



TEOLLISUUSLAITOKSEN SÄHKÖ- KESKUSTEN KUNNOSSAPITO- SUUNNITELMA

Sami Mäntymaa

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehto

SAMI MÄNTYMAA

Teollisuuslaitoksen sähkökeskusten kunnossapitosuunnitelma

Opinnäytetyö 43 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Toukokuu 2013

Tämä opinnäytetyö tehtiin Metsä Fibren Äänekosken sellutehtaalla, ja työn tilaajana toimi tehtaalla kunnossapitoa hoitava Botnia Mill Service Oy. Työn lähtökohtana oli selvittää tehtaalla sähkötilassa olevien sähkökeskusten 4E13 ja 4E14 nykykunto sekä laatia tämän kuntoarvion pohjalta keskuksille kunnossapitosuunnitelma.

Työn alkuvaiheessa kerrotaan yrityksestä, johon työ on tehty ja perehdytään kunnossapidon määräyksiin ja asetuksiin. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan sähkökeskusten nykyistä rakennetta ja käsittelemään keskusten yleisempiä komponentteja. Sitten kartoitetaan eri syitä ja näkökulmia, joiden seurauksena keskusten mahdollinen uusinta tai saneeraus tulisi lähitulevaisuudessa ajankohtaiseksi. Lopuksi on laadittu toteutussuunnitelma, joka pitää sisällään keskusten saneeraus- ja uusintaehdotuksen sekä kärkeän budjettiarvion. Työssä syntyneen suunnitelman perusteella voidaan vertailla ja pohtia järkevintä kokonaisratkaisua tulevaisuutta ajatellen.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntynyt suunnitelma viedään mukaan tehtaan vuosisuunnitelmaan ja sen pohjalta tilaaja määrittelee mahdolliset investoinnit ja niiden ajankohdat tehtaalla.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

SAMI MÄNTYMAA:

The Maintenance Plan of Switchboards in an Industrial Plant

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 2 pages
May 2013

This thesis was made for Metsä Fibre Äänekoski pulp mill, and the subscriber of the work was the factory maintenance unit Botnia Mill Service Ltd. The starting point of the thesis was to clarify the current condition of the switchboards 4E13 and 4E14 and also to draft a maintenance plan to the switchboards.

The first part of the thesis consists of information about the company of which this assignment was done, and regulations concerning switchboards. After this, the work continues to inspecting the structure of the switchboards and to the introduction of the common components of the switchboards. Then different reasons and aspects for the possibility of renovation are considered for the near future. In the end of this thesis, a detail planning has been drafted. This draft includes the renewal and renovation proposal of the switchboards and a rough budget estimate. From the basis of this maintenance plan, it is possible to compare and consider the most reasonable comprehensive solutions for the future.

The maintenance plan is included to the annual operating plan of the mill, and from the basis of the plan the subscriber will define the possible investments and timetables of the investments in the mill.

Key words: electrical switchboards, maintenance plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSTEN ESITTELY	7
	2.1 Metsä Fibre	7
	2.2 Metsä Fibre Äänekosken tehdas	8
	2.3 Tilajayritys Botnia Mill Service.....	8
3	KUNNOSSAPITO	10
	3.1 Kunnossapidon määrittely	10
	3.2 Kunnossapitolajit	10
4	TEHTAAN NYKYISET PÄÄKESKUKSET 4E13 JA 4E14	12
	4.1 Keskuksien syöttö	12
	4.2 Keskuksien yleinen rakenne	14
	4.2.1 Ovet ja kaapelikenttä.....	17
	4.2.2 Kiskosto	19
	4.2.3 Maadoitus.....	19
	4.2.4 Kilvet.....	20
	4.2.5 Relesuojaus	20
5	YLEISEMPIÄ MOOTTORILÄHTÖJEN KOMPONENTTEJA	21
	5.1 Katkaisija	21
	5.2 Kuormankytkin	23
	5.3 Kytkinvaroke	23
	5.4 Sulakkeet.....	24
	5.5 Kontaktori	25
	5.6 Lämpörele	25
	5.7 Virtamuuntaja	26
6	LOISTEHON KOMPENSOINTI.....	27
	6.1 Yleistä loistehosta	27
	6.2 Kompensoinnin toteutus tehtaalla.....	27
7	KESKUKSIEN SANEERAUKSEN TAI UUSINNAN SYYT	29
	7.1 Komponenttien ikääntyminen ja rikkivedyn vaikutus	29
	7.2 Lämpökuvauksissa ilmenneet viat	31
	7.3 Valokaarisuojauksen puuttuminen.....	33
8	KESKUKSIEN SANEERAUKSEN JA UUSINNAN TOTEUTUSEHDOTUS	34
	8.1 Uusien keskuksien yleinen rakenne	34
	8.2 Kompensoinnin toteutus	37
	8.3 Budjetti-arvio	38
	8.3.1 Keskuksien uusinta	38

8.3.2 Keskuksien saneeraus.....	39
9 POHDINTA.....	40
LÄHTEET.....	41
LIITTEET	42
Liite 1. Keskuksien 4E13 ja 4E14 sähkönjakelun pääkaavio.....	42
Liite 2. Kompensointi esite	43

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on toteutettu Metsä Fibren Äänekosken sellutehtaalla syksyn 2012 ja kevään 2013 välisenä aikana. Opinnäytetyön aiheena on teollisuuslaitoksen sähkökeskusten kunnossapitosuunnitelma ja työn teetti tehtaalla kunnossapidosta vastaava Botnia Mill Service Oy.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Metsä Fibren sellutehtaalla sähkötilassa olevien sähkökeskusten 4E13 ja 4E14 kunto. Tämän kuntoarvion pohjalta laaditaan kunnossapitosuunnitelma keskuksien kunnostamiseksi. Molemmat keskuksat alkavat olla kunnossapitoarvion tarpeessa ja niiden jonkinasteinen uusiminen on hyvin pian ajankohtaista. Tarkoituksena on selvittää, ovatko keskuksat siinä kunnossa, että ne saadaan korjattua lähtöjen uudelleen kalustamisella vai onko viisaampaa uusia kerralla koko keskus. Tähän tietenkin vaikuttavat myös syntyvät kustannustekijät, jotka on huomioitava toteutusvaihtoehtoja mietittäessä. Lisäksi pohditaan keskuksiin liittyviä elinkaarikysymyksiä ja miten näihin voidaan vaikuttaa. Käsiteltyjen asioiden seurauksena pyritään lisäämään käyttövarmuutta tehtaalla ja ennen kaikkea parantamaan turvallisuutta, joka on tärkeässä asemassa Metsä Fibren Äänekosken sellutehtaalla.

Opinnäytetyössä tehdään sähkökeskuksille mahdollinen saneeraus- ja uusintaehdotus sekä tarkastellaan näiden seurauksena aiheutuvia kustannuksia. Työn lopputuloksena syntyneen kunnossapitosuunnitelman pohjalta työn tilaaja voi pyytää tarkemman tarjouksen työstä budjettiarvioita hyväksikäyttäen ja toteuttaa sen sopivan ajankohdan tullen.

