

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

TUTKINTOTYÖ

Matti Mannonen

KANTIN SÄHKÖASEMAN SANEERAUSSUUNNITELMA

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

Lehtori, Diplomi Insinööri Seppo Järvi
Vatajankosken sähkö Oy, valvojana Teknikko Esa Lindstedt

TIIVISTELMÄ

Työn nimi:	Kantin sähköaseman saneeraussuunnitelma
Tekijä:	Matti Mannonen
Oppilaitos:	Tampereen Ammattikorkeakoulu
Osoite:	Teiskontie 33, 33520 Tampere
Koulutusohjelma:	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Sähkövoimatekniikka
Valmistumisaika:	Huhtikuu 2008
Työn ohjaaja:	Lehtori, Diplomi Insinööri Seppo Järvi
Avainsanat:	sähköasema, saneeraus
Sivumäärä:	62 sivua + 8 liitesivua

Tässä työssä tutkittiin Vatajankosken Sähkö Oy:n Kantin sähköaseman saneerausvaihtoehtoja. Asema on rakennettu 70-luvun alussa osittain vanhoista komponenteista ja sen saneeraustarve alkaa olla käsillä. Työn tarkoituksena oli selvittää aseman tarve nykyisessä verkossa, sekä kartoittaa 20 kV:n kojeiston ja 110 kV:n ulkokentän nykykunto. Selvityksen perusteella tehtiin ehdotus tulevista saneeraustoimenpiteistä.

Työn alussa selvitettiin aseman tarve nykyisessä verkossa. Apuna käytettiin verkkotietojärjestelmää, sekä vanhaa tutkintotyötä joka käsittelee aihetta. Selvityksessä tutkittiin Kantin aseman korvaamismahdollisuutta muilla alueen sähköasemilla. Lisäksi selvitettiin voidaanko alueen varasyöttötilanteet hoitaa ilman Kantin sähköasemaa.

Kojeiston ja ulkokentän nykykuntoa arvioitiin erilaisten mittaustulosten, haastattelujen sekä yleisten komponenttien käyttöikäarvioiden perusteella. Samalla otettiin kantaa siihen, minkälaisia saneeraustoimia ja parannuksia asemalle pitäisi tulevaisuudessa tehdä.

Normaalitilassa jakeluverkko toimii hyvin ilman Kantin asemaa, mutta varasyöttötilanteessa jossa Kantin aseman lisäksi on muita asemia poissa käytöstä laskevat jakeluverkon jännitteet liian paljon. Tällöin verkko ei pysy sallituissa rajoissa ja Kantin asema täytyy säilyttää osana nykyistä verkkoa. Tutkintotyön tuloksena tehtiin ehdotus tulevasta saneerauksesta sekä arvioitiin sen ajankohtaa. Ehdotuksessa aseman 20 kV:n kojeisto ja 110 kV:n ulkokenttä uusitaan lähivuosina kokonaisuudessaan. 20 kV:n kojeiston uusinta tehdään jo olemassa olevaan tiilirakennukseen ja 110 kV:n ulkokenttä uusitaan nykyiselle paikalle. Lisäksi nykyisen päämuuntajan ympärille rakennetaan saneerauksen yhteydessä suojaseinä.

ABSTRACT

Title:	Reorganisation plan of the electricity station of Kantti
Name:	Matti Mannonen
Polytechnic:	Tampere University of Applied Sciences
Address:	Teiskontie 33, 33520 Tampere
Degree programme:	Electrical Engineering programme
Field of specialization:	Electrical Power Engineering
Date of graduation:	April 2007
Supervisor:	Seppo Järvi (M.Sc. El. Eng.)
Keywords:	electricity station, reorganisation
Number of pages:	62 pages + 8 appendices

In this work is studied reorganisation alternatives of Vatajankosken Sähkö PLC's Kantti's electricity station. The station has been built partly from old components in the early 70's and the reorganisation need for it is on hand. Purpose of the work was to study the need for the station in the present electricity net and survey the present condition of 20 kV switchgear and the 110 kV outdoor court. On the basis of the report, proposal for the upcoming reorganisation was made.

At the beginning of the work, need for the station in the present network was studied. Networked database service and the old final thesis which processes the subject were used as help. In the report the replacement possibility of the station of Kantti with other electricity stations of the area was studied. Furthermore, it was examined if the removal of the station has an effect on the stand-by supply in the area.

The present condition of the switchgear and the outdoor court was estimated by the service life estimates, different measurement results and interviews. At the same time stand was taken to what kind of reorganisation actions and improvements to the station should be made.

In the normal state the distribution network functions well without the station of Kantti. But in stand-by supply situation, in which there are other stations away from the use in addition to the station of Kantti, voltages in distribution network drops too low. In that case the network will not stay within allowed limits and the station of Kantti must be retained as a part of the present network. A proposal for the future reorganisation was made as the result of the final thesis and its time was estimated. In the proposal 20 kV switchgear and 110 kV outdoor court of the station will be renewed on the whole during the next few years. The renewal of the 20 kV switchgear is made to an already existing brick building and the 110 kV outdoor court is renewed to the present place. Furthermore, a protection wall is built around the present head transformer in connection with the reorganisation.

ALKUSANAT

Vatajankosken Sähkö Oy on tullut minulle tutuksi kesätöiden merkeissä ja tukenut opintojani sähkötekniikan parissa. Tutkintotyön tekeminen heille oli siis luonnollinen vaihtoehto.

Työn ohjaajana on toiminut lehtori Seppo Järvi Tampereen ammattikorkeakoulusta ja valvojana Vatajankosken Sähkö Oy:n puolesta käyttöpäällikkö Esa Lindstedt. Heille esitän lämpimät kiitokset työhön liittyvistä neuvoista ja ohjeista. Lisäksi esitän kiitokseni suunnitteluinsinööri Ville Väissille, joka on jaksanut auttaa monissa työhön liittyvissä pulmissa. Kiitän myös kaikkia työn valmistumiseen vaikuttaneita henkilöitä tuesta ja hyvistä neuvoista.

Tampereella 23.4.2008

Matti Mannonen

SISÄLLYSLUETTELO

1 TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	7
2 VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY	8
3 OPEN++ VERKKOANALYYSIOHJELMISTO	9
3.1 Open++ Opera	9
3.2 Open++ Integra	9
4 SANEERAUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	10
4.1 sähkösema	10
4.2 Sähköaseman rakenteeseen vaikuttavat tekijät	10
5 ASEMAN TARPEEN SELVITTÄMINEN	14
5.1 Kantin aseman korvaaminen	15
5.2 Varasyöttötilanne	19
5.3 Yhteenveto	23
6 ASEMAN UUSINTA	23
6.1 Kojeiston täydennys	25
6.1.1 Katkaisijat	25
6.1.1.1 Nykykunto	25
6.1.1.2 Uusintavaihtoehdot	27
6.1.2 Releistys	28
6.1.3 Lukitukset	29
6.1.4 Valokaarisuojaus	30
6.1.5 Kaapelointi ja erottimet	30
6.1.6 Kondensaattorit	32
6.1.7 Ohjaus, kaukokäyttö ja tasasähköjärjestelmä	32
6.1.8 Maasulunsammutuslaitteisto ja omakäyttö	33
6.1.9 Yhteenveto	34
6.2 Standardien vaatimukset	35
6.2.1 Yleistä	35
6.2.2 Käyttöturvallisuus	35
6.2.3 Rakenteelliset vaatimukset	36
6.2.3.1 Yleistä	36
6.2.3.2 Ikkunat	36
6.2.3.3 Lattiat	36
6.2.3.4 Alueet, joilla suoritetaan käyttöä ja huoltoa	36
6.2.4 Turvatoimenpiteet	37
6.2.4.1 Suojaus sähkötilojen sisäpuolella	37
6.2.4.2 Suojaus normaalin käytön aikana	37
6.2.4.3 Erotuslaitteiden kiinnityskennän estäminen	38
6.2.4.4 Välineet jännitteettömyyden toteamiseen	38
6.2.4.5 Työmaadoitusvälineet	38
6.2.4.6 Suojautuminen valokaarivian aiheuttamilta vaaroilta	38
6.2.5 Apu- ja ohjausjärjestelmät	39
6.2.5.1 Vaihtojännitesyöttö	39

6.2.5.2 Tasasähkösyöttö.....	39
6.2.5.3 Sijoittelu, kotelointi	39
6.2.5.4 Akkukaapit	40
6.2.5.5 Varoitusmerkit ja huomautukset	40
6.2.5.6 Käyttö-, asennus- ja huolto-ohjeet.....	40
6.3 Kojeiston uusinta.....	41
6.4 Standardien vaatimukset.....	44
6.5 110 kV:n uusinta	46
6.6 Standardien vaatimukset.....	48
6.6.1 Muuntamot, jotka sijaitsevat ulkona sijaitsevassa sähkötilassa	48
6.6.2 110 kV:n ulkokenttä.....	50
6.6.3 LTB Compact	52
6.6.4 Yhteenvedo	54
6.7 Standardien vaatimukset.....	54
6.7.1 Suojaetäisyydet.....	54
6.7.2 Aidat	55
7 YHTEENVETO	56
8 LÄHTEET	59
9 LIITTEET	62

1 TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Vatajankosken Sähkö Oy:n Kantin sähköasema on rakennettu 70-luvun alussa osittain vanhoista komponenteista. Asemarakennus on hyväkuntoinen, mutta 20 kV:n ja 110 kV:n komponentit alkavat olla saneerauksen tarpeessa. Aseman käyttötarkoitus ja sähköverkon tila ovat muuttuneet paljon ajoista, jolloin asema on rakennettu. Alueen tehotarve on pienentynyt vuosien saatossa, jolloin asema ei syötä enää suuria tehoja. Tämän perusteella on tarkoitus selvittää, onko aseman korvaaminen muilla asemilla mahdollista, jolloin se voitaisiin poistaa nykyisestä sähköverkosta. Tällöin säästyttäisiin suurilta saneeraus investoinneilta.

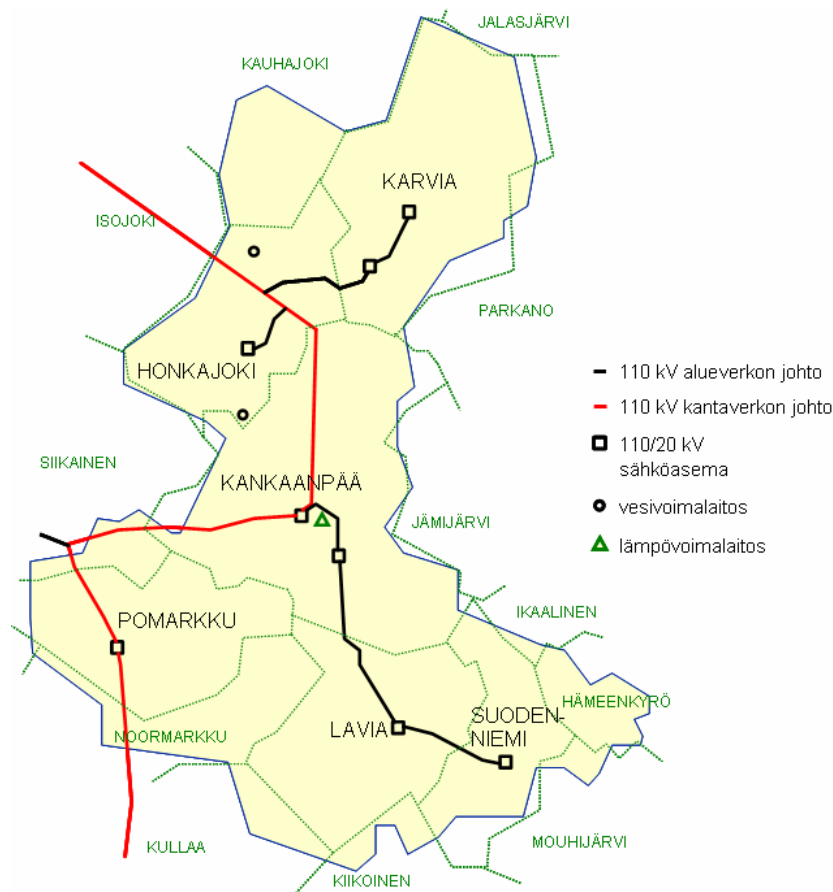
Nykyiselle 20 kV:n kojeistolle, sekä 110 kV:n ulkokentälle tehdään toiminta-arvojen sekä toimintakunnon tarkastus. Samalla pyritään selvittämään, kuinka kauan aseman vanhoja komponentteja voidaan käyttää turvallisesti ja taloudellisesti. Näiden tietojen perusteella on tarkoitus selvittää mahdollista saneerauksen tarvetta ja sen laajuutta.

Tavoitteena on tutkia saadaanko asemaa poistettua verkosta, sekä mikä olisi mielekkäin vaihtoehto mahdolliseen saneeraukseen. Työ on tarkoitus tehdä pääasiassa taloudellisesta näkökulmasta. Saneeraustoimenpidettä miettiessä on myös tarkoitus ottaa huomioon saneerauksen vaatimaa työmäärää sekä hankintakustannuksia. Työn tuloksena on tarkoitus ehdottaa nykyiselle asemalle tehtäviä toimenpiteitä.

2 VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY

Vatajankosken Sähkö Oy on perustettu vuonna 1926. Yhtiön juuret ovat sähköntuotantoon valjastetussa Karvianjoen Vatajankoskessa. Vatajankosken Sähkö Oy:n toimipiste sijaitsee Kankaanpäässä, Pohjois-Satakunnassa. Sen lisäksi Karviassa ja Laviassa ovat tekniset tukikohdat. Vatajankosken Sähkö fuusioitui Kankaanpään Kaukolämpö Oy:n kanssa 2003 ja näin ollen energian toimitus on lisääntynyt oleellisesti. /1/

Yhtiöllä on omaa sähköntuotantoa Vatajankosken ja Jyllinkosken vesivoimaloissa sekä kaukolämmön yhteistuotantoa, lisäksi omistus Kyröskosken Voima Oy:stä. Vesivoimatuotantoa on yhteensä noin 4 MW. Sähkönjakelua hoidetaan kahdeksan sähköaseman kautta (Kuva 1). /1/



Kuva 1 Vatajankosken sähkön toiminta-alue /1/

Vatajankosken Sähkö Oy kuuluu Satapirkkan Sähkö Oy:n yhteistoimintayhtiöön, johon kuuluu yhdeksän jakeluverkonhaltijaa sekä energiayhtiötä Satakunnasta ja Pirkanmaalta. Yhtiön toimitilat sijaitsevat Paneliassa. Yhtiön tarkoituksena on tarjota osakkailleen palveluita sähkön hankinnassa, sähkön tuotannossa, siirtopalveluissa, käytönvalvonnassa, taseselvityksessä sekä tietojärjestelmissä. Satapirkkan sähkö Oy hallinnoi 110 kV:n siirtopalveluita, jolloin sen omistukseen kuuluvat 110 kV:n ulkokentät. /2/

3 OPEN++ VERKKOANALYYSIOHJELMISTO

Open++ ohjelmaperhe on ABB:n verkkoanalyysiohjelmisto, jolla suoritin työssäni tarvittavat verkostanalyysit liittyen aseman tarpeen selvittämiseen. Ohjelmisto sisältää Open++ Opera -käyttötukijärjestelmän, jolla suoritetaan verkon hallintaa ja käyttötoimenpiteitä sekä Open++ Integra -verkkotietojärjestelmä, joka on tarkoitettu verkon sähköisen tilan seurantaan ja verkostosuunnitteluun.

3.1 Open++ Opera

Open++ Opera on graafinen sähköjakeluverkkojen käyttötukijärjestelmä. Ohjelmisto on suunniteltu avustamaan sähköyhtiöitä ja käyttöhenkilöstöä suorittamaan verkon hallintaa ja käyttötoimenpiteitä. Ohjelmistolla voidaan suorittaa lukuisia erilaisia toimintoja, tärkeimpänä näistä on sähköjakeluverkon topologian hallinta. Lisäksi ohjelmalla voidaan tehdä verkko-analyysejä, vianpaikannusta, kytkentäsuunnittelua, työryhmien hallintaa ym. /3/

3.2 Open++ Integra

Open++ Integra on graafinen sähköjakeluverkon verkkotietojärjestelmä, joka on tarkoitettu sähköyhtiöiden keski- ja pienjänniteverkkotietojen hallintaan, sekä verkkojen sähköisen tilan seurantaan ja verkostosuunnitteluun. Järjestelmää voidaan integroida sähköyhtiön muihin tietojärjestelmiin esim. Open++ Opera -käyttötukijärjestelmään. /4/

Integra tarjoaa tehokkaat menetelmät säteittäisesti käytettävien sähköverkkojen laskentaan ja niiden tulosten esittämiseen. Integran sisältämä verkkoanalyysipaketti sisältää tavanomaisen seurantalaskelman lisäksi suojausanalyysin, sekä optiona liitettävän suunnittelulaskennan. Sähköyhtiön suorittaman seurantalaskelman tarkoituksena on tarkastella verkon sähkötekniistä tilaa muuttuvissa olosuhteissa ja varmistaa jakeluverkon toimivuus uusissa tilanteissa. Ohjelmasta saadaan tuloksena tavanomaiset sähkötekniiset arvot, kuten virrat, jännitteet, häviöt, jännitteenalenemat ja vikavirrat. Lisäksi ohjelmasta saadaan tehojako-, oikosulku- ja maasulkulistaukset. /4/

4 SANEERAUKSEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Sähköasemien saneerauksissa ja niiden suunnittelussa on otettava huomioon monia asioita jotka vaikuttavat niiden rakenteisiin. Tässä luvussa on kerrottu yleisellä tasolla sähköasemasta. Lisäksi on kerrottu sähköaseman toimintaan liittyvistä komponenteista ja niiden erilaisista ominaisuuksista. Luvussa on myös kerrottu yleisellä tasolla miten erilaiset ratkaisut ja lähtötiedot vaikuttavat sähköaseman saneerauksen suunnitteluun.

4.1 sähkösema

Sähköasemalla tarkoitetaan sellaista sähköenergian siirto- tai jakeluverkon kohtaa, jossa voidaan suorittaa kytkentöjä, jännitteen muuntamista, sähköenergian siirron keskittämistä tai jakoa eri johdoille. Jos sähköasemalla suoritetaan jännitteen muuntamista, sitä voidaan kutsua muuntoasemaksi. Sähköasemasta käytetään myös nimityksiä kytkinasema ja kytkinlaitos. Muuntajien ja kokoojakiskojen avulla energia jaetaan kytkinlaitoksessa tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Lisäksi sähköasemilla on useita erilaisia kojeita ja laitteita, jotka voidaan hankkia myös tehdasvalmisteisina valmiina kojeistoina. Kytkinlaitteina käytetään katkaisijoita ja erottimia. Katkaisijaa käytetään kuormitetun virtapiirin avaamiseen sekä sulkemiseen. Sen on kestettävä myös verkossa vian seurauksena esiintyvä oikosulkuvirta. Erotinta käytetään kuormittamattoman virtapiirin kytkentöihin. Erottimia sijoitetaan myös johtoreittien varrelle. Mittamuuntajia käytetään jännitteiden ja virtojen muuntamiseen mittalaitteille sopiviksi. Suojaus- tarkoituksissa käytetään releitä ja varokkeita sekä ylijännitesuojauksessa venttiilisuoja tai kipinävälejä. /5/

4.2 Sähköaseman rakenteeseen vaikuttavat tekijät

Rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä on etsitty saneerausta silmällä pitäen. Tavoitteena on ollut selvittää asioita, joita täytyy saneerausta suunnitellessa ja tehdessä ottaa huomioon.

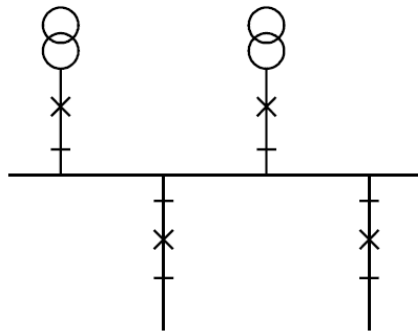
Aseman käyttötarkoitus määrää suurelta osin sen, minkälainen yleiskytkentä asemalle tulee. Suunnitelma laaditaan aseman lopullista kokoa silmällä pitäen tai sitten niin, että siinä on riittävästi laajenemisvaraa tulevaisuuden kannalta. Suunnitelmaa tehtäessä tarvitaankin aseman kuormituksen kasvuennuste, joka on koko suunnittelun pääperuste. Suunnittelun alkuvaiheessa valitaan myös käytettävät jännitteet, virtakestoisuudet ja kiskojärjestelmä, joita on myöhemmässä vaiheessa vaikea muuttaa. /6, kpl 3, s.3/

Päämuuntajien lukumäärä ja sähköaseman kiskostojärjestelyt vaikuttavat jännitekuoppien lukumäärään. Jännitekuoppien lukumäärä pienenee, jos sähköaseman syöttö jaetaan eri päämuuntajille ja sähköaseman lähdöt jaetaan eri päämuuntajien syöttämiksi. Päämuuntaja voi olla myös varalla, jos asema sijaitsee verkossa kriittisessä paikassa. Päämuuntajien lukumäärään vaikuttaa myös aseman syöttämä teho. Pienellä teholla ei tarvita kuin yksi päämuuntaja.

Suuremmilla tehoilla muuntajan koot kasvavat suuriksi, jolloin on luontevampi valita kaksi tai useampi päämuuntaja. /7/

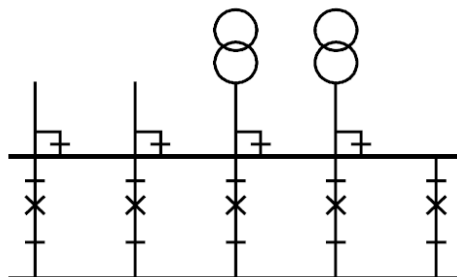
Aseman kiskojärjestelmä voidaan tehdä usealla tavalla. Sen kokoon ja laajuuteen vaikuttaa paljon sen tärkeys. Pienillä maaseutuasemilla nykyään yleinen ratkaisu on yksikiskojärjestelmä, kun taas kaupunkiasemilla on käytössä mm. kaksikiskojärjestelmiä sekä dublex-järjestelmiä, joilla saadaan syöttöjä ryhmiteltyä ja muutettua käytön aikana. Tällainen ei olisi mahdollista yksikiskojärjestelmällä.

Yksikiskojärjestelmä on halpa toteuttaa, ja siinä on yksinkertainen ja selväpiirteinen suojausautomaattikka (Kuva 2). Haittapuolena on se, että katkaisijoita ei voida ohi kytkeä eikä käyttöä voida jakaa. Kuvissa palloilla tarkoitetaan muuntajaa, rastilla katkaisijaa ja viivalla erotinta. /8, s.1; 7/



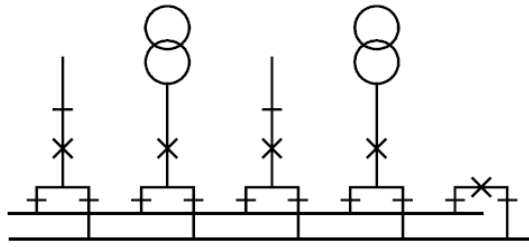
Kuva 2 Yksikiskojärjestelmä /8, s.1/

Kiskoapukiskojärjestelmässä on monipuoliset laajennusmahdollisuudet. Siinä katkaisijoiden huolto voidaan tehdä ilman käyttökeskeytystä, koska lähtöä voidaan syöttää apukiskon kautta (Kuva 3). Haittapuolena on, että käyttöä ei voida jakaa ilman kiskokatkaisijaa. /8, s.2/



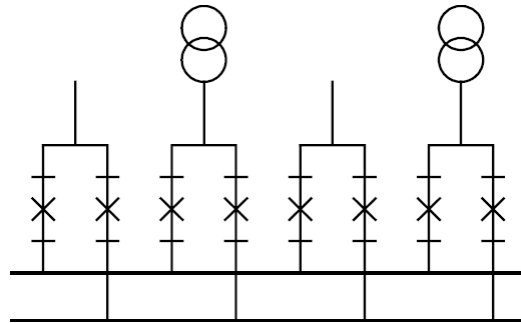
Kuva 3 Kisko-apukiskojärjestelmä /8, s.2/

Kaksikiskojärjestelmässä syöttöjä ja kuormituksia voidaan muuttaa käytön aikana (Kuva 4). Kaksikiskojärjestelmässä toinen kisko saadaan käytön aikana jännitteettömäksi ja voidaan huoltaa. Haittapuolena on se, että katkaisijaa huollettaessa lähtö on tehtävä jännitteettömäksi. /8, s.3/



Kuva 4 Kaksikiskojärjestelmä /8, s.3/

Dublex-järjestelmä eli kaksoiskatkaisijajärjestelmä on erittäin toimintavarma. Mikä tahansa katkaisija tai kisko voidaan ottaa huoltoon käytön aikana (Kuva 5). Haittapuolena on sen monimutkainen suojaus. Lisäksi dublex-järjestelmä on kallis komponenttien suuren määrän vuoksi. /8, s.4/



Kuva 5 Kaksoiskatkaisijajärjestelmä (dublex) /8, s.4/

Näiden lisäksi käytössä on monenlaisia muita kiskojärjestelmiä, joilla aseman sähkönsyöttö voidaan hoitaa. Ne ovat kuitenkin harvinaisempia kuin edellä mainitut.

