnäytetyön tekemisen aikana. Lisäksi haluan kiittää Jaakko Ettoa opinnäytetyön asiantuntevasta ohjauksesta.

Oulussa 29.5.2018

Paulo Huhtaniska

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on keskijännitekojeiston huolto- ja kunnossapitotyöt. Työ tehdään Lapin ammattikorkeakoululle Aila Petäjäjärven ehdotuksesta. Opinnäytetyössä tutustutaan ensin yleisesti keskijännitekojeiston rakenteeseen ja sen huoltoon. Tämän tueksi tutkitaan sähköturvallisuuksilakia ja standardeja, sekä yleisiä kunnossapito- ja huolto-ohjeita. Tämän jälkeen perehdytään koulun opetuskojeistoon ja sen valmistajan antamiin ohjeisiin.

Selvityksien pohjalta työssä laaditaan keskijännitekojeistolle kunnossapito-ohjelma, jota seuraamalla pidetään laitteisto toimintakunnossa ja turvallisena, sekä huoltotöille tarkemmat toimintaohjeet.

Aiheen valintaan vaikuttivat nykyinen työympäristöni Oulujoen vesivoimalaitoksilla ja opettajani ehdotus yhteisesti. Voimalaitoksilla vastaavia laitteita on paljolti käytössä, joten aihe liittyy läheisesti työhöni. Koulun tarve opetuslaitteiston huololle oli myös osa valintaa ja aiheen muodostumista.

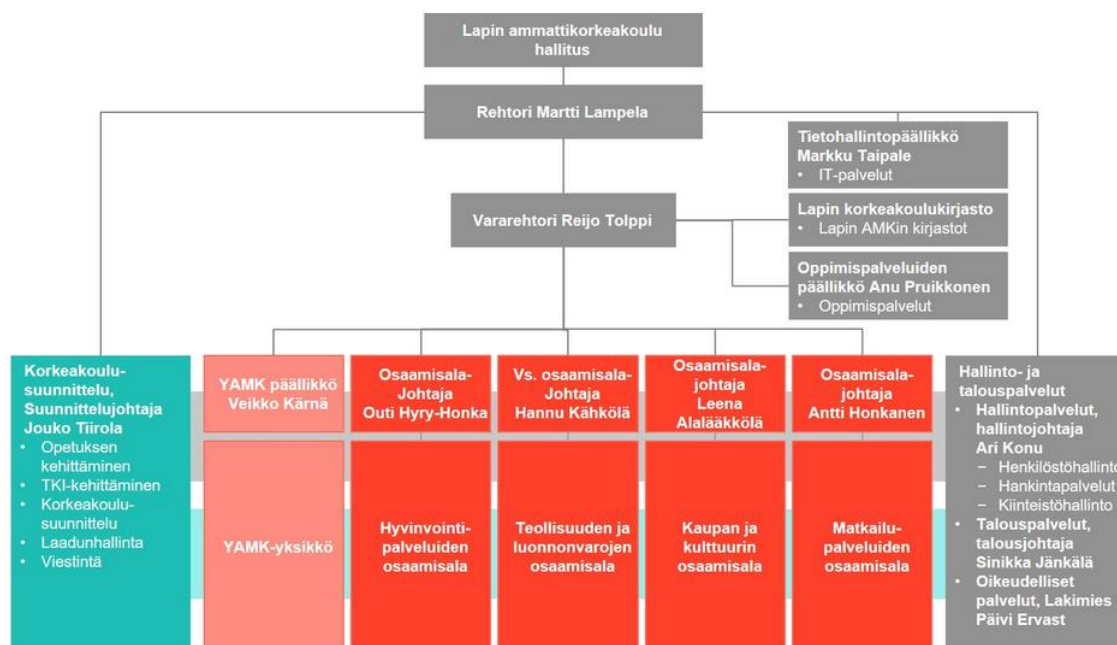
Työssä keskitytään keskijännitekojeistoon kohdistuviin huolto- ja kunnossapitotöihin, sekä huolto-ohjelman laatimiseen. Esimerkiksi reletestaukset ja koestukset rajattiin työn ulkopuolelle.

2 LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU

2.1 Pohjoinen AMK

Lapin AMK:n toimipisteitä on kolmella eri paikkakunnalla ja edustettuna ovat kaikkiaan kuusi eri koulutusala, joita johdetaan ja kehitetään neljänä osaamisalakokonaisuutena. Rovaniemen yksikössä näistä sijaitsee kaksi, jotka ovat hyvinvointi- ja matkailupalveluiden osaamisalat. Tornion yksikössä on yksi kokonaisuus, johon kuuluvat Kaupan ja kulttuurin osaamisala. Kemins yksikössä on myös yksi kokonaisuus, johon kuuluvat Teollisuuden ja luonnonvarojen sekä Hyvinvointipalveluiden osaamisala. (Lapin AMK 2017b.)

Vuonna 2015 Lapin AMK:ssa työskenteli 465 henkilöä, joista Kemins toimipisteissä 157 henkilöä. Opiskelijoita oli 5858, joista Kemins toimipisteessä noin 2000. Ammattikorkeakoulun organisaatiokaavio on esitetty kuviossa 1. (Lapin AMK 2017c)

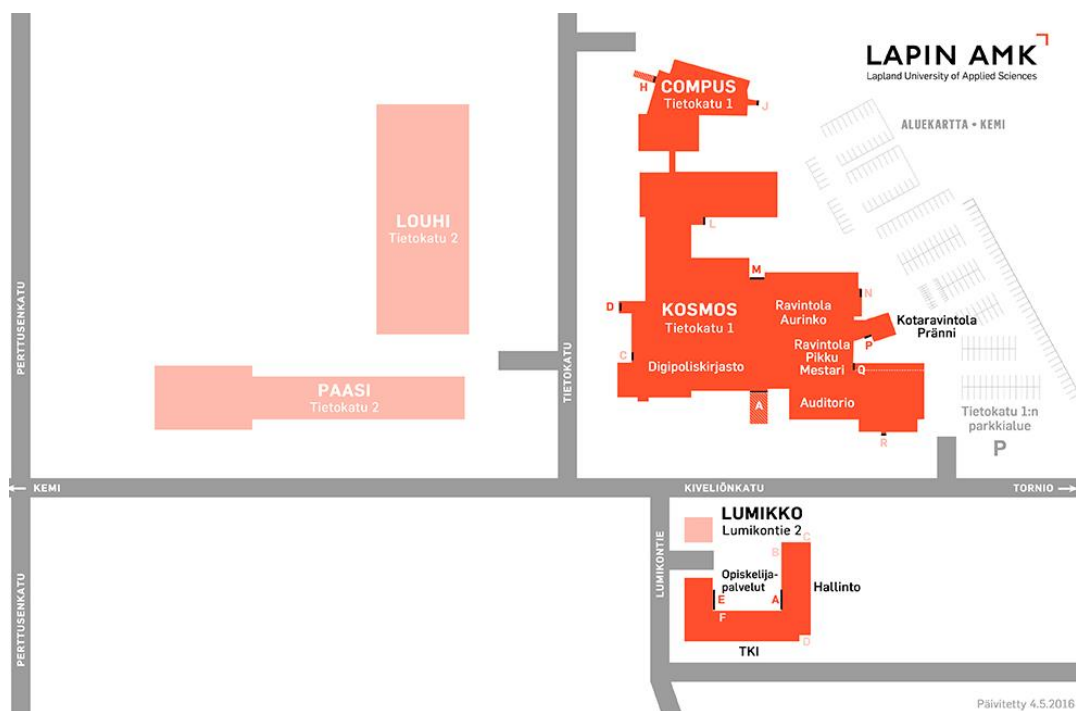


Kuvio 1. Lapin AMK organisaatiokaavio (Lapin AMK 2017a)

2.2 Kemin Kampus

Kemissä toimipisteitä on kaksi. Kemin keskustassa sijaitseva Terveysalan toimipiste ja varsinainen Kivikankaan Kampus, joka sijaitsee hieman etäämmällä keskustasta, jossa toimii tekniikan ja liikenteen alat sekä sosiaaliala. (Lapin AMK 2017b)

Kampus käsittää kaksi eri rakennuskokonaisuutta. Kuviossa 2 on asemakuva, jossa näkyvät Lumikontien hallinto, TKI ja opiskelijapalvelut, sekä Tietokatu 1:n Kosmos- ja Compus-talot. Kampusalueella toimii myös Lappia, eli Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä, jossa voi opiskella ammatillisen koulutuksen, perus-, ammatti- tai erikoisammattitutkinnon. Louhi, Paasi ja Lumikko ovat Lappian koulutuskäytössä olevia rakennuksia. (Lapin AMK 2016)



Kuvio 2. Kemin Kampus (Lapin AMK 2016)

2.2.1 Sähkövoimatekniikan laboratorio

Tekniikan alan laboratorioita Kosmos-talossa on yhteensä yhdeksän, joista yksi on sähkövoimatekniikan laboratorio (Lapin AMK 2017). Oppimisympäristössä on

keskijännitekojeiston lisäksi muun muassa Microscada-valvomo, älykkäät moottorihjaukset ja varavoimalaitteisto verkkotahdistuksineen.

2.2.2 Käytönjohtaja (TUKES S4 2011)

Luokan 2c, 2d ja 3c sähkölaiteille täytyy olla nimettynä henkilö käytön johtajaksi ja hänen tietonsa ilmoitetaan Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle yhdessä sähkölaitteiston oleellisimpien tietojen kanssa. Käytön johtajan tehtäviä ovat huolehtia, että sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia, sekä sen nojalla annettuja säädöksiä ja määräyksiä sekä huolehtia, että käyttötöitä tekevät henkilöt ovat riittävän ammattitaitoisia. (Tukes 2011.)

Käytönjohtajan tehtäviin kuuluu myös huolehtia, että säädösten vaatimat määräaikaistarkastukset suoritetaan, sekä saneeraus-, laajennus- ja muutostöistä suoritetaan vaaditut käyttöönotto- ja varmennustarkastukset. (Tukes 2017.)

Kemin Kampuksen sähkölaitteistojen käytönjohtajana toimii Seppo Penttinen.

2.2.3 Asennus- ja huoltotyöt

Oppimisympäristön opetusvälineiden kunnossapidosta vastaa huolto- ja laboratorioinsinööri Jouko Alaniva, mutta varsinaisia sähkötöitä ei koululla suoriteta, joten sähkötöiden johtajaa ei ole tehtävään nimetty. Opiskelijatöiden tarkastukset, valvonnat ja kytkentäluvut sekä suunnitelmien hyväksynnit kuuluvat ohjaavan opettajan tehtäviin. Sähkölaitteistojen käyttöönotot ja koestukset suorittaa Jouko Alaniva.

3 SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI JA STANDARDIT

3.1 Sähköturvallisuusstandardit

Standardit ovat lähtökohtaisesti alan toimijoiden laatimia suosituksia. Standardien keskeistä sisältöä ovat turvallisuusvaatimukset ja niillä määritellään vakiintunut turvallisuustaso. Sen takia niitä käytetään nykyään myös säädösten jatkeena. Sähkölaitteita ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat standardit ovat Euroopassa yhtenäisiä EN-standardeja, jotka on Suomessa otettu käyttöön SFS-EN-standardeina. Tavoitteena on siis se, että sähkölaitteiden vaatimukset ovat Euroopassa täysin yhteneviä ja maailmassakin mahdollisimman samanlaisia. Suomessa standardien kansallinen tunnus on SFS-EN. Normaaleja rakennusten sähköasennuksia koskee standardisarja SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset ja SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset. Sähkötöiden turvallisuutta koskee standardi SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus, joka perustuu myös eurooppalaiseen esikuvaan. (STEK 2017.)

3.2 Sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset

”Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
 - 2) niistä ei sähköisesti tai magneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
 - 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.
- (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §)

Jos sähkölaite tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6 §.)

3.3 Sähkölaitteistoluokitukset

”Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

- a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;
- b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

- c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;
- d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

- c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.”

(Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:44 §.)

Sähköturvallisuuslain mukaan opetusympäristön keskijännitekojeisto kuuluu luokkaan 2c, koska siitä syötetään piha-alueella olevaa opetuskäyttöön tarkoitettua avojohtoa, jonka jännite on 20 kV.

3.4 Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma

”Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille laaditaan sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Sähkölaitteiston haltija vastaa siitä, että kunnossapito-ohjelmaa noudatetaan. Kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon sähkölaitteiston käyttöympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:48 §.)

3.5 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastus

”Käytössä olevalle luokan 1 ja 2 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta on tehtävä määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Jos asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, on näiden tilojen sähkölaitteistolle tehtävä määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteistolle määräaikaistarkastus on tehtävä viiden vuoden välein. Sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia laitteiston määräaikaistarkastuksesta.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 3:49 §.)

3.6 Sähkötyöturvallisuus

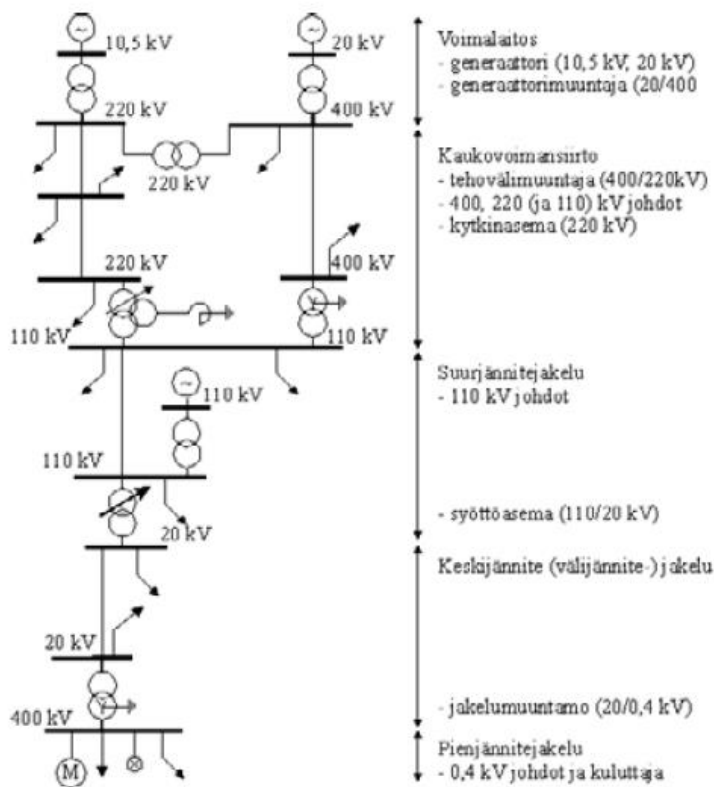
Sähköalan töiden tekemistä varten on jokaisen asennus-, käyttö- ja kunnossapitotöitä tekevän henkilön suoritettava hyväksytysti sähkötyöturvallisuus-koulutus. Koulutuksen sisältö on standardin SFS 6002 mukainen ja lakisääteinen koulutus kestää yhden päivän.

Turvallisuus on huomioitu opetusympäristössä esimerkiksi siten, että yli 1000 VAC nimellisjännitteen laitteita käytetään 400 VAC jännitteellä ja opetusympäristössä työskentely vaatii sähkötyöturvallisuuskoulutuksen hyväksytyyn suoritukseen. Lisäksi valvovan opettajan on oltava läsnä aina laboratoriotöitä tehtäessä.

4 SÄHKÖNJAKELU

4.1 Yleisesti

Sähkönjakelujärjestelmän tehtävänä on siirtää sähkövoimansiirtojärjestelmän kautta tulevaa tai jakeluverkkoon liitettyjen voimalaitosten tuottamaa sähköä sähkön loppukäyttäjille. Sähkönjakeluverkon periaatteellinen rakenne on esitetty kuviossa 3. Sähkönjakelujärjestelmän osia ovat alueverkko 110/45 kV, sähköasemat 110/20 kV, 45/20 kV, keskijänniteverkko 20 kV, jakelumuuntamot 20/0,4 kV sekä pienjänniteverkko 400 V. (Lakervi & Partanen 2008, 11.)