2 YRITYSTEN ESITTELY

2.1 Metsä Fibre

Oy Metsä-Botnia Ab:n nimi muuttui Metsä Fibre Oy:ksi vuonna 2012, mikä on osa Metsä Groupia. Metsä Fibre on vuonna 1973 perustettu metsäteollisuusyritys, jonka liikevaihto vuonna 2012 oli 1274 miljoonaa euroa. Henkilöstöä Metsä Fibren tehtailla työskenteli saman vuoden lopussa 876. Metsä Fibren tuotantokapasiteetti oli 2,41 miljoonaa tonnia vuodessa ja puuta käytettiin yhteensä 11,7 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, josta havupuuta oli 9,4 miljoonaa kuutiometriä ja lehtipuuta 2,3 miljoonaa kuutiometriä. Metsä Fibren päätuotteita ovat valkaistut havu- ja koivusellut ja se on maailman johtavia havusellun valmistajia. Kuvassa 1 on esitettyä Metsä Fibren tehtaat ja toimipaikat. (Metsä Fibre 2013)



KUVA 1. Metsä Fibren tehtaat ja toimipaikat (Metsä Fibre 2013)

Metsä Fibrellä on neljä sellutehdasta Suomessa ja kyseiset tehtaat sijaitsevat Joutsenos- sa, Kemissä, Raumalla ja Äänekoskella. Lisäksi Venäjällä oleva Svin Timberin saha on Metsä Fibren omistama tytäryhtiö. Yrityksen omistavat emoyhtiö Metsäliitto Osuuskun- ta 50,2 %, Metsä Board 24,9 % ja Itochu 24,9 %. (Metsä Fibre 2013)

2.2 Metsä Fibre Äänekosken tehdas

Tehdas käynnistyi Äänekoskella vuonna 1985 (kuva 2). Äänekosken yksikössä työskentelee tällä hetkellä noin 150 henkilöä. Puuta käytetään noin 2,3 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa, josta lehtipuun osuus on 80 % ja havupuun osuus 20 % tehdystä tuotannosta. Tehtaan tuotantokapasiteetti on 520 000 tonnia vuodessa, josta kotimaahan menee 83 % ja loput 17 % menee vientiin. Sellua toimitetaan mm. Kiinaan, Ranskaan, Saksaan ja Portugaliin. (Metsä Fibre 2013)



KUVA 2. Metsä Fibre Äänekosken tehdas

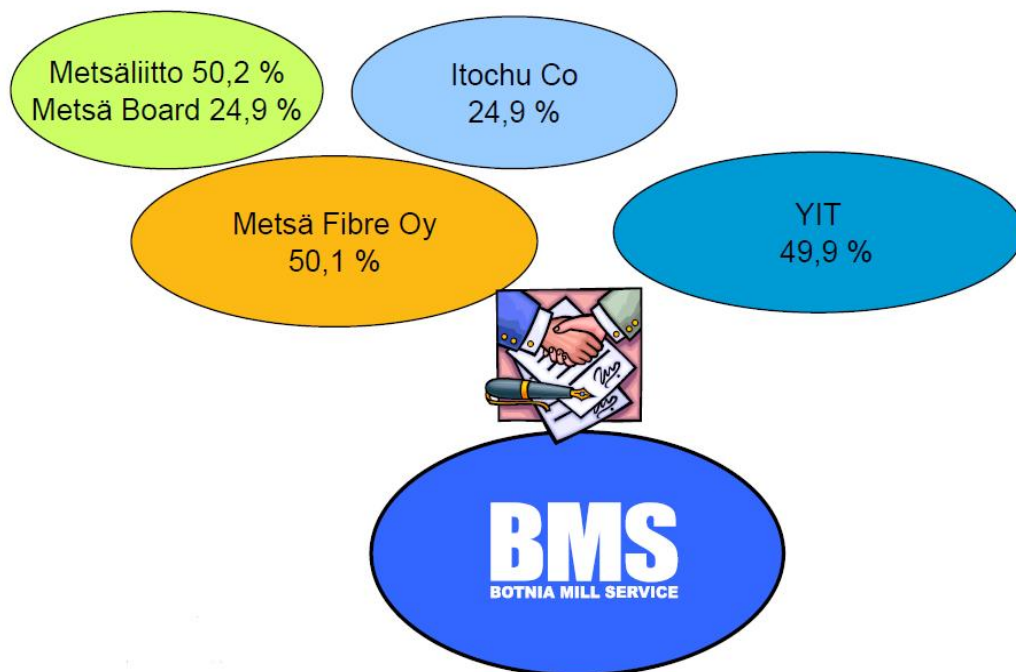
Metsä Fibren Äänekosken tehdas on erikoistunut tuottamaan sellua kartongin, pehmo- ja erikoispaperin valmistukseen. Tehdas kuuluu energiayliomavaraisimpiin sellutehtaisiin Suomessa. (Metsä Fibre 2013)

2.3 Tilaajayritys Botnia Mill Service

Tämä työ tehtiin tehtaalla kunnossapidosta vastaavalle Botnia Mill Service Oy:lle eli BMS:lle, joka on Metsä Fibren ja YIT:n perustama yhteisyritys. Yrityksen tehtävä on luoda käyttövarmuutta kustannustehokkaasti metsäteollisuudelle. Botnia Mill Service

sai alkunsa vuonna 1997, kun Oy Metsä-Botnia Ab, nykyinen Metsä Fibre, aloitti tehtaiden kunnossapitotoiminnan ulkoistamisen. Jokainen Metsä Fibren Suomessa sijaitseva tehdas kuuluu BMS:n kunnossapidon piiriin. BMS:llä on myös muita toimipisteitä tehtailla olevien kunnossapitoyksiköiden ohella. BMS:llä on toimipisteet Äänekosken lisäksi myös Kuopiossa, Simpeleellä, Kemissä, Tampereella, Joutsenossa ja Raumalla. Hallinto sijaitsee Vantaalla. (BMS 2013)

Metsä Fibre Oy on BMS:n suurin omistaja ja se omistaa hiukan yli puolet yrityksestä. Toinen lähes yhtä suuri omistaja on YIT, jolla on loput yrityksen omistuksesta. Kuva 3 havainnollistaa tarkemmin BMS:n omistuspohjaa ja siitä ilmenee myös Metsä Fibren suurimmat omistajat. Yrityksen toimenkuvaan kuuluu teollisuuden asennuspalvelut ja kunnossapito niin mekaanisella kuin sähköautomaatiopuolellakin. Se tarjoaa myös erityyppisiä suunnittelu- ja projektipalveluja. (BMS 2013)



KUVA 3. Botnia Mill Servicen Omistusrakenne (BMS 2013)

Äänekosken tehtaalla BMS:n toiminta alkoi vuonna 2005 ja tehtaalla työskentelee tällä hetkellä noin 55 henkilöä. Vuonna 2012 BMS:n koko liikevaihto oli 53,3 miljoonaa euroa ja saman vuoden joulukuussa BMS:llä työskenteli 357 henkilöä. Yrityksen toimitusjohtajana toimii Risto Leisti. (BMS 2013)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapidon määrittely