Asemilla käytetään katkaisijoita johtolähtöjen suojaukseen ja verkkojen kytkemiseen virrallisiin. Yleisesti käytössä on öljy-, vähäöljy-, paineilma-, tyhjö-, ja SF6- tyyppisiä katkaisijoita. Näitä kaikkia katkaisijatyyppejä on vielä käytössä, mutta tyhjö- ja SF6-katkaisijoiden käyttö on yleistynyt niiden muita parempien ominaisuuksien vuoksi. Tyhjö- ja SF6-katkaisijoilla päästään huomattavasti suurempiin katkaisumääriin verrattuna muihin. Lisäksi niiden katkaisukyky on parempi verrattuna muihin malleihin.

Standardeissa määritellään kojeille nimellisvirrat, joiden perusteella ne valitaan vähintään suurinta jatkuvaa kuormitusta vastaavaksi. Nimellisvirrat ovat 400, 630, 800, 1250, 1600, 2000, 3150, 4000, 5000 ja 6300 A. Terminen ja mekaaninen lujuus määritetään vastaavasti terminen ja dynaamisen virtakestoisuuden avulla. Termiselle virtakestoisuudelle on annettu seuraavia arvoja 5, 6,3; 8, 10, 12,5; 16, 20, 25, 31,5; 40, 50, 63, 80 ja 100 kA (tehollisarvoja, 1 s). Dynaamiset kestoisuudet ovat taas 2,5-kertaisia termisiin nähden. /9, kpl 3, s.4/

Aseman oikosulkukestoisuustaso on valittava suuremmaksi asemalla kuin verkossa, sillä verkon oikosulkukestoisuutta voidaan parantaa laukaisuaikojä lyhentämällä. Aseman oikosulku-

kestoisuutta määritettäessä on otettava huomioon myös oikosulkutehon mahdollinen kasvu. /9, kpl 3, s.4/

Sähköaseman suojaukseen kuuluu kiskostojen ja laitteiden suojaaminen sekä aseman omakäytön turvaaminen. Varsinaiseen aseman suojaukseen luetaan kisko- ja muuntajasuojaus sekä ylijännitesuojaus. Kiskosuojauksen vaatimuksena on, että se mukautuu kytkennän muutoksiin automaattisesti. Asemalla sattuvien kisko-oikosulkujen aiheuttamia vahinkoja voidaan välttää valokaarisuojilla, jakamalla kiskot osiin tai lukitsemalla erottimet virhekytkentöjen estämiseksi. Lisäksi näihin kytketty monipuolinen suojaruleistys toimii tehokkaana osana aseman suojausta. /9, kpl 3, s.4/

Kiskojärjestelmää suunnitellessa on huomioitava, että asemalla voidaan suorittaa erilaisia kytkentöjä sekä huolto- ja korjaustöitä. Käyttökäytännöstä syistä kytkinlaitoksen on oltava kuitenkin riittävän yksinkertainen. /9, kpl 3, s.4/

Aseman kojeistorakennetta suunniteltaessa on otettava huomioon, että siellä on tarpeelliset huolto- ja kulkutilat. Henkilökunta ei myöskään saa joutua vaaralle alttiiksi kytkentätoimenpiteitä suorittaessaan. Käytettyjä kojeistotyyppisiä ovat avorakenteinen ulko- ja sisäkojeisto sekä koteloitu ulko- ja sisäkojeisto. Koteloituneet kojeistot soveltuvat hyvin miehittämättömille asemille. Toisaalta koteloituihin kojeistoihin on myöhemmin hyvin vaikea tehdä muutoksia tai lisäyksiä. Eristetty kojeisto tarvitsee vain 15–20 % siitä tilasta, jotka avorakenteinen kojeisto vaatisi. /9, kpl 3, s.11/

Asemalla tarvittavan omakäyttötehon määrään vaikuttaa aseman käyttötavat, toisin sanoen onko asema miehitetty vai ei. Tehon määrään vaikuttaa myös ohjausjärjestelmä, lämmitys ja valaistus. Suurin osa omakäyttötehosta kuluu kuitenkin muuntajan jäähdytykseen. Lisäksi aseman lämmitystehoksi voidaan laskea noin 20 W/m^3 , sekä valaistukselle noin 10 W/m^2 . Likiääräisenä arvona omakäyttökojeille käytetään 1 % nimellistehosta. /9, kpl 3, s.13/

Aseman ulkokentän perustuksissa käytetään lähes yksinomaan teräsbetonirakenteita. Rakennustöitä tehdessä on edullista asentaa maadoitusjohtimet jo perustusten alle. Jos perustuksia joudutaan paaluttamaan, maadoitusjohtimet voidaan lyödä niiden mukana maahan.

Lisäksi eri kojeiden perustuksia suunniteltaessa on otettava huomioon seuraavia seikkoja.

- Erottimen eri navoilla tulee olla yksi yhteinen perustus, muuten perustuksen painuminen saattaa vääntää sen ohjaimia.
- Muuntajan perustuksiin tulee suunnitella muuntajan nostokohdat sekä vetolenkit. Lisäksi perustuksiin sijoitetaan yleensä rataiskot, joiden päälle muuntaja voidaan asettaa.
- Muuntajan perustus varustetaan yleensä myös suojaseinämillä, jotka toimivat muuntajan räjähtäessä sirpalesuojina ja tehokkaina öljypalon estäjinä.

/9, kpl 3, s.14/

5 ASEMAN TARPEEN SELVITTÄMINEN

Kantin aseman saneeraustarvetta suunniteltaessa tuli ajankohtaiseksi selvittää, onko koko asema edes tarpeellinen säilyttää. Asema toimii pienellä teholla suurimman osan ajasta, jolloin sen korvaaminen muilla asemilla olisi mahdollista. Aseman tehon kasvuennuste on pieni. Viime vuosina sen syöttöteho on lähinnä pienentynyt, joka on yksi syy aseman tarpeen selvittämiseen. Aseman tehontarve on laskenut vuoden 1994 5,1 MVA:n arvosta nykyiseen noin 2MVA:iin(Taulukko 1). Tämä on vähän, jos sitä vertaa aseman tehoon, joka on 10 MVA. Korvaamalla asema syöttöjen uudelleenjärjestelyillä säästyttäisiin saneerauksen vaatimilta suurilta investoinneilta.

Taulukko 1 Kantin aseman lähtöjen tiedot

	Asiakkaat kpl	Muuntopiirit kpl	Virrat (helmikuu) A	Tehot (helmikuu) kVA
Suomijärvi	61	9	4,8	166
Korvaluoma	274	37	18,1	627
Honkajoki	46	11	6,2	215
Jylli	370	50	31,4	1088
Karvia 1	33	5	7,5	260
Karvia 2	Ei tietoja			
yht.	784	112	68,1	2359

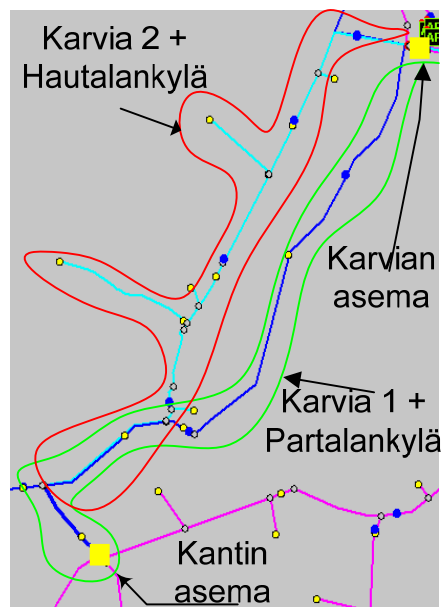
Aseman tarvetta tutkiessa on otettava n-1-periaate huomioon. Siinä verkon tulee kestää siirtoverkon normaaleissa käyttötilanteissa kaikki tavallisimmat yksittäiset viat ilman tuotannolle ja kulutukselle aiheutuvaa keskeytystä. Lisäksi verkon tilan tulee säilyä vian jälkeen sallituissa rajoissa. Jännitteenalenemien tulee olla pienempi kuin 7 %, taajuuden pysyä 50 Hz:ssä, sekä kuormituksen pysyä sellaisena jonka verkko ja asemat kestävät. /10/.

Kantin nykyisen aseman tarkoitus on toimia osittain varasyöttöasemana, jolla saadaan syötettyä lähialueen muita sähköasemia niiden ollessa pois käytöstä. Jos Kantin asema poistettaisiin, täytyisi varasyötöt järjestää muuta kautta. Aseman korvaamisen mahdollisuutta ja varasyöttöjen toimimista selvitetään ABB:n Open++ ohjelmiston lisäksi Ville Väissin lopputyön ”Sähköasemien varasyöttökytkennät” avulla. /11/

5.1 Kantin aseman korvaaminen

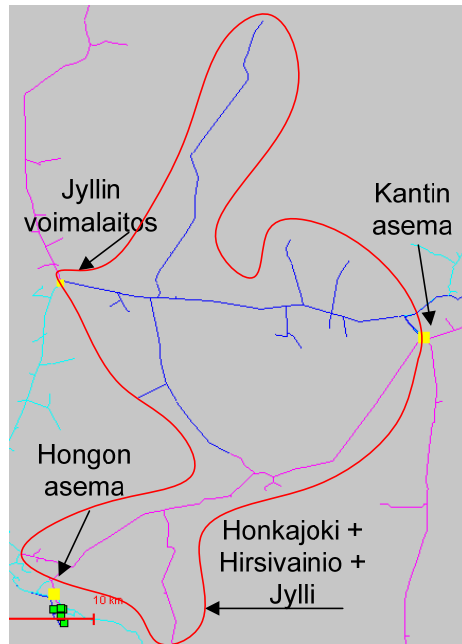
Kantin aseman korvaaminen muilla asemilla onnistuu hyvin sen pienen tehon vuoksi. Kun teho on runsaat 2 MVA talvikuukausina, sen korvaaminen muiden asemien avulla on mahdollista. Pienillä kuormituksien lisääntymisillä ei ole merkittäviä vaikutuksia muiden asemien käyttöön. Syöttöjärjestelyt tehtiin Open++ ohjelmistolla Ville Väissin lopputyön tuloksia mukaillen seuraavasti:

- Lähtöä Karvia 1 syötetään Karvian aseman Partalankylän lähdöstä.
- Lähtöä Karvia 2 syötetään Karvian aseman Hautalankylän lähdöstä (Kuva 6).



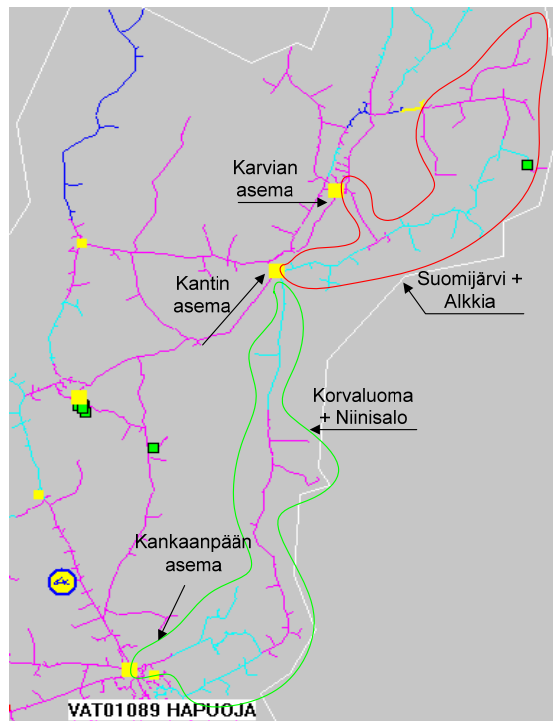
Kuva 6 Karvia 1 ja Karvia 2 korvaus

- Jyllin lähtö yhdistetään Honkajoen lähtöön.
- Jyllin ja Honkajoen lähtöjä syötetään Hongon asemalta Hirsivainion lähdöstä.
- Jyllin voimalaitoksella kytkentää muutetaan siten, että se saa syöttönsä Hongon asemalta Hongon lähdöstä (Kuva 7).



Kuva 7 Jyllin ja Honkajoen lähdön korvaus

- Suomijärven lähtöä voidaan syöttää Karvian asemalta Alkkian lähdöstä.
- Korvaluoman lähtöä Kankaanpäästä Niinisalon lähdöstä (Kuva 8).



Kuva 8 Suomijärven ja Korvaluoman lähtöjen korvaus

Näillä kytkentämuutoksilla saadaan aseman lähtöjä syötettyä muilta asemilta ja saadaan erotettua Kantin asema verkosta. Karvian, Kankaanpään ja Honkajoen asemien maasulkusuojaukset toimii, mutta lisäksi tarkastellaan maasulkuvirtojen- sekä kosketusjännitteen suuruutta.

Maadoitusjännite lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$U_E = R_E \cdot I_E \quad (1)$$

Missä, U_E = maadoitusjännite [V]

R_E = maadoitusresistanssi [Ω]

I_E = maasulkuvirta [A]

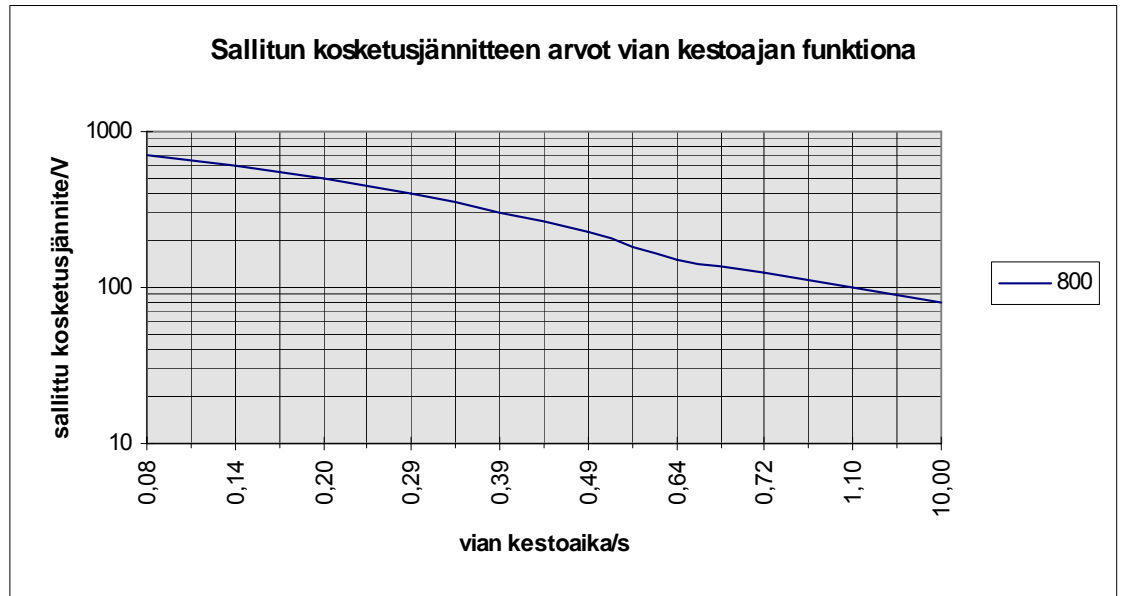
Vatajankosken Sähkö Oy:llä on määritelty raja-arvot sallituille maadoitusresistansseille riippuen maadoitustavasta(liite 1). Lisäksi arvoin vaikuttaa alueen yleinen maasulkuvirran taso. Arvot on jaoteltu kolmeen alueeseen ja kullakin alueella on maadoitusresistanssin raja-arvot 2 x U_{TP} , 4 x U_{TP} ja 5 x U_{TP} . Näitä arvoja käyttämällä saadaan laskettua suurimmat verkossa esiintyvät maadoitusjännitteet ja kosketusjännitteet kunkin aseman jakelualueella. Maasulkuvirran arvona on käytetty verkkotietojärjestelmästä saatuja arvoja(liite 2). Maasulkulistauksen lukuohjeet on esitetty liitteessä 3. Maasulkuvirtojen, maadoitusjännitteiden ja kosketusjännitteiden arvot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2 Asemien maasulkuvirrat, maadoitusjännitteet ja kosketusjännitteet

Asema	Aseman maasulkuvirta (vika res. 0 Ω) [A]	Aseman maasulkuvirta (vika res. 500 Ω) [A]	U_E (2 x U_{TP}) [V]	U_E (4 x U_{TP}) [V]	U_E (5 x U_{TP}) [V]	U_{TP} [V]
KARVIA	10,5	9,6	179	357	462	92
HONKAJOKI	16,9	13,8	287	575	744	149

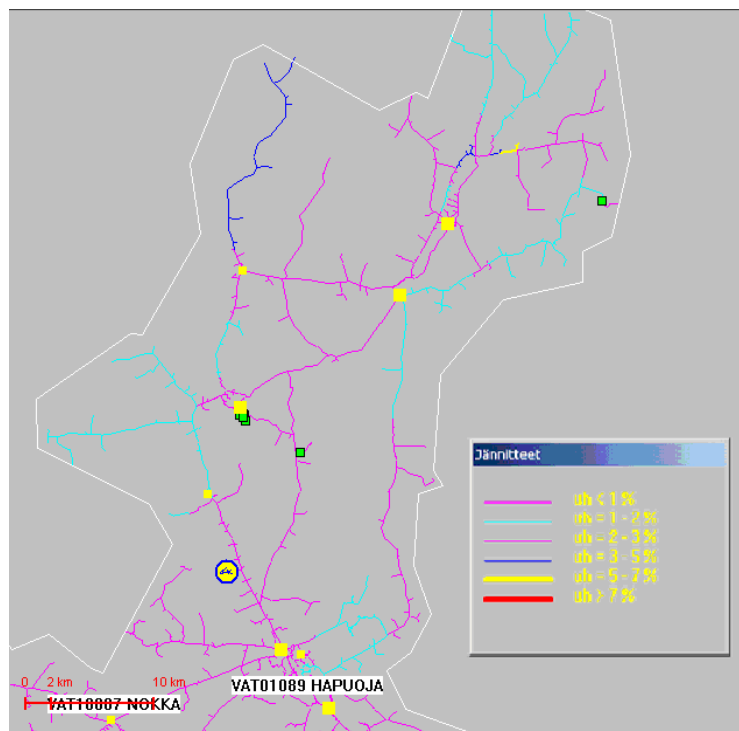
Kuten taulukosta 2 näkee, maasulkuvirrat eivät nouse suuriksi, vaikka Karvian ja Honkajoen asemien johtopituudet kasvavat. Taulukkoon on kerätty tiedot maasulkuvirrasta, maadoitusjännitteistä sekä kosketusjännitteestä.

Maasulkuvirrat ja samalla maadoitusjännitteet ovat suurimmat Honkajoen asemalla. Maadoitusjännite lähdeillä saa suurimmillaan olla 744 V. Vian sattuessa aseman vaikutusalueella kosketusjännitteen arvoksi tulee noin 149 V. Releasettelut asemalle täytyy tehdä kuvan 9 mukaisesti, että standardit täyttyvät kosketusjännitteen osalta. Laukaisuaika täytyy olla noin 0,6 s, että kosketusjännitteestä ei aiheudu varaa.



Kuva 9 Sallittu kosketusjännitteen arvot vian kestoajan funktiona /12/

Tällaisella kytkennällä verkon arvot pysyvät sallituissa rajoissa, johtojen oikosulkukestoisuus pysyy hyvänä, kuormituksen pysyvät kohtuullisina ja jännitteenalenemat pysyvät sallituissa rajoissa (Kuva 10). Lisäksi maasulkuvirrat eivät nouse suuriksi ja kosketusjännitteet saadaan pysymään sallituissa rajoissa lyhentämällä laukaisuaikaa.

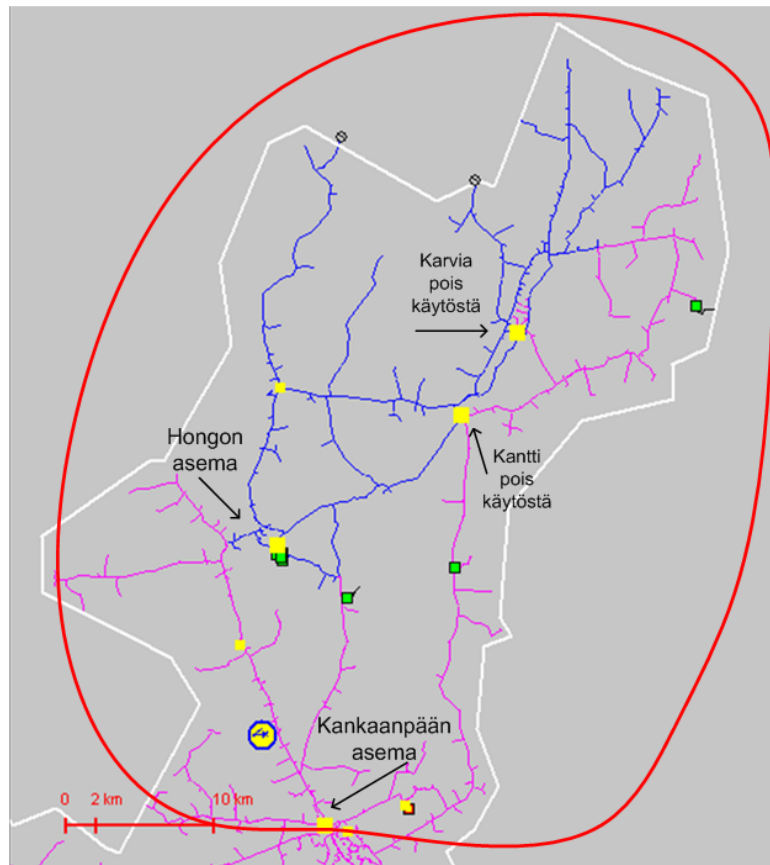


Kuva 10 Jännitteenalenemat

Kantin aseman korvaaminen onnistuu hyvin Karvian-, Kankaanpään- ja Hongon asemien avulla, ilman että verkko kärsii siitä. Joten Kantin asema olisi mahdollista poistaa 20 kV:n jakeluverkon ollessa normaalitilassa.

5.2 Varasyöttötilanne

Koska verkko toimii hyvin ilman Kantin asemaa, seuraavaksi selvitetään säilyvätkö verkon arvot hyvinä varasyöttötilanteessa. Varasyöttötilanne jota lähdin tutkimaan, oli sellainen jossa Karvian asema on poissa käytöstä. Tässä tilanteessa pohjoista aluetta joudutaan syöttämään Hongon- ja Kankaanpään asemilta. Tällainen tilanne on pahin mahdollinen pohjoiselle alueelle (Kuva 11).