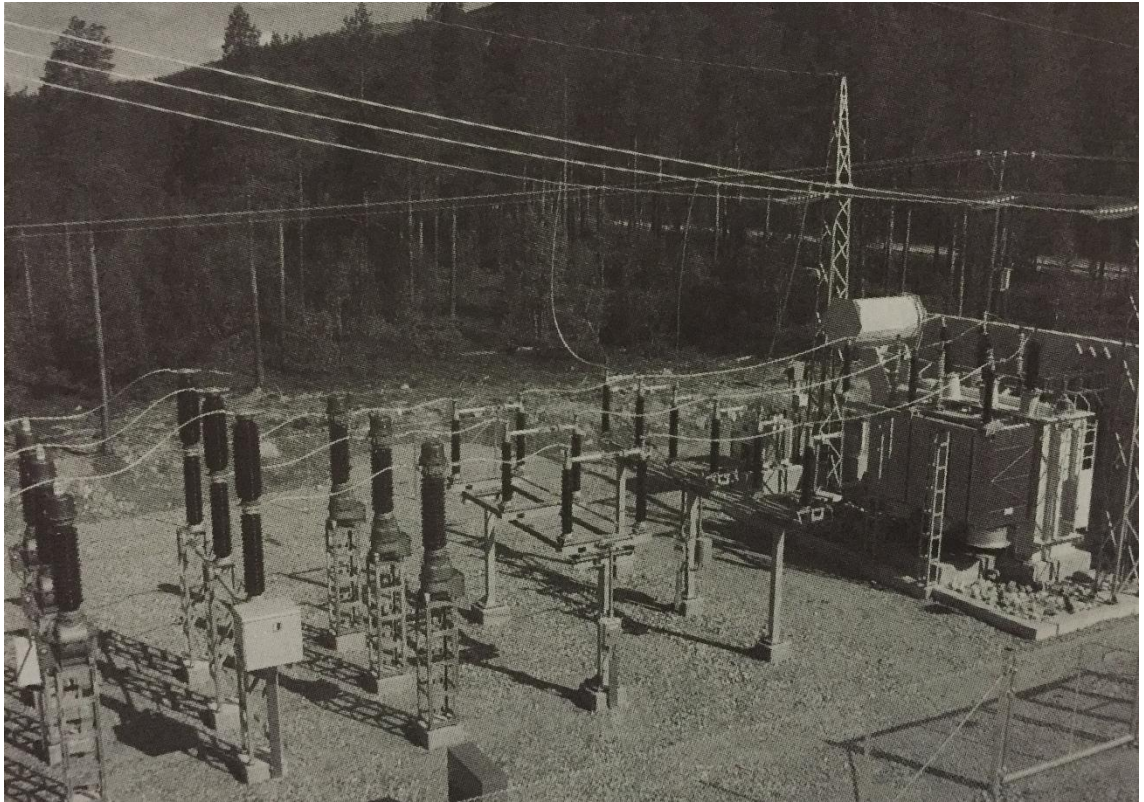


Kuvio 3. Suomen siirto- ja jakeluverkoston periaatteellinen rakenne (Korpinen 2017)

4.2 Sähköasema

Yleisnimitys sähköasema tarkoittaa sellaista sähköenergian siirto- tai jakeluverkon kohtaa, jossa on mahdollista suorittaa jännitteen muuntamista, kytkentöjä tai

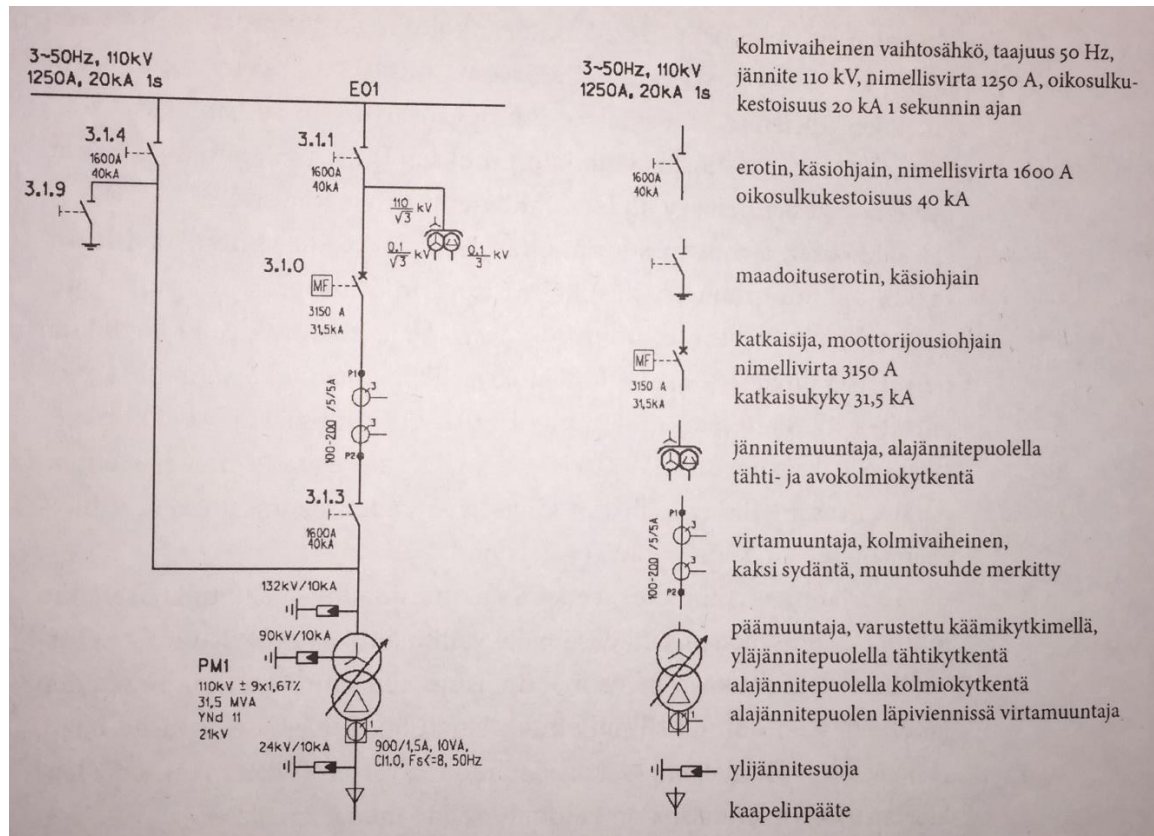
sähköenergian siirron keskittämistä tai jakoa eri verkon osille. Asemilla on runsaasti erilaisia laitteita ja kojeita, jotka voidaan hankkia myös tehdasvalmisteisina kojeistoina. Tärkeimpiä ovat katkaisijat, erottimet ja mittamuuntajat, sekä suojaustarkoituksissa releet ja varokkeet. Ylijännitesuojauksessa käytetään venttiilisuoja tai kipinävälejä. (Elovaara & Laiho 2001, 235.)



Kuva 1. Haja-asutusalueen tyypillinen sähköaseman 110 kV:n syöttö ja päämuuntaja (Lakervi & Partanen 2008, 120)

Sähköasema syöttää keskijänniteverkkoa ja usein sen jännite on yläjännitepuolella 110 kV, josta se muunnetaan keskijänniteverkkoon 20 kV:n tasolle. Sähköasema on sähköjakeluverkon tärkein yksittäinen rakenneseosa. Sen sijainti ja koko vaikuttavat suuresti keskijänniterunkojohtojen pituuksiin, mitoituksiin ja varayhteyksiin. Sähköasemalla sijaitsee pääosa verkon suojausreleistä ja muusta automaatiosta, se toimii myös verkon monipuolisena jakelukeskuksena. Sähköasema kokonaisuuteen kuuluu suurjännitekytkinlaitos, yksi tai useampi päämuuntaja, keskijännitekytkinlaitos ja apujännitejärjestelmä toimintoinen. Haja-

asutusalueella käytetään perinteisempiä ilmaeristeisiä kytkinlaitoksia. Taajamissa suur- ja keskijännitekytkinlaitokset ovat usein ulkonäkö- ja tilansäästösyistä SF₆-kaasueristeisiä. Kuvassa 1 on esitetty ilmaeristeinen, haja-asutusalueilla tyypillisesti käytettävän yhden päämuuntajan sähköaseman 110 kV:n syöttö ja päämuuntaja sekä kuviossa 4 aseman 110 kV:n syötön pääkaavio. (Lakervi & Partanen 2008, 119.)



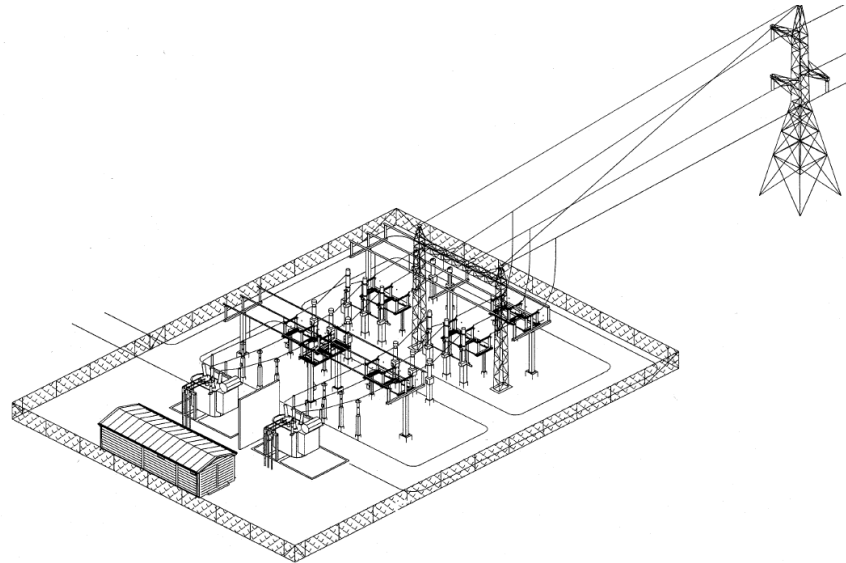
Kuvio 4. 110 kV:n syötön pääkaavio (Lakervi & Partanen 2008, 120)

4.3 Sähköaseman rakenne ja toiminta

Sähköaseman rakenne voi vaihdella paljonkin riippuen sen käyttötarkoituksesta ja sille asetetuista vaatimuksista. Pääpiirteissään rakenne voidaan kuitenkin jakaa neljään osaan:

- päälaitteistot
- apulaitteistot
- muut laitteistot

- rakenteet. (Haveri 2006, 4.)



Kuvio 5. Kahden muuntajan ulkokytkinlaitos johdon päässä (ABB 2007, 11)

Sähkö- eli kytkinaseman rakenteeseen vaikuttavia seikkoja on useita. Esimerkiksi onko aseman tehtävä ainoastaan sähkön jakelu tai liittyykö asemaan voimalaitos. Asema voi olla myös verkoston kytkentä- tai muuntoasemana toimiva kytkinasema. Rakenteeseen vaikuttava seikka on myös se, kuinka tärkeässä solmukohdassa verkostossa asema sijaitsee. (Elovaara & Laiho 2001, 300)

Sähköasemat voidaan jakaa kahteen eri luokkaan, kytkinlaitoksiin ja muuntoasemiin. Kytkinlaitos (Kuvio 5) yhdistää saman jännitetason johtoja ja muuntoasema kahden eri jännitetason johtoja muuntajan välityksellä. Asemasta riippuen muuntajia voi olla useampia kuin yksi. Johdot ja muuntajat liitetään kiskostoihin kytkinlaitteiden välityksellä. Katkaisija kykenee sulkemaan kuorma- ja vikavirran, johon erotin ei pysty. Erottimella tehdään eri kytkinlaitoksen osat jännitteettömiksi turvallista työskentelyä varten ja aikaansaadaan näkyvä ja turvallinen avausväli erotetun ja muun laitoksen välille. Jännite- ja virtamuuntajien avulla muutetaan mitattava suure turvallisemmalle tasolle mittausta varten. Näitä kutsutaan yleisemmin mittamuuntajiksi. (Heikkilä 2004.)

Asemarakennuksesta on kaapeliyhteys kentälaitteisiin, joilla välitetään virta- ja jännitemuuntajien mittausarvot, sähkönsyötöt ohjainten moottoreille ja lämmittimille sekä kytkinlaitteiden ohjaukskäskyt. Suojalaitteeksi luokiteltu suojarеле mittaa

verkon ominaisuuksia ja havaitessaan asetusarvoista poikkeavaa antaa toimintakäskyn katkaisijalle. Kun laitteisto toimii oikein, se on selektiivinen. Selektiivisyys tarkoittaa, että laitteisto kytkee vikaantuneen verkon osan pois muusta verkosta riittävän nopeasti ja luotettavasti, jolloin vika ei leviä muuhun verkkoon. Yleensä sähköaseman tarvitsema 230V vaihtosähkö on toteutettu omakäyttömuuntajalla, joka on kytketty sähköaseman 20 kV kiskostoon. Asemarakennuksessa sijaitsevat suojaus- ja valvontalaitteiden toiminta on akustovarmennettu, jolloin suojaus- ja ohjauskatkosta ei synny missään tilanteessa. (Heikkilä 2004.)

Sähköasema rakentuu pääosin tehdasvalmisteisista ja erikseen ostettavissa olevista laitteista. Kuten muuntajat, kytkinlaitteet, suojaareleet ja mittamuuntajat. Asemat ovat muunneltavissa tarpeen mukaan. Asemalla on myös kiinteitä rakenteita, kuten asema-alueen kattava maadoitusruudukko, laitteistojen vaatimat perustukset ja terästelineet, kaapelikanavat, betonibunkkerit ja suoja-altaat muuntajille, aidat, tiet ja asemarakennukset. Asemarakennuksessa on usein myös varasto, korjaamo ja WC. (Heikkilä 2004.)

Kojeistossa oleva suojaarele mittaa syötettävän laitteiston ominaisuuksia mittamuuntajien avulla. Se voidaan asettaa suojaamaan laitteistoa esimerkiksi maasulkua, ylivirtaa, ali- ja ylijännitteeltä ja oikosululta. Suojaareleen havaitessa vian se antaa katkaisijalle avautumisohjauksen. Katkaisija pystyy katkaisemaan syötön virrallisena ja näin ehkäisee suurempien vahinkojen syntymisen. Sähkölaitteiden yhteydessä on yleensä myös erottimet, joiden avulla laitteet saadaan luotettavasti erotettua jännitteestä esimerkiksi huolto- tai kunnossapitotehtäviä varten ja ne eivät kestä virrallista erottamista. Erottimia ei tarvita, jos katkaisija on vaunukatkaisijatyypinen, jolloin erottaminen tapahtuu vaunun siirtämisellä erotusasentoon.

5 SÄHKÖVOIMATEKNIIKAN LABORATORIO

5.1 110/10 kV:n Sähköasemalaitteisto yleisesti

Sähkövoimatekniikan laboratoriossa on useita eri oppimisympäristöjä ja 110 kV / 10 kV demokojeisto on näistä yksi. Opetusympäristö kattaa kaikki tarvittavat laitteet sähköaseman kytkinkentän ohjaukseen ja valvontaan. Demolaitteisto on toteutettu kaappikeskusrakenteella ja kaikki tarvittavat laitteet ovat kaappien sisällä. Demolaitteiston kaapin etuseinä on samanlainen, kuin sähköasemilla käytettävät ohjaustaulut. Ohjaustaulussa on 110 kV:n kytkinlaitoksen erottimien ja katkaisijoiden ohjaukset, mittaukset ja suojarieleet paikallisia käyttötoimenpiteitä varten. Laitteiden toimintaperiaatteet ovat samanlaiset kuin 110 kV:n kytkinkentällä, mutta opetusympäristön sähköturvallisuussyistä käytössä on 400 V:n vaihtojännite. Pienempi jännitetaso mahdollistaa laboratoriotyöskentelyn ilman suurjännitetyön turvallisuusmääräyksiä ja vaatimuksia.

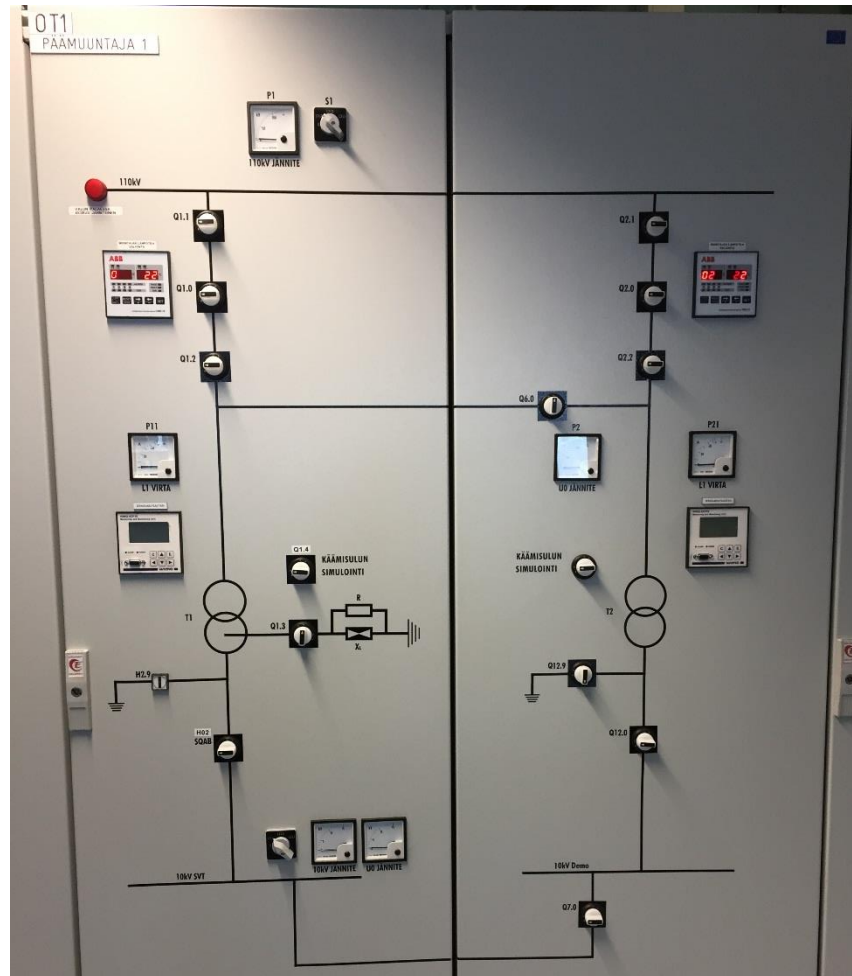


Kuva 2. Demokojeisto 110 kV / 10 kV

ABB:n valmistaman 110 kV demolaitteiston kokonaisuus on esitetty kuvassa 2 ja kokonaisuuteen sisältyy myös 10 kV kojeisto. Kokonaisuuden pääkaavio ja keskijännitekojeiston rakennekuvat on tarkemmin esitetty liitteessä 1. 110 kV laitteistossa on kolme kenttää. A1-kenttä on 110 kV:n syöttökenttä ja A2 ja A3 kentät ovat päämuuntajakenttiä, joilla on omat päämuuntajansa nimellistehoaltaan 30 kVA ja käyttöjännite 400 VAC. Muuntajakentissä on myös tarpeelliset erottimet ja katkaisijat. Päämuuntajakenttä 1 on varustettu maasulunsammutuslaitteistolla. Demolaitteiston avulla voidaan simuloida maasta erotettua ja sammutettua verkkoa. Releiden suojausasettelut vaihtuvat automaattisesti verkon tyyppin mukaan.

Demolaitteiston rakenne mahdollistaa 10 kV:n kojeiston syötön kahta eri kautta. Laitteiston ohjaukseen on kaksi tapaa. Kaukokäyttöä varten on Microscada-järjestelmä ja paikallisohjaukseen käytetään suojareleen operointipaneelia. Laitteiston lukitukset ovat tarkemmin liitteessä 4 ja lukitukset on toteutettu siten, että virheelliset ohjaukset eivät onnistu. Demolaitteiston 400 VAC:n syöttö tapahtuu NK 102/A03 kautta ja 110 VDC apusähkönsyöttö tulee laitteiston tasasähkökeskuksesta, joka sijaitsee demolaitteiston vasemmassa reunassa ja on esitetty kuvassa 2.