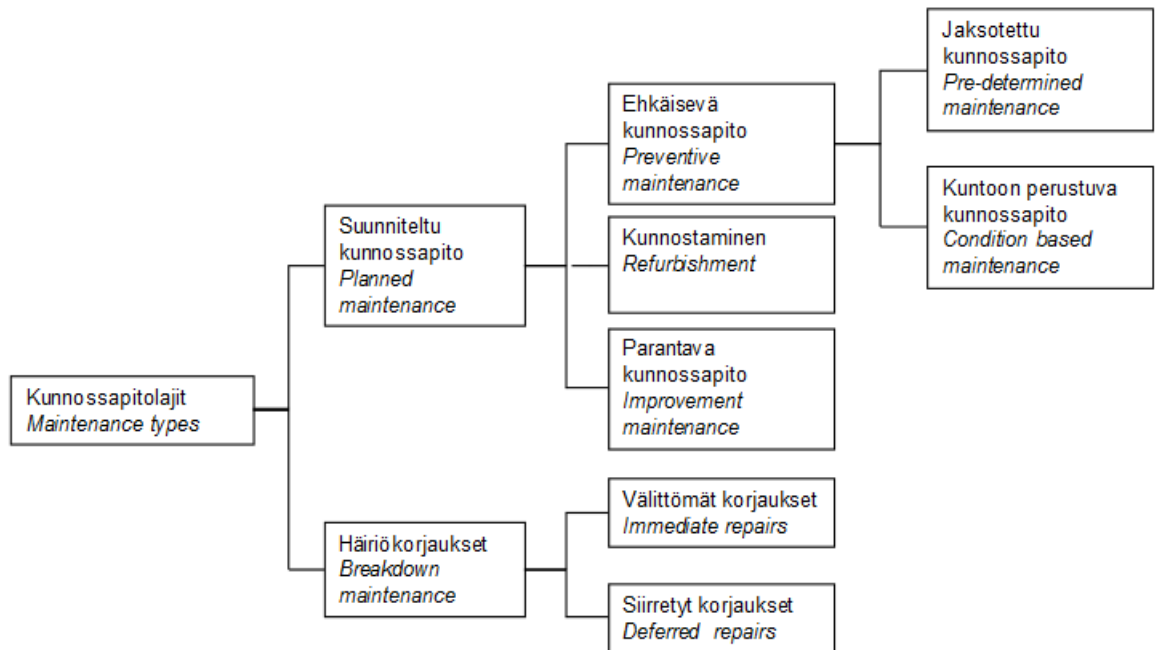
Kunnossapito voidaan määrittellä usean eri standardin avulla. Teollisuuden PSK 6201 -standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana”. (PSK Standardisointi 2011)

Kunnossapidon merkitys ja sitä myöten arvostus on kasvanut viimeisten vuosikymmenien aikana merkittävästi teollisuuden keskuudessa. Kun ennen laite korjattiin vasta vian ilmetessä, nykypäivänä pyritään viat ennakoimaan ja vaikuttamaan näin laitoksen käyttövarmuuteen. Uuden teknologian laitteistot ovat kustannuksiltaan hyvin usein suurinvestointeja, joten olemassa olevien laitteiden ja koneiden huoltoon sekä kunnossapitoon täytyy varata yhä enemmän resursseja. Teollisuuden kunnossapidon päätehtävänä on pitää tuotantolaitos koneiden, laitteiden ja alueiden osalta luotettavassa sekä turvallissa toimintakunnossa.

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan jakaa eri osa-alueisiin usealla eri tavalla. Kuvassa 4 on esitettyä PSK 6201 -standardin näkemys eri kunnossapitolajeille. Kuvasta 4 voimme havaita, että kunnossapito jakautuu kahteen pääryhmään: suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Seuraavaksi käsittelemme hieman lähemmin näitä molempia kunnossapidon osa-alueita.



KUVA 4. Kunnossapitolajit (PSK Standardisointi 2011)

Suunniteltu kunnossapito toteutetaan pääsääntöisesti tietyn ajan kuluessa ja se tehdään ohjelman mukaisesti. Suunniteltu kunnossapito haarautuu edelleen ehkäisevään kunnossapitoon (jaksotettu kunnossapito ja kuntoon perustuva kunnossapito) ja kunnostamiseen sekä parantavaan kunnossapitoon. Ehkäisevän kunnossapidon avulla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, vähennetään kohteen toimintakyvyn heikkenemistä ja estetään mahdollisen vaurion syntyminen. Kunnostamisella taas palautetaan käytöstä pois otettu laite takaisin käyttökuntoon. Parantavalla kunnossapidolla parannetaan kohteen luotettavuutta ja kunnossapitävyyttä niin, että ei muuteta kohteen toimintoja. Kunnossapitotyöt, jotka voidaan ennalta käsin suunnitella kuuluvat suunnitellun kunnossapitoon piiriin. (PSK Standardisointi 2011)

Häiriökorjaus voidaan ryhmitellä välittömiin ja siirrettyihin korjauksiin. Häiriökorjauksen avulla voidaan palauttaa vikaantunut kohde toimintakuntoon ja näin ollen käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseensä tilaansa. Kun kyseessä on välitön häiriökorjaus, niin korjaus tehdään heti vian toteamisen jälkeen ja tämän seurauksena toimintakunto palaa takaisin ennalleen. Siirretty häiriökorjaus tulee kysymykseen silloin, kun korjausta ei pystytä suorittamaan heti vian havaitsemisen jälkeen. (PSK Standardisointi 2011)

4 TEHTAAN NYKYISET PÄÄKESKUKSET 4E13 JA 4E14

4.1 Keskuksien syöttö

Sähkötilassa 42 olevien keskuksien 4E13 ja 4E14 pääkytkimenä käytetään suurjännitepuolen katkaisijaa, joka sijaitsee sähkötilassa 40 ja suurjännitekojeiston kentässä 09. Tästä suurjännitekojeistosta lähtee syöttö 20 kV:n APYAKMM 3x185 kaapelilla kahdelle vierekkäiselle muuntajalle, jotka sijaitsevat keskuksien 4E13 ja 4E14 alapuolella olevassa muuntajahuoneessa (liite 1). Teollisuudessa sähkönsiirto muuntajalta sähkökeskukselle toteutetaan usein kiskosillan avulla, kuten näidenkin keskuksien kohdalla on tehty. Syöttöjännite tuodaan alakerrassa sijaitsevilta muuntajilta yläkerran sähkötilassa oleville pääkeskuksille 4E13 ja 4E14 kiskosiltaa pitkin, joka vastaa mitoitukseltaan muuntajan nimellistoisiovirtaa ja varsinaisen keskuksen kokoojakiskojen mitoitusta. Keskuksella kiskosilta tulee ensimmäisenä syöttökentässä olevalle pääerottimelle ja jatkuu sen jälkeen keskuksessa sisäisesti kuparisilla kiskoilla toteutettuna jakeluna.