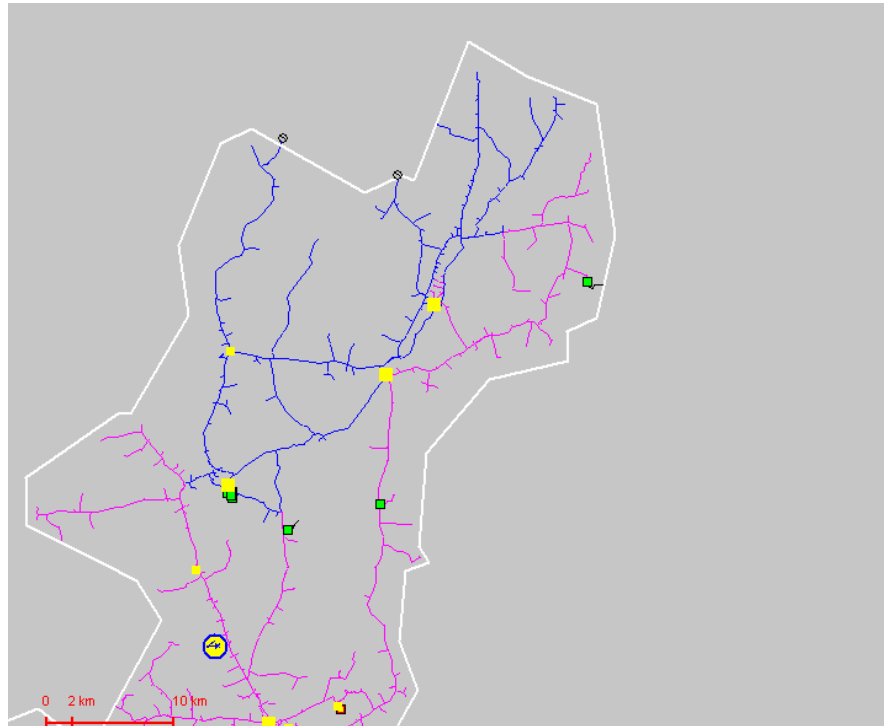


Kuva 11 Varasyöttötilanne

Karvian asema korvattiin seuraavilla kytkentämuutoksilla Ville Väissin tutkintotyötä mukaillen:

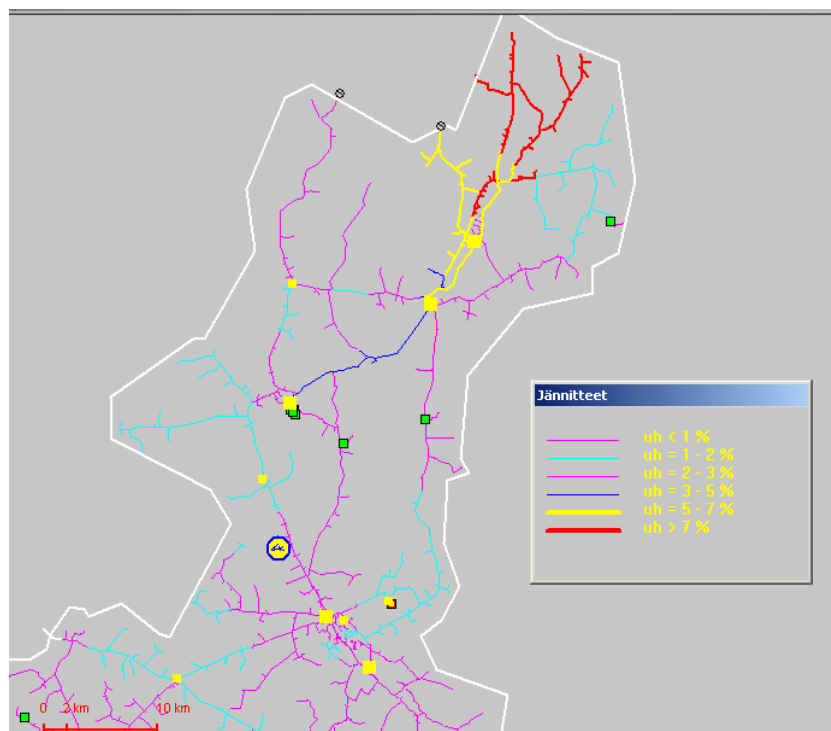
- Kankaanpään aseman Niinisalon lähtö syöttää Kantin Korvaluoman- ja Suomijärven lähtöjä sekä Karvian aseman Alkkian lähtöä.
- Hongon asema siirtyi syöttämään Kantin asemalta Honkajoen, Karvia I:n ja Karvia II:n lähtöjä.
- Hongon asema syöttää lisäksi Karvian aseman seuraavia lähtöjä: Ämmälä, Keskusta, Sarvela, Tupakylä, Hautalankylä ja Partalankylä.

Näillä kytkentämuutoksilla verkkoa syötetään Hongon ja Kankaanpään aseman päämuuntajilla (Kuva 12). Sinisellä on merkitty Hongon aseman päämuuntajan syöttämät johdot ja violetilla Kankaanpään aseman syöttämät johdot.

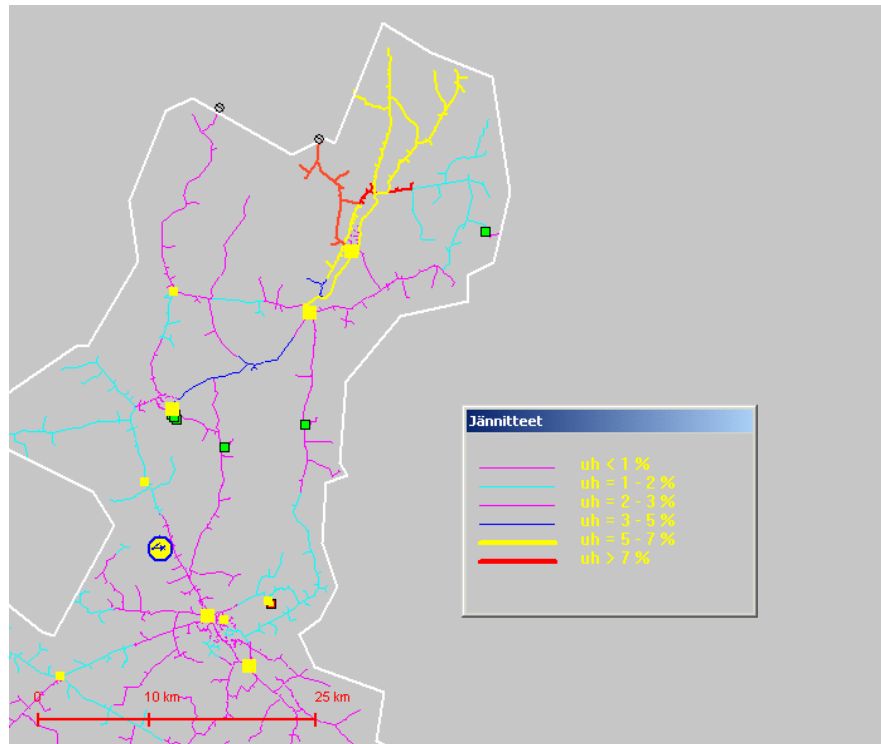


Kuva 12 Kytkentätilanne muuntajittain

Tällaisella kytkentätilanteella tutkittiin, miten varasyöttötilanteessa verkko toimisi. Suurimmaksi ongelmaksi tulivat jännitteenalenemat, jotka nousivat alueen pohjoisosissa yli 7 % (Kuva 13). Jännitettä saadaan nostettua avaamalla varasyöttöyhteys pohjoisesta sekä kytkemällä kondensaattorit verkkoon, tästä huolimatta joillakin alueilla jännitteenalenemat ovat yli 7 % (Kuva 14). 7 %:n jännitteenalenema on määritetty Vatajankosken Sähkö Oy:llä suurimmaksi sallituksi 20 kV:n verkossa.

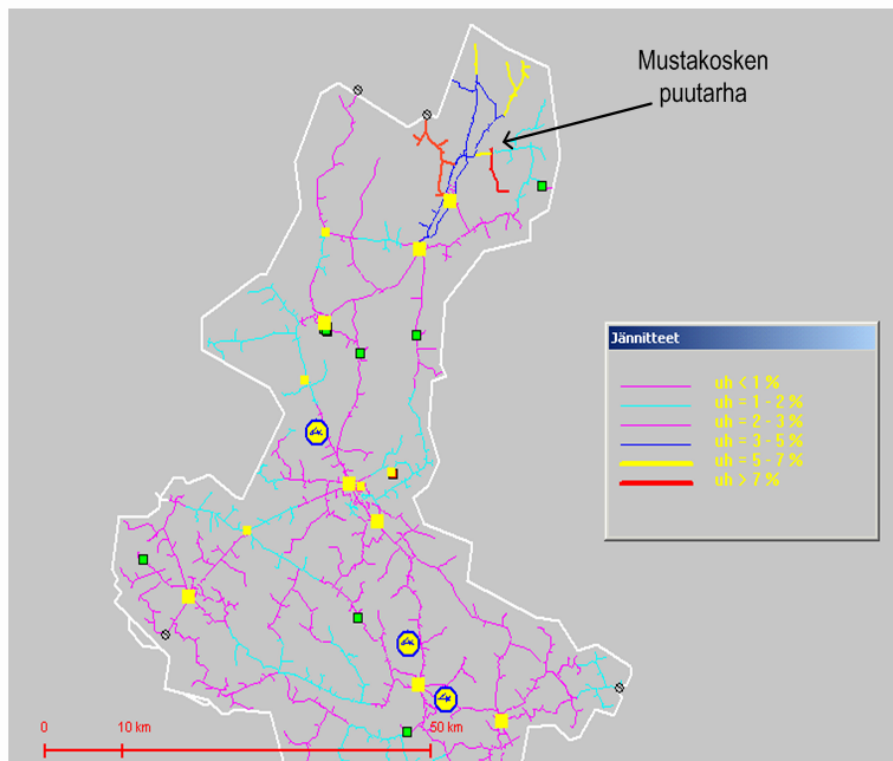


Kuva 13 Jännitteenalenemat ilman varasyöttöyhteyttä



Kuva 14 Jännitteenalenemat kun varasyöttöyhteys on kytkettynä

Jännitteenalenemiin vaikuttaa suurelta osin Mustakosken puutarha, joka on alueella suuri sähkönkuluttaja. Puutarha on kytkettynä kuvissa Hongon asemaan, jossa on muutenkin suuria kuormituksia. Jännitteet saatiin nousemaan, kun puutarha vaihdettiin Kankaanpään aseman syötettäväksi (Kuva 15). Tästä huolimatta jännitteenalenemat ovat suuria joillakin alueilla.



Kuva 15 Jännitteenalenemat

Maasulkuvirrat nousevat huomattavasti, kun Karvian ja Kantin asemat ovat poissa käytöstä (Taulukko 3). Maadoitusjännitteet ovat suurimmillaan Honkajoen asemalla. Maadoitusjännitteen arvo saa suurimmillaan olla 1888 V, jolloin kosketusjännitteen suuruudeksi vikapaikassa tulee 378 V. Maasulkulistaukset Kankaanpään ja Honkajoen asemalta on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3 Maasulkuvirrat ja maadoitusjännitteet

Asema	Aseman maasulkuvirta (vika res. 0 Ω) [A]	Aseman maasulkuvirta (vika res. 500 Ω) [A]	U_E (2 x U_{TP}) [V]	U_E (4 x U_{TP}) [V]	U_E (5 x U_{TP}) [V]	U_{TP} [V]
KANKAANPÄÄ	42,9	20,7	729	1459	1888	378
HONKAJOKI	25,3	17,3	430	860	1113	223

Kosketusjännitteiden kasvuun vaikuttaa lisääntynyt johtopituus, jolloin maasulkuvirta lähdeissä kasvaa. Erityisesti Kankaanpään aseman syöttävillä johdoilla kosketusjännitteet nousevat suuriksi. Alueen keskiosissa kosketusjännitteiden kanssa ei ole ongelmia sen pienen maadoitusresistanssin ansiosta. Mutta alueen pohjoisosat joita Kankaanpään asema syöttää, on maadoitusresistanssi suurempi, jolloin kosketusjännitteet kasvavat. Tällöin joudutaan maasulunkestoajaa rajoittamaan. Taulukossa 3 on laskettu kosketusjännitteet pohjoisen alueen maadoitusresistanssi arvoilla, tällöin saadaan suurimmat kosketusjännitearvot. Standardien vaatimusten täyttämiseksi pitäisi maasulunvaikutusaika olla noin 0,30 s (Kuva 9). Tällaisiin kytkentäaikoihin päästään katkaisijoilla, joten kosketusjännitteet eivät nouse ongelmaksi.

5.3 Yhteenveto

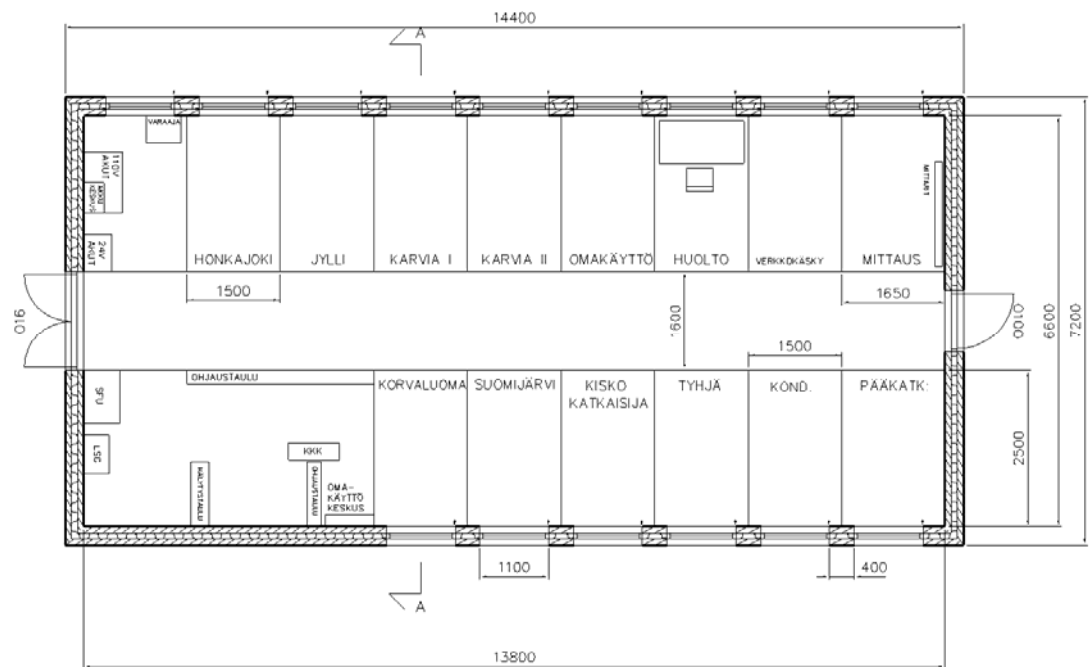
Varasyöttötilanteissa jouduttaisiin rajoittamaan Mustakosken puutarhan ottamaa tehoa, että jännitteet pysyisivät sallituissa rajoissa. Tämän saman asian on todennut myös Ville Väissi omassa tutkintotyössään. Mustakosken puutarhan kuormien ollessa n.3 MW nousevat jännitteiden alenemat 21 %:iin huonoimmilla alueilla. Verkon pitäisi pysyä sallituissa rajoissa jännitteiden osalta, vaikka yksi asema olisikin poissa käytöstä. Tämä ei toteudu nykyisellä verkolla ilman vahvistuksia. Syöttöyhteyksiä parantamalla Kankaanpään- ja Hongon asemalta voitaisiin parantaa verkon arvoja. Kankaanpään ja Kantin väliä on tosin jo parannettu viime vuosina, joten sieltä ei saada enää paljoa lisäkapasiteettia. Ainut vaihtoehto on parantaa Hongon ja Kantin asemien väliä. Hongon asema syöttää tällä hetkellä isoja puutarhoja joten sieltä saatava lisäkapasiteetti ei välttämättä riitä, vaikka siirtoverkkoa parannettaisiin. /11/

Jännitteiden alenemat heikentävät verkkoa muutenkin kuin 20 kV:n osalta. Jännitteet laskevat myös 400 V:ssa, mistä seuraa ongelmia verkon heikommilla osilla, kun oikosulkuvirrat laskevat. 20 kV:n ja 0,4 kV:n verkoissa joudutaan siirtämään suurempia virtamääriä, että saadaan kompensoitua jännitteiden alenemasta aiheutuva tehon lasku. Virtojen kasvu kasvattaa lisäksi verkon häviöitä entisestään. Aseman poistolla on myös vaikutusta asiakkaiden kokemiin haittoihin, kun lähtöjen johtopituudet kasvavat ja pikajälleenkytkennät lisääntyvät.

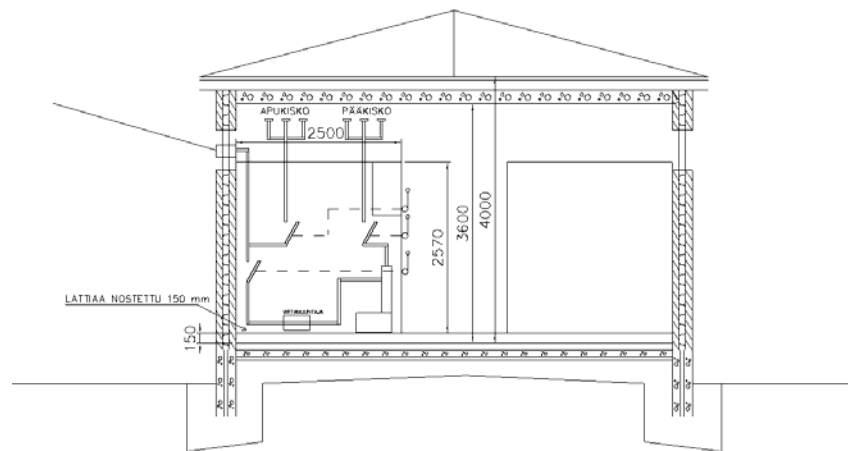
Aseman poistosta on enemmän haittaa kuin hyötyä verkolle, joten sen poistamiseen ei ole perusteita. Verkkoa jouduttaisiin parantamaan, että saataisiin jännitteiden alenemat pysymään alle 7 %:n. Lisäksi verkon luotettavuus laskee huomattavasti, mikä täytyy ottaa huomioon. Asema toimii osittain varasyöttöasemana, mutta sillä on tärkeä vaikutus vikatilanteessa jakeluverkon luotettavuuteen.

6 ASEMAN UUSINTA

Kantin asema on rakennettu vuonna 1972 nykyiselle paikalleen. Asemarakennuksena toimii hyväkuntoinen tiilirakennus, johon aseman saneeraus tehdään (Kuva 16). Asemalla on tällä hetkellä MELY-kojeisto kisko-apukisko järjestelmällä. Aseman komponenteista kaikki eivät ole olleet uusia rakennettaessa, vaan osa sen katkaisijoista on vanhoja Kankaanpään sähköaseman 400 A:n OSAK 20-T4 -katkaisijoita vuosilta 1961 ja 1962. Pääkatkaisija ja Honkajoen lähdön katkaisijat ovat taas uudempia 1000 A:n OSAP 20-W2 -katkaisijoita vuosilta 1971 ja 1972. Erottimet kojeistossa ovat OJON-erottimet 60-luvun alusta, ja näitä on kolme kappaletta kussakin kennossa (Kuva 17). Lähtökennossa on alkuperäiset ABB:n SPAA 3A5J40 -suojareleet. Syöttökennon suojareleistys on uusittu uuteen VAMP 140 malliseen suojareleeseen. Lisäksi asemalle on lisätty valokaarisuojaus, joka on toteutettu VAMPin suojareleellä. Myös aseman kiskojännitteen ja -taajuuden suojaus on uusittu VAMPin suojareleellä. Aseman suojareleistys on muilta osin alkuperäinen.



Kuva 16 Aseman layout-kuva ylhäältä



Kuva 17 Aseman layout-kuva päädyistä

Aseman ilmanvaihto on toteutettu painovoimaisena. Tämän vuoksi katkaisijan auki- ja kiinnityskentätilanteissa palamiskaasut voivat jäädä ilmaan leijumaan ja henkilökunnan hengitettäväksi. Lisäksi asemalla ei myöskään ole tällä hetkellä kaasun purkauskanavia vikatilanteiden varalle. Koneellisella ilmanvaihdolla palamiskaasut saataisiin tehokkaasti poistettua tilasta.

6.1 Kojeiston täydennys

Aseman uusintaa voidaan lähteä tekemään joko täydellisenä uusintana tai sen täydentämisenä. Tässä kohdassa perehdytään kojeiston täydennykseen.

Kojeiston täydennyksen suunnittelussa on tarkoitus selvittää nykyisen aseman kunto. Sen perusteella pohditaan, mitä komponentteja asemalla täytyisi uusia. Saneerauksella aseman käyttöä on tarkoitus saada turvallisemmaksi ja luotettavammaksi. Lisäksi on tarkoitus lisätä sen käyttöikää usealla vuodella.

6.1.1 Katkaisijat

Asemalla on tällä hetkellä käytössä katkaisijamallit, OSAP 20-T ja OSAP W2.

OSAP 20-T

Nimellisjännite: 24 kV
Nimellisvirta: 400 A
Symmetrinen katkaisuteho: 250 MVA/7 kA
Terminen oikosulkuvirta: 20 kA 1s

OSAP 20 W2

Nimellisjännite: 20 kV
Nimellisvirta: 1000 A
Symmetrinen katkaisuteho: 750 MVA/22 kA
Terminen Oikosulkuvirta: 25 kA 1s

6.1.1.1 Nykykunto

Katkaisijoita on huollettu tasaisin väliajoin ja niiden katkaisukärkien kuntoa on tarkkailtu tasavirtavastusmittausten avulla säännöllisesti. Vuoden 2007 mittauksissa ovat 60-luvun OSAP-katkaisijoiden tasavirtaresistanssit olleet 90 -140 $\mu\Omega$ ja 70-luvulta olevian OSAK-katkaisijoiden 77 $\mu\Omega$ ja 62 $\mu\Omega$. Uusilla vastaavat arvot ovat 55 $\mu\Omega$:n luokkaa /13/. Katkaisijoita huoltavan henkilökunnan mukaan tasavirtaresistanssiarvot saavat olla noin 200 - 300 $\mu\Omega$, ennen kuin niille täytyy tehdä suuria kunnostustöitä. Kärkien tasavirtaresistanssin osalta katkaisijat ovat siis kunnossa.

Vanhoilla vähäöljykatkaisijoilla katkaisukyky voi jäädä riittämättömäksi, kun verkkoja on uusittu ja virta-arvot ovat nousseet siitä ajasta kun asema on rakennettu. OSAK-katkaisijoiden katkaisukyky on 7 kA ja OSAP-katkaisijoiden 22 kA. Aseman kiskostossa 3-vaiheinen oikosulkuvirta on OPEN ++ Integra ohjelman tietojen mukaan noin 2,2 kA, joten molemmilla katkaisijoilla on riittävä katkaisukyky.

Aseman virrat eivät ole tällä hetkellä kovin suuria, joten katkaisijoiden nimellisivrrat ovat riittävän suuret. Aseman pääkatkaisijan virta tällä hetkellä on noin 68 A (Taulukko 1), joten virrat voivat kasvaa paljon ennen kuin katkaisijoiden nimellisivrrat tulevat vastaan. 10 MVA:n päämuuntaja voi syöttää maksimissaan noin 290 A:n virran, joten katkaisijoilla riittää nimellisvirta, vaikka asema olisi täydessä kuormassa.

Katkaisijoiden tulevaa kestävyyttä voidaan arvioida myös laukaisumäärien perusteella. Katkaisijat kestävät taulukon 5 mukaiset määrät katkaisuja. Suurin osa katkaisuista tapahtuu pienillä oikosulkutehoilla, jotka ovat 1- 1,5 kA:n suuruisia. Tällaisilla katkaisuvirroilla 400 A OSAK-katkaisijoiden kärjet kestävät 50 - 300 laukaisua ja 1000 A:n OSAP-katkaisijoiden kärjet yli 300 laukaisua. Kun laukaisuja on vuodessa noin 2 - 11 kappaletta (taulukko 4), voidaan katkaisijoiden kärkiä käyttää viidestä vuodesta reilusti yli 20 vuoteen.

Katkaisijoiden kärkien vaihdoista ei ole merkintöjä huoltotiedoissa, jotka ulottuvat eri katkaisijasta riippuen vuosien 1983 ja 2005 välille. Katkaisijoista Korvaluoman lähdön ja Suomijärven lähdön kärkien vaihto alkaa olla ajankohtaista niiden kohtuullisen suurien jälleenkytkentämäärien takia. Kummallekaan katkaisijalle ei ole vaihdettu kärkiä koko huoltohistorian aikana, joka ulottuu vuoteen 1983 saakka. Muiden katkaisijoiden laukaisumäärät eivät ole niin suuria, joten niillä kärkien vaihtoon ei ole niin akuuttia tarvetta.

Taulukko 4 Laukaisumäärät vuonna 2001

	Pituus / km	PJK+AJK / kpl
Suomijärvi	11	7
Korvaluoma	42	11
Honkajoki	23	2
Jylli	40	
Karvia 1	7	3
Karvia 2	0	0

Taulukko 5 Katkaisijoiden kosketinosien laukaisujen kestävyys /14;15/

Katkaisuteho	Katkaisujen lukumäärä OSAP	Katkaisujen lukumäärä OSAK
Nimellisteho	5	5
0,6 x S _N	10	10
0,3 x S _N	50	50
0,1 x S _N	300	300
Nimellisvirta	500	1000

Aseman teknis-taloudellinen käyttöikä pääkomponenteilla on yleensä 40 - 50 vuotta. Tämä ikä alkaa tulla täyteen vanhimmilla katkaisijoilla, mutta niitä voidaan käyttää hyvän kunnon ja huoltohistorian ansiosta vielä joitakin vuosia. On kuitenkin otettava huomioon mahdolliset katkaisijoiden vikaantumiset, sekä niiden aiheuttamat kisko-oikosulut. Tällaisia erittäin harvoin tapahtuvia teknisiä vikoja ei voi ennustaa, vaan ne voivat tapahtua koska vaan. /16/

6.1.1.2 Uusintavaihtoehdot

Nykyisten OSAK- ja OSAP-katkaisijoiden tilalle on nykyään saatavilla helposti vaihdettavia puolikiinteitä katkaisijoita, joiden asennus onnistuu hyvin. ABB Oy tarjoaa juuri OSAP- ja OSAK-katkaisijoiden tilalle puolikiinteää VD 4 -tyhjökatkaisijaa (Kuva 18). Tässä katkaisijassa VD 4 -mallinen tyhjökatkaisija on asennettu vaunun päälle, joka voidaan vaihtaa suoraan vanhojen katkaisijoiden tilalle. Katkaisijan mitat on esitetty liitteessä 5 olevassa kuvassa.