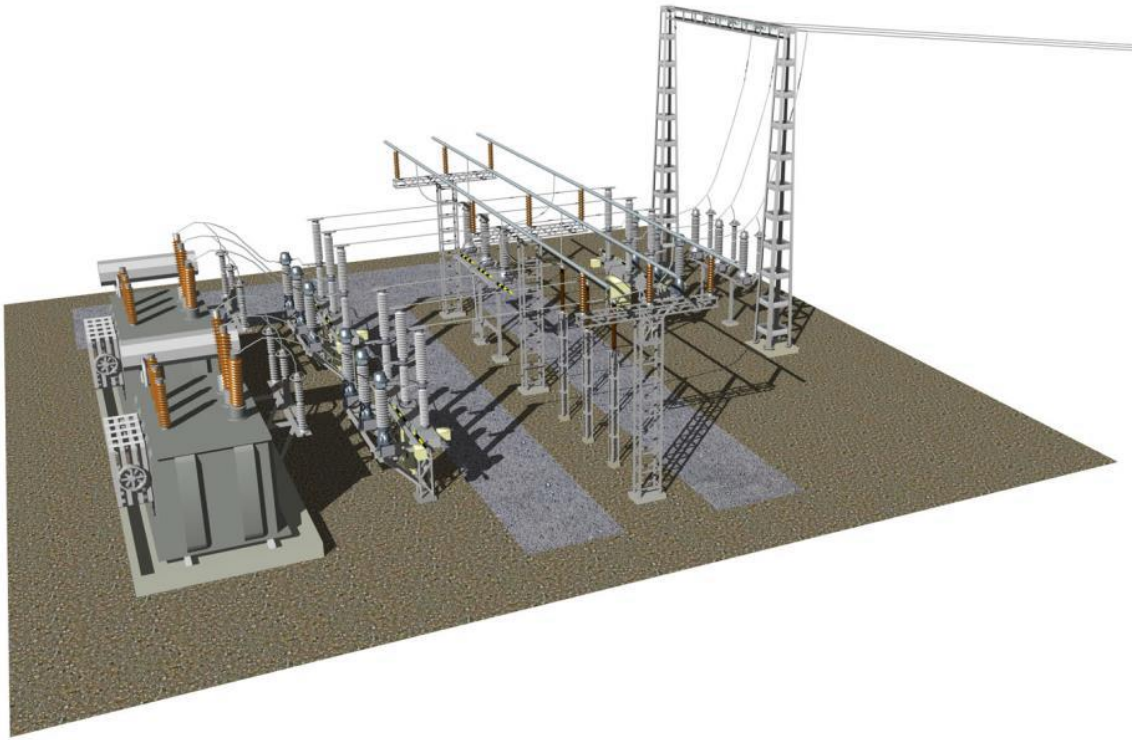
Laitteistolla voidaan mallintaa suojareleiden toimintaa. 110 kV ja 10 kV kojeistojen käyttötoimenpiteet, lukitukset ja suojausten toiminta vastaavat todellista 110/10 kV sähköasemaa. Näin opiskelijat voivat tehdä molemmissa kojeistoissa käyttötoimenpiteitä kojeistojen paikallisohjauksista, suojareleiltä ja ABB Microscada-järjestelmästä. Suojaustoiminnot on aseteltu kuten todellisessa ympäristössä ja releet toimivat testatusti asettelujen mukaisesti muun muassa ylikuormitustilanteessa. 10 kV kojeistossa on syöttö- ja mittauskennojen lisäksi generaattorilähtö, teollisuuden muuntajalähtö, teollisuuden moottorilähtö ja sähkönjakeluverkon avojohtolähtö, jolloin näiden erityyppisten suojaustoteutusten testaus onnistuu helposti. Päämuuntajakentille 1 ja 2 on omat, mutta eri valmistajien suojareleet. Myös kenttien suojauksissa on eroja. Kuvassa 3 on esitetty 110 kV syöttökentän ja 10 kV päämuuntajakenttien ohjaustaulu. Kentässä 1 on mahdollista simuloida käämisulkua, jonka avulla voidaan tutkia differentiaalireleen toimintaa.



Kuva 3. Syöttö- ja päämuuntajakenttien ohjaustaulu

5.2 110 kV Demokokeisto ja ohjaustaulu

Laboratorion demolaitteistoa on havainnollistettu kuviossa 6, jossa on periaatteellinen 110 / 10 kV kahden päämuuntajan sähköasema. Demolaitteistolla voidaan simuloida sähköaseman erotin- ja katkaisijatoimintoja sekä voidaan mallintaa sähköaseman toimintoja. Kuviossa 6 esitetyssä sähköaseman rakennekuvasa on vasemmalta katsoen ensimmäisenä päämuuntajat, joilla muunnetaan jännite haluttuun jännitetasoon. Muuntajilla syötetään kiskostoa virtamuuntajien, katkaisijoiden ja erottimien kautta. Kiskosto on yhdistetty köysillä päätepylväseen, josta on yhteys 110 kV sähköverkkoon, joka näkyy kuvion 6 oikeassa reunassa metallirakenteisena pylväänä. Pylväältä on siirtoyhteys seuraavalle asemalle, jossa on vastaavia laitteita sähkönsjakelua varten.

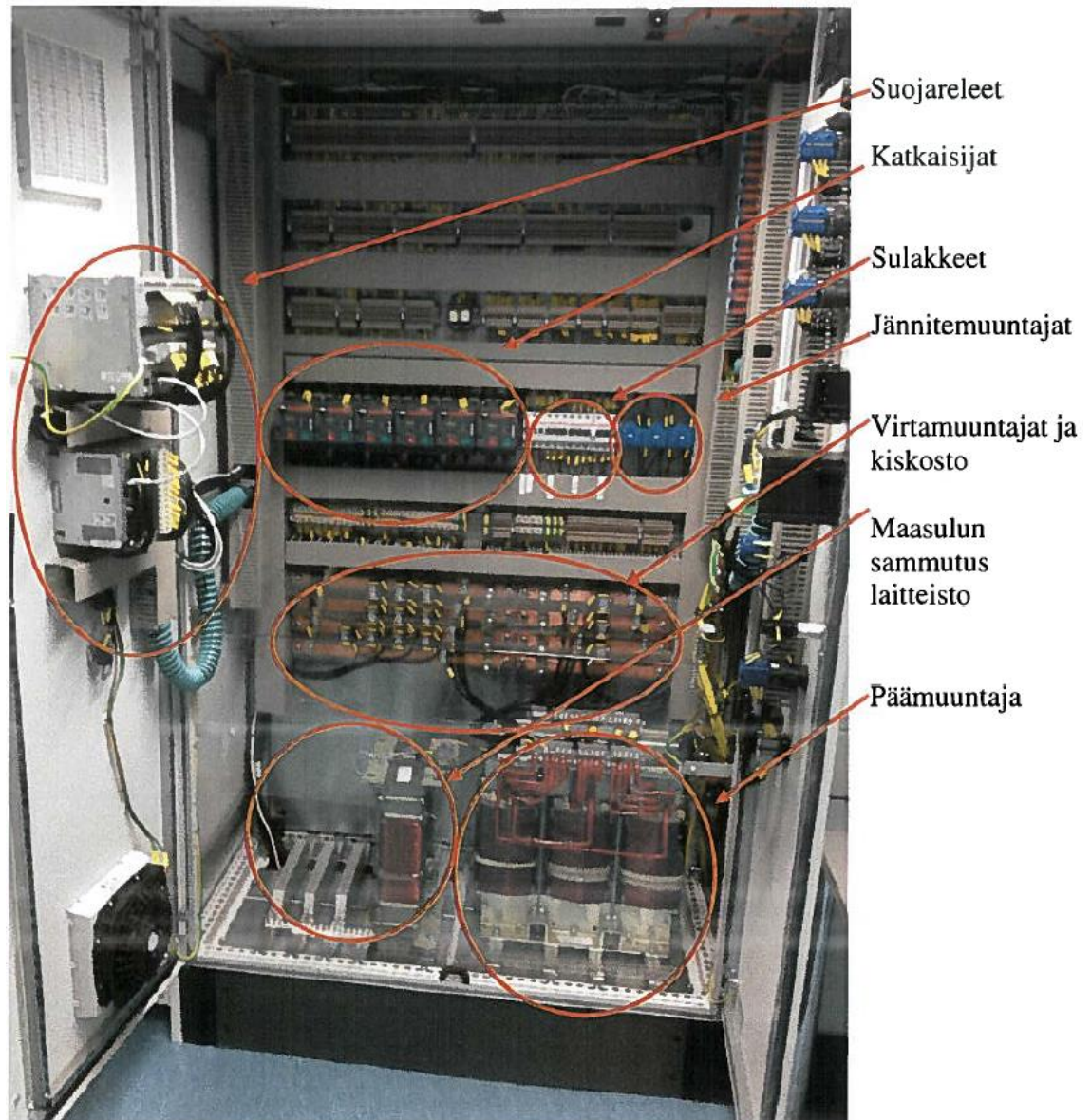


Kuvio 6. Sähköaseman rakennekuva. (ABB Oyj, 2015)

Kuvassa 3 esitetyssä demolaitteistossa muuntajan suojaukseen on käytetty ylivirta- ja differentiaalirelettä. 110kV:n kiskon ja muuntajan välissä olevat suojarieleet suojaavat muuntajaa eri vikatilanteissa. Vikatilanteessa suojarieleet laukaisee katkaisijan auki ja erottaa muuntajan syöttävästä verkosta, johdosta tai kiskosta. Ylivirtareleen asettelussa on otettu huomioon riittävän nopea erotus verkosta muuntaja vaurioiden syntymisen estämiseksi. Releen täytyy kuitenkin toimia niin, ettei kytkentäsysäysvirta laukaise relettä, joka ohjaa katkaisijoita. Päämuuntajan suojaus on toteutettu ylivirta- ja differentiaalireleillä. Vikatilanteessa suojarieleet ohjaavat päämuuntajaa syöttävän katkaisija Q1.0 auki. Differentiaalisuojaus ohjaa myös 10 kV kojeistoa syöttävän kennon H02 vaunukatkaisijan auki. REF630:ssa on myös kytkettynä katkaisijavian ohjaus. (Antinaho 2015.)

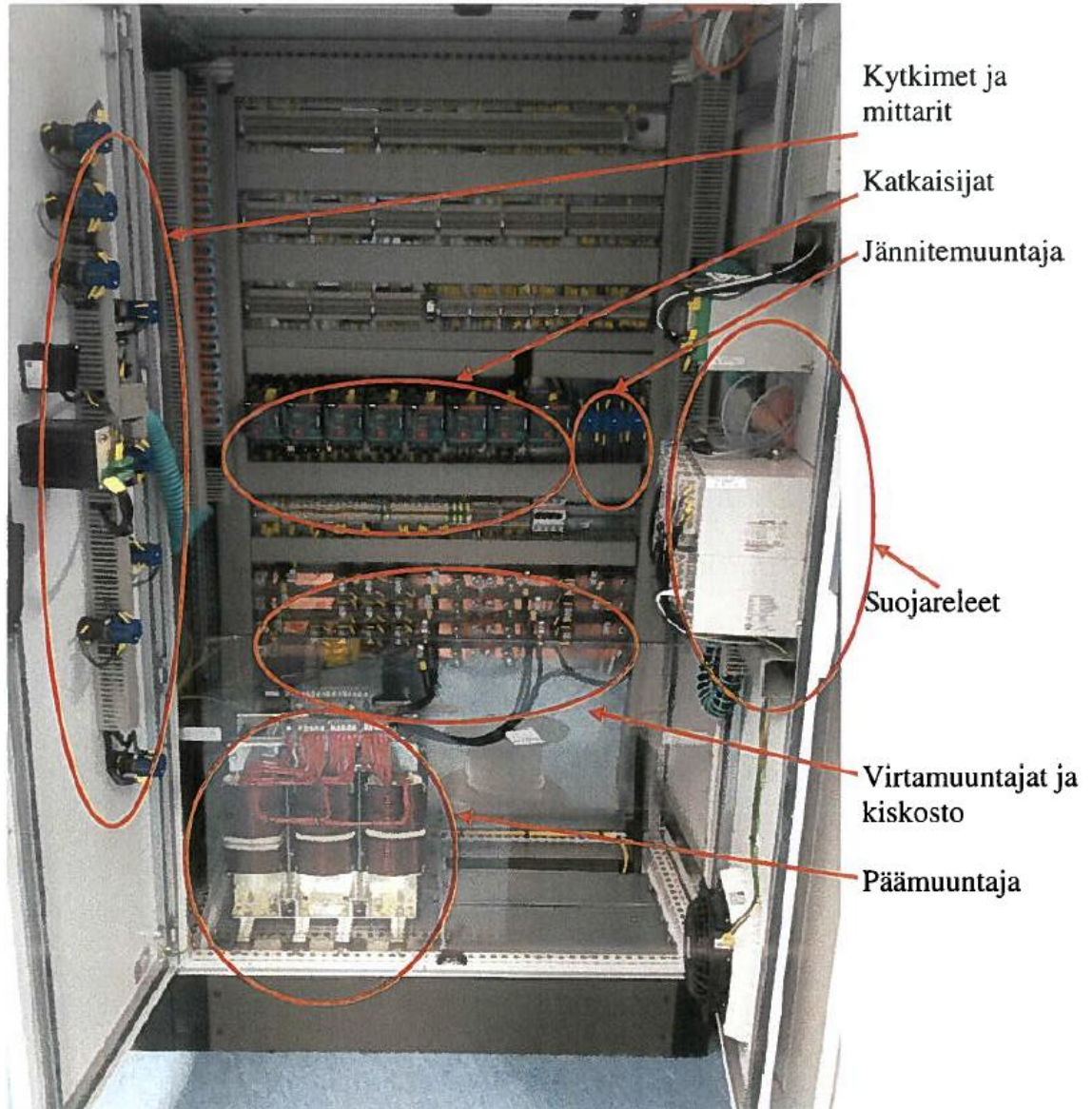
Päämuuntaja 1 kentän demolaitteisto on esitetty kuvassa 4 ja sen suojarieleinä toimii ABB:n REF630 ja RET615. Päämuuntaja 2 kentän laitteisto on esitetty ku-

vassa 5 ja sen suojauksessa on Siemensin valmistama Siprotec ja Vampin valmistama VAMP50 suojarleet. Päämuuntajien suojausperiaate on molemmissa sama.



Kuva 4. Muuntajakenttä 1:n laitteet (Mannonen 2013)

IEC61850-väylään kytketyn sähkönjakeluautomaation avulla ohjataan ja valvotaan releiden toimintaa. REF630- ja Siprotec-releiden pätehtävänä on toimia ylivirtasuojina, sekä VAMP50- ja RET615-releiden pätehtävänä on toimia differentiaalisuojauksena. Differentiaalisuojauksella havaitaan erilaisia muuntajavikoja, kuten kierros-, käämi- ja maaoskosulkuja.



Kuva 5. Muuntajakenttä 2:n laitteet

Demolaitteistossa 110kV päämuuntajan T1 apusuojareleenä on RET615 differentiaalirele. Differentiaalireleessä on ylivirtasuojaus kaikilla portilla ja se toimii varasuojareleenä varsinaiselle ylivirtasuojalle REF630, joka on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Päämuuntaja 1:n suojauksen ABB monitoimirele REF630

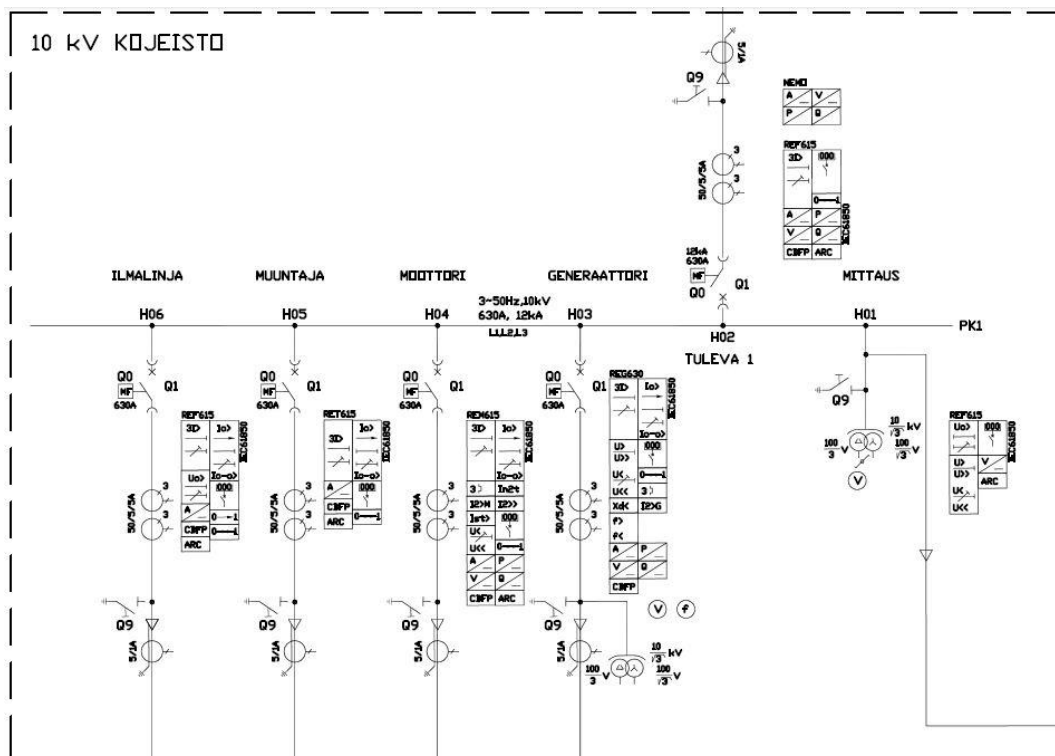
Muuntaja on kokonaisuudessaan differentiaalireleen suojausalueella ja se mittaa tulevien ja lähtevien vikojen erovirtoja. Releen havaitessa vian se laukaisee katkaisijan Q1.0 auki ja erottaa näin muuntajan syötöstä. REF630-rele toimii maasulku- ja ylivirtasuojana. Releestä saadaan myös mittaustiedot virrasta, jännitteestä ja niiden kulmista. REF630:ssä on myös katkaisijanvikaohjaus, jolla voidaan ohjata katkaisijaa sen vikatilanteessa. Ylivirtasuojauksen toimiessa rele laukaisee katkaisijat Q1.0 ja Q2.0 auki, sekä välittää hälytystiedon IEC61850-väylän kautta suojan toiminnasta Microscada-sähkönjakeluautomaatiojärjestelmään. Järjestelmään välitetään tieto hälytys- ja vianilmaisemisesta kaikista suojuuksista. Mittauksista tieto välittyy verkkoanalysointilaitteille. (Antinaho 2015.)

Monitoimireleiden ohjaamat katkaisijat sijaitsevat syöttävän kiskoston ja muuntajan välissä. Muuntajien suojauksessa käytetään differentiaalireleitä. Muuntajakentän kaappiin on sijoitettu muun muassa suojareleet, katkaisijat, sulakkeet, jännitemuuntajat ja virtamuuntajat. Molemmat muuntajat on suojattu differentiaalireleillä ja niiden toimintaa voidaan testata esimerkiksi käämisulkusimuloinnin avulla. Käämisulkusimulointi on toteutettu muuntajan toisiokäämeissä, jossa oikosulku voidaan tarvittaessa kytkeä käsikytkimellä ja virran rajoittamiseksi oikosulkupiiriin on kytketty vastus. Käämisulussa differentiaalirele toimii muuntajan

suojauksessa, koska se tunnistaa käämeissä syntyneen erovirran. Releen toimiessa kytkeytyy muuntaja irti verkosta katkaisijan avulla. Päämuuntajakentissä on myös Wimo-verkkoanalysaattorit, joilla voidaan seurata ja tutkia verkon eri suureita, kuten vaihevektoreita, jännitteitä ja virtoja. Näiden suojarleiden avulla voidaan suorittaa laitteiston ohjausta ja ne sisältävät toimintoja erilaisia vikojen varalta, kuten erovirtojen, ylivirtojen, maasulkujen ja muuntajavikojen ilmaisemiseen. Molemmilla linjoilla on YNyn0-kytkentäryhmän mukaiset Trafotekin valmistamat muuntajat. Muuntajien ensiö- ja toisiopiireihin on sijoitettu maadoituspiis- teet, joihin voidaan kytkeä työmaadoitus huoltotoimenpiteitä varten. (Antinaho 2015.)