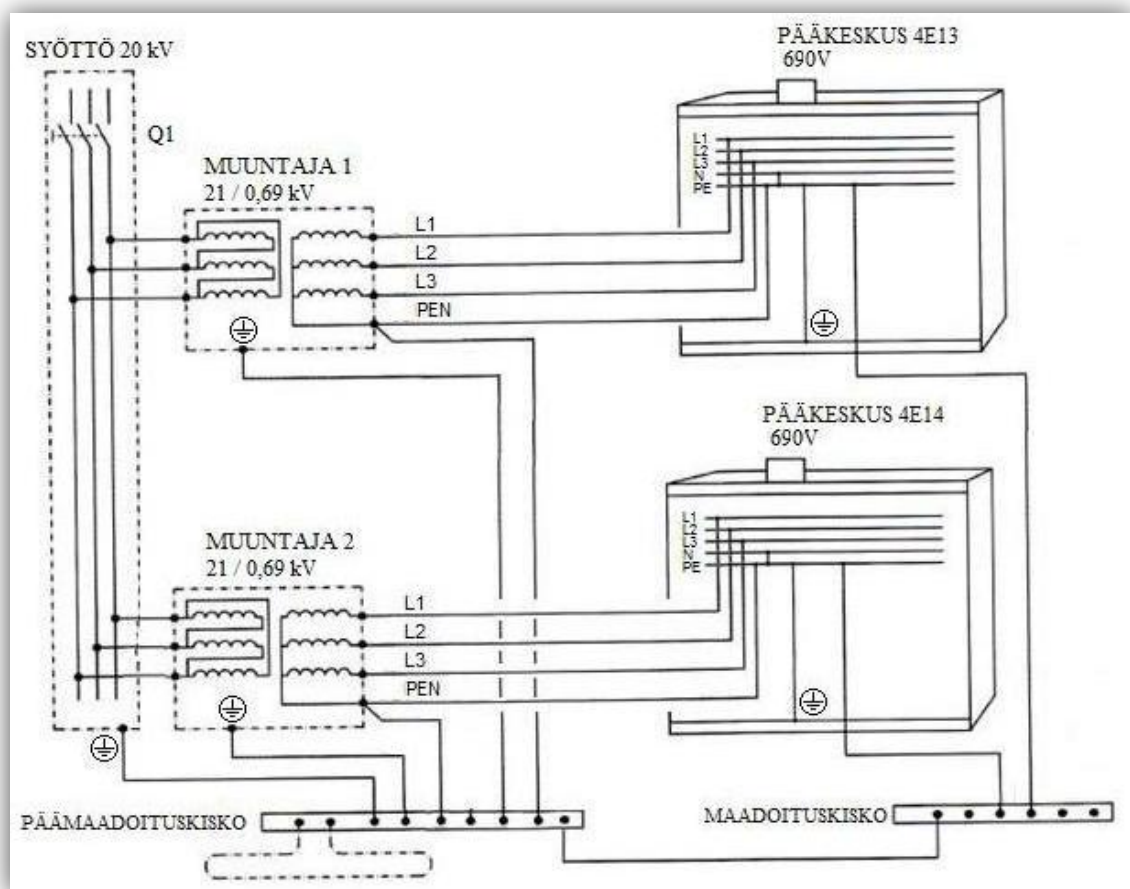
Kuvassa 5 näkyy toinen omassa muuntajahuoneessa olevista muuntajista, joka muuntaa tulevan 20 kV:n jännitteen 690 V:n jännitteeksi. Vasemmalla kyseisessä kuvassa on muuntajan yläjännitepuoli, jonka jännitetaso on 20 kV ja oikealla alajännitepuoli, josta lähtee 690 V eteenpäin kiskosillalla kohti keskusta. Kummallekin keskuksille 4E13 ja 4E14 tulee syöttö oman muuntajansa kautta. Molemmat alakerrassa olevat muuntajat ovat rakenteeltaan samanlaisia ja sijaitsevat vierekkäisissä tiloissa.



KUVA 5. Muuntajan yläjännitepuoli (20 kV) vasemmalla ja alajännitepuoli (0,69 kV) oikealla

Kiskosillan tulee olla keskushuoneen puolelta levykoteloitua kosketussuojaista rakennetta koteloinniltaan IP20 tai vaihtoehtoisesti eristysainepeäällysteistä kiskostoa. Muuntajatilaa ja keskushuoneen välisessä läpimenossa käytetään läpivientieristimiä ja tulenkstävää läpivientilevyä. Kiskokotelossa on myös otettu huomioon paineentasaus- ja tuuletusaukot.

Kuvassa 6 on esitys sähkökeskusten 4E13 ja 4E14 jännitejakelusta. Tehtaan sähkötilan suurjännitepuolen katkaisijan Q1 kautta menee 20 kV kahdelle muuntajalle ja tämän jälkeen muuntajilta lähtee muunnettu 690 V jännite eteenpäin keskuksille 4E13 ja 4E14.



KUVA 6. Periaatekuva keskuksien 4E13 ja 4E14 jännitejakelusta (Mäkinen & Kallio 2004)

4.2 Keskuksien yleinen rakenne

Sähkökeskukset voivat olla rakenteeltaan joko kennokeskuksia, kotelokeskuksia tai kaappikeskuksia. Tämän opinnäytetyön seurauksena perehdymme tarkemmin kennokeskuksen rakenteeseen, koska sähkötilassa olevat pääkeskukset 4E13 ja 4E14 ovat rakenteeltaan kennokeskuksia. Suurivirtaiset pääkeskukset ovat lähes aina lattialla seisovia kennokeskuksia ja keskuksien valmistusmateriaalina käytetään teräslevyä. Kennokeskuksia käytetään pää-, nousu- ja alakeskuksina, moottorilähtökeskuksina tai mahdollisesti näiden yhdistelminä. Kennokeskus on jaettu pystysuuntaisiin osiin, joista käytetään nimitystä kenttä. Nämä kyseiset kentät numeroidaan kasvavalla numerosarjalla tai tietyissä tilanteissa numeroiden sekä kirjainten yhdistelmällä (kuva 7). Kentässä on vähintään yksi tai useampia kennoja, joihin on rakennettuna lähtöyksiköt ja ne voivat toimia esim. moottorilähtökennoina kuten näissä keskuksissa. Osa kennoista toimii myös varatiloina mahdollisia laajennuksia varten. (Mäkinen & Kallio 2004)



KUVA 7. Pääkeskuksen 4E14 lähtökentät 15 ja 16 sekä näiden kentissä olevia kennoja

Kyseisten keskuksien kattorakenteella on myös tärkeä merkitys, koska vikatilanteessa keskuksen sisälle aiheutuvan valokaareen aikaansaama paineisku purkautuu sen kautta muualle sähkökeskustilaan. Joten se toimii tavallaan räjähdysluukkuna, joka estää vaaralliset purkaukset keskuksen eteen käytävälle. Jotta tämä suojaustapa toteutuisi, niin kennojen ovet pidettävä aina suljettuina ja lukittuina kaikilla ovissa olevilla salvoilla. (Mäkinen & Kallio 2004)

Tämän opinnäytetyön käsittelyn kohteena olevat 690 V:n pääkeskukset 4E13 ja 4E14 sijaitsevat siis tehtaalla sähkötilassa 42. Keskukset ovat rakenteeltaan vapaasti lattialla seisovia levykoteloituja Strömbergin kennokeskuksia, joita kutsutaan myös moottorilähtökeskuksiksi. Kuvassa 8 on esitettyä keskuksen 4E13 rakennetta.