Katkaisijalle tehdään kennonpohjalle kiskot, joita pitkin uusi katkaisija saadaan työnnettyä paikoilleen. Itse katkaisija kiinnitetään puolikiinteästi virtakiskoihin. Katkaisija johdotetaan pistokkeen avulla, jolloin sen liittäminen käy helposti. Pistoke kiinnitetään katkaisijan alapuolella olevaan vastakappaleeseen. Katkaisija on tehty suurilla vaiheväleillä, jolloin sen kiinnitys virtakiskoihin onnistuu helposti pienellä muutostyöllä. Aseman katkaisijoiden uusinta onnistuu mielestäni helpoiten juuri tällaisella saneerauskatkaisijalla. Normaalin katkaisijan sovittaminen ja kiinnittäminen vaatii enemmän töitä tällaisessa kohteessa verrattuna saneerauskatkaisijaan.



Kuva 18 saneerauskatkaisija /17/

Vaasa Engineering Oy tarjoaa saneeraukseen vastaavanlaista saneerauskatkaisijaa, joka voidaan asentaa vanhan tilalle. Tyypiltään se on UCB-tyhjökatkaisija, jolle tehdään sovite nykyiseen kennoon. Katkaisija liitetään soviteen avulla virtakiskoihin. Katkaisija on toiminta-arvoiltaan vastaavanlainen kuin ABB Oy:n VD 4 -katkaisija.

Uusilla katkaisijoilla päästään huomattavasti suurempiin toiminta-arvoihin kuin nykyisillä vähäljykatkaisijoilla. Uuden 1 250 A tyhjökatkaisijan oikosulkukestoisuus on 31,5 kA. Esimerkiksi Kantin aseman 2,2 kA:n maksimioikosulkuvirralla voidaan tehdä noin 10 000 katkaisua.

Laukaisumäärien lisääntyminen verrattuna vanhoihin katkaisijoihin pidentää huoltoväliä ja vähentää kunnossapidon tarvetta. Lisäksi tyhjökatkaisijan eristeaineen koostumus ei muutu katkaisuissa, joten sitä ei tarvitse vaihtaa. Nykyisiä vähäöljykatkaisijoita on huollettu 2-4 vuoden välein, kun taas uusilla katkaisijoilla huoltoväli on noin 6 vuotta, joten niiden huoltokustannukset ovat pienemmät kuin vanhojen./18/

6.1.2 Releistys

Aseman lähtöjen nykyiset releet ovat ABB:n SPAA 3A5J40 -sarjan releitä 1970-luvulta. Releet ovat toimivia ja hoitavat suojauksen asemalla. Nykyisissä releissä ei ole niin paljon ominaisuuksia kuin uusissa, jolloin virtojen ja jännitteiden mittaamiseen joudutaan käyttämään mittaustaulua. Lisäksi käytössä on erillinen hälytystaulu, johon hälytykset rekisteröidään. Joitakin aseman releitä on uusittu vuosien varrella. Syöttökennoon on vaihdettu VAMP 140 -suojarеле. Lisäksi asemalle on uusittu kiskojännite- ja taajuussuojaus sekä lisätty valokaarisuojaus. Uusitut suojaukset on toteutettu VAMPin suojarелеillä.

Aseman uusittujen releiden vaihtaminen ei ole tarpeellista, jos saneeraus tehdään VAMPin suojarелеillä. Tällöin ne sopivat hyvin yhteen uusien laitteiden kanssa. Jos saneeraus tehdään muilla laitteilla, täytyy niiden sopivuus järjestelmään varmistaa.

Vanhojen SPAA-releiden vaihtaminen saneerausta tehdessä on suositeltavaa. Uusissa releissä on itsessään mittaus- ja hälytystoiminnot, joten nykyinen mittaus- ja hälytystaulu voidaan purkaa. Aseman turvallisuus paranee samalla, kun avorakenteiset taulut saadaan purettua pois. Uudet releet ovat väylään kytkettäviä, jolloin päästään pienellä johdotuksella, kun kaikki releet voidaan kytkeä samaan väyläkaapeliin. Uusintaan on olemassa lukuisia erilaisia relevaihtoehtoja, mutta esimerkiksi ABB:n REF 541- tai VAMPin 255 -suojarелеet ovat hyviä vaihtoehtoja. Vastaavia releitä on käytössä Vatajankosken Sähkö Oy:n asemilla, joten niiden käyttö on tuttua.

110 kV:n ulkokentän uusinnassa siihen on tarkoitus lisätä jännitemuuntajat ja siirtää energian mittaus suoraan 110 kV:n tasoon. Tällöin joudutaan nykyinen suojarелеistys uusimaan tähän tarkoitukseen sopivaksi. Nykyinen ulkokentän ja muuntajan suojarелеistys on alkuperäinen, joten sen uusiminen on välttämätöntä. Uusiminen voidaan tehdä tässäkin ABB:n tai VAMPin suojarелеillä, joita on käytössä muilla asemilla.

6.1.3 Lukitukset

Kojeiden keskinäisillä lukituksilla varmistetaan niiden turvallinen ja oikea toiminto. Ulosvedettävillä kojeilla täytyy olla vähintään seuraavat lukitukset:

- Vaunussa olevan kytkinlaitteen siirron voi suorittaa ainoastaan silloin, kun lukitus on auki-asennossa.
- Kytkinlaitetta voidaan ohjata vain silloin, kun vaunu on käyttö-, erotus-, maadoitus- tai koestusasennossa.
- Kytkinlaitteen kiinniohjaus on estetty, kun apupiirit ovat kytkemättä.

Kiinteästi asennetuilla kojeilla on vastaavasti oltava seuraavat lukitukset:

- Ohjaustoimenpiteet, joihin erotin ei ole tarkoitettu estetään lukituksin.
- Erottimia voidaan ohjata vain, kun virtapiirin kytkinlaite on auki-asennossa.

Jos katkaisija on sarjassa maadoituskytkimen kanssa, on katkaisijan tahaton avaaminen estettävä. /19/

Lukitusten puuttuminen asemalla mahdollistaa tahattomat virhekytkennät. Sähköturvallisuuden kannalta asema olisi viisasta varustaa lukituksilla. Lukitukset saadaan kuntoon asentamalla erottimien ohjaimiin lukitusmagneetit, joilla virhekytkennät saadaan estettyä. Lisäksi tällöin päästään määräyksien mukaiseen suojaukseen.

Lukitusmagneetit asennetaan erottimen ohjaimeen, jolloin sillä voidaan lukita erotin (Kuva 19). Lukitusmagneetteihin on saatavilla apukoskettimia, joilla asennonosoitustieto saadaan siirrettyä releille ja kaukokäyttöön. Tällaiset on hyvä lisätä samalla jos lukituslaitteita lisätään asemalle.



Kuva 19 Lukitusmagneetin paikka

6.1.4 Valokaarisuojaus

Asemalle on lisätty valokaarisuojaus jälkikäteen. Se on toteutettu VAMPin suojarielellä ja kennokohtaisilla antureilla. Koska valokaarisuojaus on kohtuullisen uusi, ei sitä kannata lähteä uusimaan.

Valokaarisuojaus toimii siten, että se mittaa johdoissa menevää virtaa ja tarkkailee valoherkällä anturilla tai -kaapelilla kennon sisäpuolta. Valokaarisuojaus laukaisee katkaisijan silloin, kun virta ylittää asetteluarvon ja valoanturi havaitsee valoa. Tällä saadaan valokaari nopeammin sammumaan verrattuna pelkkään virtahtoon.

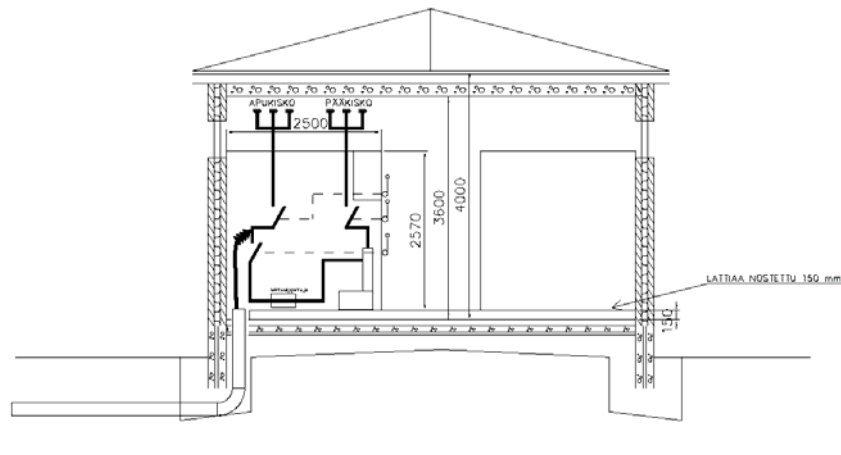
6.1.5 Kaapelointi ja erottimet

Lähdöt asemalta on toteutettu tällä hetkellä ilmajohtoina aseman läpivientiaukoista. Kojeistosta tulee virtakisko aukolle, josta on läpivienti johtoa varten ulkopuolelle. Johdot lähtevät rakennuksen läpivientiaukoista, jolloin on mahdollista päästä koskettamaan niitä tahattomasta. Lähdöt ovat kyllä kohtuullisen ylhäällä, mutta alueella työskennellessä niihin on mahdollista osua. Ratkaisuna tämä ei ole kovin hyvä eikä nykyaikainen. Läpivienti on tällaisessa kohdassa sään armoilla ja sen vaurioituminen on mahdollista.

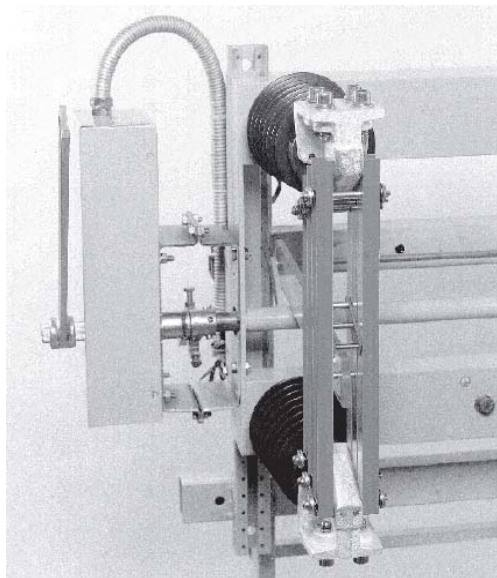
Aseman kennoissa on tällä hetkellä OJON-tyyppiset erottimet, jotka on asennettu uusina asemaa rakennettaessa. Erottimia on kennossa kolme kappaletta ja niiden ohjaus tapahtuu manuaalisesti ohjausvivuston kautta. Erottimien kuntoa on hyvä, mutta ne ovat kuitenkin olleet käytössä asemalla 36 vuotta. Niiden käyttö on kuitenkin ollut vähäistä, joten niiden kärjet ovat kohtuullisessa kunnossa. Vähintään erottimien perushuolto on kuitenkin hyvä tehdä, jos saneerausta tehdään.

Saneerauksen yhteydessä on suositeltavaa vaihtaa ilmajohtolähdöt maakaapelilähdöiksi. Tällä saadaan aseman ympäristöä siistimmäksi, kun ilmassa ei mene ylimääräisiä johtoja. Lisäksi turvallisuus aseman ulkopuolella paranee, kun johdot poistetaan. Kaapeleille tuodaan putket rakennuksen anturan alta ja puhkaistaan reiät kennojen pohjaan. Virtakiskot voidaan katkaista kennon takaseinältä niin, että saadaan kaapelipäätteet liitettyä niihin.

Kennossa lähdön maakaapelointi aiheuttaa joitakin toimenpiteitä. Ainakin kennon lähtöerottimen paikkaa voidaan joutua muuttamaan, että maakaapeli saadaan liitettyä hyvin kiskoihin (Kuva 20). Jos erottimen paikkaa joudutaan vaihtamaan, täytyy sen ohjausvivustoon luultavasti tehdä muutoksia, että erotinta saadaan ohjattua. Jos ohjausvivustoa ei saada muutettua toimivaksi, voidaan erottimeen asentaa moottoriohjain, jolla ohjaus saadaan suoritettua. (Kuva 21).



Kuva 20 Kaapeleiden sisään vienti



Kuva 21 Moottoriohjain OJON-erottimeen /20/

Maakaapelit viedään lähtöpylväisiin, joissa maakaapelit päätetään erottimiin. Päätepylväät joudutaan vaihtamaan uusiin, koska vanhoissa ei ole tilaa kaikille erottimille ja kaapelipäätteille. Maakaapeleiden kaivamistyö, erottimet, päätteet ynnä muut tarvikkeet töineen maksaa Vatajankosken Sähkö Oy:ltä saatujen tietojen mukaan, noin 4 300 € / lähtö. Kaikkien lähtöjen kaapelointikustannukset ovat yhteensä noin 25 800 €. /21/

6.1.6 Kondensaattorit

Kantin asemalla loisteho ei ole ongelma, joten sen kompensointiin kondensaattoreita ei tarvita. Asemalla on niille kuitenkin valmis paikka sekä -lähtökenno, joten niiden lisääminen onnistuu helposti. Lavian uuden sähköaseman valmistuttua on mahdollista käyttää Kantissa Lavian vanhan aseman kondensaattoreita. Kantin aseman toimiessa lähinnä varasyöttöasemana on kondensaattoreiden siirto perusteltua, koska varasyöttötilanteessa pitkät siirtomatkat kasvattavat jännitteenalenemia ja kondensaattoreilla niitä saadaan pienennettyä. Tälle kondensaattoreiden lisäykselle ei synny suuria kustannuksia, koska lähes kaikki tarvittavat komponentit löytyvät jo Vatajankosken Sähkö Oy:ltä.

6.1.7 Ohjaus, kaukokäyttö ja tasasähköjärjestelmä

Sähköasemien automatiikan komponenttien pitoaika vaihtelee 15 -30 vuoteen. Kantissa on kaukokäytön ala-asema uusittu, mutta muut laitteet ovat alkuperäisiä. Alkuperäisillä laitteilla on ikää jo yli 35 vuotta, joten niiden uusimista on hyvä pohtia. Osa näistä laitteista poistuu itsestään, jos saneeraus tehdään. Esimerkiksi vanhat mittaus- ja ohjaustaulut voidaan poistaa, kun uudet releet tulevat hoitamaan nämä toiminnot. /22/

Kaukokäytön ala-asema ja tähän liittyvät komponentit voidaan jättää asemalla. Ala-asemaan on mahdollista saada väyläliityntäominaisuus, joten siihen voidaan liittää uusia releitä ja välittää tiedot käyttökäyttäjärjestelmään.

Uusien releiden tietojen siirtämiseen ala-asemalle ja ohjaustietojen siirtämiseen tarvitaan uusi ohjauskaappi. Ohjauskaappiin sijoitetaan myös mahdollisen maasulunsammutuksen ohjauslaitteet ja 110 kV:n suojauksen laitteet. Kaappi voidaan sijoittaa nykyisen ohjaustaulun paikalle tai vastaavasti kaukokäytön kaappien viereen.

Nykyinen tasasähköjärjestelmä on alkuperäisessä kunnossa. Ainoastaan akkuja on uusittu tasaisin väliajoin. Tasasähköjärjestelmä on tulossa tiensä päähän, joten se joudutaan uusimaan. Akkujen varauskyky pitäisi olla sellainen, että asema pysyy toimintakuntoisena vähintään 10 tuntia sähkökatkon aikana. Aseman sähköntarve kasvaa, kun sinne uusitaan releistys ynnä muita komponentteja. Tällöin tasasähköjärjestelmältä vaaditaan suurempaa varauskykyä, jolloin vanha tasasähköjärjestelmä voisi jäädä pieneksi. Tämä on myös yksi syy miksi tasasähköjärjestelmä kannattaa uusida.

Uusien varaajien hinnat eivät ole korkeita. 110 V tasajännitejärjestelmä 92 Ah akustolla ja 15 A varaajalla on noin 7000 €. 24 V järjestelmä 32 Ah akustolla sekä 10 A varaajalla on noin 2000 €. /23/

Aseman poistumistievalaistuksen määräysten mukaisuus ei tällä hetkellä täyty. Asemalla on hehkulampuilla toimiva varavalaistus, joka toimii tasasähköjärjestelmän akuilla. Poistumistieopasteita asemalla ei tällä hetkellä ole. ST kortissa 59.10 ohjeena on, että enintään 2 m leve-

ällä poistumistiellä täytyy olla vähintään 1 lx vaakatason valaistusvoimakkuus lattian tasossa poistumistien keskilinjalla. Lisäksi tilassa täytyy olla poistumisopasteet, joilla merkitään ulosmenotiet. Opasteiden tulee olla aina valaistuja. Turvavalaistukseen on olemassa valmiita offline UPS -järjestelmiä, jotka sytyttävät poistumistievalaistuksen sähkökatkon aikana ja pitävät poistumisopasteet jatkuvasti valaistuin. Kaapelointi valoille tehdään palonkestävällä kaapelilla, joka on suojattu paloa vastaan yhden tunnin ajaksi.

6.1.8 Maasulunsammutuslaitteisto ja omakäyttö

Maasulunsammutuksella tarkoitetaan maasulun aiheuttamassa vikatilanteessa syntyvän maasulkuvirran pienentämistä erillisellä kompensointilaitteistolla. Käytännössä virtajohtimen ja maahan yhteydessä olevan osan vikavirta kompensoidaan asemalla olevalla kuristimella. Maasulunsammutuslaitteiston toiminta perustuu verkon maakapasitanssin kompensointiin kuristimella, joka on kytketty muuntajan tähtipisteeseen. Kuristimen induktiivinen reaktanssi kompensoi maakapasitanssissa syntyvää kapasitiivista virtaa. /24/

Viime aikoina sähkön laatuun on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota pikajälleenkytkentöjen kasvun ja kiristyneiden laatuvaatimusten takia. Laatuvaatimuksia on kasvattanut erityisesti lisääntynyt tietotekniikka, joka on alttiina sähkökatkoille. Maasulunsammutuslaitteistolla voitaisiin vähentää verkossa esiintyviä jälleenkytkentöjä jopa 80- 90 %. Lisäksi laitteistolla saadaan pienennettyä vikapaikassa esiintyviä vaarallisia askel- ja kosketusjännitteitä. /25/

Asemalla ei ole ongelmia maasulkuvirtojen kanssa, koska asemalta lähtee ainoastaan kohutuullisen lyhyitä ilmajohtoja, jotka eivät aiheuta suurta maakapasitanssia. Laitteiston tarkoituksena olisi lähinnä parantaa alueen sähkönlaatua.

Sammutuslaitteiston asennus asemalle vaatisi nykyisen omakäyttömuuntajan korvaamista uudella tähtipistemuuntajalla ja sammutuskuristimen lisäämistä sen yhteyteen. Laitteet voidaan sijoittaa nykyiseen omakäyttökennoon, jos siellä on tarpeeksi tilaa. Tällöin sen rakentamiseen ja ilmanvaihtoon on tehtävä muutoksia, jotta se vastaa nykyisiä määräyksiä. Toinen vaihtoehto on sijoittaa laitteet aseman ulkopuolelle erilliseen puistomuuntaamoon.

6.1.9 Yhteenveto

Edellisen kaltaisella ratkaisulla saataisiin parannettua aseman toimintavarmuutta ja turvallisuutta. Myös aseman käyttöikä pitenee, kun pääkomponentit vaihdetaan uusiin. Lisäksi aseman huoltaminen tulisi onnistumaan jatkossakin hyvin, kun käytössä on kisko-apukisko järjestelmä. Erottimien vaihtoa kannattaa harkita, jos saneeraus aiotaan tehdä. Saneerauksessa vaihdetaan kuitenkin kaikki muut tärkeät komponentit, joten erottimet jäisivät pullonkaulaksi.

Aseman saneerauksen investointikustannuksia on laskettu taulukossa 6. Investointikustannuksia on arvioitu ulkopuolisella työllä kojeiston täydennyksessä sekä maasulunsammutuslaitteiston asennuksessa. Omalla työllä kustannuksia on laskettu kojeiston täydennyksessä. Maakaapelointityö tehdään kokonaisuudessaan omana työnä.

Taulukko 6 Saneerauksen investointikustannukset /23; 26/

	Hinta / €
Kojeiston täydennys	175 000
Täydennys ilman työtä	135 000
Täydennys omalla työllä	161 000
Maasulkuvirran kompensointilaitteisto	112 000
Laitteisto ilman asennusta	93 000
Puistomuuntajan osuus hinnasta	8 000
Maakaapelointi	25 800

Investointikustannuksia on laskettu luvussa 4.1 käytyjen asioiden pohjalta lukuun ottamatta 110 kV:n relesuojausta, jonka investointikustannukset on otettu huomioon 110 kV:n saneerauksessa. Oman työn osuutta on arvioitu siten että, yhden kennon kalustamiseen menisi kaksi työpäivää kahdelta henkilöltä. Lisäksi kaapelointiin, johdotukseen ynnä muuhun on laskettu 4 viikon työ määrä kahdelta henkilöltä. Tunnin hintana on käytetty Vatajankosken Sähkö Oy:n laskutustyötunnin hintaa 40,16 €/h (Alv 0%).

6.2 Standardien vaatimukset

Tässä kappaleessa on selvitetty standardien ja ohjeiden antamia määräyksiä, jotka täytyy ottaa huomioon sähköaseman saneerausta suunniteltaessa ja toteutettaessa.

6.2.1 Yleistä

Standardi SFS 6001 koskee myös asennuksen korjaus-, muutos- ja laajennustöitä sekä olemassa olevien asennusten osia, joihin nämä työt vaikuttavat. Standardissa SFS 6001 esitetyt sähkölaitteistojen rakennetta koskevat vaatimukset eivät ole taannehtivia. Vanhoja asennuksia, jotka vastaavat alkuperäisenä rakentamisajankohtana voimassa olleita asennusvaatimuksia saa edelleen käyttää, mikäli niitten käyttöä ole erikseen kielletty eivätkä ne aiheuta ilmeistä vaaraa tai vahinkoa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle. Sähköturvallisuutta koskevia vaatimuksia pitää kuitenkin voida noudattaa kaikissa asennuksissa ja tämä pitää ottaa huomioon asennuksia korjattaessa, laajennettaessa ja muutettaessa. Suurjännitesähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustöissä on periaatteena se, että uudet asennukset tehdään standardin SFS 6001 mukaisesti. Esimerkiksi jos asennusta laajennetaan asentamalla uusia muuntajia tai kojeistoja, tai asennus esim. muuntamo uusitaan kokonaan, ne tehdään standardin SFS 6001 mukaisesti. Ne asennuksen osat, joihin työ ei kohdistu voidaan jättää aikaisempien vaatimusten mukaiseksi, ellei siitä aiheudu välitöntä vaaraa. Korjaustyöt voidaan tehdä asennuksen rakentamisajankohtana voimassa olleiden vaatimusten mukaan, ellei siitä aiheudu hengen-, terveyden- tai omaisuudenvaaraa. /6, s. 114/

Asennusten muutos- ja laajennustöissä noudatetaan laitteiden rakenteellisen kosketussuojauksen osalta yleensä standardin SFS 6001 vaatimuksia. Täydennettäessä aikaisemmin voimassa olleiden määräysten mukaisia kojeistoja rajoitetusti (esim. tyhjän varakennon kalustaminen) tai vaihdettaessa niihin yksittäisiä kojeita (esim. muuntajan vaihto ja siihen liittyvä kiskostomuutos) riittää, kun täydentäminen tai muutos tehdään kosketussuojauksen osalta vanhan vaatimustason mukaisesti. Kojetoja peruskorjattaessa voi niiden muuttaminen täysin standardin SFS 6001 vaatimusten mukaisiksi osoittautua taloudellisesti ja teknisesti kohtuuttomaksi. Näissä tapauksissa voidaan käyttää erillisen harkinnan mukaan myös huonompaa kosketussuojauksia. Aina pitää kuitenkin noudattaa ainakin alkuperäisen asennusajankohdan mukaisia vaatimuksia. /6, s. 114/

6.2.2 Käyttöturvallisuus

Asennuksia suunniteltaessa on varmistettava palosuojaus ja asennuksien sopivuus ympäristöön. Tarvittaessa asennukset on suojattava tulipalolta, tulvilta ja lialta. Tärkeät asennukset on vaadittaessa suojattava lisätoimenpiteillä tieliikenteen kuten suolaraiskeiden tai liikenneonnettomuuksien vaikutuksilta. /6, s.40/

Asennusten tärkeät osat on merkittävä näkyvästi, helposti luettavasti sekä kestävästi. Näin vähennetään muun muassa virheellisen käytön, inhimillisten erehdysten ja onnettomuuksien mahdollisuutta käyttö- ja kunnossapitotoimintojen aikana. /6, s.40 /

Kytkinlaitteiden käyttöasennot on merkittävä selkeästi asennonosoittimilla, elleivät pääkosketimet ole selvästi käyttäjän nähtävissä. /6, s.61/

Kaikki sisäänkäyntiovet sähkötiloihin on merkittävä ulkopuolelta näkyvillä sähkön vaarallisuudesta varoittavilla kilvilla sekä varustettava tilan tunnistetiedoilla. Lisäksi sähkötilaa rajaavat

aidat on varustettava sähkön vaarallisuudesta varoittavilla kilvillä. ”Varoituskilpenä käytetään kolmiomaista sähkön vaarallisuudesta varoittavaa kilpeä. Kilpien on täytettävä valtioneuvoston päätöksessä (976/1994) esitetyt vaatimukset”. /6, s.61/

6.2.3 Rakenteelliset vaatimukset

6.2.3.1 Yleistä

Kantavat rakennusosat on tehtävä Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 Rakennusten paloturvallisuus mukaisista palamattomista rakennustarvikkeista (julkaisua E1 uusitaan ja tulevaisuudessa vaatimuksella tarkoitetaan luokan A1 tai A2 mukaisia rakennustarvikkeita).