5.3 10 kV:n Kojeisto

Keskijännitekojeisto on opinnäytetyön kohde ja koostuu kuudesta eri tyyppisestä lähdöstä, joilla simuloidaan kojeiston eri toimintoja. Kojeiston pääkaavio on esi- tetty kuviossa 7. Todellisuudesta poiketen pääkaavio on piirretty käänteisessä järjestyksessä.



Kuvio 7. 10 kV kojeiston pääkaavio

Kaikki kennot on kytketty samaan kiskoon PK1, joten kojeistoa voidaan syöttää kahta eri kautta: muuntajakenttä T1:n kautta, joka on kytketty kennoon H02 tai kennoon H01 kytketyn muuntajakenttä T2:n kautta. Lisäksi kiskostoa on mahdollista syöttää Generaattorilähdön H03 kautta.



Kuva 7. 10 kV Keskijännitekojeisto

5.3.1 Mittaus H01

Mittauskennon H01 on kuvassa 7 vasemmanpuoleisin ja sen kennossa on ABB:n monitoimirele REF615, jännitemittari ja jännitteen valintakytkin, maadoituksen lukituksen vapautuskytkin, maadoituksen ohjauslaite, jännitemuuntaja, maadoituskytkin ja jännitemerkkivalot. Monitoimireleet on kytketty väylään ja sitä kautta sähköasema-automaatioon. Automaatiota esitellään kappaleessa 5.5 Microscada.

5.3.2 Syöttö H02

Syöttöön H02 on kytketty muuntajakenttä T1. Lähdön suojaukseen käytetään kuvan 8 ABB:n monitoimirelettä REF615 ja tehomittaukseen Nemo 96 HD+ mittalaitetta. Etupaneelissa on myös katkaisijavaunun ja maadoituskytkimen lukitusten vapautuspainikkeet, katkaisijan ohjauspainikkeet, maadoituksen ohjauslaite ja jännitteen merkkivalot. Releeseen on liitetty tarvittavat mittaukset ja ohjaukset. Mittausta ja ylivirtasuojausta varten on liitetty virtamuuntajat ja maasulkusuojausta varten on kaapelivirtamuuntaja, katkaisija katkaisijavaunussa, maadoituskytkin ja kaapelipääte.



Kuva 8. Monitoimirele ABB REF615

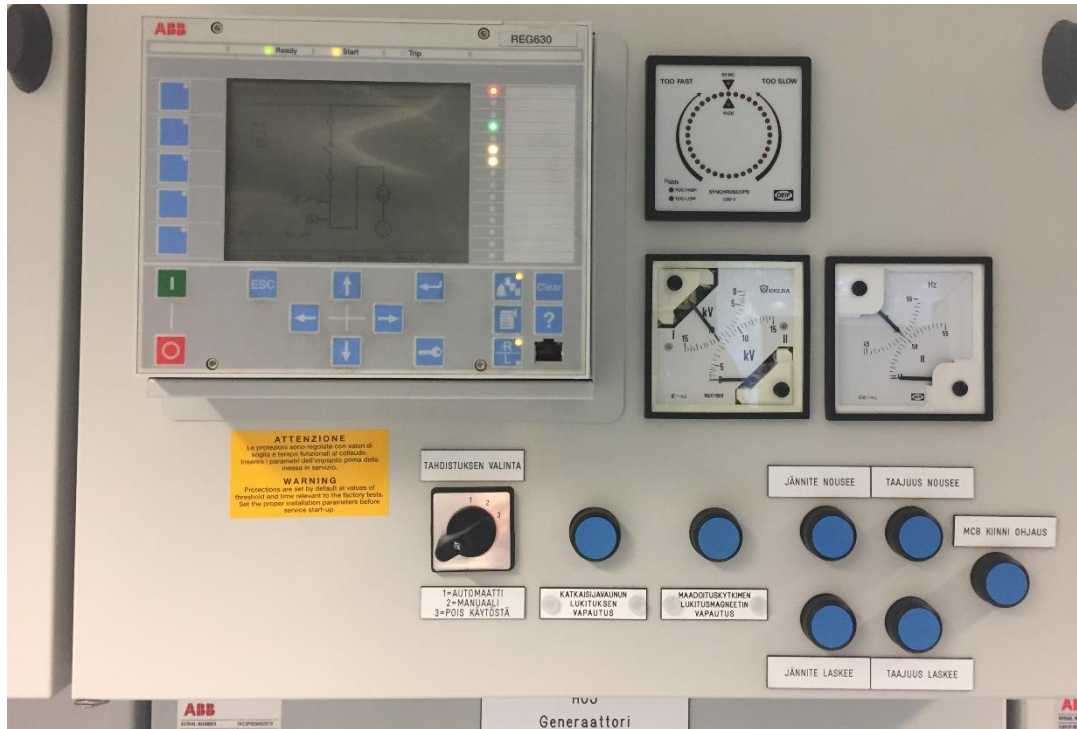
Monitoimirele ohjaa kuvassa 9 esitettyä ABB Vmax/SEC 12.06.16 tyhjökatkaisijaa suojausasettelujen mukaisesti. Tyhjökatkaisija mahdollistaa virran katkaisun vikatilanteessa ilman, että kytkentäpinnat vaurioituisivat valokaaren vuoksi. Lähdetä voidaan seurata ja ohjata paikallisesti tai etänä.



Kuva 9. ABB Tyhjökatkaisija

5.3.3 Generaattori H03

Kuvassa 10 esitetään Generaattorilähtö H03:sta. Lähtöä syöttää varavoima dieselgeneraattori. Lähdön suojuksessa on tarkoitukseen soveltuva monitoimirele ABB REG630. Ohjauspaneelissa on katkaisijavaunun ja maadoituskytkimen vapautuspainikkeet kuten muissakin lähdöissä. Varavoimageneraattorille on oma operointipaneeli paikallisesti, mutta varavoiman kytkentää varten lähdössä on myös generaattorin etäohjaukseen laitteita. Näitä ovat tahdistusnäyttö, jännitetasojen mittaukset, taajuusnäytöt, jännitteiden ja taajuuksien säätöpainikkeet, tahdistuksen valintakytkin ja katkaisijan kiinniohjaus painike. Kennon sisällä on myös tarvittavat mittamuuntajat suojaletä varten, katkaisija katkaisijavaunussa, maadoituskytkin ja kaapelipääte.

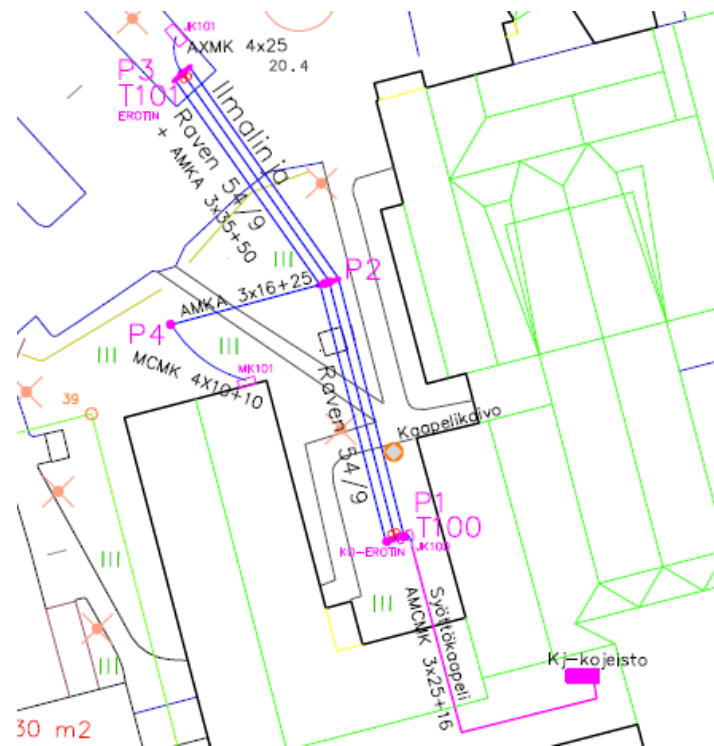


Kuva 10. Generaattorilähtö H03 ohjauspaneeli

5.3.4 Moottorilähtö H04

Moottorilähtö H04 on kuvassa 7 kolmas oikealta. Rakenteeltaan kaikki kolme H04-H06 ovat lähes identtisiä ja erot ovat monitoimireleen malleissa erilaisten kuormitusten vuoksi. Moottorilähtöä suojaa ABB:n monitoimirele REM615. Ohjauspaneelissa on maadoituskytkimen ja katkaisijavaunun lukituksen vapautuspainikkeet sekä maadoituksen ohjauslaitteisto. Katkaisija on ABB Vmax tyhjökatkaisija. Lähdön suojaus on suunniteltu ja toteutettu teollisuuden 10 kV moottorikäyttöä varten. Ohjaus- ja suojaustoiminnot vastaavat 6 ja 10 kV sähkömoottoritoteutusta teollisuuslaitoksissa, mutta käytännössä lähtöön on liitetty 400 V sähkömoottori, joka on asennettu testaushuoneeseen, jossa on mahdollista myös kuormittaa moottoria.

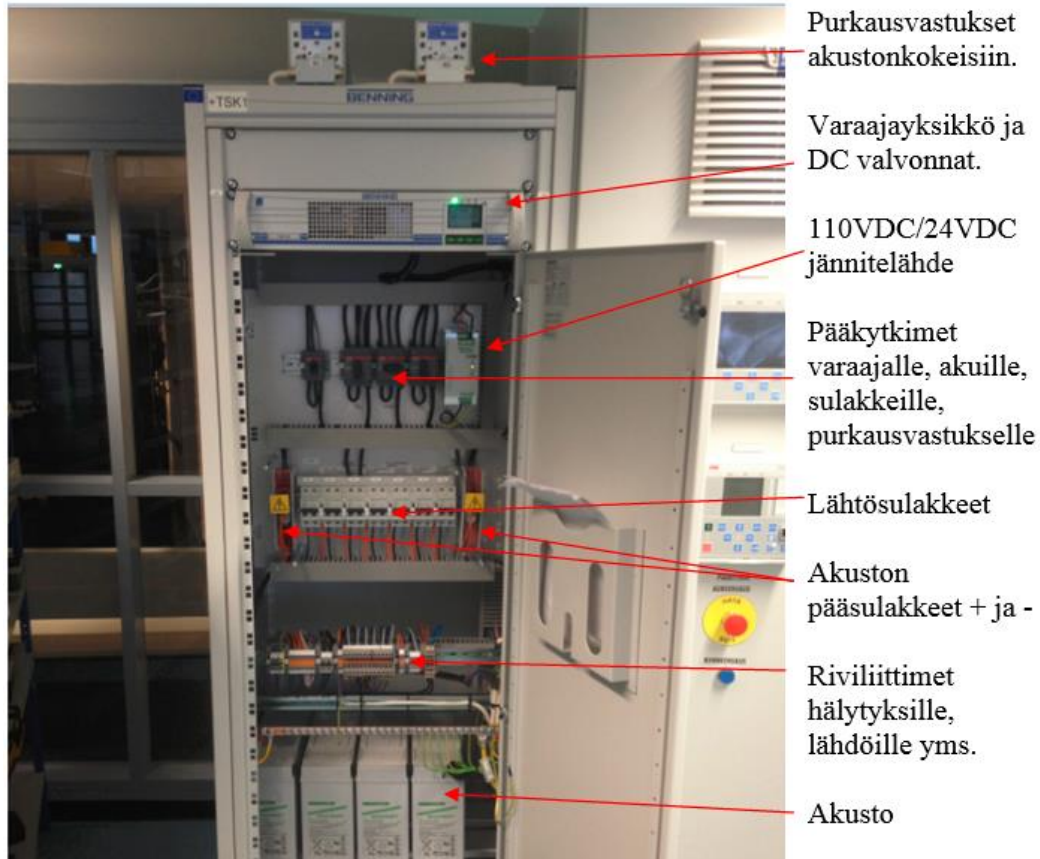
suojaustoiminnot on suunniteltu ja toteutettu sähköjakeluverkon ilmajohtolähtöä vastaavaksi. Todellisuudessa kojeisto syöttää lähtöä 400 V jännitteellä ja pylväsmuuntajalla 0,4/20 kV jännite nostetaan 20 kV jännitetasolle avojohtoihin. Avojohtojen toisessa päässä syötetään pylväsmuuntajaa, joka syöttää AMKA-linjaa, josta syöttö on toteutettu MCMK-kaapelilla mittauskeskukseen.



Kuvio 8. Ilmajohtolinjan pääkaavio (Kreivi 2013)

5.4 Tasasähkökeskus

Demolaitteiston apujännitesyötöt tulevat kahdesta eri keskuksessä. 400 VAC syötetään keskuksessa NK102/A03 ja 110 VDC tasasähköä syöttää TSK1 keskus. Tasasähkökeskus on esitetty kuvassa 11. Tasasähkökeskuksen tehtävänä on toimia 110/10 kV demolaitteiston ja 10 kV kojeiston varmistettuna sähkönsyötönä. Keskuksessa oleva akusto varmentaa kojeistojen ohjaussähkön saanti, jos varsinainen apusähkön syöttö jostain syystä keskeytyy. Keskus syöttää demolaitteistolle myös 24 VDC jännitettä.



Kuva 11. Tasasähkökeskuksen laitteet (Mannonen 2014)

Kuvassa 11 on esitetty tasasähkökeskuksen rakennetta. Keskuksen koekuormitusta varten on asennettu kaksi kuormitusvastusta keskuksen päälle, koska kuormituksen aikana ne tuottavat lämpöä. Näin ehkäistään turhaa lämpötilan aiheuttamaa laitteiston kuormitusta ja mahdollisen lämpötilan nousun aiheuttamaa jäähdystarvetta.

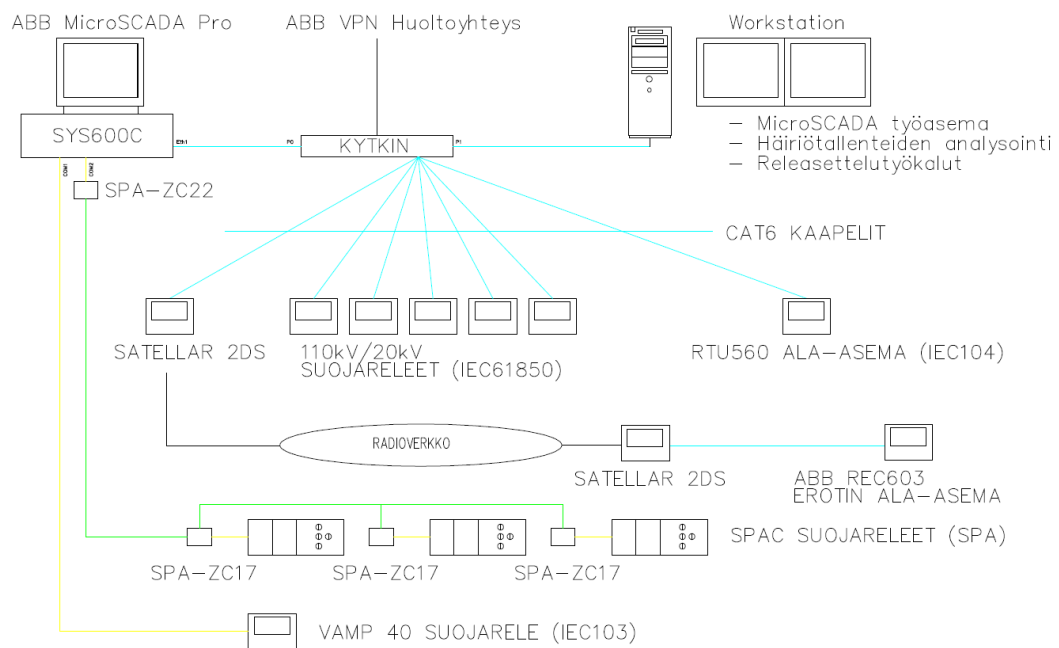
5.5 Microscada

Scada (Supervisory Control And Data Acquisition) on käytönvalvontajärjestelmä ja tehtävänä on sähkönjakeluverkon reaaliaikainen valvonta. Järjestelmän tärkeimmät toiminnot ovat:

- tapahtumatietojen hallinta
- verkon kytkentätilanteen hallinta

- kauko-ohjaukset
- kaukomittaukset
- kaukoasettelut
- raportointi. (Lakervi & Partanen 2008, 235.)

Kuviossa 9 on esitetty oppimisympäristön sähkölaitosvalvomon kaukokäyttäjärjestelmän toimintakaavio.

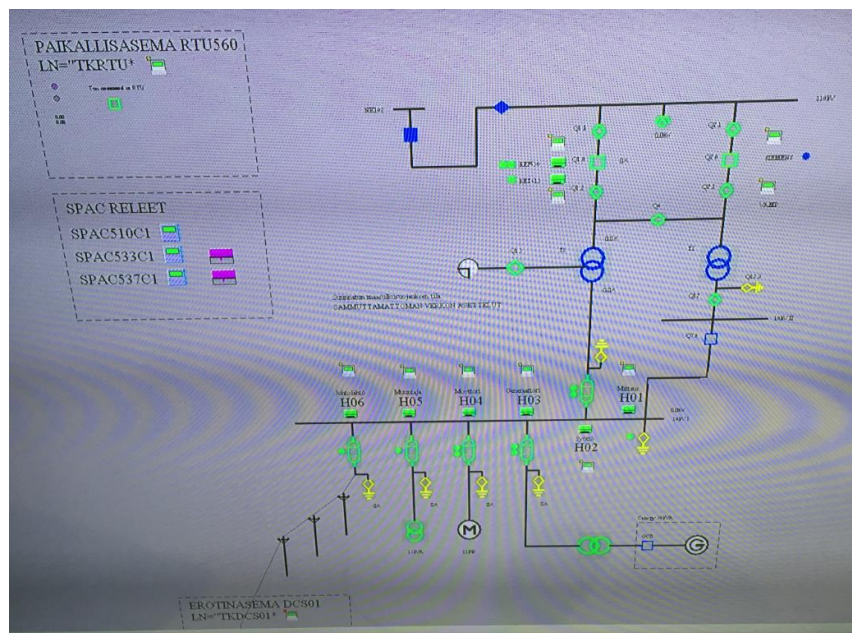


Kuvio 9. Kaukokäyttäjärjestelmän toimintakaavio (Rita 2009)

Scada tietojärjestelmä sisältää varmennetut tietokoneet, sovellusohjelmat, korkeatasoiset käyttöliittymät ja liittymät tiedonsiirtojärjestelmiin. Järjestelmä toimii sähkönjakelun prosessitietokoneena, jolla saadaan reaaliaikaista tietoa järjestelmän tilasta ja voidaan ohjata kriittisiä toimintoja. Prosessin tärkeyden vuoksi sen luotettavuusvaatimukset ovat erityiset ja järjestelmän tulee toimia silloinkin, kun kaikki muut toiminnot ovat häiriintyneet. Esimerkiksi silloin, kun pitkä sähkökatko aiheuttaa myös tietoliikenneyhteyksiin häiriöitä. Scadan ominaisuuksia ovat kahdennetut tietokonelaitteistot, jotka ovat kuumakytettyjä. Jos toinen laitteisto viikaantuu, niin toinen ottaa hallinnan ilman viivettä ja toiminta on varmistettu myös

sähkökatkon aikana UPS-laitteistolla (Uninterruptible Power Supply). UPS-laitteisto syöttää kriittisiin toimintoihin sähköä akustosta, joka on suunniteltu kattamaan myös pitkät sähkökatkot. Scadan tietokannoissa sähköasemat ja niiden laitteistot ovat tarkasti kuvattuina, mutta verkkojen kuvaukset ovat yleisluontoisia. (Lakervi & Partanen 2008, 236.)