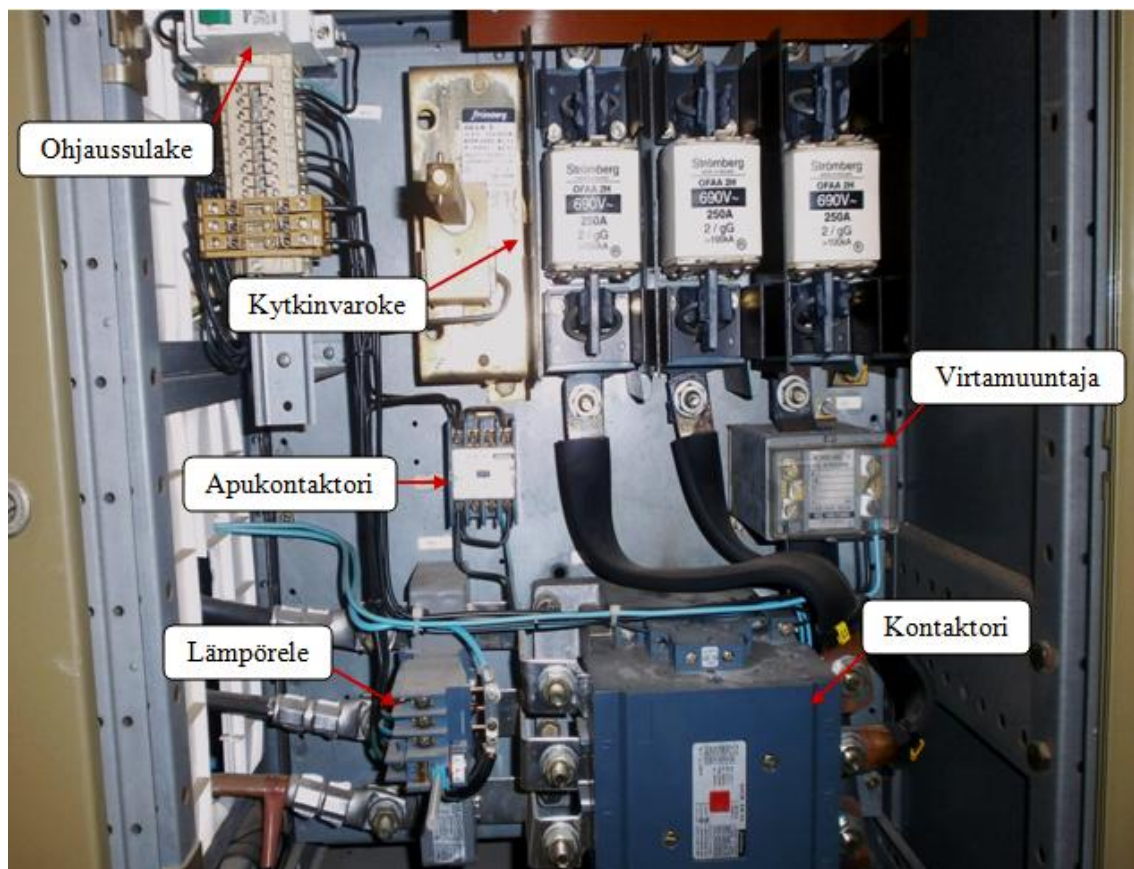
KUVA 8. Sähkötilassa 42 oleva pääkeskus 4E13

Kun tarkastelemme näiden kahden keskuksen yleisrakennetta keskenään, niin huomaamme keskuksien olevan hyvin samanlaisia ja erot syntyvät lähinnä lähtökenttien lukumäärässä. Keskus 4E13 koostuu yhteensä 27 kentästä, kun vastaavasti keskus 4E14 pitää sisällään 18 kenttää. Kennot on mitoitettu eri tehoisille moottorikäyttöille ja näin ollen kentissä olevien kennojen määrä vaihtelee.

Seuraavaksi käsittelemme pääkeskusten kenttien sisältöä vähän tarkemmin. Molempien keskuksien ensimmäisiä kenttiä kutsutaan syöttö- ja mittauskentiksi. Syöttökenttä sisältää pääerottimen sekä maadoituserottimen. Näiden seurana syöttökentässä on virtamittarit jokaisen vaiheen kuormituksen vaihevirtojen seuranta varten sekä jännitemittari jännitteen mittaamista varten siihen kuuluvalla vaihtokytkimellä. Lisäksi syöttökentässä on kWh- ja $\cos\phi$ -mittarit sekä muut tarvittavat suojaus- ja mittauslaitteet kuten suojarieleet. Molempien keskuksien syöttökentässä on myös ohjausjännitemuuntaja, josta jaetaan 230 V:n ohjausjännite keskuksen muihin osiin ohjausjännitekiskojen avulla. Ohjausjännite viedään kiskoilla kentästä toiseen keskuksen alareunassa. Kentän 03

kennoista syötetään alakerrassa olevia kondensaattoriparistoja. Lisäksi keskuksen 4E14 kahdessa kentässä on katkaisijalähdöt, joiden kautta menee syöttö kompressorille sekä alakeskukselle. Kaikki loput keskuksien kentät sekä näiden kennot on varusteltuna moottorilähtöinä tai ne ovat varatiloina.

Näiden kennokeskuksien 4E13 ja 4E14 sähkölähdöt on toteutettu yksikkölähtö periaatteella, jolloin yhdessä kennossa on aina yksi moottorilähtö. Lähtöyksiköt ovat ns. kiinteitä lähtöjä, joissa on kiinteät johtoyhteydet sekä ruuviliitokset. Kuvassa 9 näkyy näiden keskuksien kennoissa oleva tyypillinen moottorilähtö ja sen sisältö.



KUVA 9. Keskuksen 4E13 kennon 08 C moottorilähtö ja sen komponentit

Keskuksien 4E13 ja 4E14 moottorilähdöt sisältävät pääpiirteittäin seuraavat komponentit: Ohjaussulakkeen, kontaktorin, lämpöreleen ja kytkinvarokkeen, jossa on yhdistettynä kuormankytkin sekä kahvasulakkeille tarkoitettu varokealusta. Näiden lisäksi moottorilähtö sisältää tapauskohtaisesti apukontaktorin, virtamuuntajan ja termistorin. Yleisempiä moottorilähtöjen sisältämiä laitteita ja kojeita tarkastellaan myöhemmässä vaiheessa tarkemmin. Sulakkeellisessa moottorilähdössä sulakkeiden tehtävänä on huolehtia oikosulkusuojauksesta ja lämpöreleen ylikuormitussuojauksesta. Moottorilähtöjen

mitoittamiseen on laadittu erilaisia kojevalintataulukoita, joiden avulla voidaan valita moottorilähtöön juuri oikeat komponentit moottorin nimellistehon perusteella. Kojevalintataulukon komponentit on valittava niin, että mitoitusperusteena annetut maksimi moottoritehot voidaan ylittää yhdellä moottorikoon tehoportaalla etusulaketta ja lämpörelettä vaihtamalla. (Hietalahti 2013)

Sähkötilan keskuksat 4E13 ja 4E14 on jouduttu jakamaan osiin pituutensa vuoksi ja yhdistämään ne toisiinsa koteloidulla kiskosillalla, jolloin ne saadaan mahtumaan sähkötilaan (kuva 10). Kiskosillat ovat rakenteeltaan vahvoja ja niillä on hyvä oikosulkukestoisuus. Teollisuudessa kiskosiltojen käyttöä puoltavat myös sähkönjakelun varmuus- ja turvallisuustekijät.