Pintaverhoukset on tehtävä vaikeasti syttyvistä ja paloa levittämättömistä tarvikkeista (E1 mukainen luokka 1/I, tulevaisuudessa luokka B-s1,d0).

Sähkötilat on rakennettava siten, että estetään veden sisäänpääsy ja minimoidaan kosteuden tiivistyminen.
/6, s.44/

6.2.3.2 Ikkunat

Ikkunoiden sijoitus on tehtävä siten, että sivullisten sisäänpääsy niiden kautta on vaikeaa. Tämä saadaan toteutettua yhdellä tai useammalla seuraavista toimenpiteistä.

- ikkunat suojataan tai tehdään särkymättömästä materiaalista.
- Ikkunoiden alareuna on vähintään 1,8 m korkeudella.
- rakennus ympäröidään vähintään 2,0 m korkealla aidalla. /6, s.44/

6.2.3.3 Lattiat

Lattioiden on oltava tasaisia ja lujia ja niiden on kestävä staattiset ja dynaamiset kuormat. Asennuslattioiden rakenteen on oltava sellainen, että estetään palon leviäminen. /6, s.45/

6.2.3.4 Alueet, joilla suoritetaan käyttöä ja huoltoa

Käytävän leveys on oltava vähintään 0,8 m leveä. Käytävän leveys ei saa olla pienempi silloinkaan, kun laite työnnetään käytävälle, esimerkiksi erotusasennossa olevat vaunut. Kulureitin vähimmäisleveys on oltava aina vähintään 0,5 m silloinkin, kun ulosvedettävät osat tai avonaiset ovet pienentävät poistumisteitä. Rakennuksen sisäkattojen, suojien tai koteloiden alapuolella on oltava 2,0 m vähimmäiskorkeus lukuun ottamatta kaapelien sisäänvientejä.

Jos hoitokäytävään rajoittuvan sisäkytkinlaitoksen käytävän pituus on yli 10 m, on käytävän kummassakin päässä oltava helppokäyttöinen ja turvallinen poistumistie. Hoitokäytävän ovien avautumissuunnat on suunniteltava siten, että poistuminen voi tapahtua esteettä. Suositukse-
na on, että ovet saadaan avattua sisäpuolelta helposti myös oven alaosassa olevalla laitteella, jolloin käsistä tai jaloista vammautunut ihminen pääsee ulos laitoksesta. Kojeiston ja kenttien ovien suositellaan sulkeutuvan pois päin johtavat kulkureitin suuntaan. ”Oven vapaa korkeus pitää olla vähintään 2,0 m ja vapaa leveys vähintään 0,75 m”. /6, s.45 - 46; 26, s.17/

6.2.4 Turvatoimenpiteet

Asennusten rakenteen on oltava sellainen, että käyttö- ja kunnossapitohenkilökunta voi liikkua tehtäviensä ja valtuuksiensa puitteissa ja olosuhteiden mukaisesti missä tahansa asennuksen kohdassa. /6, s.50/

6.2.4.1 Suojaus sähkötilojen sisäpuolella

*”Sähkötilojen sisäpuolella sallitaan suojaus koteloinnilla, suojuksella tai sijoittamalla jännittei-
set osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle”. Suojattaessa kotelolla kotelointiluokan on oltava
vähintään IP2x tai vastaava. Sisätiloissa suojaukseen käytettävän seinän korkeus pitää olla
vähintään 2300 mm. ”Jännitteisten osien etäisyys suojuksista on oltava vähintään $N + 100$
mm”. /6, s.52/*

6.2.4.2 Suojaus normaalin käytön aikana

*”Sähköturvallisuutta käsittelevän standardin SFS 6002 vaatimukset on otettava huo-
mioon. Suojauksessa on otettava huomioon asennuksen käyttö, ohjaus ja kunnossapito,
kuten esimerkiksi:”*

- katkaisijan tai erottimen ohjaus
- sulakkeen tai lampun vaihto
- laitteen asetusarvon muuttaminen
- releen tai ilmaisimen palauttaminen
- työmaadoittaminen
- tilapäissuojuksen asentaminen
- muuntajan lämpötilan tai öljyn pinnankorkeuden lukeminen.

Käyttöjännitteeltään enintään 52 kV kojeistoissa, joissa ovia ja kuoria voidaan avata käytön tai kunnossapidon suorittamiseksi, on oven sisäpuolella oltava johtamattomasta materiaalista tehty kiinteä puoli. /6, s.52/

6.2.4.3 Erotuslaitteiden kiinnikyt kennän estäminen

Eroittimen ohjauksessa on oltava välineet joilla laitteen käyttövoiman toiminta tai käyttö voidaan estää. Käyttäjä voi vaatia, että nämä välineet on lukittavissa. Jos poistettavia osia, kuten ulosvedettäviä katkaisijoita, käytetään täydelliseen erottamiseen, on näiden oltava sellaisia, että ne voidaan poistaa vain käyttämällä sopivia työkaluja. Käsikäyttöisissä kytkimissä on voitava käyttää mekaanisia lukituslaitteistoja kiinnikyt kennöjen estämiseksi. /6, s.53/

6.2.4.4 Välineet jännitteettömyyden toteamiseen

Välineillä on voitava tarkastaa jännitteettömyys työskentelykohdissa aikaisemmin jännitteisinä olleista osista ilman tehtävää suorittavalle henkilölle aiheutuvaa vaaraa. /6, s.53/

6.2.4.5 Työmaadoitusvälineet

Jokainen erikseen erotettava asennuksen osa on voitava työmaadoittaa. Laitteet (kuten muuntajat tai kondensaattorit) on voitava työmaadoittaa työskentelykohdassa, ellei työskentelykohta sijaitse kojeistojen välittömässä läheisyydessä.

Seuraavat työvälineet on hankittava halutussa laajuudessa.

- maadoituserottimet
- maadoituserotinvaunut
- siirrettävät työmaadoitusvälineet tai työmaadoitus- ja oikosulkuvälineet (SFS-EN 61230)
- ohjattavat maadoitussauvat ja työmaadoitusvälineet (EN 61219).

Kun työmaadoittaminen suoritetaan kauko-ohjatuilla maadoituserottimilla, tieto erottimen asennosta on siirrettävä luotettavasti kaukokäyttöpaikkaan. /6, s.53- 54/

6.2.4.6 Suojautuminen valokaarivian aiheuttamilta vaaroilta

Kojeiston on suojattava henkilökuntaa mahdollisimman hyvin käytön aikana tapahtuvilta valokaarivioilta.

Valokaarivialta voidaan suojautua seuraavilla toimenpiteillä

- käyttämällä kuormanerottimia
- käyttämällä maadoituserottimia
- käyttämällä lukituslaitteita
- käyttämällä avainlukituksia
- hoitokäytävät pidetään mahdollisimman leveinä, lyhyinä ja korkeina
- käyttämällä umpinaisia koteloita
- käyttämällä sisäisen valokaaren kestäviä laitteita
- valokaaren tuotokset ohjataan ulos rakennuksesta

- käytetään virtaa rajoittavia laitteita
- käytetään erittäin lyhyttä laukaisuaikaa, joka saavutetaan hidastamattomilla releillä tai paineella, valolle tai lämmölle herkillä laitteilla
- käytetään laitteistoa turvalliselta etäisyydeltä.

/6, s.54 - 55/

6.2.5 Apu- ja ohjausjärjestelmät

6.2.5.1 Vaihtojännitesyöttö

Vaihtojännitesyötöt voidaan luokitella tärkeisiin ja vähemmän tärkeisiin ryhmiin. Tärkeiden syöttöjen on oltava jatkuvasti käytettävissä ilman katkoksia. Vähemmän tärkeille syötöille voidaan sallia lyhyet tai pitkätköt katkokset.

UPS-laitteiston käyttöä suositellaan tärkeään ryhmään kuuluville syötöille, jotka voivat tuottaa virheellisiä viestejä lyhytaikaisen sähkökatkoksen jälkeen. /6, s.66/

6.2.5.2 Tasasähkösyöttö

"Tasasähkösyöttöyksiköiden on kyettävä syöttämään sähköä kaikkiin pysyviin tasasähkökuormituksiin ja olennaisiin kytkinlaitteiden toimintojen aiheuttamiin kuormituksiin". Syöttöyksikkö voidaan toteuttaa yhdistämällä sopivan määrän riittävän kapasiteetin omaavia erillisiä yksiköitä. Tasasyöttöyksiköt on suositeltavaa varustaa jännitteen ja virran valvontalaitteilla.

/6, s.66 - 67/

6.2.5.3 Sijoittelu, kotelointi

Akut on sijoitettava suojattuun tilaan. Tarvittaessa on käytettävä sähkötilaa tai lukittavaa sähkötilaa.

Seuraavan tyyppisiä tiloja voidaan käyttää:

- rakennuksissa olevat erilliset akkuhuoneet
- sähkötilassa olevat erityisesti akkuja varten erotetut alueet
- rakennusten sisä- tai ulkopuolella olevat kaapit tai kotelot
- laitteiden akkutilat (yhdistelmäkaapit).

Akun sijoittelussa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Suojaus ulkopuoliselta vaaralta, esim. tulipalo, vesi, iskut, värinä, ilkivalta.*
- Suojaus akun aiheuttamalta vaaralta, esim. suurjännite, räjähdysvaara, elektrolyytin aiheuttamat vaarat, korroosio.*
- Suojaus asiattomilta henkilöiltä.*
- Suojaus ympäristön ääriolosuhteilta, esim. lämpötila, kosteus, ilman saasteet.*

/27, s.44 - 50/

6.2.5.4 Akkukaapit

Akkukaappeja voidaan käyttää seuraavista syistä:

- jotta vältetään tuomasta kaapeleita toisesta akkutilasta.*
- jotta saadaan koottua toiminnallinen yksikkö yhteen kaappiin.*
- jotta saadaan aikaiseksi suojaus ulkopuolisia vaaroja vastaan.*
- jotta saadaan aikaiseksi suojaus akun aiheuttamia vaaroja vastaan.*
- jotta estetään asiattoman henkilön koskettaminen akkuun.*
- jotta saadaan aikaiseksi suojaus ympäristön vaikutuksia vastaan.*

/27, s.44 - 50/

6.2.5.5 Varoitusmerkit ja huomautukset

Akkutilat on merkittävä ulkopuolelta seuraavilla varoitusmerkeillä tai huomautuksilla:

- "Vaarallinen jännite", jos akun jännite on yli 60 V (DC), ks. standardi ISO 3864.*
- "Kieltoimerkki "Avotulenteko ja tupakointi kielletty".*
- Varoitusmerkki "Akku, Akustotila" osoittamaan korrosoivaa elektrolyyttiä, räjähtäviä kaasuja, vaarallista jännitettä ja virtaa.*

/27, s.44 - 50/

6.2.5.6 Käyttö-, asennus- ja huolto-ohjeet

Akun mukana on toimitettava seuraavat ohjeet ja ohjeet on säilytettävä akun läheisyydessä:

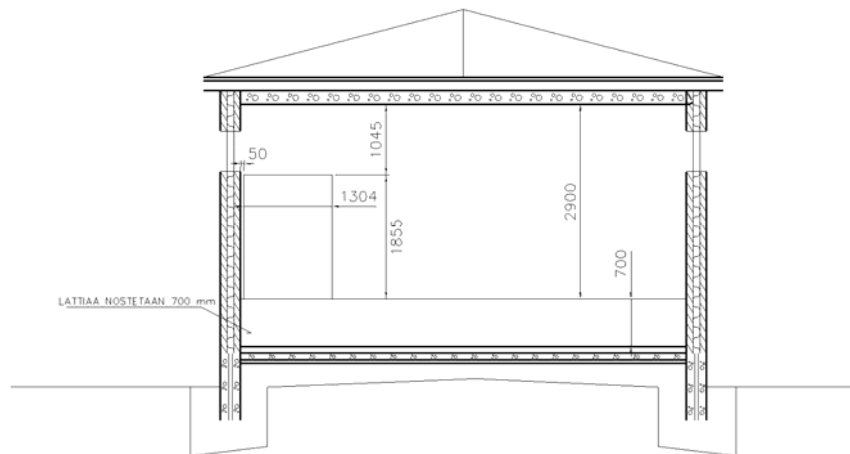
- a) Valmistajan tai toimittajan nimi,*
- b) Valmistajan tai toimittajan tyyppimerkintä,*
- c) Akun nimellisjännite,*
- d) Akun nimelliskapasiteetti ja asiaan kuuluvat nimellisarvot,*
- e) Asentajan nimi,*
- f) Käyttöönottopäivä,*
- g) Käyttöön ja huoltoon liittyvät turvallisuusohjeet,*
- h) Akun hävittämistä ja kierrättämistä koskevat tiedot.*

Ohjeiden on oltava huolto- ja käyttöhenkilöstön saatavilla

/27, s.44 - 50/

6.3 Kojeiston uusinta

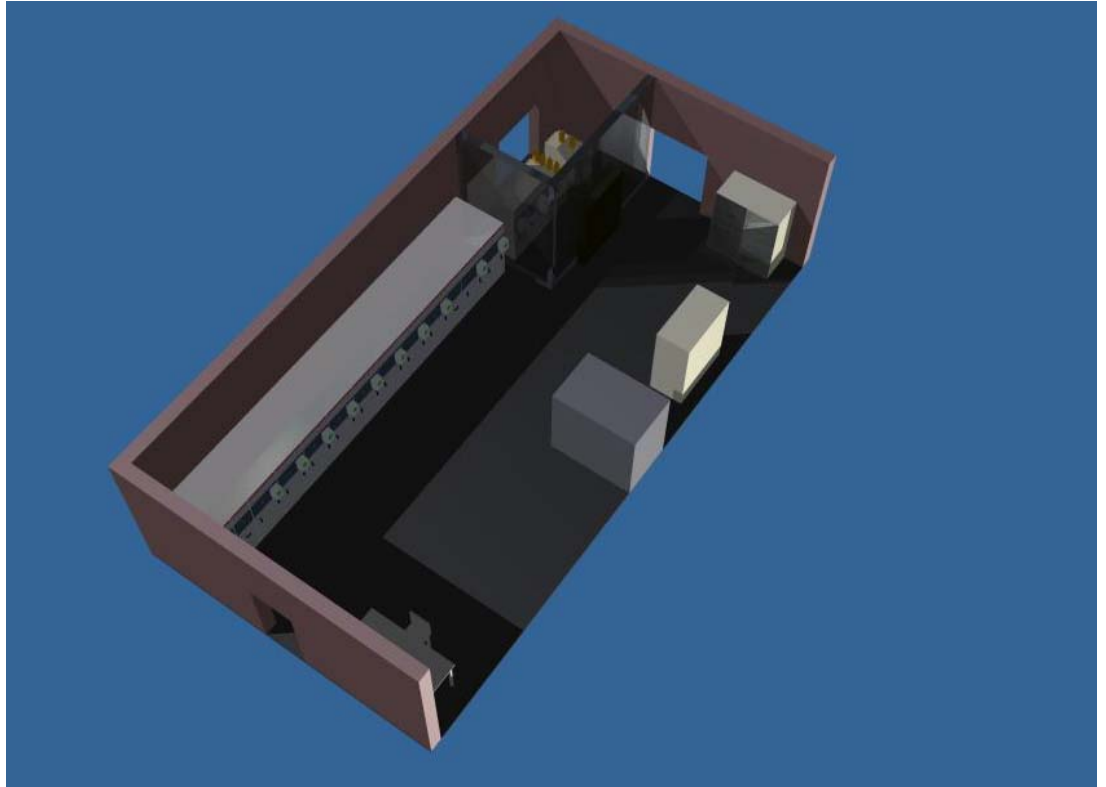
Aseman täydellisessä uusinnassa kojeiston sisältä vapautuu tilaa uuden kojeiston ollessa huomattavasti pienempi kuin vanha. Uusissa kojeissa virtakiskot kulkevat kennojen sisällä. Tästä johtuen nykyiset virtakiskot saadaan katosta pois, jolloin aseman sisätilan vapaa korkeus kasvaa. Tämä saatu tila voidaan käyttää hyödyksi nostamalla lattiaa noin 700 mm, jolloin saadaan hyvä tila kojeiston alle kaapelointia varten (Kuva 22). Lisäksi täyttyy luvun 6.4 suositus lattian alla olevasta tilasta, kun rakennuksessa on muuntaja.



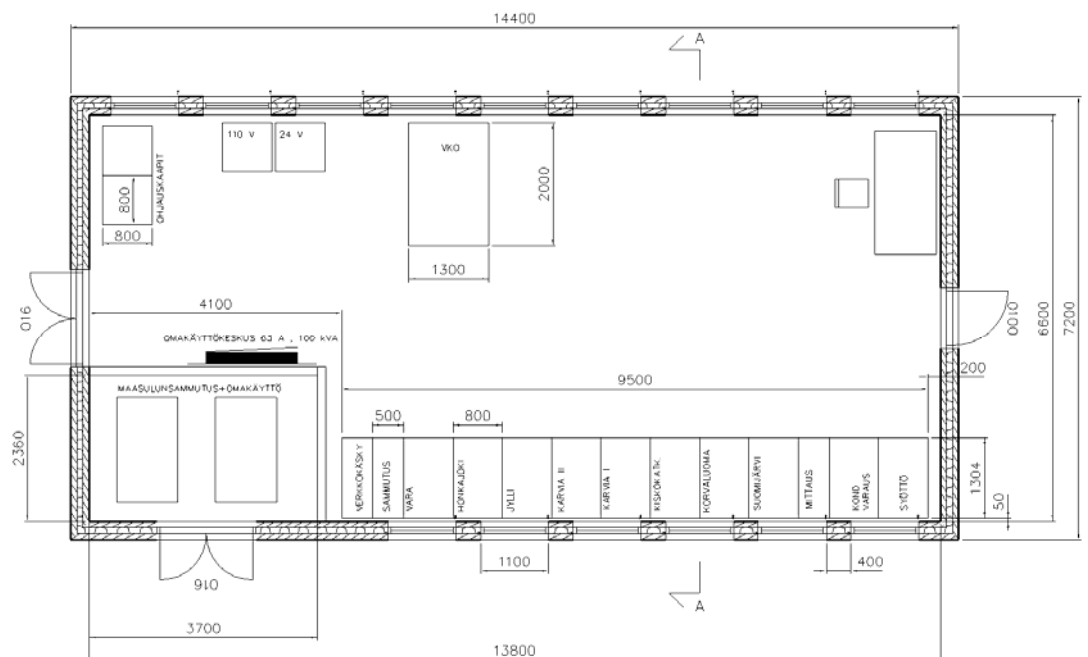
Kuva 22 Asema päädyistä (Uniswitch-kojeisto)

Kojeiston uusinta voitaisiin toteuttaa joko VEO:n VEKE kojeistolla tai ABB:n Uniswitch kojeistolla. Molempia kojeistomalleja on käytössä Vatajankosken Sähkö Oy:llä, joten niiden käyttö ja kunnossapito on tuttua.

Uniswitch-kojeisto mahtuu kokonaisuudessaan aseman toiselle seinälle, ja sen lisäksi seinälle jää vielä noin 4 metriä vapaata tilaa. Tähän tilaan voidaan rakentaa erillinen osasto maasulunsammutuslaitteistolle, johon tähtipistemuuntaja ja sammutuskuristin sijoitetaan. Kuvassa 23 ja 24 on piirretty aseman layout kuva Uniswitch-kojeistolla. Kuva on piirretty liitteen 6 mukaisen kojeiston mitoilla.

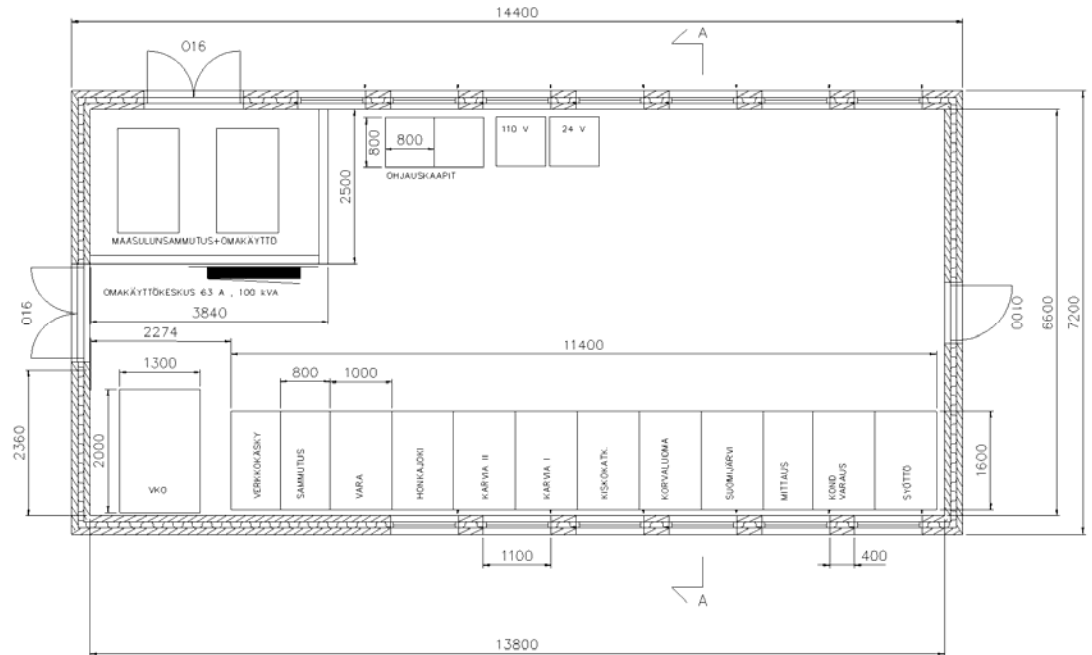


Kuva 23 Asema sisältä (Uniswitch-kojeisto)

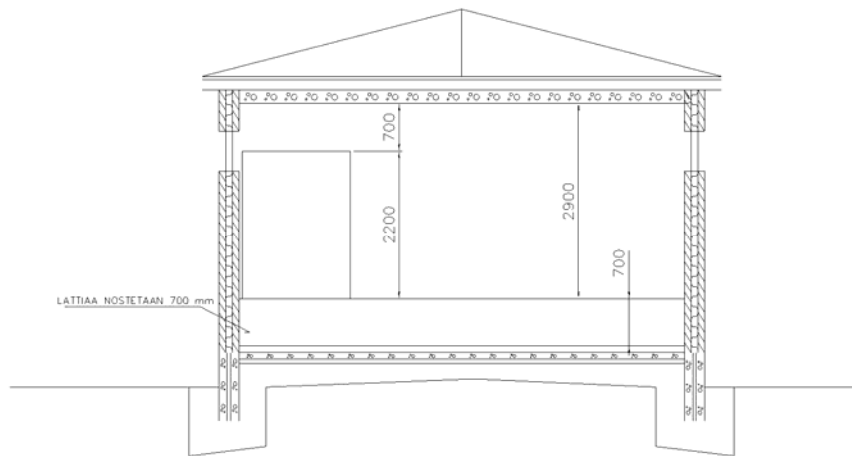


Kuva 24 Asema sisältä (Uniswitch-kojeisto)

VEKE-kojeisto on kooltaan isompi, jolloin maasulunsammutuslaitteisto täytyy sijoittaa aseman toiselle sivulle. Tämän seurauksesta aseman muiden laitteiden paikkoja joudutaan vaihtamaan. Kuvassa 25 on piirretty aseman layout kuva päältäpäin VEKE-kojeistolla ja kuvassa 26 kojeisto on kuvattu aseman päädyistä.



Kuva 25 Asema sisältä (VEKE-kojeisto)



Kuva 26 Asema päädyistä (VEKE-kojeisto)

Maasulunsammutuslaitteiston osaston seinään voidaan sijoittaa uusi aseman pääkeskus, jolloin kaapelointimatka omakäyttömuuntajalle jää lyhyeksi. Matka sammutuslaitteiston lähtökennosta muuntajaan on myös lyhyt, jolloin 20 kV:n kaapeleiden vedot ovat lyhyitä. Kaapeleita varten aseman alla olevaan tilaan voidaan asentaa kaapelihyllyt, joita pitkin saadaan eri laitteiden johdotukset vedettyä erillään 20 kV:n kaapeleista. Aseman ohjaustaulut ja akkukennot sijoitetaan aseman toiselle sivulle, jossa niille on tilaa. Näin saadaan kullekin kojeelle riittävästi tilaa turvalliseen käyttämiseen ja huoltamiseen. Verkkokäskylaitetta ei ole tarvetta lähteä uusimaan sen hyvän kunnon takia. Sen paikka vaihdetaan saneerauksen yhteydessä. Verkkokäskylaite on hyvä sijoittaa syöttökennon lähelle, jolloin kaapeleita ei tarvitse vetää aseman läpi.