Kuvassa 12 on esitetty oppimisympäristön Microscadan jakeluverkko. Näytöllä on jakeluverkon tärkeimmät tilatiedot ja esimerkiksi kauko-ohjaukset voidaan tehdä tältä näytöltä, jos suojausasettelut sen sallivat. Jakeluverkon kuvaus on yleisluontoinen, koska tarkkaa kuvausta ei tarvita. Kokonaisuuden hahmottaminen on helpompi ja verkon tilasta saa käsityksen yleissilmäyksellä.



Kuva 12. Valvomon näyttökuva Microscadalta

Ohjaavana järjestelmänä Scadassa on kattavat tiedot suojarелеiden, vianilmaisimien ja käämikytkimien toiminnoista sekä kytkinlaitteiden tilamuutoksista. Verko- ja tapahtumatietojen avulla voidaan pitää ajantasaista tietoa jakeluverkon kytkenätilasta. Kauko-ohjauksessa olevien kytkinlaitteiden tilatiedot saadaan automaattisesti Scadan omista toiminnoista, mutta käsin ohjattavien kytkinlaitteiden tilatiedot eivät välity järjestelmään, vaan ne on syötettävä käsin. Turvallisuuden kannalta jakeluverkon kytkenätilan hallinta on tärkeää ja olisi kohtalokasta menettää hallinta esimerkiksi suurhäiriön aikana. Kauko-ohjaustoimintojen

avulla voidaan ohjata sähköasemilla ja verkossa olevia kauko-ohjattavia kytkinlaitteita auki ja kiinni sekä sähkökäyttäjien kuormituksia. Kaukomittauksessa on yleensä kiskojännitteen ja keskijännitelähtöjen virtamittaukset. Suojareleiden asetteluarvot ja niiden mitaamat vikavirrat voidaan siirtää valvomoon, jos kyseessä on mikroprosessorirele. Releiden asetteluarvot voidaan myös muuttaa kaukoasettelun avulla. (Lakervi & Partanen 2008, 236.)

6 10 KV:N KOJEISTON HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

6.1 Sähköasemien kunnossapito yleisesti

Sähköaseman tarkastukset ovat enimmäkseen silmämääräisiä, niiden yhteydessä voidaan tilanteen salliessa tehdä pienempiä huoltotöitä. Tarkastukset, huollot ja valvontatoimet vaihtelevat aseman ominaisuuksien mukaan. Laitteiston tyyppi, koko ja sen tärkeys ovat näistä eniten merkitseviä. Seuraavaksi käsitellään tyypillisimpien 110/20 kV sähköasemien tarkastuksia. Vastaavia tarkastuksia voidaan soveltaa myös muille 10-110 kV:n jännitealueen kytkin- ja muuntoasemille. Tehtävien tarkastusten ajankohdan suhteen pyritään siihen, että harvemmin esiintyvät tehtävät tehdään samaan aikaan useammin toistuvien kanssa. Ajankohta ja tiheys riippuu työtehtävän kohteesta. (Vanha 2012, 52.)

Yleiset huolto- ja tarkastusvälit ovat jaettu seuraavasti:

- viikko (a/52)
- kuukausi (a/12)
- kaksi kuukautta (a/6)
- puoli vuotta (a/2)
- kaksi vuotta (2a)
- neljä vuotta (4a)
- kahdeksan vuotta (8a). (Sener 1992, 1.)

Aikavälisuositusten lisäksi täytyy myös huomioida laitevalmistajien suosittelemat huoltovälit, laitteiden käyttöolosuhteet, toimintojen määrät ja laitteiston tärkeys, jolloin huoltovälit voivat poiketa näistä suosituksista. (Sener 1992, 1)

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi yleisesti sähköasemilla tarkastettavia kohteita, huomioimatta tarkastuksen ajankohtaa. Tarkastusvälien määrittämisessä voidaan käyttää apuna liitteen 7 huoltovälisuositustaulukkoa, jossa on myös määritelty tarkemmin sähköasemien kunnossapidon kohteet.

Sähköaseman tarkastus koskee kokonaisuutta, jolloin pyritään huomioimaan kaikki aseman toimintaan vaikuttavat seikat. Tarkastus alkaa jo läheisyyteen tultaessa. Ensimmäinen huomioitava seikka on ulkolämpötila, joka vaikuttaa tarkastettavien kohteiden mittaustuloksiin. Esimerkiksi SF-kojeiston paine muuttuu lämpötilan muuttuessa. Aseman ympäristössä huomioidaan portit, aidat, lukot, varoituskilvet, aitojen maadoitukset, ovet, ulkovalaistus, sekä rakennuksen ja ympäristön yleinen siisteys. Aidoissa ei saa olla liian suuria rakoja alapuolella, eikä elementtien välissä. Mittoja ja etäisyyksiä tarkkaillaan myös ympäristön suhteen, ettei vaaratekijöitä ole tullut luonnollisesti, kuten puuston kasvua tai maasortumia. (Vanha 2012, 53.)

Itse rakennuksen tarkastuksessa tärkeitä tarkastuskohteita ovat paineenpurkausaukkojen toiminta ja niiden siisteys. Mahdollisen vikatilanteen ylipaineen purkautuminen on ensiarvoisen tärkeää. Rakennuksen tarkastuksessa on huomioitava myös kaikki kiinteistötekniiset ominaisuudet, kuten ilmastoinnin ja lämmityksen, paloilmoituslaitteiston toimivuus, sekä kaapeliläpivientien, alkusammutuslaitteiden ja ensiapuvälineiden asianmukaisuus. Mahdolliset kosteusvauriot on myös tarkastettava ja kirjattava ylös, jotta vaurion etenemiset eivät jää huomiotta. Aseman työturvallisuuteen liittyviä tarkastuskohteita ovat työmaadoitusvälineet, jännitteenkoettimet, työskentelysuojat, lukot, varoitustaulut, lippusiimat, piirustukset, sekä kaaviot joiden on oltava kunnossa, ajan tasalla ja oikeilla paikoillaan. (Vanha 2012, 53.)

Asemien sähkölaitteistojen tarkastuksien järjestys voidaan määrittellä kussakin tapauksessa olosuhteisiin sopivaksi tai johdonmukaiseksi. Kokonaisuuden läpikäynnissä jatketaan 110 kV:n kojeistosta. Kojeiston tarkastuskohteita ovat katkaisijat laitteistoihin, perustukset ja kannatusrakenteet, kaapelipäätteet, erottimet, kiskostot, mittamuuntajat, ylijännitesuojat ja eristimet. Seuraavaksi voidaan tarkastaa muuntajan kunto jolloin tarkastuksen kohteita ovat liitokset, käämikytkimet, eristimet, tuulettimet, ilmankuivaimet ja suojalaitteet. Huomioitava on myös muuntajien varusteet, öljyjen määrät ja vuodot, sekä öljykuopat. Harvemmillä taajuuksella tapahtuvia tarkastuksia ovat muuntajan huolto, öljy- ja kaasunäytteiden analysointi sekä kondensaattorien läpivientien mittaukset. Aseman mahdollinen omakäyttömuuntaja täytyy myös tarkastaa. Sähköaseman komponenttien

maadoitusten kunnon valvonta ja mittaukset kuuluvat tarkastettaviin kohteisiin. (Vanha 2012, 54, 56.)

Kuvassa 13 on esitetty Pyhäkosken voimalaitoksen päämuuntajan kosteudenpoistopatruuna. Patruunan helmet vaihdetaan yleensä, kun yli puolet helmistä on kostunut. Kostuessaan helmet vaihtavat väriä ja patruunan sivuilla on tarkastusaukkoja värin toteamista varten.



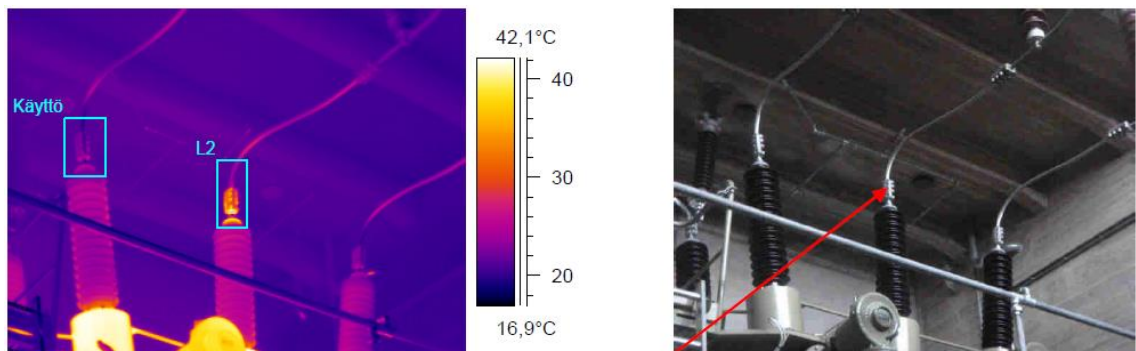
Kuva 13. Pyhäkosken vesivoimalaitoksen päämuuntajan kosteudenpoistopatruuna

Keskijännitekojeistoon kuuluvat kiskotot, kennovalaistukset ja rakenteet, kuten ovet, luukut ja valokaarien aiheuttamien ylipaineiden purkausluukut. Tarkasteltaviin kuuluvat myös erottimet, katkaisijat, kaapelipäätteet, mittamuuntajat ja kompensointiin liittyvät laitteet, joiden tarkastus on lähinnä liitoksien, vuotojen, eristimien ja kosketuspintojen tarkastuksia ja puhdistuksia. Erottimien ja katkaisijoiden toiminta on ensiarvoisen tärkeää, joten niiden toiminnan testaus pyritään suorittamaan säännöllisin välein. (Vanha 2012, 54.)

Sähköaseman lähtöjen suojaamiseen käytetään erilaisia suojareleitä, joille suoritetaan määräaikaistarkastuksia, sekä laukaisu- ja hälytystoiminto testejä. Nämä

kuuluvat harvemmin tehtäviin tarkastuksiin, joiden aikavälit voivat vaihdella laitteesta riippuen. Esimerkkinä releiden tarkastus- ja koestusaikaväli on enintään 3 vuotta, jos releessä ei ole itsevalvontaa ja itsevalvonnalla varustetun releen aikaväli on enintään 6 vuotta. Aseman hälytyspiirien ja kaukokäyttöyhteyksien toiminnan kokeilut kuuluvat myös tarkastettaviin kohteisiin. Aseman laitteistoista riippuen tarkastettavia ovat erilaisten apusähkölaitteiden sekä laitteisiin liittyvien välineiden tarkastukset ja seurannat. Edellä mainituissa seurataan muun muassa nestepintojen korkeutta akustoissa ja tehdään kapasiteettikokeita. Tasasuuntaajalaitteistoista tärkeitä ovat virta-arvot ja latausjännitteet. Myös laitteiden suoja- välineet tulee tarkastaa. (Vanha 2012, 55-56.)

Yksi sähkölaitteiston kunnonvalvontamenetelmä on lämpökuvauus. Kuvassa 14 esitetyn Pyhäkosken vesivoimalaitoksen päämuuntaja 1:n löysä liitos L2 erottuu kuvasta kuumana pisteenä. Lämpökuvauksen etuina on, ettei sen tekemiseen tarvita keskeytyksiä ja sen avulla voidaan ehkäistä laitteistovaurioita ja hallitsemattomia tuotannon keskeytyksiä. Lämpökuvauus tehdään yleensä talvisaikaan ja kerran vuodessa. Tällä tavoin nähdään kovimman kuormituksen aiheuttamia lämpötilan nousuja ja minimoidaan myös ympäristön aiheuttamia virheellisiä lämpötilan vaihteluita.



Kuva 14. Pyhäkosken voimalaitoksen päämuuntajan kuuma piste. (ETAB 2017)

6.2 Keskijännitekojeiston huoltokohteet

Keskijännitekojeiston kuntoa valvotaan käytön aikana, sekä määrävälein tehtävien tarkastusten avulla. Käytönaikaista kunnan valvontaa tehdään aistien perusteella, jossa tarkastellaan puhtautta, ulkoisia muutoksia sekä sitä, tuottaako kojeisto purkauksille ominaista ääntä ja onko tilassa otsonin hajua tai pimeässä näkyviä välähdyksiä. Seuraavissa kappaleissa käsitellään yleisesti keskijännitekojeiston huoltokohteita ja huoltokohteita on esitetty tarkemmin liitteessä 7 Sener Huoltovälisuositukset. Huoltotöiden suorittamisesta on tarkemmin liitteessä 2 ABB Unisec huolto- ja käyttöohjeessa. (ABB 2010.)

Kojeiston ympäristö on lähtökohta kojeiston toimintakunnossa pysymiselle. Ympäristön viat voivat aiheuttaa hyvin nopeankin ja vakavan vikaantumisen itse kojeistossa ja sen jakelussa. Esimerkiksi rakennuksen kattorakenteessa olevat pienetkin heikkenemisen merkit, kuten vuodot täytyy huomioida ja arvioida sen aiheuttama riski. Kojesta tukevat rakenteet kuten, lattia täytyy myös tarkastaa. Yleisiä ympäristön riskejä ovat likaisuus, kosteus ja halkeamat. Halkeillut lattia voi rasittaa kojeiston rakennetta. Kosteus, likaisuus tai pahimmassa tapauksessa seisova vesi voivat aiheuttaa koko kojeistossa korroosiota ja valokaaren vaaraa.

Kojeiston rakenne on yleensä kennokeskusmalli. Kokoonpano tehdään lattian päälle osista, ja siten sen rakenne saadaan tukevaksi suhteessa ympäristöön. Jos ympäristössä tapahtuu muutoksia, kuten esimerkiksi lattia on haljennut asennuksen jälkeen, jolloin halkeama tarkoittaa, että lattian osat ovat liikkuneet toisistaan pois päin ja mahdollisesti eri tasoon, jolloin kojeiston rakenne on rasituksessa. Yleensä tällaisen muutaman pienemmän rasituksen aiheuttama riski on pieni, mutta useamman vian yhteisvaikutuksesta on vikaantuminen todennäköisempää. Kojestossa kiskosto on kytketty useampaan kennoon, jolloin keskuksen ulkopuolen rasitukset voivat vaikuttaa sen kiinnityksiin ja eristimiin.

Kojeiston rakenteesta tarkastellaan myös maalipintojen korroosiovaurioita ja likaisuutta. Mekanismit kuten katkaisijavaunun toiminta, ovien kunto ja niiden tiiveys, lukitsimien toiminta, ohjaustangot, kontaktipinnat ja vaunukiskot kuuluvat myös huoltokohteisiin. Kojeiston laitteistossa huoltokohteita ovat mittamuuntimet,

kondensaattorit, ylijännitesuojat, erottimet, katkaisijat, suojareleet, kytkimet, lukitukset, signaalilähteet sekä lisä- ja apulaitteet, kuten akusto. Katkaisijan ja suojareleen huollot ovat erittäin tärkeitä, koska ne ovat suojauksen kannalta tärkeimmät laitteet. Niiden toimimattomuus vikatilanteessa voi johtaa mittaviin vahinkoihin. Apulaitteistot, kuten akusto ja sen ylläpitolaitteet kuuluvat huollettaviin kohteisiin. Lisäksi huollettavia kohteita ovat kaapelipäätteet, liitokset, eristeet ja kiskot. (ABB 2010, Sener 1992.)

6.3 Huolto- ja kunnossapito-ohjeen määrittäminen opetuslaitteistolle

Huolto- ja kunnossapito-ohjeen määrittämisessä on huomioitu asiakkaan toiveet, valmistajan luovuttamat käyttö- ja huolto-ohjeet, Senerin määrittelemät huolto-kohteet ja käyttöympäristön normaalista poikkeava rasitus. Opetusympäristön sähkölaitteille voi tulla vuodessa sama määrä toimintokertoja kuin todellisessa jakeluverkon käytössä olevalle laitteelle koko elinkaaren aikana. Opetusympäristössä merkittävimpiä vikaantumiskohteita ovat kiskokatkaisijat ja niiden käytössä tarvittavat mekanismit. Laitteiston vikahistoriaa on myös käytetty huoltojen tarpeellisuuden ja jaksotuksen määrittelyssä.

Tiedon etsiminen opetuslaitteiston käyttö- ja huoltotoimenpideohjeita varten aloitettiin valmistajan käyttö- ja huolto-ohjeita tarkastelemalla. Valmistajan ohjeet todettiin kuitenkin olevan liian yleispäteviä tukemaan opiskelijoiden suorittamia käyttötöitä. Tästä syystä päädyttiin tekemään tarkempi ohjeistus kojeiston operointia varten. Opetuskäytön laitteistojen pääkäyttäjät eli opiskelijat eivät yleensä ole käyttäneet kyseisiä laitteita tai edes vastaavia, jolloin laitteiden operointiohjeiden pitäisi olla riittävän selkeät ja seikkaperäiset turvalliseen työskentelyyn. Tavoitteeksi muodostui tuottaa sellainen ohje, jolla opiskelija pystyisi suorittamaan toiminnot ja ymmärtämään tekemänsä.