KUVA 10. Keskuksien yläpuolella kulkeva kiskosilta

4.2.1 Ovet ja kaapelikenttä

Kullakin lähdöllä on oma kojelokero, joka on varustettu omalla ovella. Ovenssa on yksinkertaiset salvat ja ne eivät saa avautua ilman apuvälinettä (esim. ruuviavainta). Lisäksi ovissa on asennettuna väännin ja kojetilän oven voi avata ainoastaan kuormankytkimen ollessa auki-asennossa. Tarvittaessa lukitus voidaan poistaa erikoistoimenpitein siihen tarkoitettulla työkalulla. Oven alareunassa on myös lämpöreleen kuittauspainike.

Keskuksen kaapelointi suoritetaan turvallisesti kaapelikentissä, jotka ovat pystysuuntaisia tiloja kenttien välissä (kuva 11). Kaapelit tulevat kennojen sivuseinämästä kaapelikenttään ja jatkavat keskuksen pohjassa olevasta läpiviennistä matkaa sähkötilan alapuolella sijaitsevaan kaapelitilaan ja sieltä edelleen kaapelihyllyjä pitkin mahdolliselle turvakytkimelle sekä itse moottorille. Kaapelikentässä olevat kaapelit on kiinnitetty sivuseinämässä oleviin kiskoihin. Kaapelikenttä sisältää myös lähtöyksikköjen tarvitseman suoja- eli PE-kiskon, joka on materiaaliltaan alumiinia. Kaapelitilan, liittimien ja kiinnikkeiden mitoituksessa otetaan aina huomioon kojeiden mitoitusaulukko. Kaapelikuilussa sijaitsevat kaapeliliittimet suojataan niin, ettei kaapeloitaessa voi tahattomasti koskettaa jännitteisiä osia. (Hietalahti 2013)



KUVA 11. Kaapelikenttä

Kaapeloitaessa keskukselta moottorille syöttökaapelina käytetään joko MCMK:ta tai AMCMK:ta riippuen tilanteesta. Keskuksen ja turvakytkimen väli voidaan kaapeloida AMCMK:lla ja sitten loppuosuus turvakytkimeltä moottorille MCMK:lla, joilloin kaapeloinnista seuranneita kustannuksia saadaan merkittävästi pienennettyä. Varsinkin tehon ja moottorikoon kasvaessa toimitaan hyvin usein edellä mainitulla tavalla.

4.2.2 Kiskosto

Syöttö- ja keskuskiskoston suojausta varten tulee muuntajan lähelle alijännitepuolelle virtamuuntajat jokaiseen vaiheeseen sekä toisiopuolelle syöttökenttään ylivirtarele siten, että laukaisuajat eri tapauksissa täyttyvät. Kiskot mitoitetaan aina vähintään muuntajan nimellisvirtaa vastaaviksi.

TAULUKKO 1. Muuntajan nimellisarvot

	Sn (MVA)	Un (V)	In (A)
Muuntaja	3,15	690	3150

Keskuksen sisäinen kiskostorakenne voidaan jakaa pää- ja haarakiskoihin. Keskuksien pääpiirien sähkönjakelu on toteutettu kiskostoilla, joiden materiaalina on käytetty tinattua kuparia. Pääpiireihin luetaan kaikki ne keskuksen osat, jotka on tarkoitettu sähköenergian siirtoon. Vaakasuuntaisesti olevista kiskoista lähtee tietyn määrävälein pystysuuntaisia haarakiskoja, joilla syötetään keskuksissa olevia lähtökennoja. Keskuksessa olevia apupiirejä käytetään taas pääpiirien ohjaukseen, mittaukseen, merkinantoon ja niin edespäin. Apupiirin syöttö saadaan keskuksen kiskostoista ohjausjännitemuuntajan kautta, joka toimii myös suojalaitteena. Kiskosto on sijoitettu keskuksen takareunaan omaan tilaansa ja syöttökentässä olevat pääkiskot erotetaan muusta tilasta väliseinän avulla. (Hietalahti 2013)

4.2.3 Maadoitus

Keskuksissa toimii maadoituskisko nollakiskona normaaliin tapaan. Keskuksissa on myös maadoituskisko, joka on asennettuna eristetyksi irti rungosta, mutta yhdistetty siihen oikosulkukestoisesti useissa kentissä. Maadoituskisko on yhdistetty kiskosillalla muuntajan tähtipisteeseen ja kiskon poikkipinta on puolet vaihekiskojen poikkipinnasta.

Lisäksi keskusovien täytyy olla luotettavasti maadoitettuja kojeiston runkoon ja työmaadoitusta varten molempien keskuksien syöttökentissä on maadoituserotin. Maadoituskiskossa on liitännätpisteet keskusosien molemmissa päissä ulkopuolista maadoitusjohdinta varten. Keskuksien ja kiskosiltojen suojamaadoitukset tehdään maadoitusverkkoon toteutetaan tilaajan toimesta.

4.2.4 Kilvet

Jokainen syöttökenttä, lähtökenttä ja -kenno varustetaan merkintäohjeiden mukaisin kilvin, joista selviää keskuksen tunnus, nimitys, jännite ja syöttöpiste. Kuvasta 12 selviää pääkeskuksen 4E13 arvokilpitiedot (alkuperäinen arvokilpi):

- Valmistajan nimi (Strömberg)
- Tyyppi (MXA)
- Keskuksen nimellisarvot (660 V, 3150 A)
- Taajuus (50 Hz)
- Kotelointiluokka (IP 20)
- Oikosulkukestävyys (40 kA, 80 kA)



KUVA 12. Keskuksen 4E13 arvokilpi

4.2.5 Relesuojaus

Sähköverkoissa ilmenee useita eri vikatilanteita, kuten oikosulkuja, ylikuormituksia, maasulkuja sekä yli- ja alijännitteitä. Näitä silmälläpitäen kojeistot ja keskuksset on jontenkin suojattava ja suojaus toteutetaan tavallisesti suojarleiden avulla. Releet tutkailevat jatkuvasti sähköverkon tilaa ja suorittavat kytkentöjä. Releet ovat osa suojausvirtapiiriä, johon kuuluu myös katkaisijoita, mittaus- ja laukaisukojeita.

Releet toimivat sähkövirtapiirissä syntyvän muutoksen seurauksena. Rele havahtuu kun sen mittaama suure ylittää toiminta-arvon. Mikäli rele pysyy havahtuneena riittävän kauan, niin se antaa joko laukaisu- tai hälytyskäskyn tai molemmat. Releen havahtumisesta kytkemiseen kestävää aikaa kutsutaan toiminta-ajaksi. Tarkasteltavissa keskuksissa käytetään Strömbergin SPAJ suojarleitä ylivirtasuojaukseen. (Mörsky 1993)

5 YLEISEMPIÄ MOOTTORILÄHTÖJEN KOMPONENTTEJA

Seuraavaksi esiteltävät laitteet ja komponentit ovat hyvin yleisesti käytettyjä teollisuuden keskuksissa. Kyseisten laitteiden ja kojeiden avulla muunnetaan jännitettä, siirretään sähköenergiaa eteenpäin eri kohteisiin sekä suoritetaan tarvittavat kytkennät. Tulevissa kohdissa käydään hieman läpi näiden eri laitteiden ja komponenttien rakennetta, toimintaa ja niiden mahdollisia käyttökohteita.