20 kV:n kojeiston ja 110 kV:n ulkokentän ohjausta ja suojausta varten asemalle tulee kaksi rakkikaappia. Samoihin kaappeihin tulee lisäksi maasulunkompensointilaitteiston ohjaus, hälytyskeskus, päämuuntajan suojaus ja säätö sekä lisäksi sähköaseman ala-asema. Tasasähköjärjestelmiä asemalle tulee kaksi, toinen 24 V ja toinen 110 V. Tasasähköjärjestelmät, jotka asemalle tulevat ovat luvussa 6.1.7 esitetyn kaltaiset.

Aseman 20 kV:n kojeiston täydellisen uusinnan investointikustannuksia on laskettu liitteen 7 mukaisen pääkaavion mukaisella laitteistolla. Investointikustannuksien suuruus riippuu paljon kojeiston mallista ja sen laajuudesta (Taulukko 7). Kojeston uusimisen teettäminen ulkopuolisilla on ainakin osittain suositeltavaa. Uusi kojeisto on laaja kokonaisuus ja vaatii laitteiston tuntemista jossain määrin.

Taulukko 7 Kojeston uusinnan kustannukset /23; 26/

	Hinta / €
Kojeston uusinta asennustöineen	245 000 - 290 000
Uusinta ilman töitä	225 000 - 265 000

Kojeston täydellisellä uusinnalla saadaan asema kerralla ajanmukaiseksi. Samalla päästään varmasti eroon kaikista vanhoista komponenteista, joiden mahdolliset hajoamiset aiheuttaisivat pitkiä käyttökeskeytyksiä. Lisäksi asemalle saadaan huomattavasti enemmän tilaa. Tilan lisääntyminen ja uudet komponentit parantavat samalla aseman käyttöturvallisuutta.

6.4 Standardien vaatimukset

Tässä luvussa on selvitetty standardien vaatimuksia ja määräyksiä, jotka tulee ottaa huomioon kojeiston uusintaa tehdessä ja sitä suunniteltaessa. Tämän luvun lisäksi pitää ottaa huomioon luvussa 6.2 esitetyt asiat.

Nykyisin rakennettavat muuntamot toteutetaan yleensä tehdasvalmisteisina kytkinlaitos- ja muuntajakojeistoina. Jos tilat mitoitetaan RT-kortin 92-10774 mukaan, voidaan yleensä käyttää vakiomitoituksella valmistettuja kojeistoja. Rakennuksessa tulee ottaa myös huomioon standardi SFS 6001 asettamat määräykset. /28/

- Muuntamotilan tulee olla vähintään 2500 mm korkea.
- Muuntamotilaan on yleensä voitava rakentaa 700...1000 mm lattiatason alapuolelle ulottuvat kaapelikanavat.
- Kaapelireittien muuntamotilaan on oltava mahdollisimman lyhyitä, eikä ne saa kulkea normaalia lämpimämpien tilojen kautta.
- Muuntamotilan kautta ei saa johtaa putkia, kanavia tai kaapeleita jotka eivät suoraan liity muuntajan käyttöön.
- Veden pääsy muuntamoon on estettävä.

- Valaisimet sijoitetaan siten, että lamput voidaan vaihtaa joutumatta jännitteisten osien läheisyyteen.
- Valaisinkytkin tulee sijaita oven vieressä. Suositeltavaa on myös, että valot syttyvät automaattisesti, kun ovi avataan. /29; 26/

Kantavien tai osastoivien rakenteiden luokkavaatimukset on esitetty kuvissa 27 ja 28.

Kantavien ja osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset O1 eristysnestettä sisältävän muuntajan sekä F0 kuivaeristeisen muuntajan ja kojeiston huonetilalle (O1 ja F0, standardi SFS 6001).

Kerrosien lukumäärä	O1 luokan eristysnestettä sisältävän muuntajan tila		F0 luokan kuivamuuntaja- tai kojeistotila	
	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osastoivien rakennusosien vaatimukset	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osastoivien rakennusosien vaatimukset
Enintään 2	R 120	EI 120	R 60	EI 60
3..8 tai 1. kellaritaso	R 180	EI 120	R 60	EI 60
Yli 8 tai 1. kerroksen alapuolella	R 240	EI 120	R 120	EI 120

Taulukon arvot edellyttävät, että muuntaja on enintään 1600 kVA. Jos muuntamoon tulee useita muuntajia, tulee jokaisella yli 1000 kVA muuntajalla olla oma palo-osasto. Rakennusosien luokkavaatimuksen esimerkiksi R120 numero on palonkesto aika minuutteina.

Kuva 27 Kantavien ja osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset /29/

Muuntamon seinärakenne valokaarioikosulun aiheuttaman paineen mukaan mitoitetuna (VTT:n tutkimuslaskelma RAT 1328/91).

Rakenne	Seinän paksuus (mm)	Ohje
Betoni	120	Ø 8 K 200 A500H ¹⁾
Tiili	130	Tiilen lujuusluokka ≥ 25 Laastin lujuusluokka ≥ 8
Kevytbetoniharkko	290	KSB 3-650

¹⁾ Verkko seinän molemmissa pinnoissa tuella ja kentässä

Kuva 28 Muuntamon seinärakenne /29/

Ilmanvaihdoissa on otettava huomioon seuraavia asioita:

- ilmanvaihtokanavat suoraan ulkoilmaan
 - Ilmanvaihtokanavien yhteenlaskettujen pinta-ala vähintään 0,18 m²
 - Ilmanvaihtokanavien ulkopuolen päihin vahvat säleiköt
 - koneellisen ilmanvaihdon poistettava ilmamäärä pitää olla taulukon 8 mukainen
 - koneelliseen ilmastointiin termostaattiohjaus
 - Ilmanvaihtolaitteille puhdistus- ja huoltomahdollisuus silloin kun muuntamo on jännitteinen.
- /28/

Taulukko 8 Koneellisessa ilmanvaihdoissa vaadittava poistettava ilmamäärä /28/

Muuntajateho / kVA	Poistettava ilmamäärä / (m ³ / h)
800	1200
1000	1500
1250	1700
1600	1900

6.5 110 kV:n uusinta

Nykyinen 110 kV:n ulkokenttä on rakennettu vuonna 1972, joten se on ollut käytössä jo 36 vuotta. Ulkokentän komponentit ovat alkuperäiset ja niille on tehty vain perushuollot (Kuva 29). Päämuuntaja on myös vuodelta 1972, mutta se on peruskunnostettu 2001. Ulkokentän suojaruleistys sekä päämuuntajan suojaus ja jännitteen säätö ovat alkuperäisiä.



Kuva 29 Nykyinen Katin aseman ulkokenttä

Kenttä sisältää OJYD 3-123 -erottimen, KOTU 110D1 -virtamuuntajat sekä OSAR 123w1 – katkaisijan, jonka nimellisvirta on 1250 A. Kentällä oleva erotin toimii ainoastaan 110 kV:n verkon erottamiseen asemasta. Tämänhetkisessä erottimessa ei ole lainkaan maadoitusero-tinta, joka on uusissa erottimissa lähes vakiovaruste. Kenttä on rakennettu kaikille yhteiselle perustukselle. Kooltaan se ei ole suuri, ja komponentit on sijoitettu tiiviisti siihen. Ulkokentän kojeista osaa on ollut tarkoitus uusia jo viime vuosina, mutta uusintoja on lykätty. Kentän kun-to alkaa olla sellainen, että sen uusinta alkaa olla muutaman vuoden sisältä ajankohtaista.

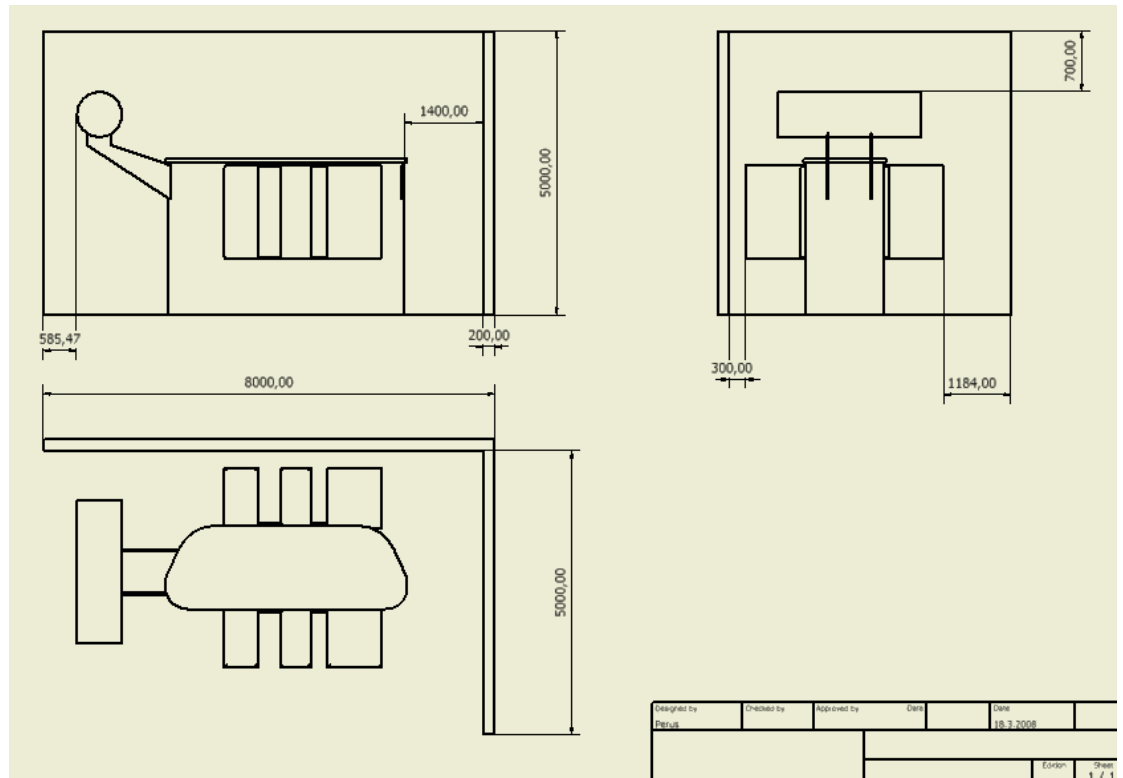
Aseman 10 MVA:n päämuuntajan uusimista kannattaa miettiä tarkoin. Päämuuntajan kunto on hyvä peruskunnostuksen takia. Uuden vastaavan investointikustannukset ovat noin 270 000 €, joten se on suuri investointi verrattuna koko saneerauksen kustannuksiin. Ajallisesti-kaan muuntajan vaihtaminen ei ole vielä tarpeellista. Päämuuntajien käyttöikä vaihtelee 30 - 45 vuoden välillä kuormituksesta riippuen. Pienellä kuormituksella toimiessa, kuten Katin, voidaan päästä jopa 45 vuoden käyttöikään. Muuntaja on vuodelta 1972, jolloin se on ollut käytössä 36 vuotta. Muuntajille tehdään yleensä 25 -35 vuoden iässä peruskunnostus, jolla

sen käyttöikä saadaan jatkettua 10 -15 vuotta. Tällainen kunnostus on tehty vuonna 2001, jolloin muuntajaa voidaan käyttää vielä useita vuosia. Päämuuntaja on hyvä tarkistaa öljyvuotojen ynnä muiden varalta saneerausta aloitettaessa. Lisäksi muuntajan kosteudenpoistaja kannattaa huoltaa. /16/

Muuntajan ympärille täytyy rakentaa betoninen erotusseinä, koska tämä sijaitsee liian lähellä nykyistä asemarakennusta. Luvun 6.6.1 mukaan 10 MVA:n muuntajan tulee sijaita vähintään 3 m päässä kohteesta, jolle se voi olla palovaarallinen. Suojaseinää rakennettaessa kannattaa kuitenkin käyttää 5 m etäisyyttä rajana muuntajan ja palavan materiaalin välillä. Tällöin on mahdollista vaihtaa 16 MVA:n muuntaja vanhan tilalle, ja määräykset täyttyvät silloinkin. Tällä hetkellä muuntajan etäisyys asemarakennukseen on alle 5 m, jolloin väliin täytyy rakentaa erotusseinä.

Erotusseinämän korkeus tulee olla luvun 6.6.1 mukaan mahdollisen paisuntasäiliön yläreunaan saakka tai muuntajan yläosaan saakka. Nykyisen päämuuntajan korkeus paisuntasäiliö mukaan lukien on noin 4,3 m, joten erotusseinän tulee olla vähintään tämän korkuinen ja muuntajaperustusten levyinen. Seinä kannattaa kuitenkin rakentaa ainakin 5 metriä korkeaksi, jolloin tilalle voidaan vaihtaa tarvittaessa suurempi muuntaja. Seinä pitää olla tehty materiaalista, joka täyttää EI-90 luokan vaatimukset. Kuvan 30 mukainen seinä voidaan rakentaa elementeistä, jolloin niiden asentaminen on nopeaa ja seinät saadaan lähes välittömästi käyttöön. Seinämän hinnaksi tulisi tällaisilla elementeillä noin 9 300 €. Hinta koostuu kahdesta elementistä (5x5 m ja 5x8 m), sekä näiden asentamisesta. Erikokoisten elementtien hintaa voidaan arvioida käyttämällä neliöhintana 120 €/m², lisäksi asentamiseen, nostoihin ynnä muihin kuluu yhteensä 1 500 €.

/30/



Kuva 30 Muuntajan erotusseinä

Seinään täytyy rakentaa läpiviennit virtakiskoille, jotka liitetään maakaapeliin seinän toisella puolella. Tästä kaapeli viedään sisään asemaan ja liitetään syöttökennoon. Seinän kylkeen kiinnitetään kaapeleille telineet, joita pitkin kaapelit saadaan tuotua alas.

6.6 Standardien vaatimukset

Tässä luvussa käydään läpi päämuuntajaa ja sen suojausta koskevia määräyksiä ja ohjeita, jotka täytyy ottaa saneerauksessa huomioon. Lisäksi pitää ottaa huomioon edellisissä kohdissa läpikäydyt määräykset.

6.6.1 Muuntamot, jotka sijaitsevat ulkona sijaitsevassa sähkötilassa

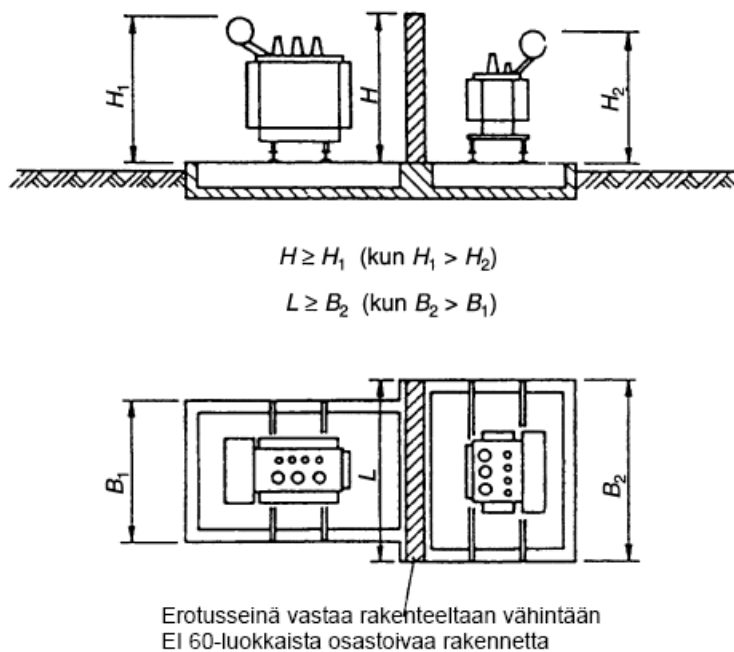
Muuntajien sijoittelu on oltava sellainen, ettei yli 1 MVA muuntajan palaminen aiheuta palovaaraa muille muuntajille tai muille kohteille. Tästä syystä pitää käyttää riittävää etäisyyttä G, jonka ohjearvot esitetään taulukossa 9.

Taulukko 9 Ohjearvo muuntajien etäisyyksille ulkona olevissa sähkötiloissa. /6, s.52/

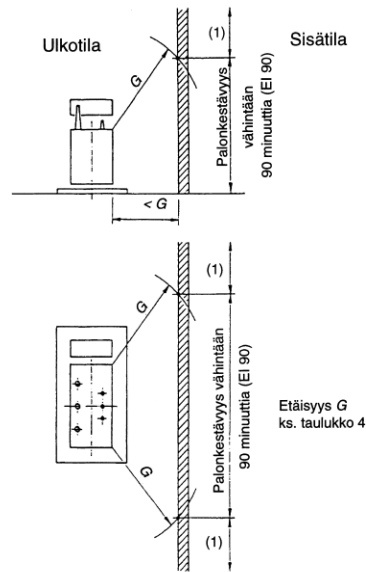
Mitoitusteho (MVA)	Etäisyys G (m)
1...10	3
> 10...40	5
> 40...200	10
> 200	15

Jos taulukossa 9 esitettyjä etäisyyksiä ei voida noudattaa, on käytettävä seuraavien mittojen mukaisia palon etenemistä vastustavia erotusseinä luokan O1 muuntajille:

- Muuntajien väliin tehdään kuvassa 31 esitetyn kaltaiset erotusseinät. Erotusseinän korkeuden tulee olla mahdollisen paisuntasäiliön yläreunaan saakka tai muuntajan yläosaan saakka.
- Muuntajan lähellä olevan seinän tulee täyttää luokan EI90 (90 min) vaatimukset kuvan 32 mukaisesti. Jollei tämä toteudu, tulee muuntajan ja rakennuksen väliin rakentaa kuvan 31 mukainen erotusseinä. /6, s.62/



Kuva 31 Erotusseinä muuntajien väliin /6, s.62/



(1) Tällä alueella oleva seinäpinta on oltava vaikeasti syttyvä ja paloa levittämätön (tuleva luokka B-s1,d0)

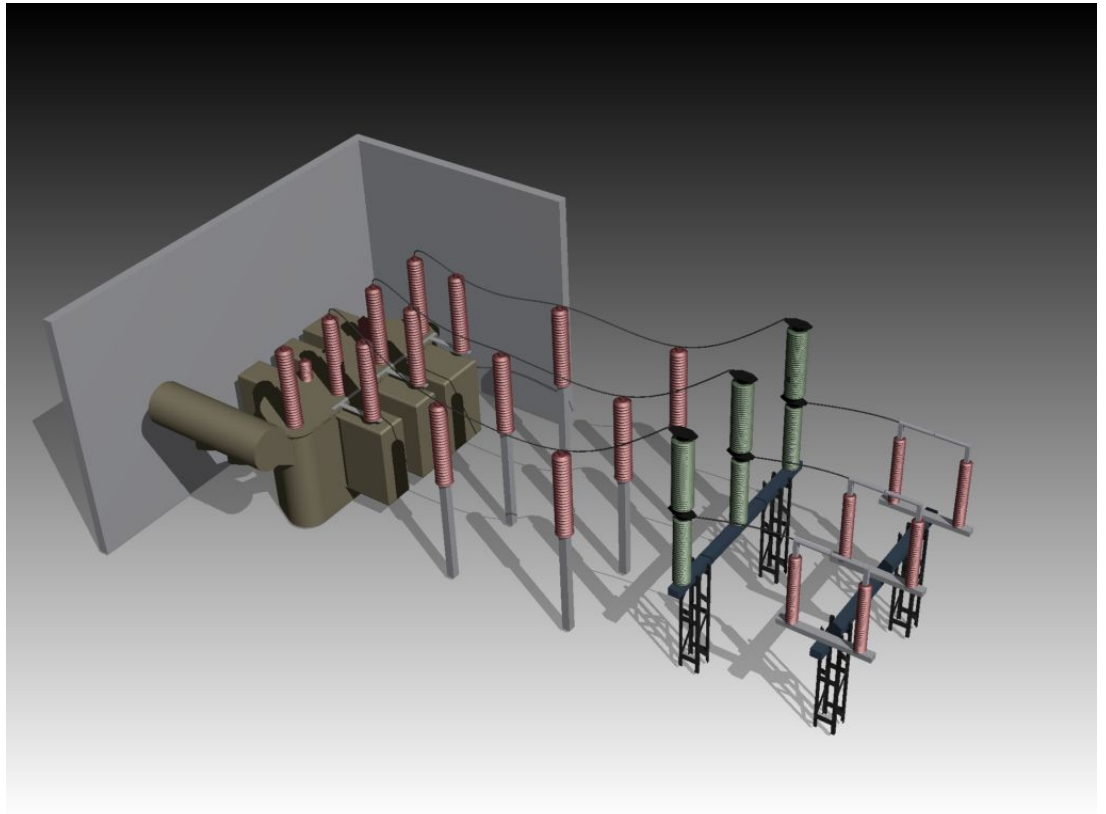
Kuva 32 Muuntajan ja rakennuksen välinen palosuojaus sähkötilan aidan sisäpuolella /6, s.63/

"Sisälle asennettavien muuntajien tilojen paloturvallisuuden suhteen on noudatettava Suomen rakentamismääräyskokoelman julkaisun E 1 vaatimuksia. Rakennukseen sijoitettava muuntamo on rakennettava omaksi palo-osastokseen, ellei käytetä luokan F1 tai F2 kuivamuuntajaa". Jos muuntaja sisältää yli 200 litraa luokan O1 eristysnestettä, osastoivien rakennusosien paloluokka pitää olla vähintään EI 120. /6, s.58/

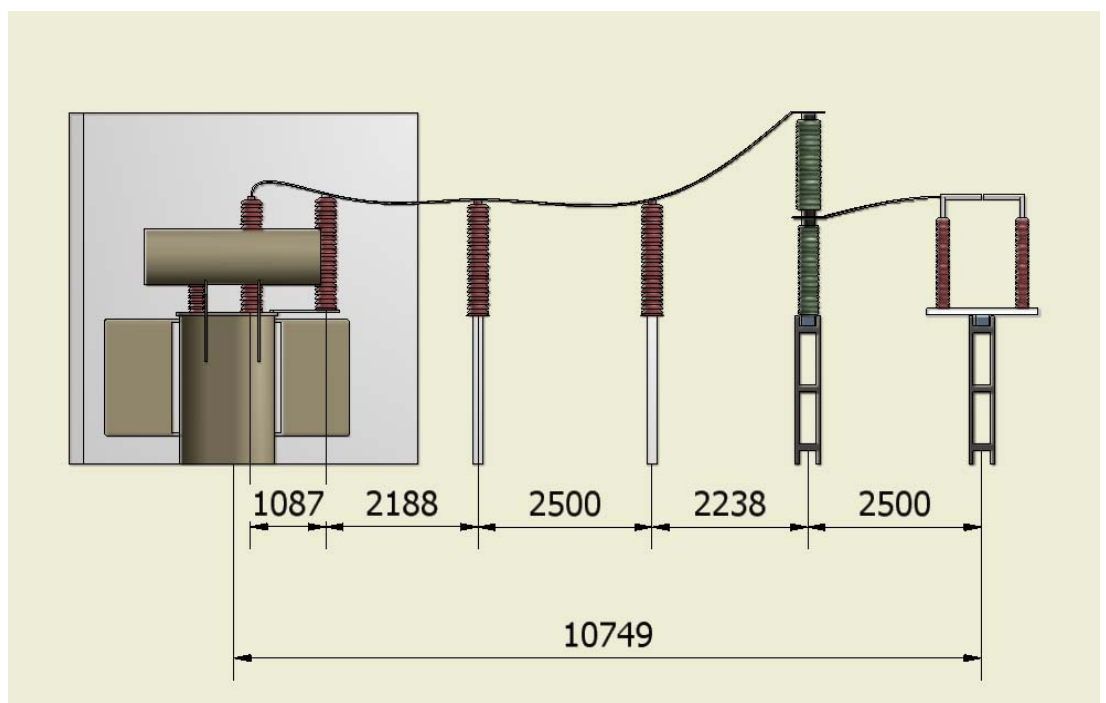
6.6.2 110 kV:n ulkokenttä

110 kV:n kentän uusiminen on järkevää toteuttaa samaan aikaan aseman sisäosien uusinnan kanssa. Tällöin keskeytysaika jää mahdollisimman lyhyeksi. Asema on ollut käytössä 36 vuotta. 110 kV:n kentän pitoajat ovat yleensä 30- 40 vuoden luokkaa, joten nykyisen kentän uusiminen alkaa olla ajankohtaista. Lavian vanhalta sähköasemalta on mahdollista saada varakomponentteja, jos uusiminen ei tapahdu lähiaikoina ja nykyiset komponentit tarvitsevat varaosia. Kentän nykyinen perustus on hyväkuntoinen, joten sitä ei tarvitse uusida. Ulkokentän pienuus ongelma, joka todennäköisesti tulee vaikeuttamaan kentän uudelleensuunnittelua. Laitteet joudutaan sijoittamaan lähelle toisiaan. Jos uudet komponentit eivät mahdu nykyiselle perustukselle, sitä on myös mahdollista jatkaa taaksepäin.