Eri lähestymistavoista päädyttiin käytännönläheisimpään toteutukseen. Kojeston käytiin ensin läpi pääpiirteittäin ja otettiin kojeisto huoltotilaan arviointia varten. Kojeston ollessa auki saatiin arvioitua millaisia huoltotöitä oppilasvoimin olisi jär-

kevää tehdä. Kojeiston ollessa auki todettiin, että kiskoston esiin saamiseksi jouduttaisiin purkamaan kojeiston rakenteita suurelta osin. Tästä syystä kojeiston kiskosto jätettiin pois huoltokohteista, eikä sitä sisällytetty operointiohjeeseen. Kuntoa valvotaan kuitenkin käyttötesteillä ja tarpeen vaatiessa korjaustoimenpiteet suoritetaan valmistajan ohjeistuksen mukaan. Kojeiston aukaisun aikana huomattiin myös lukituskaaviossa oleva puute, jonka vuoksi kojeistoa ei saatu aluksi ollenkaan operoitua. Alkuperäinen lukituskaavio on esitetty liitteessä 3 ja korjausehdotus liitteessä 4. Puutteen päivitykset sähköpiirustuksiin päätettiin sisällyttää opinnäytetyöhön. Kaikki työvaiheet valokuvattiin ja dokumentoitiin, jotta ohjeistuksesta saataisiin riittävän selkeä. Ohjeet päädyttiin tuottamaan myös siihen muotoon, että niitä voidaan päivittää käytön aikaisten kokemuksien myötä ja hyödyntää muiden työvaiheiden ohjeistuksessa. Koska käyttäjät vaihtuvat usein, käyttöpäiväkirja katsottiin myös aiheelliseksi tehdä, jotta mahdolliset viat tulisivat kirjattua korjausta varten. Tähän asti viat ovat jääneet huomiotta, eikä vikaa ole aina tiedetty korjata.

Käytännön läheinen perehtyminen kojeistoon antoi tarvittavat lähtötiedot huoltokohteiden määrittelyä varten. Tarkempaa erittelyä kohteista saatiin valmistajan huolto-ohjeista ja Senerin julkaiseman sähköasemien yleiset kunnossapito-ohjeet-kirjasta. Lähteiden pohjalta määriteltiin kojeistossa olevat huoltokohteet ja muodostettiin Excel-taulukko toimenpiteiden dokumentointia varten.

6.4 Huolto-ohjelman esittely

Kunnossapidollisesti noudatetaan opinnäytetyössä luotua Excel-taulukkoa, jossa on lueteltu huollettavat kojeistot, huollettavat kohteet ja huoltoaikataulut. Huoltovälien määrittelyssä huomioitiin mahdollisuus käyttää tulevaa materiaalia opetus-käytössä ja laitteiston normaalista poikkeavaa rasitusta sekä huoltotöihin perehdytettyjen vuosikurssien ja kojeistojen määrää. Tarkoituksena on päivittää ohjeita käytännön tuomien huomioiden myötä. Huoltotöiden valmisteluiden tekemiseen luotiin ohje Keskijännitekojeiston huolto- ja toimintakuntoon saattaminen ja itse huoltotöissä toimitaan laitevalmistajan ohjeiden ja huolto-ohjelman mukaan.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää keskijännitekojeistolle huoltotyötä varten ohjeistus ja kunnossapitoa varten huolto-ohjelma. Tarkoituksena oli myös käyttää tuotettavaa materiaalia oppilaiden laboratoriotöissä ja operointiohjeena huoltotöiden suorittamisessa. Työn tuloksena saatiin selkeä ohje, kuinka kojeistoa käytetään, aikataulu huoltotöitä varten sekä huoltokohteista luettelo. Lisäksi tehtiin korjauksia kojeiston piirustuksiin ja ne huomioidaan myöhemmin myös muiden kenojen osalta.

Hyvänä puolena oli mielestäni, että opinnäytetyön aikana pääsin tutustumaan tarkemmin laitteisiin, joista minulla ei ollut aiempaa kokemusta. Normaalin opetuksen aikana laitteita käytettiin lähinnä pintapuolisesti, eikä mielestäni niiden todelliseen rakenteeseen tai toimintoihin voitu opetuksen aikana perehtyä riittävästi. Tämä johtuu osittain siitä, että opetuksen tuntimääriä on vähennetty jo pitemmän aikaa ja annettu enemmän vastuuta tiedonhausta opiskelijalle itselleen. Aiheen mielenkiintoa lisäsi myös työpaikkani Oulujoen voimalaitosten parissa, joissa on käytössä erilaisia keskijännitekojeistoja useammassa eri laitoksessa. Opinnäytetyön aikana sain myös arvokasta tuntemusta kokonaisuutena sähköaseman huolto- ja kunnossapitotöitä ajatellen.

Työn aikana kävin läpi kattavasti alaan liittyviä julkaisuja kuten ST-kortistoa, Tukes ohjeita, standardeja, määräyksiä ja sähköturvallisuuslakia. Katsaus antoi hyvän tuntuman turvallisuusnäkökohtiin ja toimintatapoihin kyseisiä laitteita ajatellen.

Työstä rajattiin pois huoltotehtävien ohjeistus, jotka jätettiin valmistajan ohjeiden pohjalta tehtäväksi ja on esitetty liitteessä 2. Esimerkiksi reletestaus on itsessään niin laaja, että siitä voidaan tehdä opinnäytetyö. Tiedonhaun yhteydessä teetti paljon työtä pysyminen aiheen rajauksen piirissä, koska materiaalit sisälsivät paljon mielenkiintoista asiaa tähänkin työhön liittyen. Toisinaan se johti sivuraiteelle työn etenemisen suhteen. Toinen merkittävä haaste, oli työn tekeminen normaalin päivätyön ohessa. Kun etäisyydet ovat lisäksi pitkiä, niin vuorokaudessa ei aina ollut riittävästi tunteja. Toisaalta opinnäytetyön ansioita olen voinut soveltaa

hankittua tietoa omissa työtehtävissä ja päässyt tarkastelemaan erilaisia toteutuksia.

Työn tekemisessä onnistuttiin hyvin, joskin myöhässä aikatauluun nähden. Riittävän selkeä käyttöohje keskijännitekojeiston operointia varten saatiin tehtyä ja testattua käytännössä. Huoltokohteista saatiin tehtyä kattava luettelo ja kunnonvalvontaa varten suunnitelma. Tuotettava materiaali tehtiin muokattavaan muotoon, jolloin sitä voidaan jatkokehittää muiden laitteistojen ja kojeiston osien suhteen. Tämä työ toimii myös pohjana kojeiston muiden lähtöjen huoltotoimenpiteitä varten, koska kaikki kojeiston lähdöt ovat yhteydessä toisiinsa ja pitävät sisällään lukitusehtoja eri toimenpiteitä varten. Jatkotoimenpiteinä olisi tarpeellista luoda laitekohtaiset huolto- ja testausohjeet, joiden avulla oppilaat voivat perehtyä laitteiston toimintoihin. Kokemuksen avulla selkiytyvät monet teoriapainotteiset asiat.

Jälkeenpäin ajatellen olisi ollut helpompi lähteä tekemään työtä kokemuksen kautta eikä ensisijaisesti teoriapainotteisesti. Käytännön kokemuksen myötä olisi toissijaista tietoa osannut suodattaa ja työmäärä olisi ollut pienempi. Tässäkin on kuitenkin hyvänä puolena, että asia on tullut perusteellisemmin käytyä läpi ja todennäköisesti jää paremmin mieleen.

LÄHTEET

ABB 2007. TTT-Käsikirja 2000-07. Luku 13. Sähköasemat, kojeistot ja muuntamot.

ABB 2010. Unisec Käyttö- ja huolto-ohje. Keskiännitustuotteet.

ABB 2015. Disconnecting circuit breakers for space saving and enhanced substation. Viitattu 4.4.2015. www.dcbsubstations.com.

Antinaho, T. 2015. 110kV demokenttä ja muuntajavikojen simulointi. Lapin Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikka. Opinnäytetyö.

Elovaara, J. & Laiho, Y. 2001. Sähkölaitostekniikan perusteet. 4., jatkopainos. Helsinki: Valopaino Oy

ETAB Electric Oy, 2017. Voimalaitoksen lämpökuvausraportti.

Haveri, P. 2006. Kaupunkisähköaseman elinkaaren hallinta. Teknillinen korkeakoulu. Sähkö- ja tietoliikennetekniikka. Diplomityö.

Heikkilä, J. 2004. Sähköasema ja sen tärkeimmät laitteet. Verkkolehti 1/2004, 25. www.fingrid.fi/fi/ajankohtaista/Ajankohtaista%20liitteet/Yrityslahdet/2004/fingrid_1_04.pdf

Korpinen Leena 2017. Sähkön siirto- ja jakeluverkot. Viitattu 23.11.2017 www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf

Kreivi, J. 2013. Työselostus. Ilmajohtolähtö.

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. 1. Painos. Helsinki: Otatieto Oy.

Lapin AMK 2016. Aluekartta Kemi. Viitattu 9.11.2017 <http://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=b0df5f86-b3d7-4e1f-8570-1abfab7ad225>

Lapin AMK 2017a. Organisaatio. Viitattu 9.11.2017 <http://www.lapinamk.fi/fi/Esittely/Organisaatio>

Lapin AMK 2017b. Osaamisalat. Viitattu 9.11.2017 <http://www.lapinamk.fi/fi/Esittely#Osaamisalat>

Lapin AMK 2017c. Tunnuslukuja 2015. Viitattu 9.11.2017 <http://www.pohjoistatekoa.fi/fi/Tilinpaaatos-2015/Tunnuslukuja-2015>

Lappia 2017. Esittely. Viitattu 9.11.2017 <http://www.lappia.fi/lappia/esittely>

Mannonen, M. ABB 2013. 110 kV Kojeistokuvaus.

Mannonen, M. ABB 2014. 110 VDC Tasasähkökeskuksen käyttöohje.

Monni, M. 2002. Sähkölaitos asentajan ammattioppi 4. 4., uudistettu painos. Adato

Rita, O. 2009. Sähkölaitosvalvomon kaukokäyttöjärjestelmän toimintakaavio. ABB.

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016

SENER Sähkö ja energialiitto ry. 8/1992. Sähköasemien yleiset kunnossapito-ohjeet. Helsinki: Adato Energia Oy

ST 96.01. 2003. Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 96.02. 2002. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadinta. Espoo: Sähköinfo Oy.

STEK 2017. Sähköturvallisuusstandardit. Viitattu 10.11.2017
https://www.stek.fi/Sahkoturvallisuus/Sahkoturvallisuuden_vaati-mukse/fi_FI/Sahkoturvallisuusstandardit/

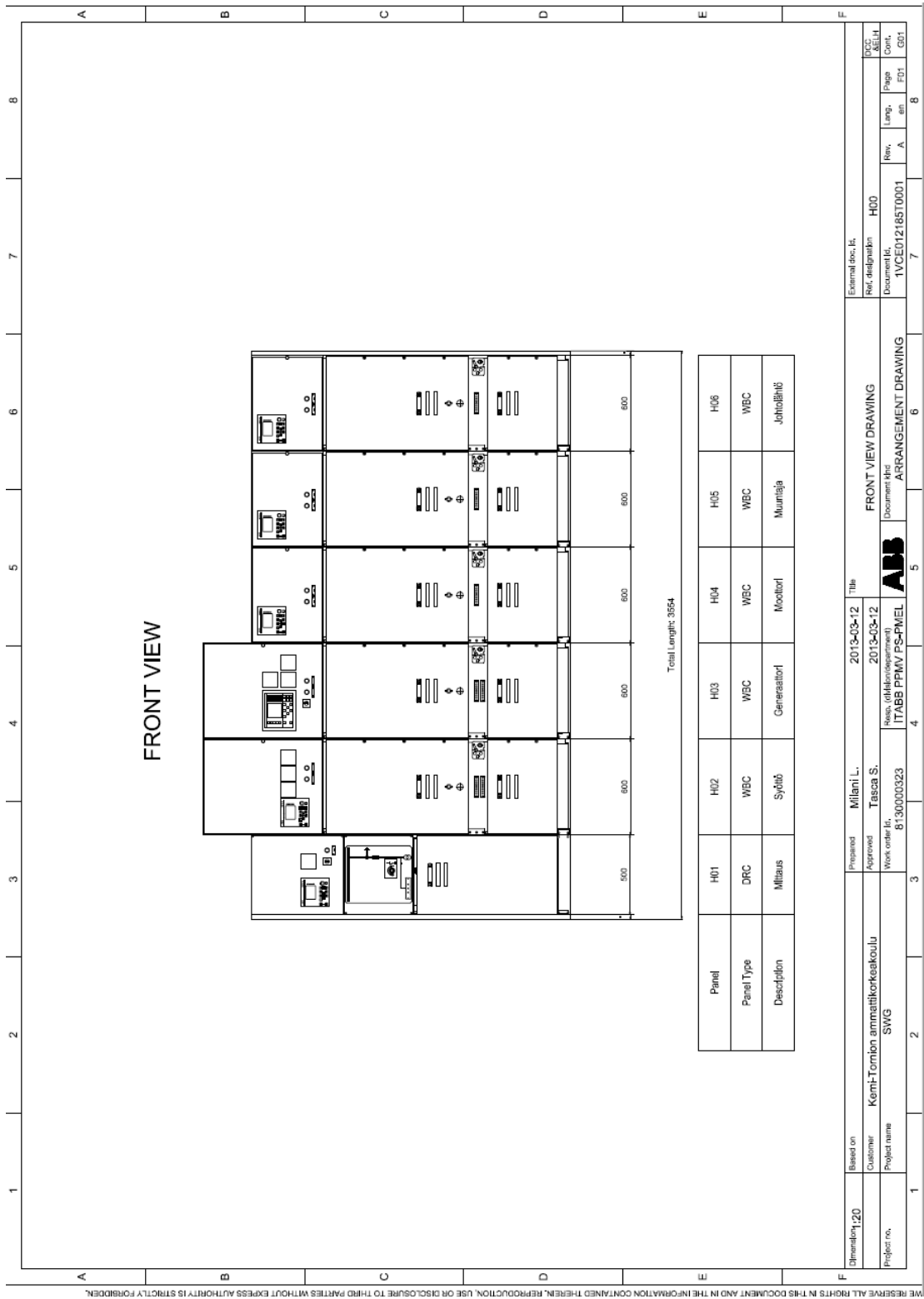
Tukes 2011. Tukes ohje S4. Viitattu 14.4.2018. <http://www.nurmijarven-sahko.fi/wp-content/uploads/TukesohjeS42011.pdf>

Tukes 2017. Sähkölaitteiston käytönjohtaja. Viitattu 14.4.2018. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkoalan-vastuuhenkilot-ja-urakointi/Sahko-laitteiston-kayton-johtaja/>

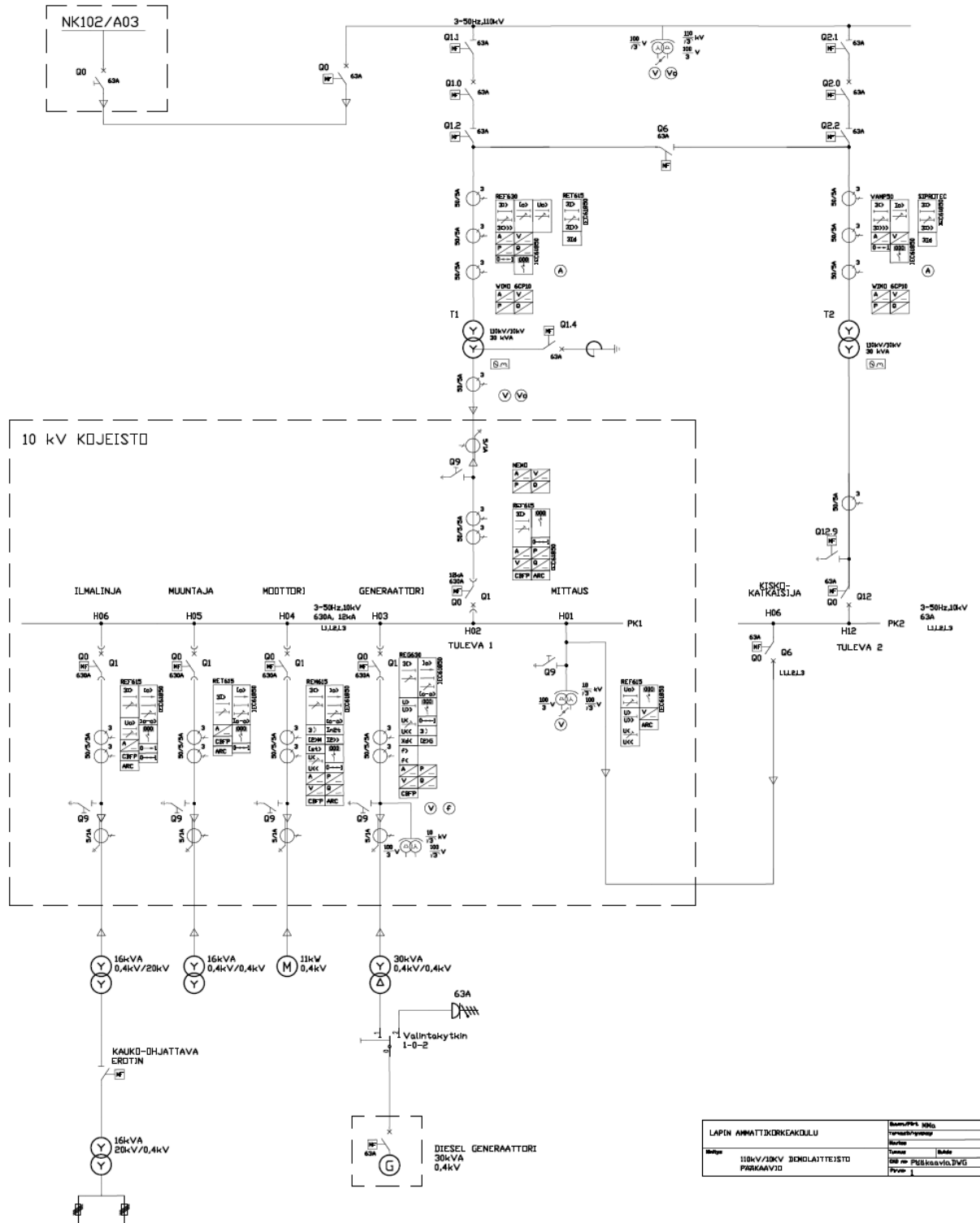
LIITTEET

- Liite 1. Luovutus piirustukset ABB UNISEC Keskijännitekojeisto 16.11.2017
- Liite 2. Unisec, Käyttö- ja huolto-ohje
- Liite 3. Alkuperäiset lukituskaaviot 110kV:n demokentälle ja keskijännitekojeiston johtolähdölle H06
- Liite 4. Keskijännitekojeiston johtolähdön lukituskaavion korjaus ehdotus.
- Liite 5. Ilmajohtolinjan pääkaavio, Kemin energia Oy
- Liite 6. Ilmajohtolähdön H06 suojauskaavio
- Liite 7. Huolto-ohjelma
- Liite 8. Huolto-ohje, Huoltotilaan ja toimintakuntoon saattaminen(luottamuksellinen)