5.1 Katkaisija

Katkaisija on rakenteeltaan mekaaninen kytkinlaite, jonka on pystyttävä katkaisemaan ja kytkemään virtapiiri koskettimien avulla sekä normaalissa käyttötilanteessa että vika-tilanteessa, kuten mahdollisessa oikosulussa. Katkaisijoita käytetään niin pääkeskusten kuin alakeskustenkin sekä yksittäisten lähtöjen suojaamiseen sekä kuormituksen avaamiseen ja sulkemiseen. (Hietalahti 2013)

Katkaisijoille on ominaista pystyä avaamaan ja sulkemaan oikosulkupiiri mitään vaurioita tai vaaraa aiheuttamatta. Kytkimillä tämä kyseinen ominaisuus puuttuu, koska ne pystyvät katkaisemaan ainoastaan nimellisvirtansa ja näin ollen ylivirran vaikutus ei normaalisti avaa kytkimiä automaattisesti. Katkaisijat voidaan jakaa kaasukammiossa käytettävän väliaineen perusteella seuraaviin ryhmiin:

- Vähäöljykatkaisijat
- Öljykatkaisijat
- Ilmakatkaisijat
- Paineilmakatkaisijat
- SF₆-katkaisijat
- Tyhjökatkaisijat (Elovaara & Haarla 2011)

Seuraavaksi perehdytään hieman tarkemmin vähäöljykatkaisijan ja ilmakatkaisijan rakenteeseen, koska näitä tyyppisiä on käytössä tehtaalla niin suurjännitekojeistossa kuin itse varsinaisessa pääkeskuksessa 4E14.

Vähäöljykatkaisijoissa käytetään vastaavanlaista sammutuskammiota kuin öljykatkaisijoissa, mutta vähäöljykatkaisijoissa on käytössä huomattavasti pienempi määrä öljyä. Valokaaren sammutus perustuu öljyn höyrystyessä syntyvään paineeseen ja siitä aiheutuvaan öljyn virtaukseen. Öljyn virtausta saadaan tehostettua pumppauslaitteiden avulla ja suuntaamalla öljyvirta valokaaren suuntaan. Vähäöljykatkaisijoita ohjataan jousimekanismilla, joka voidaan virittää joko moottorin avulla tai vaihtoehtoisesti käsin. Vähäöljykatkaisijoita käytetään tavallisesti 1,7 – 123 kV:n jännitealueilla. Nykyään vähäöljykatkaisijat korvataan useasti SF₆- ja tyhjökatkaisijoilla. Kuvassa 13 on suurjännitekojeiston kentän 09 Strömbergin vähäöljykatkaisija (OSAN 24 A1), jonka kautta syötetään pääkeskuksia 4E13 ja 4E14. (Elovaara & Haarla 2011)



KUVA 13. Suurjännitekojeistossa oleva vähäöljykatkaisija (OSAN 24 A1)

Ilmakatkaisijoita (tehonkatkaisijoita) käytetään pienjännitteisten pääkeskusten pääkatkaisijoina ja suurten moottorien käynnistiminä. Ilmakatkaisijassa katkaisukärjet ovat laitteen sisällä normaalipaineisessa ilmassa, ja ne on suojattu eristävällä ja tulenkestävällä valokaarisuojauksella. Pääasiassa ilmakatkaisijat ovat rakenteeltaan metallirunkoisia ja kiinni-auki toiminnot tehdään jousivoimalla. Jouset voidaan virittää joko käsin tai moottorin avulla. Ilmakatkaisijat sisältävät myös aseteltavan ylivirtareleen. Kuvassa 14

on esillä keskuksen 4E14 kentissä 04 ja 05 sijaitsevat Merlin Gerin ilmakatkaisijat Sel-pact sekä Masterpact M16 NI. Edellä mainittujen katkaisijoiden kautta syöttö menee niin kompressorille kuin toisen sähkötilan alakeskuksellekin. (Mäkinen & Kallio 2004)



KUVA 14. Keskuksessa 4E14 olevat ilmakatkaisijat (Merlin Gerin)

5.2 Kuormankytkin

Kuormankytkimiä käytetään tavallisesti keskusten pääkytkiminä sekä kiskostojen ja kaapeleiden erotuskytkiminä. Lisäksi kuormankytkimiä käytetään keskuslähtöjen osalta laitteiden luotettavaan erottamiseen verkossa mm. laitteiden odottamattoman käynnistyksen estämiseksi ja mahdollisten huoltotöiden ajaksi (turvakytkin). Ne on tehty kestämään kytkennän ja katkaisun piirissä esiintyvillä virroilla ja johtamaan oikosulkuvirtoja tietyn aikaa. (Mäkinen & Kallio 2004)

Sähkötyöturvallisuuden näkökulmasta tarkasteltuna ovat erottamiseen soveltuvat kuormankytkimet rakennettu niin, että niissä oleva väännin tai vipu ilmaisee kytkimen asennon luotettavasti. Tämän lisäksi ne täyttävät erottimeen asetetut erottamisvaatimukset ollessaan auki-asennossa. Kuormanerotin on tavallaan katkaisijan ja erottimen välimalli. (Mäkinen & Kallio 2004)

5.3 Kytkinvaroke

Kytkinvaroke on laite, joka nimensä mukaisesti yhdistää kuormankytkimen ja kahvasulakkeille tarkoitetun varokealustan. Kytkinvarokkeita käytetään pääasiassa isote-

hoisten moottorilähtöjen ja muiden kuormitusten erottamiseen verkosta. Lisäksi kytkinvarokkeita käytetään oikosulkusuojana sekä alakeskuslähtöjen kojeena. Keskuksessa kytkinvaroke yleensä kiinnitetään lähtökennon pohjaan ja väännin asennetaan kennon kanteen. Kytkimen ollessa kiinni-asennossa väännin lukitsee kennon kansiluukun ja turvallisuussyistä johtuen kantta ei saa auki kuin työkalun avulla. Kun kytkin käännetään auki-asentoon niin se erottaa sulakkeen, kummatkin veitsikoskettimet ja lähtöliittimet tulevat jännitteettömiksi. Tämän seurauksena kennon ovi saadaan aukaistua ja vaihdettua tarpeen tullen sulakkeet. (Mäkinen & Kallio 2004)

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävien pääkeskuksien 4E13 ja 4E14 lähdöistä suurin osa on moottorilähtöjä ja ne ovat juuri näitä käsiteltyjä kytkinvarokelähtöjä. Käytössä olevien kytkinvarokkeiden nimellisvirran täytyy olla vähintään 1,15 x moottorin nimellisvirta ja kytkinvaroke tulee voida lukita auki-asentoon riippulukon avulla.