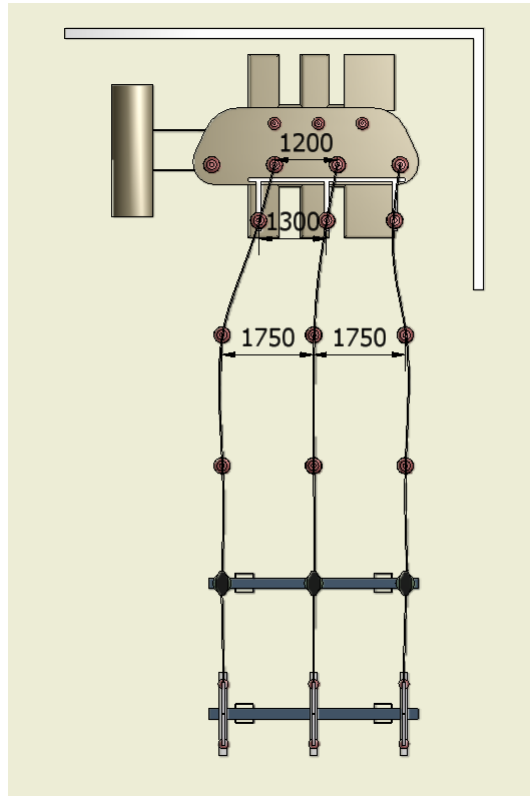
Uusimisen yhteydessä 110 kV:n kenttään joudutaan lisäämään jännitemuuntajat, jolloin saadaan siirrettyä energian mittausta pois nykyisestä 20 kV:n tasosta. Jännitemuuntajat saadaan sijoitettua suunnilleen nykyisten ylijännitesuojien tilalle siirtämällä ylijännitesuojat muuntajan kannelle tehtäviin telineisiin. Tässä tapauksessa vaatima tila pysyy siis likimain samana ja uusinta pitäisi saada toteutettua vanhoille perustuksille. Kuvassa 33, 34 ja 35 on esitetty periaate uudesta kentästä.



Kuva 33 110 kV:n kenttä



Kuva 34 110 kV:n kenttä



Kuva 35 110 kV:n kenttä päältä

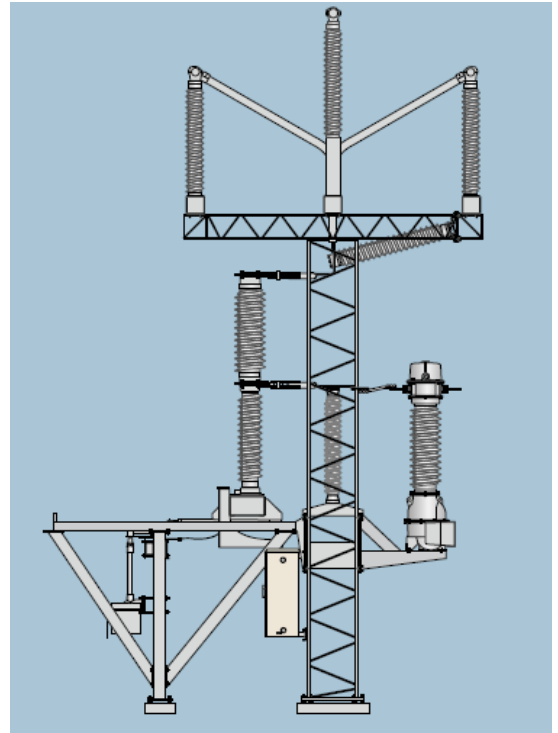
6.6.3 LTB Compact

110 kV:n ulkokenttä voidaan toteuttaa myös ratkaisulla, jossa kaikki komponentit on yhdistetty yhteen yksikköön (Kuva 36). LTB Compactissa vaunulle asennettu katkaisija on liikuteltavissa, jolloin saadaan perinteinen erotustoiminto aikaiseksi katkaisijaa liikuttamalla. Lisäksi katkaisija voidaan helposti poistaa huoltoa tai vaihtamista varten, koska se on asennettu liikuteltavaan vaunuun. /31/

Normaaliin ratkaisuun verrattuna LTB Compact vaatii pienemmän perustuksen, vähemmän teräsrakenteita sekä pienemmät tilat. Lisäksi se tarvitsee vähemmän liitoksia, eristimiä sekä pienemmän maadoitusverkon. Ohjauskaapelointi LTB Compactissa voidaan toteuttaa kuitukaapelilla, jolloin kaapeleita tarvitaan vähemmän. LTB Compactissa on myös sisäinen kunnonvalvonta, joka ilmoittaa huollon tarpeesta automaattisesti. Näin ollen huollot tehdään vain silloin, kun niille on tarvetta. /31/

LTB Compact sisältää vakioratkaisussa jousiohjatun katkaisijan sekä katkaisijavaunun moottorihjauksella tai manuaalisella ohjauksella. /31/

Katkaisijamoduuliin saadaan lisäksi sisällytettyä virtamuuntajat, jännitemuuntajat, maadoitusveitset, ylijännitesuojat, kunnonvalvontayksikkö ynnä muut. Tällöin LTB Compact olisi käyvä ratkaisu Kantin sähköasemalle, jossa tilaa ei ole paljon. Tällaisen ratkaisun kustannukset ovat samaa luokkaa kuin normaalin 110 kV kentän. Kyseisestä laitteesta saavutettavat edut ovat siis varsin hyvät. LTB Compactiin kuuluu myös automaattinen kunnonvalvonta ja katkaisijan huolto mahdollisine vaihtoineen on tehty helpoksi. Huomionarvoista on myös se, että perustustyöt olisivat pienemmät kuin normaalin kentän kohdalla. /31/



Kuva 36 LTB compact /31/

6.6.4 Yhteenveto

Molemmat saneerausvaihtoehdot ovat kustannuksiltaan suunnilleen samansuuruiset, joten sen ei pitäisi olla ratkaiseva valintakriteeri. Perinteinen ratkaisu on varmatoiminen ja luotettavaksi todettu. LTB Compact on taas suhteellisen uusi ratkaisu, jota ei ole vielä yleisesti käytössä. Se vie kuitenkin vähän tilaa samoine ominaisuuksineen kuin normaalissa ulkokentässä. Johdottaminen ja huoltaminen on helppoa LTB Compactissa, kun kaikki laitteet on integroitu yhteen kokonaisuuteen. Lisäksi laitteiden ohjaus ja tietojen keruu on helppoa, kun kaikki tapahtuu yhdestä pisteestä.

110 kV:n ulkokentän saneerauksen investointikustannuksia on laskettu taulukossa 10. Kustannuksia on laskettu asennettuna, että omalla asennustyöllä. Kustannusarvio on tehty liitteen 7 mukaisella pääkaaviolla. Koska Vatajankosken Sähkö Oy:llä on kokemusta ulkokentän koamisesta, Asennustyö kannattaa mielestäni Kantin aseman tapauksessa tehdä itse, riippumatta siitä, kummalla vaihtoehdolla ulkokenttä tehdään. Huoltovälit uusilla 110 kV:n kentillä on noin 15 vuotta.

Taulukko 10 110 kV:n ulkokentän investointikustannukset /23; 26/

	Hinta / €
110 kV ulkokenttä	180 000
Ulkokenttä ilman asennusta	140 000
Ulkokenttä omalla työllä	170 000
Suojaseinä	9 300

6.7 Standardien vaatimukset

Tässä luvussa käydään läpi määräyksiä, jotka koskevat 110 kV:n ulkokentän saneerausta. Lisäksi huomioon täytyy ottaa edellisissä luvuissa esitetyt määräykset.

6.7.1 Suojaetäisyydet

Asennuksen rakenteen on oltava sellainen, että vaara-alueelle pääsyä rajoitetaan, ottaen huomioon käyttöön ja kunnossapitoon liittyvät kulkutarpeet. Tätä varten on käytettävä ulkopuolisia aitoja ja paikoissa, joissa turvaetäisyyksiä ei voida ylläpitää, on käytettävä kiinteitä suojuksia.

Aidatun alueen sisäpuolella olevissa avoimissa ulkoasennuksissa kosketussuojaamattomien, paljaiden jännitteisten osien etäisyys maasta täytyy olla vähintään N+2600 mm, minimissään kuitenkin 2800 mm. Eristimen alimman eristävän osan on oltava suojaamattomana vähintään 2600 mm päässä maan pinnasta. Taulukossa 11 on esitetty vähimmäisetäisyydet maan ja vaiheiden välille. Samassa taulukossa on annettu N-arvot. /6, s.40/

Taulukko 11 Vähimmäisilmavälit standardin EN 60071-1 mukaisella jännitealueella. /6, s.30/

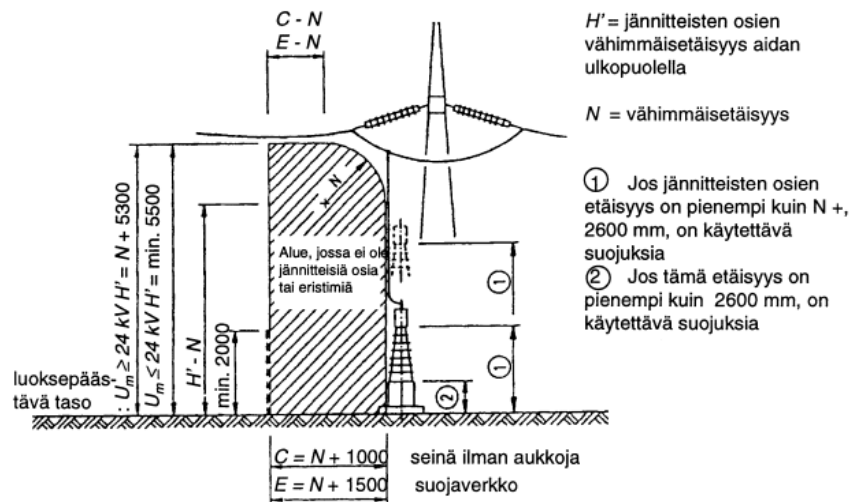
Järjestelmän nimellijännite U_n (teholisarvo)	Laitteen suurin käyttöjännite U_m (teholisarvo)	Koejännite (kestotaso) vaihtojännitteellä 1min. (teholisarvo)	Koejännite (kestotaso) salamasyöksy- jännitteellä 1,2/50 μ s (huippuarvo)	Pienin vaiheen ja maan ja vaiheiden välinen etäisyys (N)	
				sisäasennukset mm	ulkoasennukset mm
3	3,6	10	20 40	60 60	120 120
6	7,2	20	40 60	60 90	120 120
10	12	28	60 75	90 120	150 150
15 ¹⁾	17,5	38	75 95	120 160	160 160
20	24	50	95 125	160 220	
30	36	70	145 170	270 320	
36 ⁶⁾	41,5	80	170 200	320 360	
45 ¹⁾	52	95	250	480	
66 ²⁾	72,5	140	325	630	
70 ⁶⁾	82,5	150	380	750	
110³⁾	123	185 ⁴⁾ 230	450 550	900 1100	
132	145	185 ⁴⁾ 230 275	450 550 650	900 1100 1300	
150 ¹⁾	170	230 ⁴⁾ 275 325	550 650 750	1100 1300 1500	
220	245⁵⁾	325 ⁴⁾ 360 395 460	750 850 950 1050	1500 1700 1900 2100	

¹⁾ Näitä nimellijännitteitä ei suositella käytettäväksi rakennettaessa uusia järjestelmiä.
²⁾ Jännitteelle $U_n = 60$ kV suositellaan jännitteelle $U_n = 66$ kV annettuja arvoja.
³⁾ Jännitteille $U_n = 90$ kV / $U_m = 100$ kV suositellaan kestävyystasojen ja ilmavälien alempia arvoja.
⁴⁾ Tämän rivin kestävyystasot ja ilmaväliarvot suositellaan käytettäväksi vain harvoissa erikoistapauksissa.
⁵⁾ Standardissa EN 60071-1 esitetään viides (vielä alempi) taso jännitteelle 245 kV.
⁶⁾ Tämä jännitetaso ei sisälly standardiin EN 60071-1.

6.7.2 Aidat

”Asiaton pääsy ulkoasennuksille on estettävä aitaamalla sähköasennus”. Aidan korkeus ja rakenne tulee olla sellainen, että se estää kiipeilyn aidalla. Verkkoaitaa käytettäessä reiän pitiuus saa olla enintään 50 mm. Aidassa esiintyvät rakenteeseen kuuluvat raot saavat olla enintään 30 mm leveitä. /6, s.41/

”Aidan on oltava vähintään 2000 mm korkea ja alempi reuna ei saa olla yli 50 mm maanpinnasta”. Portin kohdalla alareunan etäisyys maanpinnasta saa kuitenkin olla enintään 100 mm. Kulkuovet alueelle on varustettava avaimella toimivalla lukolla. Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet verkkoaidasta on $E=N+1500$ mm (Kuva 37). /6, s.41/



Kuva 37 Etäisyys aidasta ja vähimmäiskorkeus ulkopuolisen aidan luona. /6, s.48/

7 YHTEENVETO

Tässä työssä tutkittiin Kantin sähköaseman saneerausvaihtoehtoja. Työn edetessä tutkittiin aseman korvaamismahdollisuuksia sekä aseman nykykuntoa. Lisäksi selvitettiin, minkälaisia saneeraustoimenpiteitä asemalle voitaisiin tulevaisuudessa tehdä.

Kantin sähköaseman korvaaminen muilla asemilla onnistuu. Karvian aseman ollessa poissa käytöstä, varasyöttöjen järjestäminen pohjoisella alueella on kuitenkin vaikeaa. Verkon jännitteet laskevat alle sallittujen rajojen, samalla sen toimintavarmuus heikkenee. Tällöin n-1 sääntö ei toteudu, koska verkon tilan pitäisi säilyä yhden aseman menetyksen jälkeen sallituissa rajoissa. Tästä syystä asemaa ei ole suositeltavaa poistaa verkosta, vaan se kannattaa saneerata ja pitää nykyisellä paikallaan.

Varasyöttöyhteyksiä Kantin ja Karvian asemille on kuitenkin suositeltavaa parantaa, vaikka asemaa ei poistettaisi verkosta. Koska Kantin ja Karvian asemia syöttää sama 110 kV:n johdohaara, on sen vikaantuessa koko pohjoinen alue Hongon ja Kankaanpään aseman varassa. Tällöin verkon toimintavarmuus heikkenee paljon ja verkon arvot tippuvat huonoiksi. Varasyöttöyhteyksillä ja entisten vahventamisella saadaan verkon tila säilymään siedettävänä vioista huolimatta.

Erilaisten saneerausvaihtoehtojen investointikustannuksia on arvioitu taulukossa 12. Kustannuksia on laskettu kojeiston täydennyksenä, sekä sen täydellisenä uusintana. Molempiin vaihtoehtoihin on lisäksi arvioitu 110 kV:n kentän uusinnan, maasulunsammutuslaitteiston asennustyön sekä maakaapelointityön kustannuksia.

Oman työn kustannuksia ei ole arvioitu kojeiston täydellisessä uusinnassa, eikä maasulunsammutuslaitteiston asennuksessa. Kojeston täydellisen uusinnan investointikustannukset vaihtelevat paljon. Tämä johtuu siitä, että eri valmistajat laskevat tarjouksia erilaisilla kokoonpanoilla ja jaottelevat kustannuksia eri tavalla.

Taulukko 12 Kantin aseman saneerauksen hinnat /23; 26/

Kojeston täydennys		Kojeston uusinta	
	Hinta / €		Hinta / €
Kojeston täydennys	175 000	Kojeston uusinta	245 000 - 290 000
Täydennys ilman työtä	135 000	Uusinta ilman töitä	225 000 - 265 000
Omalla työllä	161 000	Omalla työllä	-
Maakaapelointi	25 800	Maakaapelointi	25 800
Maasulkuvirran kompensointilaitteisto	112 000	Maasulkuvirran kompensointilaitteisto	112 000
Laitteisto ilman asennusta	93 000	Laitteisto ilman asennusta	93 000
Puistomuuntajan osuus	8 000	Puistomuuntajan osuus	8 000
110 kV ulkokenttä	180 000	110 kV ulkokenttä	180 000
Ulkokenttä ilman töitä	140 000	Ulkokenttä ilman töitä	140 000
Omalla työllä	170 000	Omalla työllä	170 000
Suojaseinä	9 300	Suojaseinä	9 300
Yht. asennettuna	502 100	Yht. asennettuna	572 100 - 617 100
Yht. omalla työllä	478 100	Yht. omalla työllä	562 100 - 607 100

Kojeston uusinta kannattaa tehdä täydellisenä, vaikka investointikustannuksiltaan se on arvokkaampi. Uusinnalla saavutetut edut ovat mielestäni kuitenkin kalliimman hankintahinnan arvoisia. Pelkkä aseman käyttöturvallisuuden huomattava parantuminen on jo suuremman investoinnin arvoista. Uusinnalla asemalle ei myöskään jää mitään vanhoja laitteita, jotka voisivat hajoamisellaan aiheuttaa pitkiä käyttökeskeytyksiä. Lisäksi aseman huoltamistarve vähennee, kun uusilla komponenteilla huoltovälit ovat pidemmät verrattuna nykyisiin.

Asemalle on suositeltavaa saneerauksen yhteydessä sijoittaa maasulunsammutuslaitteisto. Tämä parantaa oleellisesti alueen sähkönlaatua ja pienentää vikapaikan kosketusjännitteitä. Lisäksi katkaisijoiden käyttöikä pitenee, kun jälleenkytkentöjen määrä putoaa. Marko Lammin-tausta on tutkinut diplomityössään ”Käyttövarmuuden lisäämisen kannattavuus Vatajankosken Sähkö Oy:n 20 kV:n verkossa” muun muassa maasulunsammutuksen kannattavuutta. Työssä on todettu, että maasulunsammutuslaitteiston lisäys Kantin asemalle on taloudellisesti kannattavaa. /32/

Päämuuntajaa ei ole tarvetta lähteä vaihtamaan saneerauksen yhteydessä. Muuntaja on huollettu vuonna 2001, joten se on vielä hyväkuntoinen. Pintapuolinen tarkistus, jossa tarkastetaan, ettei muuntajassa ole vuotoja tai muita käyttöä haittaavia vikoja on kuitenkin tehtävä. Muuntajan ympärille rakennetaan lisäksi suojaseinä, joka estää muuntajan hajotessa palavan aineen ja öljyn pääsyn rakennukseen ja ympäristöön.

110 kV:n ulkokentän saneeraus voidaan toteuttaa perinteisellä ratkaisulla, jossa kaikki komponentit ovat erillisiä. Vastaavia rakenteita on käytössä paljon, joten se tiedetään toimintavarmaksi ja luotettavaksi. Lisäksi nykyinen perusta on suunniteltu tämänkaltaista ratkaisua varten. Etuna on myös se, että Vatajankosken Sähkö Oy:llä on kokemusta tällaisen ulkokentän rakentamisesta. Tämä helpottaa asiaa, jos ulkokenttä tehdään omana työnä.

On vaikea määrittää ajankohtaa, jolloin saneeraus pitäisi tehdä. Laitteet ovat olleet käytössä 40 - 50 vuotta, joka on pitkä aika säännöllisistä huolloista huolimatta. Ne voivat kestää vielä useita vuosia, mutta on kuitenkin mahdollista, että joku laitteista hajoaa. Sähköaseman uusimista voidaan lykätä muutamalla vuodella, mutta jotain odottamatonta voi tapahtua koska tahansa.

8 LÄHTEET

Sähköiset lähteet

- 1 Vatajankosken Sähkö Oy [www-sivu], [viitattu 28.3.2008] saatavissa: www.vatajankoski.fi
- 2 Satapirkan Sähkö Oy [www-sivu], [viitattu 28.3.2008] saatavissa: www.spsoy.fi
- 3 ABB Oy [www-sivu], [viitattu 16.4.2008] saatavissa: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/15A96129202E37CBC125729C005C18C1/\\$File/OperaWSFI.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/15A96129202E37CBC125729C005C18C1/$File/OperaWSFI.pdf)
- 4 ABB Oy [www-sivu], [viitattu 16.4.2008] saatavissa: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/5EB087DFE5A46483C125729C005D6932/\\$File/Integra.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot229.NSF/VerityDisplay/5EB087DFE5A46483C125729C005D6932/$File/Integra.pdf)
- 5 [www-sivu], [viitattu 27.1.2008] saatavissa: www.e-leeh.org/svtopus/teksti/luku3.html
- 7 TKK [www-sivu], [viitattu 1.4.2008] saatavissa: http://powersystems.tkk.fi/opinnot/S-18.3153/3153_luennot/luento%205e.ppt
- 18 ABB Oy [www-sivu], [viitattu 10.4.2008] saatavissa: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot235.nsf/VerityDisplay/1FDfef571545CD63C1256F54004432B3/\\$File/VD4%20Instr%20Man.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot235.nsf/VerityDisplay/1FDfef571545CD63C1256F54004432B3/$File/VD4%20Instr%20Man.pdf)
- 19 ABB Oy [www-sivu], [viitattu 30.2.2008] saatavissa: [http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/130_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/130_0007.pdf)
- 20 ABB Oy [www-sivu], [viitattu 30.3.2008] saatavissa: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot235.nsf/VerityDisplay/D4EAC8FE599CAE65C2256BAE003B9FB7/\\$File/34uemc44fi.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot235.nsf/VerityDisplay/D4EAC8FE599CAE65C2256BAE003B9FB7/$File/34uemc44fi.pdf)

Painetut lähteet

- 6 SFS 6001 + A1. Suurjännitesähköasennukset. Suomen standardoimisliitto ry 2005. 118 s.
- 8 ABB Oy, ABB:n TTT-käsikirja: luku 13: sähköasemat, kojeistot ja muuntamot, 2000
- 9 Sähköasemien suunnittelu. Insinöörijärjestön koulutuskeskuksen julkaisu 25 - 68. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Helsinki 1968.

- 10 Järvi, Seppo. Tuntimateriaali TAMK. Tampere 2008
- 11 Väissi, Ville. Sähköasemien varasyöttökytkennät. Insinöörityö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähköosasto. Tampere 2006. 60 s. + 21 liites.
- 12 Ruppö, Erkki. Maadoitukset yleisesti. Tuntimateriaali SAMK. Pori 2001
- 13 Leppihalme, Jarkko. Kankaanpään sähköaseman 20 kV:n kojeiston lähtökennon saneeraus. Insinöörityö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Sähköosasto. Pori 2004. 36 s.
- 14 Oy Strömberg Ab, Vähäöljykatkaisijat OSAP 10 W ja OSAP 20 W asennus- ja käyttöohje, Vasa Nya Tryckeri, Vaasa
- 15 Oy Strömberg Ab, Vähäöljykatkaisija OSAK 24 T asennus- ja käyttöohje, Vaasan uusi kirjapaino, Vaasa
- 16 Lakervi, Erkki. Partanen, Jarmo. Sähkönjakelutekniikka. Otatieto. Helsinki 2008. 285 s.
- 17 ABB Oy, Kiinteä katkaisija OSAP Obsolete esite
- 22 Energiamarkkinavirasto Eräiden verkkokomponenttien yksikköhintojen määrittely, Empower Oy Raportti 28.2.2007
- 23 Budjettitarjous sähköasemasta. Ruusila, Jukka. ABB Oy. [Ei saatavissa]
- 24 Kettunen, Ossi. Kulmalahden alueen sähkönjakelun toimintavarmuuden parantaminen. Insinöörityö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Sähköosasto. Tampere 2007. 79 s + 15 liites.
- 25 ABB, Parempaa sähkön laatua maasulkuvirtaa kompensoimalla esite. mainostoimisto WILMA. 2002
- 26 Budjettitarjous sähköasemasta. Yliluoma, Visa. Vaasa Engineering Oy. [Ei saatavissa]
- 27 SFS-EN 50272-2. Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikalliset. Suomen standardoimisliitto ry 2003. 64 s.
- 28 Sähköasennustekniikka 3, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry:n julkaisu, Tammer-paino Oy, Espoo 2004
- 29 RT 92-10744. Muuntamotila rakennuksessa. Rakennustietosäätiö RTS. 2002. 7 s.
- 31 ABB Oy. Switchin Module LTB Compact esite.

- 32 Lammintausta, Marko. Käyttövarmuuden lisäämisen kannattavuus Vatajankosken Sähkö Oy:n 20 kV:n verkossa. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Korkeakoulu. Sähkötekniikan osasto. Tampere 1995. 113 s.