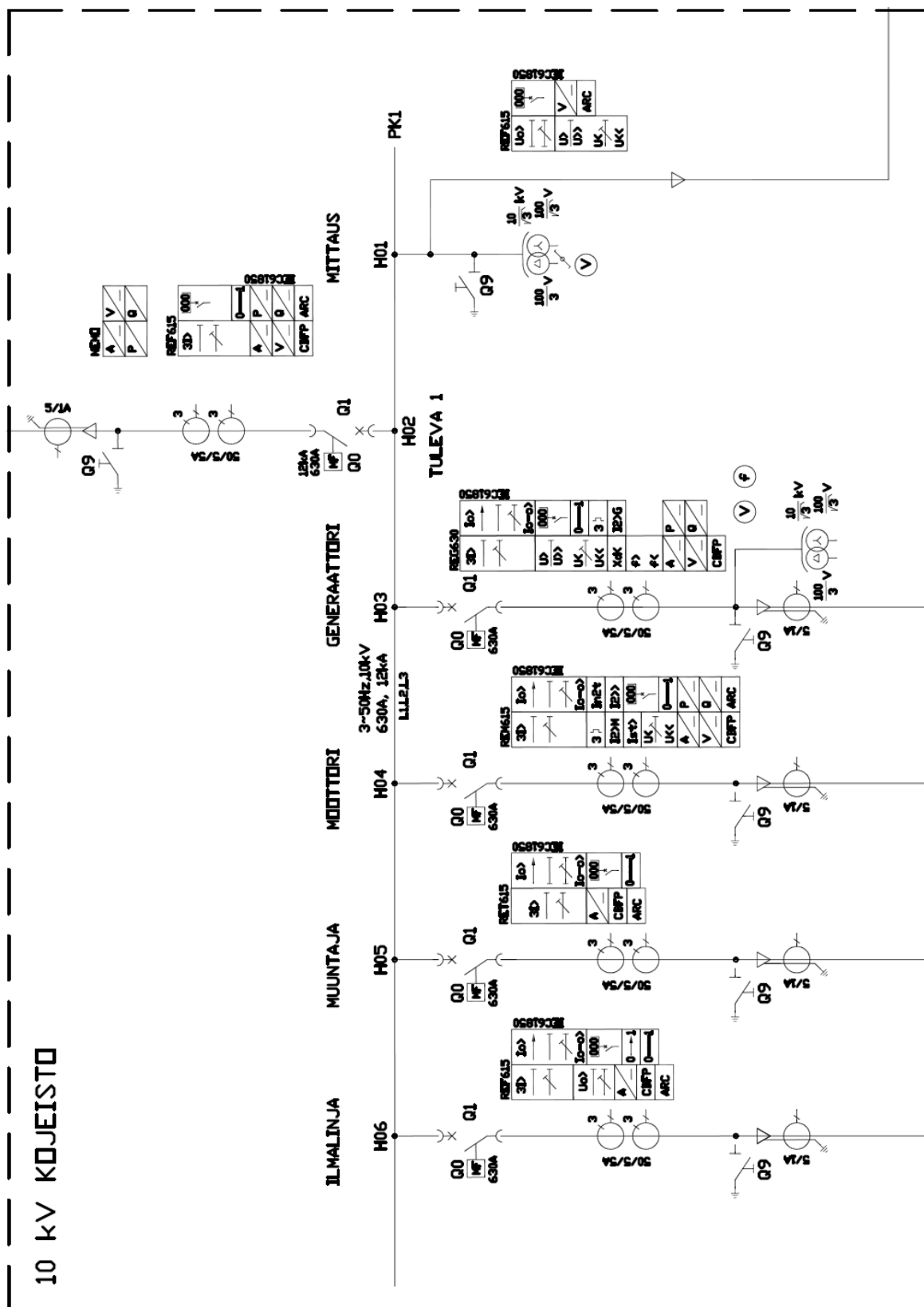
Liite 1. (1/3) Keskijännitekojeiston sijoituskuva (Sähkölaboratoriohankkeen luovutus piirustukset ABB UNISEC Keskijännitekojeisto 16.11.2017)



Liite 1. (2/3) 110kV/10kV Demolaitteiston pääkaavio (Sähkölaboratorionhankkeen luovutus piirustukset 16.11.2017)



Liite 1. (3/3) Keskijännitekojeiston pääkaavio (Sähkölaboratoriohankkeen luovutus piirustukset ABB UNISEC Keskijännitekojeisto 16.11.2017)



Liite 2. (1/2) Unisec käyttö- ja huolto-ohje

5. Käyttö ja huolto

5.1 Yleiset varoitukset



VAROITUS

Kiinnitä huomioita seuraaviin turvallisuus varoituksiin:

Kojeiston valmistelut turvalliseen huoltoon.

1. Varmista tapauskohtaisesti turvallisuusmääräykset paikalliselta sähkölaitokselta.
2. Varmista että maakohtaisia turvallisuusohjeita noudatetaan.
3. Varmista että kokoojakiskoissa tai kaapeleissa ei ole jännitettä ja sen kytkemisen ei ole mahdollista. Kauko-ohjaukset tulee myös olla estettyjä.
4. Ohjaa kuormanerotin auki ja sen jälkeen suorita maadoitukset.
5. Varmista että kaikki kojeet, kuten virtamuuntajat on irtikytketty

Tarvittavat työkalut

- Ruuvitaltta
- Käsityökalut 10mm ruuveille
- M10 (M8) momenttiavain
- Kuusiokoloavain 5, 6 ja 8mm.
- Pölynimuri
- Puhdistuliinoja
- Miedosti emäksinen puhdistusaine
 - Älä käytä trikloorietaania, hiilitetrakloridia tai mitään alkoholia jne. puhdistukseen
- Puhdasta vettä
- Nestemäistä silikonia
 - erikoistapauksissa, eristysosien pinnat voidaan peittää ohuella kerroksella nestemäistä silikoni kuten DC200/100CS tai vastaava
- Ohjekirjat
- Testilaitteet

Tarkastettavat asiat

- Tarkista että kojeistossa ei ole merkkejä osittaispurkauksista tai niistä johtuvista vaurioista.
- Kojeeistossa ei saisi olla merkkejä ylikuumentumisesta.
- Kaikkien osien tulee toimia kunnolla ja vikaantuneet komponentit on vaihdettava.

Huolto-ohjeet

Huollon tarkoituksena on pitää kojeisto ongelmattomassa käyttökunnossa ja taata mahdollisimman pitkä käyttöikä.

Huoltoon sisältyvät seuraavat seikat:

- Tarkastus: Todeellisen kunnan määrittäminen
- Huoltaminen: Määritetyn tilan säilyttämisen toimenpiteet
- Korjaus: Määritetyn tilan palauttaminen

Joidenkin laitteiden/osien (esimerkiksi kuluvien osien) tarkastus ja huoltovälit määräytyvät kiinteiden kriteerien mukaan. Niitä ovat esimerkiksi kytkentätilheys, käyttöikä ja katkaisutoimintojen lukumäärä. Toisaalta joidenkin osien tarkastus- ja huoltovälit voivat yksittäistapauksissa määräytyä esimerkiksi eri käyttötarkoituksen, kuormitusasteen tai ympäristöllisten vaikutustekijöiden mukaan.

Huoltotoimenpiteiden aikaväli määräytyy aina kojeiston käyttöolosuhteiden, useimmiten käyttötarkoituksen, virrankytkentätoimintojen, ympäröivän lämpötilan, saasteiden jne mukaisesti.

Unisec kojeistolle suositellaan normaaleissa käyttöolosuhteissa taulukossa 8 määriteltyjä huoltovälejä ja –toimenpiteitä. Vaativissa olosuhteissa (esimerkiksi alueilla, joilla paljon ilmaosaasteita) kaikille huoltotoimenpiteille suositellaan kolmen vuoden väliä.

Kuormanerotin 1 ja 2-jouset laitteet ovat huoltovapaita eivätkä vaadi voitelua.

Muut asiaan liittyvät käyttöohjeet

Kaikkien suoja- ja eristysosien toiminta tulee tarkistaa valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Katkaisijoiden kohdalla perehdy seuraaviin asennus- ja käyttöohjeisiin:

Tyhjökatkaisija: Tyyppi VD4/R	1VDCD600565 (VD4/R - VD4/L - VD4/UniAir - VD4/UniMix Installation and maintenance instructions 12...24 kV - 630...1250 A - 12...25 kA)
SF6 katkaisija: Tyyppi HD4/R	647021 (HD4 Installation and service instructions 12-40,5 kV - 630-3600 A - 16-50 kA)

Taulukko 7. Katkaisijoiden asennus- ja käyttöohjeet

Lisätietoja

Mikäli tarpeen lisätietoja on tarvittaessa saatavilla kojeisto-asennuksen teknisestä dokumentaatiosta (sisältäen kaikki sovitut käytön erityisehdot)

5.2 Huoltovälit

Suosittelemme suorittamaan huoltotoimenpiteet seuraavien väliajojen:

Suoritettu toimenpide	Ohjeen mukaisesti	Huoltoväli vuosina	Huoltoväli kytkentätoimintoina
Tarkastus	5.3	5 ²⁾	
Huoltotyöt	5.4	5 ³⁾	5 ⁴⁾
Korjaukset	5.5	Tarvittaessa	Tarvittaessa

- (2) Vaativissa olosuhteissa suosittelemme tiheämpää huoltoväliä.
 (3) Tarkastuksen huomioiden mukaisesti.
 (4) Kuormanerotin - GSec
 Sähköinen kestävyys: 100 aukiohjausta 630A:lla
 5 kiinniohjausta oikosulkuväestien
 Mekaaninen kestävyys: 5000 ohjausta ilman kuormaa
 Katkaisija: Katso katkaisijaohje
 Maadoituserotin: 5 kiinniohjausta kuormittuna
 1000 ohjausta ilman kuormaa

Taulukko 8. Huoltovälit

Liite 2. (2/2) Unisec käyttö- ja huolto-ohje

5.3 Tarkastus

Yleistä

Tarvittaessa työskentelyalue täytyy eristää ja suojata ennen toimintakuntoisuuden tarkistamiseen tarvittavan jännitteen kytkemistä IEC:n turvallisuusohjeiden mukaisesti ja asianmukaisten kansallisten standardien mukaisesti. Kojeiston tilaa tulee tarkkailla säännöllisin tarkastuksin. Normaaleissa käyttöolosuhteissa tehtävään erityisesti koulutetun sähköasentajan tulee suorittaa tarkastus neljännesvuosittain.

Ohjeet

Tarkastuksessa täytyy suorittaa seuraavat toimenpiteet:

- tarkista visuaalisesti onko kojeistossa likaa, ruostetta tai kosteutta
- tarkista mahdollisen korkean lämpötilan vaikutukset päävirtapiireihin
- Tarkista onko osittaispurkauksen merkkejä eristeissä
- Tarkista onko vuotovirtojen merkkejä eristeissä
- Tarkista kosketinosien näkyvät pinnat, kontaktit täytyy puhdistaa, mikäli näkyy merkkejä ylikuumentumisesta (pinnan väri muuttunut)
- Tarkista maadoituserottimen kontaktit ja rasvaa (Klüber NCA 52)
- Tarkista kuormanerotin kaasunpaine mikäli mahdollista

Tarkista myös seuraavien kohteiden oikea mekaaninen/sähköinen toiminta:

- Ohjaimet
- Lukituslaitteet
- Suojalaitteet
- Signaalilaitteet
- Kojeiston lisä- ja apulaitteet (esimerkiksi akusto)



HUOMIO

Noudata kytkinlaitteiden omia käyttöohjeita.

Laitteen pinnalla ei saa esiintyä osittaispurkauksia normaalilla käyttöjännitteellä. Purkaukset voi havaita esimerkiksi purkauksille ominaisista äänistä, selkeästi havaittavasta otsonin hajusta tai pimeässä näkyvistä välähdyksistä.



HUOMIO

Epätavallisissa käyttöolosuhteissa (mukaan lukien vaikeat ilmastolliset olosuhteet) ja/tai erityisen rasittavissa ympäristöissä (esimerkiksi ilma on erityisen saasteista tai syövyttävää), tarkastusvälien täytyy olla lyhyempiä.

Korjaustoimenpiteet

Jos kojeiston tilassa havaitaan jotakin epätavallista, on aloitettava asianmukaiset korjaustoimenpiteet.

5.4 Huoltaminen

Ohjeet

Jos Tarkastuksen aikana ilmenee huoltotarpeita toimi seuraavasti:

1. Kiristä kaikki sähköliitännät (kokoojat, kytkimet, mittamuuntajat, kaapelit jne.) asennusohjeessa ilmoitettuun oikeaan momenttiin.
2. Puhdista kaikki osat (kytkimet, katkaisijat, laukaisumekanismit, moottori jne.) pölynimurilla ja tarkista ne visuaalisesti.
 - Puhdista kaikki pinnat:
 - Puhdista helposti irtoavat kuivat pölykertymät pehmeällä kuivalla liinalla
 - Pyyhi pinnat puhdistamisen jälkeen. Käytä puhdasta vettä ja kuivaa hyvin.
3. Suorita yksi auki-/kiinniohjaus kaikille kytkimille ja katkaisijoille myös maadoituskytkimille.
4. Kytke apuohjausjännite, mutta varmista, että komponentteja ei voi ohjata kauko-ohjauksella. Suorita yksi sähköinen ohjausjakso kaikille moottoriohjattaville laitteille ja laukaisumekanismeille.
5. Puhdista kisko- ja kaapelitila. Irrota kojeiston kennon katto ja puhdista SFG-kuormanerotin eristemateriaalit ja kokoojakiskot pehmeällä, puhtaalla ja kuivalla liinalla. Poista kaikki tiukka tarttunut lika, kuten tahmeat tai rasvaiset tahrat liinalla ja hieman emäksisellä puhdistusaineella. Pyyhi pinnat puhtaalla vedellä kostutetulla liinalla ja kuivaa huolellisesti. Puhdista myös kaapelitila samalla tavalla (GSec-kuormanerotin pohja, mittamuuntajat, kokoojakiskot ja katkaisija).
6. Tarvittaessa puhdista ja rasvaa (Klüber NCA 52) maadoituserottimen kontaktit, veitset ja ohjausmekanismi.



HUOMIO

Jos kondensaatioveden seurauksena ilmenee osittaispurkauksia, ohut silikonikerros kyseisellä pinnalla on usein tehokas väliaikainen apukeino. On suositeltavaa pyytää ABB:n After Sales -palveluosastolta apua tällaisten epätavallisten ongelmien pysyvään ratkaisemiseen.