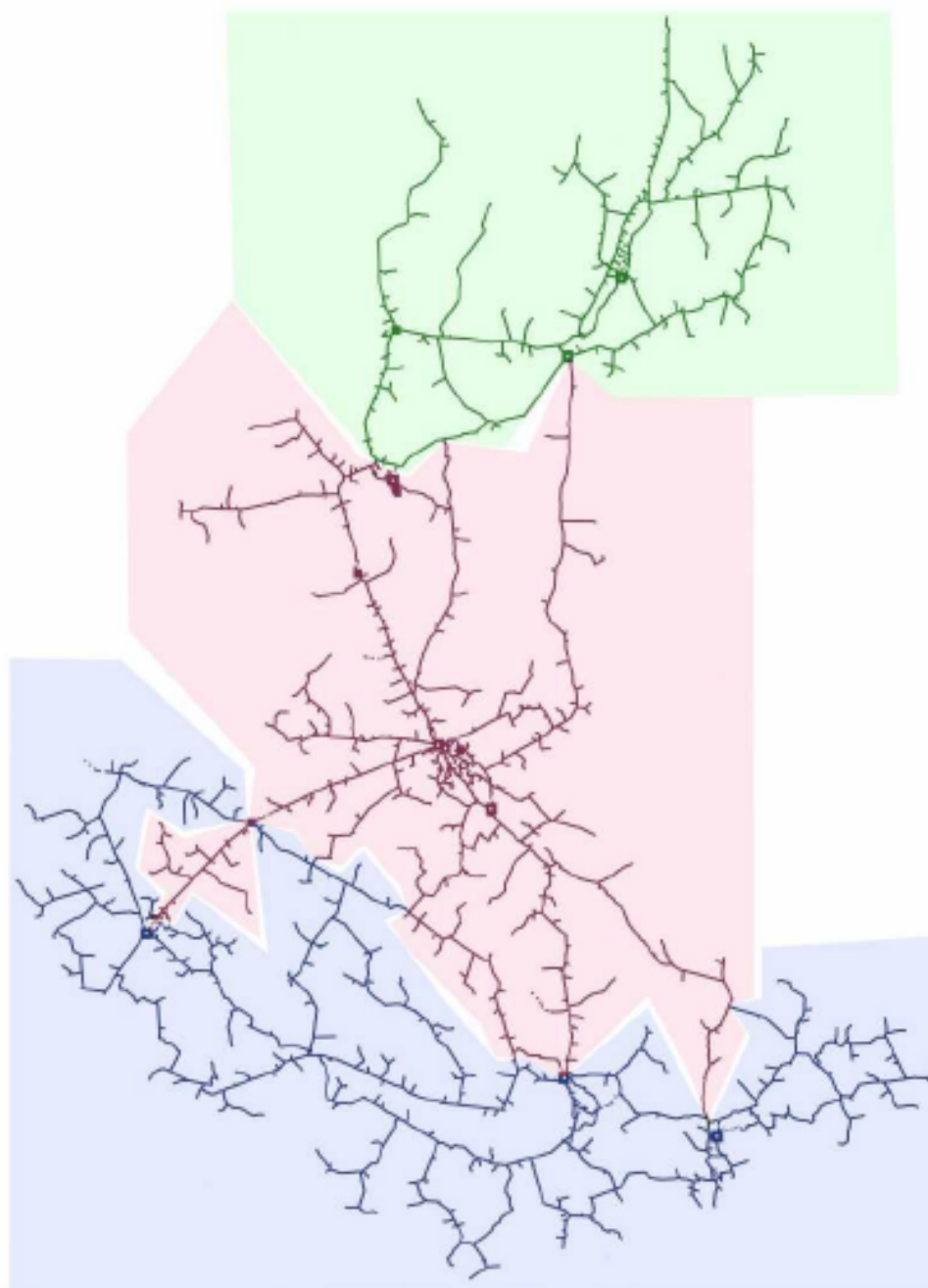
Painamattomat lähteet

- 21 Keskustelu, Vatajankosken Sähkö Oy, Ville Väissi, 1.4.2008
- 30 Puhelinkeskustelu, AW-Rakennus Oy, Anita Heiska, 27.3.2008

9 LIITTEET

- 1 Rajat U_{TP} arvoille
- 2 Maasulkulistaus Karvian ja Honkajoen asemille
- 3 Ohje maasuluntuloslistauksen lukemiseen
- 4 Maasulkulistaus Honkajoen ja Kankaanpään asemille
- 5 VD 4 Saneerauskatkaisijan tekniset tiedot /17/
- 6 Uniswitch kojeisto /23/
- 7 Uusittu pääkaavio täydelliseen uusintaan

	I_E/A ($=I_C$)	t/s	vanhan mukaiset			SFS6001 mukaiset		
			Z_{EMAX}/ohmia			Z_{EMAX}/ohmia		
			A	B	D	$2 \times U_{TP}$	$4 \times U_{TP}$	$5 \times U_{TP}$
Pohjoinen alue (vihreä)	25.0	0.5	43	117	29	17	34	44
Keskialue (punainen)	55.0	0.5	17	47	11	7	14	18
Eteläinen alue (sininen)	34.0	0.5	34	91	22	12	24	30



Honkajoen aseman maasulkulistaus.

MAASULKULASKENTA - Satapirkkan sähkö oy
SÄHKÖASEMA: HONKAJOKI

Maasta erotettu tai hajautettu sammutus.

Laskennan vikaresistanssi 500 ohm

***** PÄÄMUUNTAJA VHNK_PM2 (Laskentajännite:20.5 kv) *****
VIKARESISTANSSI MAASULKUVIRTA
0 OHM 16.9 A
500 OHM 13.8 A

Lähtö	JOHTOPITUUS	TYYPEITTÄIN				VIKA	MUU	OMA	VIKA	ASETTELUARVOT					HAVAHTUMINEN		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NIMI	YHT	AVO	PÄÄLL	MAA	I0	Ires	I0	Ires	U0	U0	I0	P0	Q0	T	SU0	SI0	ST
	km	km	km	km	A	A	A	A	kV	kV	A	kW	kVAr	s	%	%	%
omakäyttö	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	13.8	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Santaskylä	13.2	11.7	0.7	0.9	3.0	2.4	13.9	11.3	9.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	837	944	0
Hirsivainio	66.3	65.4	0.6	0.2	5.0	4.1	11.9	9.7	9.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	837	806	0
Marjakylä	3.3	0.0	2.5	0.8	2.1	1.7	14.8	12.1	9.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	837	1005	0
Honko	56.4	52.7	3.1	0.5	5.0	4.1	11.9	9.7	9.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	837	807	0
Kauhajärvi	28.0	27.4	0.6	0.0	1.9	1.5	15.1	12.3	9.6	0.0	0.0	0.1	5.8	0.0	0	0	2051
Kettuharju	1.5	0.0	0.8	0.7	1.7	1.4	15.2	12.4	9.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	837	1030	0

Lähtö	MAADOITUSRESISTANSSI (OHM)				
	A	B	D	2	4
omakäyttö	0	0	0	0	0
Santaskylä	62	166	41	25	50
Hirsivainio	62	166	41	25	50
Marjakylä	62	166	41	25	50
Honko	62	166	41	25	50
Kauhajärvi	0	0	0	0	0
Kettuharju	62	166	41	25	50

Maadoituksissa puutteita!

Karvian aseman maasulkulistaus

MAASULKULASKENTA - Satapirkkan sähkö oy
SÄHKÖASEMA: KARVIA

Maasta erotettu tai hajautettu sammutus.

Laskennan vikaresistanssi 500 ohm

***** PÄÄMUUNTAJA VKVI_PM1 (Laskentajännite:20.0 kv) *****
VIKARESISTANSSI MAASULKUVIRTA
0 OHM 10.5 A
500 OHM 9.6 A

Lähtö	JOHTOPITUUS	TYYPEITTÄIN				VIKA	MUU	OMA	VIKA	ASETTELUARVOT					HAVAHTUMINEN		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NIMI	YHT	AVO	PÄÄLL	MAA	I0	Ires	I0	Ires	U0	U0	I0	P0	Q0	T	SU0	SI0	ST
	km	km	km	km	A	A	A	A	kV	kV	A	kW	kVAr	s	%	%	%
Keskusta	22.1	20.3	1.5	0.3	2.2	2.0	8.3	7.5	10.5	1.1	0.8	0.0	0.0	0.5	914	943	0
Partalankylä	12.0	11.8	0.0	0.1	1.0	0.9	9.5	8.6	10.5	1.2	0.8	0.0	0.0	0.5	914	1079	0
Tupamäki	7.6	6.3	1.2	0.1	0.8	0.7	9.7	8.9	10.5	1.1	0.8	0.0	0.0	0.5	914	1107	0
Hautalankylä	1.9	1.8	0.0	0.1	0.4	0.3	10.2	9.2	10.5	1.2	0.8	0.0	0.0	0.5	914	1155	0
Sarvela	57.0	55.9	0.7	0.3	4.5	4.1	6.0	5.5	10.5	1.2	0.8	0.0	0.0	0.5	914	686	0

Lähtö	MAADOITUSRESISTANSSI (OHM)				
	A	B	D	2	4
Keskusta	100	268	67	40	81
Partalankylä	100	268	67	40	81
Tupamäki	100	268	67	40	81
Hautalankylä	100	268	67	40	81
Sarvela	100	268	67	40	81

sarake	merkitys
1	lähdön nimi
2	lähdön johtojen pituus (km)
3	lähdöllä olevien ilmajohtojen yhteispituus (km)
4	lähdöllä olevien kaapeleiden yhteispituus (km)
5	lähdöllä olevien päällystettyjen johtojen yhteispituus (km)
6	lähdön osuus kokonaismaasulkuvirrasta, kun vikaresistanssi on 0 Ω . Luku kertoo sen, kuinka paljon verkon maasulkuvirta pienenee, jos ko. lähtö kytketään pois verkosta. (A)
7	sama kuin edellä, mutta vikaresistanssi on käyttäjän määrittelemä (suurempi kuin 0 Ω). (A)
8	lähdölle tuleva, suojarleen tuntema nollavirta, kun vikaresistanssi on 0 Ω . (A)
9	sama kuin edellä, mutta vikaresistanssi on käyttäjän määrittelemä (suurempi kuin 0 Ω). (A)
10	pienin verkossa esiintyvä tähtipistejännite. (kV)
11	elektronisen suojarleen tähtipistejännitteen asetteluarvo. (kV)
12	elektronisen suojarleen nollavirran asetteluarvo. (A)
13	mekaanisen suojarleen pätötehon asetteluarvo. (kW)
14	mekaanisen suojarleen loistehon asetteluarvo.(kVar)
15	releen aikahidastus (s)
16	verkossa esiintyvän pienimmän tähtipistejännitteen ja elektronisen releen havahtumisjännitteen suhde. Suojaus on toimiva, jos suhteellisarvo on yli 100 %. (%)
17	verkossa esiintyvän pienimmän lähdölle tulevan nollavirran ja elektronisen releen havahtumisvirran suhde. Suojaus on toimiva, jos suhteellisarvo on yli 100 %. (%)
18	lähdölle tulevan tehon ja mekaanisen suojarleen havahtumisarvojen suhde. Suojaus on toimiva, jos suhde on yli 100 %. (%)
Tulosteen lopussa ovat tiedot vikaresistansseista ja niitä vastaavista maasulkuvirtojen arvoista sekä lähtöjen maadoitusresistansseista.	

Honkajoen aseman maasulkulistaus

MAASULKULASKENTA - Satapirkkan Sähkö oy
SÄHKÖASEMA: HONKAJOKI

Maasta erotettu tai hajautettu sammutus.

Laskennan vikaresistanssi 500 ohm

***** PÄÄMUUNTAJA VHNK_PM2 (Laskentajännite:20.5 kv) *****

VIKARESISTANSSI MAASULKUVIRTA
0 OHM 25.3 A
500 OHM 17.3 A

Lähtö	JOHTOPITUUS				TYYPEITTÄIN		VIKA	MUU	OMA	VIKA	ASETTELUARVOT					HAVAHTUMINEN		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
NIMI	YHT	AVO	PÄÄLL	MAA	I0	Ires	I0	Ires	U0	U0	I0	P0	Q0	T	SU0	SI0	ST	
	km	km	km	km	A	A	A	A	kv	kv	A	kw	kvar	s	%	%	%	
Omakäyttö	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	17.3	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	
Santaskylä	13.2	11.7	0.7	0.9	3.0	2.1	22.3	15.2	8.1	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	703	1268	0	
Hirsivainio	159.2	155.2	2.7	1.1	13.4	9.1	11.9	8.1	8.1	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	703	677	0	
Keskusta	22.1	20.3	1.5	0.3	2.3	1.6	23.0	15.7	8.1	1.1	0.8	0.0	0.0	0.5	703	1965	0	
Hautalanky	7.5	7.4	0.0	0.1	0.8	0.5	24.5	16.8	8.1	1.2	0.8	0.0	0.0	0.5	703	2095	0	
Sarvela	57.0	55.9	0.7	0.3	4.6	3.1	20.7	14.1	8.1	1.2	0.8	0.0	0.0	0.5	703	1767	0	
Marjakylä	3.3	0.0	2.5	0.8	2.1	1.4	23.2	15.8	8.1	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	703	1319	0	
Honko	56.4	52.7	3.1	0.5	5.0	3.4	20.3	13.8	8.1	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	703	1153	0	
Kauhajärvi	28.0	27.4	0.6	0.0	1.9	1.3	23.4	16.0	8.1	0.0	0.0	0.1	5.8	0.0	0	0	2250	
Kettuharju	1.5	0.0	0.8	0.7	1.7	1.2	23.5	16.1	8.1	1.2	1.2	0.0	0.0	0.5	703	1341	0	

Lähtö MAADOITUSRESISTANSSI (OHM)

	A	B	D	2	4	5
Omakäyttö	0	0	0	0	0	0
Santaskylä	41	111	27	17	34	42
Hirsivainio	41	111	27	17	34	42
Keskusta	41	111	27	17	34	42
Hautalanky	41	111	27	17	34	42
Sarvela	41	111	27	17	34	42
Marjakylä	41	111	27	17	34	42
Honko	41	111	27	17	34	42
Kauhajärvi	0	0	0	0	0	0
Kettuharju	41	111	27	17	34	42

Maadoituksissa puutteita!

Kankaanpään aseman maasulkulistaus

MAASULKULASKENTA - Satapirkkan Sähkö oy
SÄHKÖASEMA: KANKAANPÄÄ

Maasta erotettu tai hajautettu sammutus.

Laskennan vikaresistanssi 500 ohm

***** PÄÄMUUNTAJA VKAP_PM1 (Laskentajännite:20.5 kv) *****

VIKARESISTANSSI MAASULKUVIRTA
0 OHM 42.9 A
500 OHM 20.7 A

Lähtö	JOHTOPITUUS TYYPEITTÄIN				VIKA MUU		OMA VIKA			ASETTELUARVOT					HAVAHTUMINEN		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NIMI	YHT	AVO	PÄÄLL	MAA	I0	Ires	I0	Ires	U0	U0	I0	P0	Q0	T	SU0	SI0	ST
	km	km	km	km	A	A	A	A	kv	kv	A	kw	kVar	s	%	%	%
Käpylä	4.6	2.1	1.0	1.4	4.9	2.4	38.0	18.4	5.7	1.2	1.5	0.0	0.0	0.4	496	1224	0
Koskenoja	6.0	5.0	0.3	0.6	2.5	1.2	40.4	19.5	5.7	1.2	1.5	0.0	0.0	0.4	496	1300	0
Omakäyttö	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	20.7	5.7	0.6	3.5	0.0	0.0	1.0	989	592	0
Vataja	81.5	79.8	1.2	0.4	6.6	3.2	36.3	17.5	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.6	496	1753	0
Honkajoki	46.6	46.2	0.0	0.3	3.9	1.9	39.1	18.9	5.7	1.2	1.5	0.0	0.0	0.4	496	1257	0
Kankaanpää	7.6	4.1	1.0	2.4	5.8	2.8	37.1	17.9	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.4	496	1793	0
Santaskylä	31.0	30.9	0.0	0.0	2.3	1.1	40.7	19.6	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.4	496	1963	0
Myllymäki	5.0	2.7	0.0	2.3	6.7	3.2	36.3	17.5	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.4	496	1751	0
Jyllinmäki	2.3	0.4	0.9	1.0	2.8	1.3	40.2	19.4	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.4	496	1940	0
Venesjärvi	53.1	48.5	4.3	0.2	3.9	1.9	39.0	18.8	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.4	496	1882	0
Honkakoski	73.6	70.0	2.5	0.9	7.4	3.6	35.5	17.1	5.7	1.2	1.0	0.0	0.0	0.6	496	1714	0

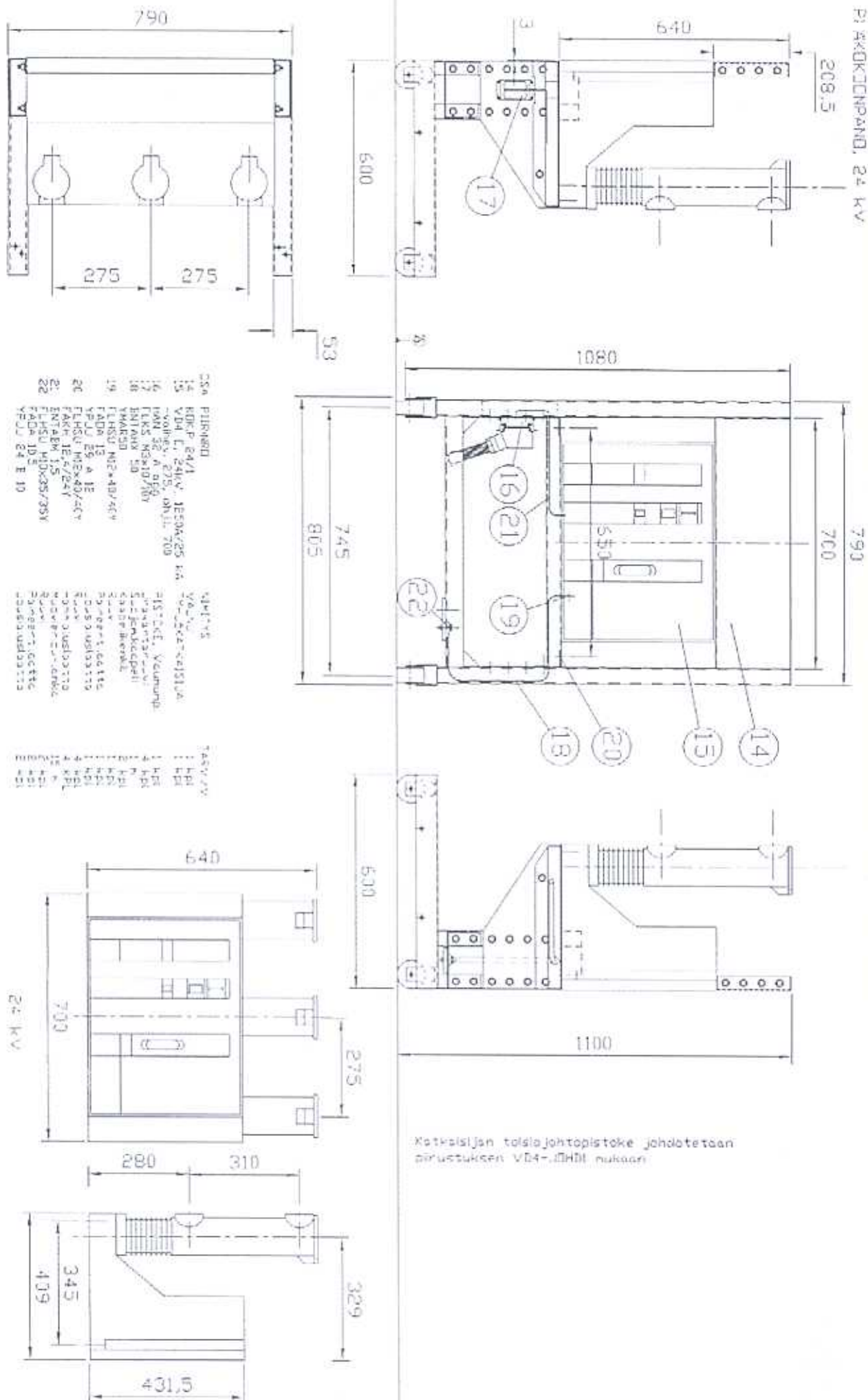
Lähtö MAADOITUSRESISTANSSI (OHM)

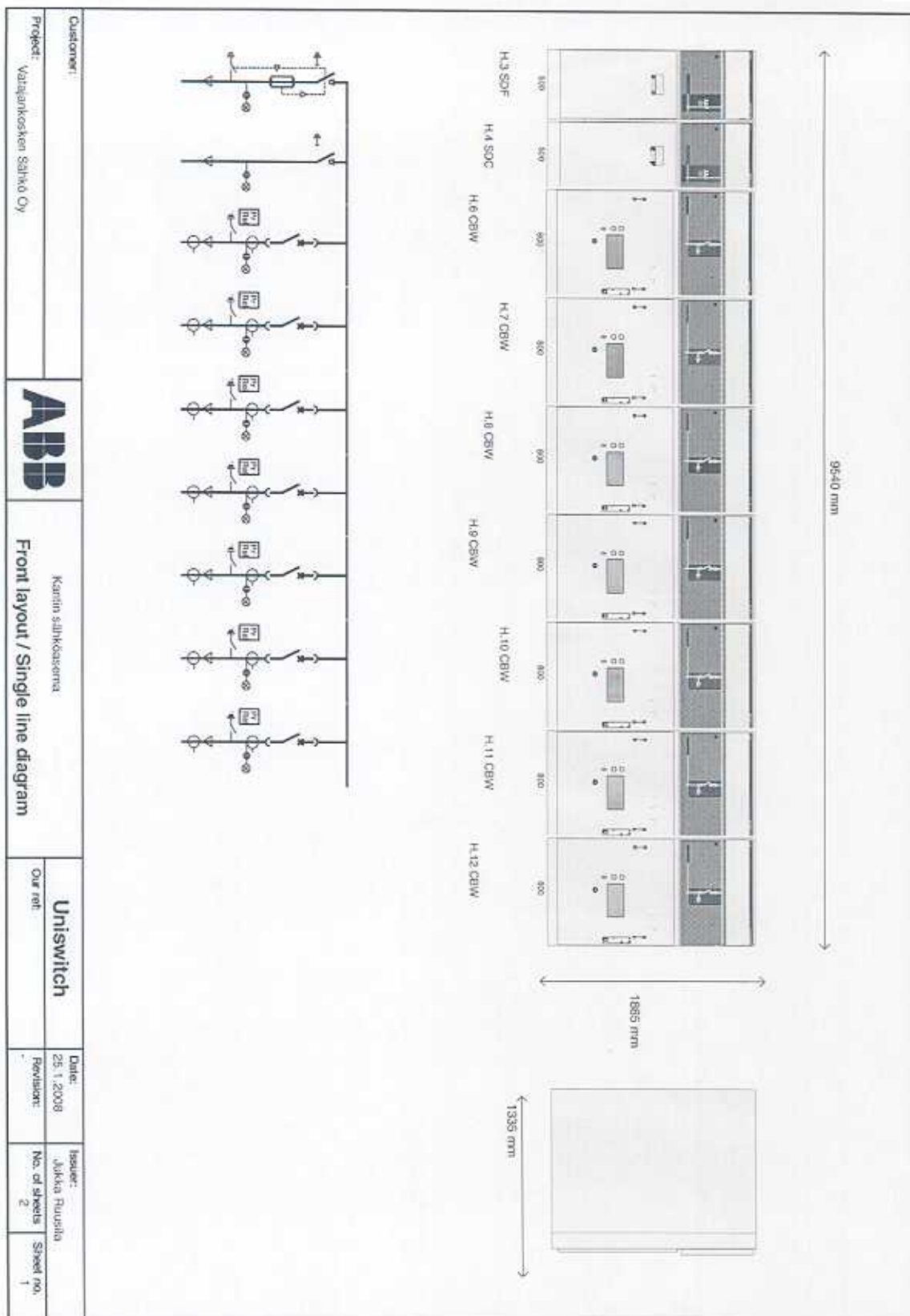
	A	B	D	2	4	5
Käpylä	26	71	17	13	26	32
Koskenoja	26	71	17	13	26	32
Omakäyttö	17	46	11	4	9	11
Vataja	23	62	15	10	20	25
Honkajoki	27	73	18	13	26	32
Kankaanpää 1	26	71	17	13	26	32
Santaskylä	26	71	17	13	26	32
Myllymäki	26	71	17	13	26	32
Jyllymäki	27	73	18	13	26	32
Venesjärvi	26	71	17	13	26	32
Honkakoski	21	57	14	7	14	18

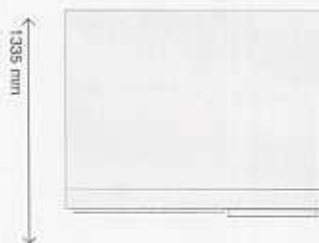
Maadoituksissa puutteita!

Maadoituksissa puutteita!

Maadoituksissa puutteita!







Customer:		
Project:	Valtiosakosken Sähkö Oy	
		
Karttiin sähköasema		
Front layout / Single line diagram		
Uniswitch	Our ref.	
Date:	Revision:	
25.1.2008		
Issued:	No. of sheets	Sheet no.
Jukka Ruusila	2	2