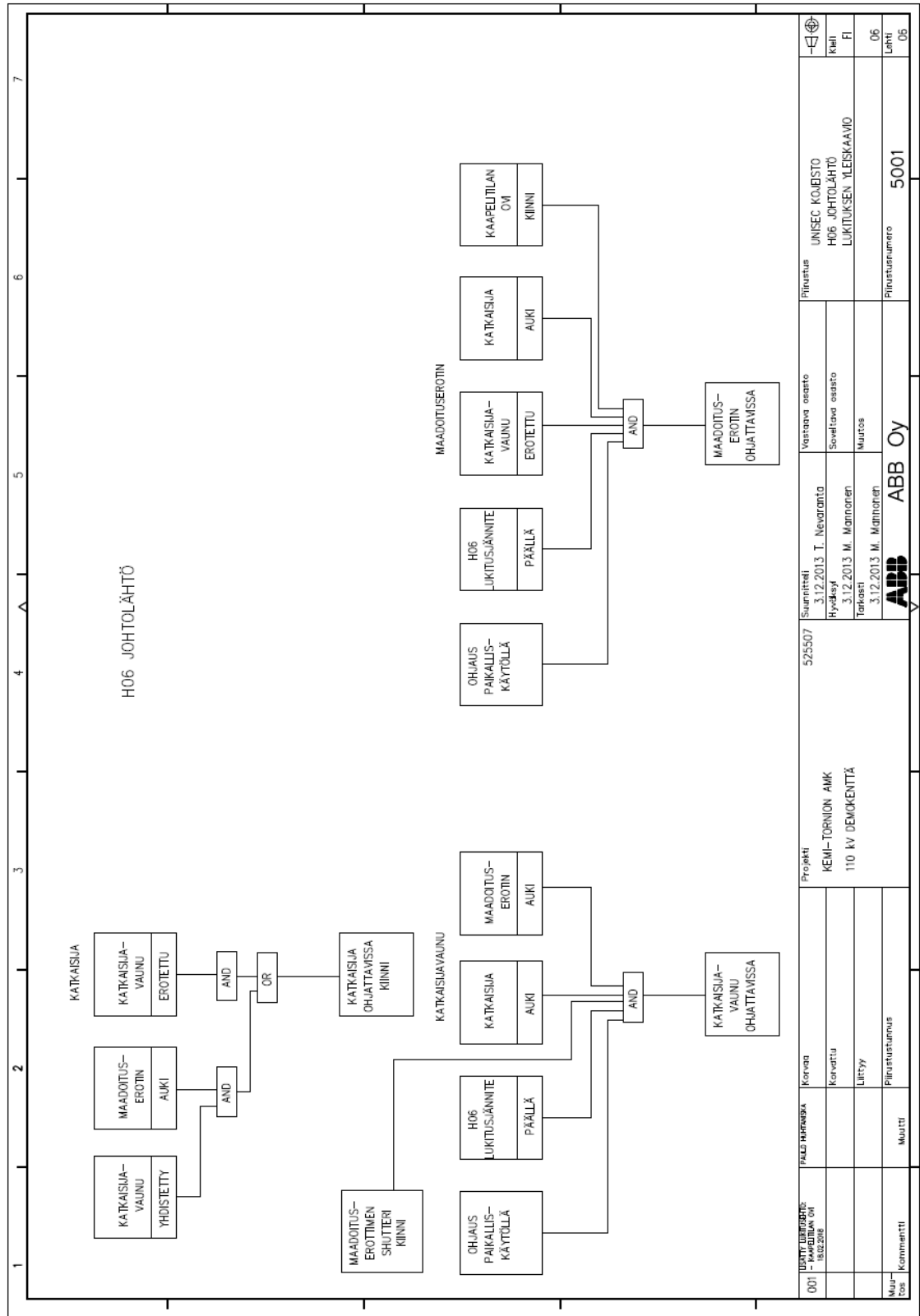
5.5 Korjaaminen

5.5.1 Kojeisto yleisesti

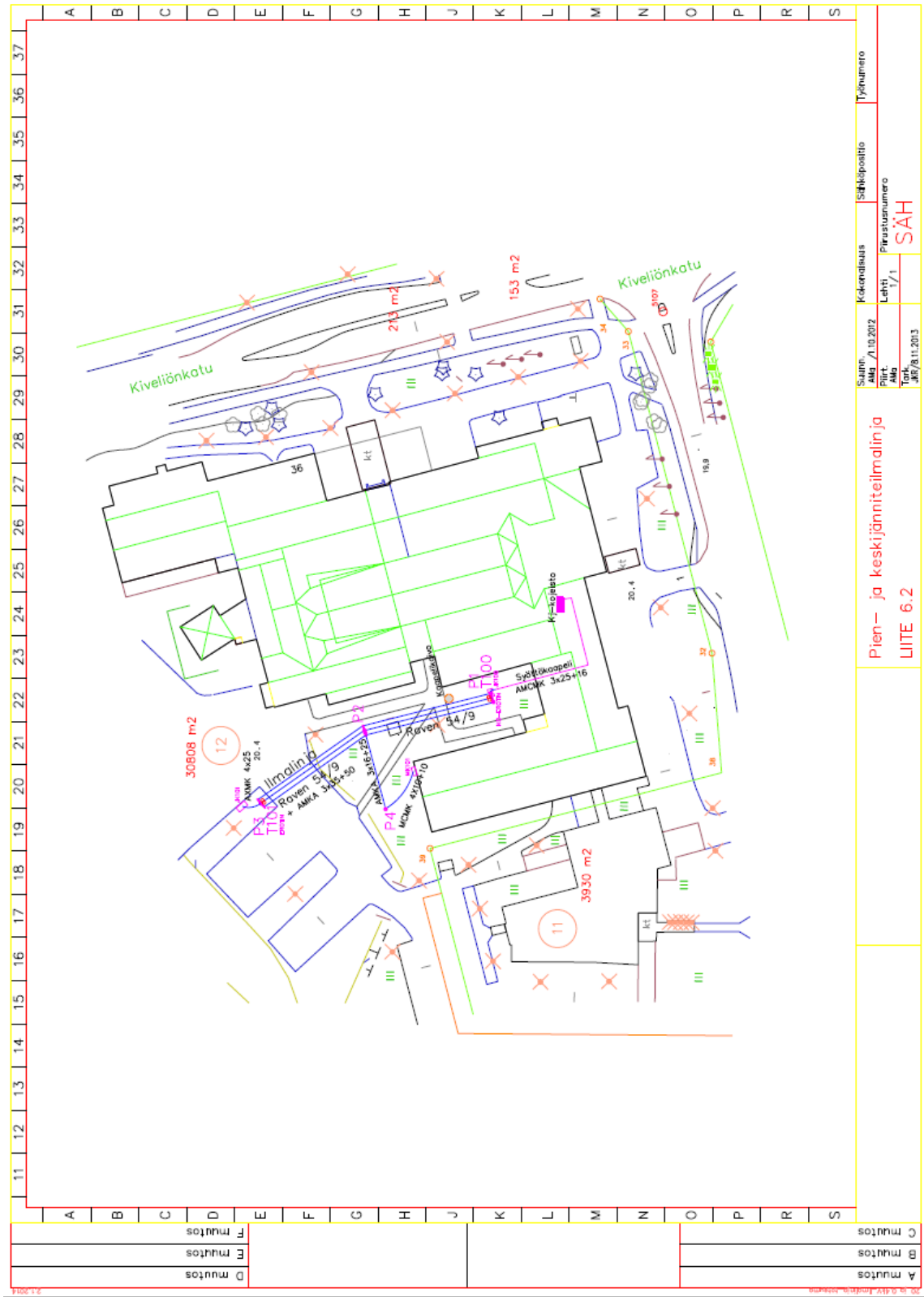
Ohjeet

- Suorita korjaustoimenpiteet heti kun vika on havaittu.
- Poista kaikki ruoste teräslevyn vaurioituneesta maali-pinnasta ja muista teräsosista mekaanisesti (teräsharjalla)
- Karhenna hieman ympäröivää maali pintaa ja poista huolellisesti rasva koko alueelta. Levitä alueelle heti pohjakerros ruosteenestoainetta ja levitä sopivan kovettumisaajan jälkeen päällyskerros. Käytä vain käyttöön sopivia ja aiempaan maaliin sopivia maaliuotteita.
- Viimeistelykerros RAL 7035 sävyllä

Liite 4. Keskijännitekojeiston johtolähdön lukituskaavion korjaus ehdotus.



Liite 5. Ilmajohtolinjan pääkaavio



Pien- ja keskijännitteilmalinja
LIITE 6.2

Saann.	Kokoitus	SHK-pöytä	Työnumero
AMK /11.2012			
Piirt.	Lehti	Pirstusnumero	
AMK	1/1	SÄH	
Tark.			
AMK/8/11/2013			

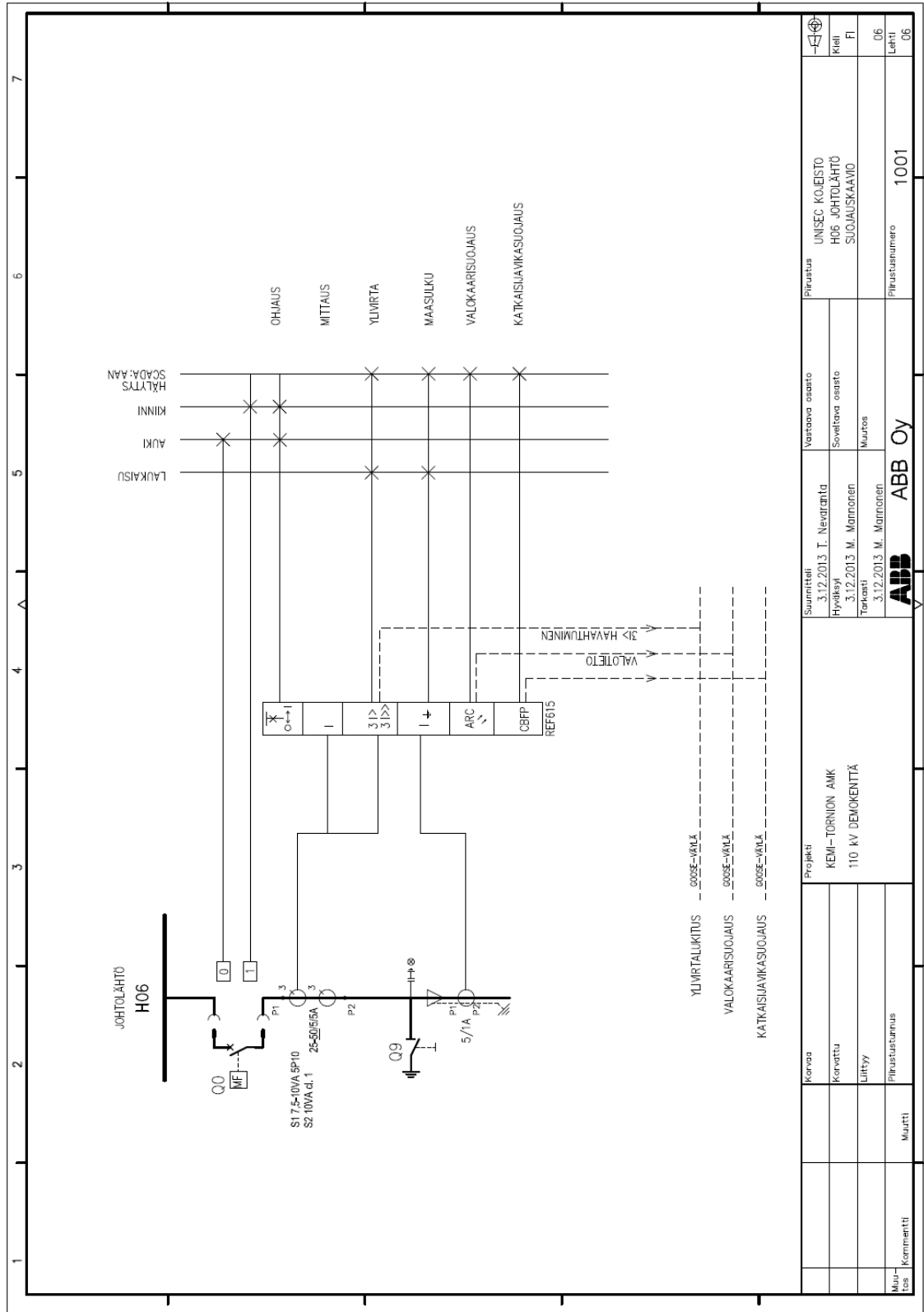
A	
B	
C	
D	D muutos
E	E muutos
F	F muutos

A	A muutos
B	B muutos
C	C muutos

2.1.2014

2019-04-27 Antti-Pekka Kosken

Liite 6. Ilmajohtolähdön H06 Suojuskaavio



Liite 7. Sener Huoltovälisuositukset

Huoltovälisuositus SENER

Silmämääräinen tarkastus	s
Perusteellinen tarkastus/huolto	h
Toimintakoe	k
Mittaava huolto	m

1 110kV KOJEISTO

1.1	PERUSTUKSET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- kunto				s				
	- valun kovuus				s				
1.2	KANNATUSRAKENTEET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- teräsrakenteiden kunto, ruoste, pintakäsittely				s				Huom.
	- puupylväiden kunto				s				Huom.
	- harusten kireys				s				Huom.
1.3	KISKOSTOT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eristimien eheys ja puhtaus				s				
	- kiskojen ja köysien kunto				s				
	- liitoksien kunto ja mahdollinen lämpökuvaus tai lämpötilamittaus				s	m			
1.4	ERISTIMET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- tukieristimet				s			(m)	Ultraäänimittaus harkinnan mukaan
	- lautaseristimet				s				
1.5	VÄHÄÖLJYKATKAISIJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- koskettimien toiminta-aikamittaus							m	
	- koskettimien tarkastus, puhdistus ja tarvittaessa vaihto							h	Valmistajan huolto-ohje
	- sammutuskammioiden tarkastus							h	
	- eristimien eheys ja puhtaus				s			(m)	Ultraäänimittaus harkinnan mukaan
	- öljy- ja vähäöljykatkaisijoilla öljyn määrän ja mahdollisten vuotojen tarkastus	(s)	s					h	
	- välitysmekanismin kunto							h	
	- koskettimien ylimenovastuksen mitaus							m	
	- typpityynyn tarkastus				s				

1.6	SF6-KATKAISIJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- kaasun tarkkailu	(s)	s						Valmistajan huolto-ohje
	(s) mikäli asemalla käydään viikoittain								
1.7	KATKAISIJOIDEN OHJAIMET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- voitelu				h				
	- toiminnan kokeilu				h				
	- apukoskettimien kunto				s				
	- painevaraajan tyypin täyttöpaineen tarkastus		s		m		h		Erikoismääräykset
	- lämmitys		s						
1.8	EROTTIMET/MAADOITUS-EROTTIMET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eristimien eheys ja puhtaus				s			m	Ultraäänimittaus
	- apukoskettimien kunto					s			
	- toiminnan kokeilu					h			
	- koskettimien kunto					s			
	- nivelten voitelu					h			
	- ohjaimen toiminta					h			
	- lämmitys			s					Talvisin a/12
	- välitysmekanismin kunto					h			
1.9	MITTAMUUNTAJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eristimien eheys ja puhtaus				s				
	- öljymäärän ja mahdollisten vuotojen tarkastus	(s)	s						
	- ruosteenestokäsittely/ maalaus				s				käsittely tarvittaessa
1.10	YLIJÄNNITESUOJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eheys ja puhtaus				s				
	- vuotovirtamittarin luku/ laskurin luku				s				
	- liitännöiden tarkistus				s				
1.11	KAAPELIPÄÄTTEET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- painemittarin luku		s						
	- eheys ja puhtaus				s				
	- liitokset				s		m		Lämpökuvaus
1.12	SF6-KOJEISTO	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- huolto								Eri toimittajien ohjeet

	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
3 20 KV KOJEISTO								
3.1 KANNATUS JA KOJEISTORAKENTEET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
- kunto				s				
3.2 KISKOSTOT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
- eristimien eheys, puhtaus ja kunto				s				
- kiskojen kunto				s				
- liitoksien kunto ja mahdollinen lämpökuvaus tai mittaus				s		h		
3.3 KATKAISIJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Valmistajan hulto-ohje
- koskettimien tarkastus, puhdistus ja tarvittaessa vaihto, öljyn vaihto						h		Ulkokatkaisijoilla 3a
- sammutuskammioiden tarkastus						h		
- eristimien eheys ja puhtaus				s				
- öljy- ja vähäöljykatkaisijoilla öljyn määrän ja mahdollisten vuotojen tarkastus		(s)	s					
- paineilmakatkaisijoiden painekeytkimien tarkastus						h		
- välitysmekanismien tarkastus						h		
- SF6/tyhjökatkaisijat								Valmistajan huolto-ohje
3.4 KATKAISIJOIDEN OHJAIMET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
- voitelu						h		
- apukoskettimien kunto						h		
- lämmitys			s					
3.5 TEHOEROTTIMET JA EROTTIMET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
- koskettimien kunto				s				
- toiminnan kokeilu ja säätö						h		
- apukoskettimien kunto						s		
- ohjausnivelten ja koskettimien voitelu						h		
- ohjaimen toiminta						h		
- välitysmekanismien kunto						h		

3.6	MITTAMUUNTAJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- ulkopuolinen tarkistus				s				
3.7	YLIJÄNNITESUOJAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eheys ja puhtaus				s				
3.8	KAAPELIPÄÄTTEET	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- eheys ja puhtaus				s				
	- öljymäärän tarkistus						h		
3.9	SAMMUTUSKELAT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- öljyn määrän ja mahdollisten vuotojen tarkastus	(s)	s				h		Valmistajan huolto-ohje
	- ohjaimen toiminta						h		
	- lisävastuksen kunto ja kytkennän ohjaus						h		
3.10	KONDENSAATTORIT	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- tiiviyden tarkistus		s						
	- yleishuolto					h			
	- kiinnikkeet ja eristimet				s				
	- varoituskilvet				s				
3.11	OMAKÄYTTÖ/ SAMMUTUSMUUNTAJAT				s		h		
3.12	KUORMANOHJAUSLAITTEET				s		h		
4	20kV SF6-kojeisto								Valmistajan huolto-ohje
5	TOISIOPIIRIT JA KOJEET								
5.1	Suojaukset	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- 20kV ylivirta- ja oikosulkusuojauksen koestus					h			STM 53 §
	- 20kV maasulkusuojauksen koestus					h			STM 53 §
	- jännitereleiden koestus					h			
	- pariston valvontareleiden koestus				h				
	- 110kV ylivirtasuojauksen koestus					h			STM 53 §
	- 110kV distanssisuojauksen koestus				h				
	- 110kV maasulkusuojauksen koestus					h			STM 53 §
	- releasettelujen tarkastus			s					
	- staattisten releiden apujännitteen tarkastus				m				
5.2	Hälytykset	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.

	- hälytysreleiden toiminnan kokeilu					k			Relekoestuksen yhteydessä
	- sulakkeiden hälytykset					k			
	- hälytyslamppujen kokeilu		s	k					
	- kulunvalvonta- ja murtohälytykset					h			
	- palohälytykset		???						
	- hälytysjärjestelmän ja reservihälytysjärjestelmän tarkastus				k				
5.3	Johdotukset apureleet ja riviliittimet	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- johdotuksen kunto						s		
	- apureleiden toiminta					h			Relekoestuksen yhteydessä
	- riviliittimien ym. Liitosten kireyden tarkistus (ensimmäinen tarkastus yksi (1) vuosi käyttöön otosta)							h	Lämpökuvaus
5.4	Jännitteensäätäjä	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- toiminnan tarkastus			k		h			Relekoestuksen yhteydessä
	- alijännite- ja ylivirtalukitusten tarkastus					h			
5.5	Mittarit ja piirturit	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- kunto					s			
	- piirturin paperin ja musteen tarkistus	(s)	s						
	- piirturihuolto					h			
5.6	Lukitukset ja merkkilamput	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- lukitusten kokeilu					k			
	- merkkilamppujen kunto			s					
	- asennonosoittimien toiminta			s					
5.7	Kytkimet ja kontaktorit	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- Toiminnan kokeilu					h			Relekoestuksen yhteydessä
5.8	Automatiikat	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.
	- sammutuskelan säätäjän toiminta					h			
	- jälleenkytkentä automatio					h			Relekoestuksen yhteydessä
5.9	Pienautomaatit	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a	Huom.

	- hälytyspiirin kokeilu									h
6	APUJÄRJESTELMÄT									
6.1	Tasasähkölaitteet	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- akuston ja tasasuuntaajan koestus				k	h				Purkauskoe kts valmistajan ohjeet
	- akkukennojen nestemäärä, ominaispaino ja jännitetarkkailu kennoista		m	h						Erillishyöntejen mu-kaan
	- kaikkien kennojen jännite									m
	- akuston ja tasasuuntaajan jännite	(s)	s							
	- ns. huoltovapaat akut				s					Valmistajan ohjeet
6.2	Omakäyttölaitteet	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- yleinen tarkastus				s					
6.3	Paineilmalaitteet	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- kompressorien käytön vaihto		h							
	- kompressorien öljymäärän tarkastus		s							
	- kompressorien huolto					h				
	- paineilmasäiliön veden poisto		h							
	- paineastiamääräysten mukainen tarkastus					h				Erikoismääräys
6.4	Varavoimalaitteet		k			h				Koekäyttö Huolto käyttötuntimäärä huomioiden
7	TIEDONSIIRTOJÄRJESTELMÄ	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
7.1	Kaukokäyttölaitteet				h					Erikoistyö
7.2	Kuormanohjauslaitteet									Erikoistyö
	- VKO			k		h				
	- Melko					h				
7.3	Viestilaitteet									
	- radiolinkit antennineen			h		h				Erikoistyö
	- kantoaalto- laitteet					h				Erikoistyö
	- ulosmenevien viestijohtojen suojaus				s					
	- antennimaston kunto				s		h			Erikoismääräys
	- radiopuhelimien huolto				h					
7.4	Säähavaintolaitteet					h				
8	TYÖTURVALLISUUS									
8.1	Maadoitusvälineet, jännitteenkoettimet, ohjaussauva, sulakkeiden vaihtopihdit	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- paikallaan, kunto				s					
	- mitoituskilpi				s					
8.2	Varoitustaulut	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- omilla paikoillaan, riittävästi				s					
8.3	Palontorjuntalaitteet	a/52	a/12	a/2	a	3a	5a	10a		Huom.
	- paikallaan				s					