5.4 Sulakkeet

Tehtaalla olevissa 690 V keskuksissa voidaan pienien moottoreiden etusulakkeina käyttää kahvasulaketta (IEC kokoa 00) maksimi 50 A virta-arvoon asti. Kokoa 00 olevia kahvasulakelähtöjä ei saa syöttää suoraan keskuksen kokoojakiskostoista vaan etusulakkeena pitää olla vähintään 1-koon kahvasulakkeella varustettu kytkinvaroke. Suuremmilla moottoreilla etusulakkeina käytetään koon 1, 2 tai 3 kahvasulakkeita. Normaalisolakkeen nimellisvirta on noin 3 x moottorin nimellisvirta. (Hietalahti 2013)

Isommilla moottoreilla käytetään aina aM-käyttöluokan sulakkeita, jotka valitaan sulamiskäyrästön perusteella. Ero normaaliin gG-kahvasulakkeeseen on aM-kahvasulakkeella se, että sillä hitaampi toimintanopeus käynnistysvirralla. Ylikuormavirralla aM-kahvasulake on taas nopeampi. Sulakkeiden valintaa tehtäessä on huomioitava, että lämpörele tulee suojattua. Kahvasulakkeita käytetään suojauksessa hankintahinnan, turvallisuuden, selektiivisyyden ja hyvän virranrajoituskyvyn takia. (Hietalahti 2013)

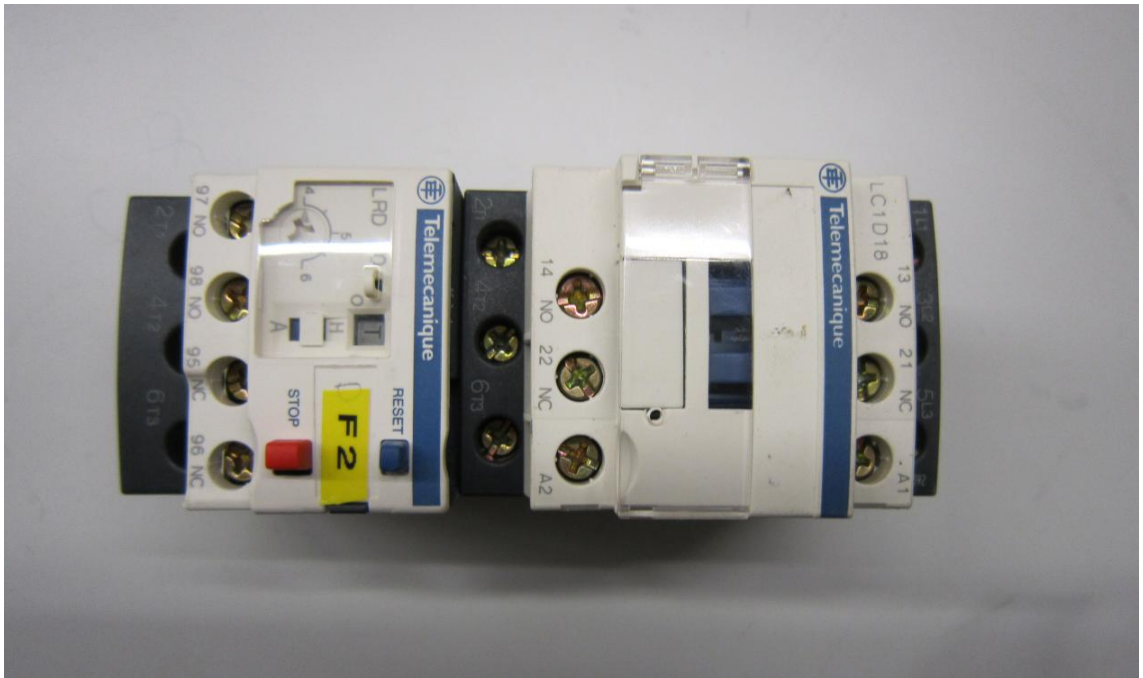
5.5 Kontaktori

Kontaktorit ovat hyvin keskeisessä asemassa, kun puhutaan teollisuuden sähköasennusten komponenteista. Tavallisesti teollisuuden sähkökäyttöjen ohjaus toteutetaan juuri kontaktorien avulla. Rakenteeltaan kontaktori on sähkömekaaninen kytkin ja toiminnaltaan vastaavanlainen kuin rele. Kontaktorin ja releen eroavaisuudet syntyvät lähinnä niiden kokoluokassa sekä käyttötarkoituksessa. Kontaktorilla ohjattavat virrat ovat suurempia ja jännitteet korkeampia kuin vastaavasti releellä eli kontaktoreita käytetään kytkinlaitteena sähkölaitteen päävirtapiirissä, kun taas releitä ohjausvirtapiirin puolella. (Hietalahti 2013)

Kontaktorin valinta pohjautuu sen kykyyn ohjata kuormalaitetta päälle ja pois useita kertoja. Käsittelyn alaisena olevien keskuksien kontaktorit valitaan niin, että moottorin maksimi nimellisteho (kW) on kaksi moottorin normien mukaista tehoporrasta alle valmistajan kontaktorille antamasta suurimmasta moottoritehosta, kun kytkentäluku on 1 miljoonaa käyttöluokassa AC 3. Moottorikäyttöjen kontaktorit valitaan tavallisesti juuri AC 3 käyttöluokan mukaan. Käyttöluokan AC 4 kontaktorit tulevat kysymykseen silloin, kun kytkentäolosuhteet ovat erittäin vaikeat ja joudutaan usein sekä kytkemään että katkaisemaan moottorin käynnistysvirtaa. Kontaktorien valinta on melko suoraviivaista kun käytetään valmistajien laatimia laitesuosituksia. (Hietalahti 2013)

5.6 Lämpörele

Lämpöreleitä eli ylikuormitusreleitä käytetään moottorien pääpiireissä ylikuormitusuojina. Lämpöreleet pystyvät tunnistamaan päävirtapiirissä kulkevan ylivirran, mutta eivät kykene katkaisemaan sitä, koska niiltä puuttuu avautuvat pääkoskettimet. Tästä johtuen lämpörelettä käytetään yhdessä kontaktorin kanssa ja tätä muodostunutta kokonaisuutta kutsutaan käynnistimeksi. Lämpörele kiinnitetään mekaanisesti kontaktoriin ja sen ohjauskärjet liitetään sähköisesti kontaktorin kelan ohjauspiiriin. Kun lämpörele laukeaa ylikuormitustilanteen tapahtuessa, niin tämän jälkeen releen kuittaus tapahtuu tavallisesti käsin. Lämpörele ei toimi oikosulkusuojana moottoripiireissä, joten se on suojattava valmistajan määräämillä etusulakkeilla ja katkaisijalla. Kuvassa 15 lämpörele on kiinnitetty kontaktoriin. (Mäkinen & Kallio 2004)



KUVA 15. Lämpörele ja kontaktori (Telemecanique)

5.7 Virtamuuntaja

Virtamuuntajat ovat mittamuuntajia, joita käytetään sekä mittaus- että suojaustarkoitukseen. Virtamuuntajan tehtävänä on muuntaa suurempi ensiöpuolen virta pienemmäksi toisiovirraksi releille ja mittareille sopivaksi. Lisäksi virtamuuntaja suojaa mittauspiiriä erottamalla ensiö- ja toisiopiirin toisistaan galvaanisesti, jolloin vikatilanteen sattuessa ylivirta ei pääse toisiopiiriin. (Mäkinen & Kallio 2004)

Virtamuuntaja on rakenteeltaan hyvin samankaltainen kuin tavallinenkin muuntaja. Virtamuuntaja muodostuu ensiö- ja toisiokäämityksestä sekä näiden läpi menevästä rautasydäimestä. Se koostuu yhdestä tai useammasta sydäimestä. Virtamuuntajan valintaa tehdessä on tiedettävä sen käyttötarkoitus eli tuleeko se mittauskäyttöön vai mahdollisesti suojauskäyttöön. (Mäkinen & Kallio 2004)

Tehtaan keskusstandardin mukaan 55 kW ja sitä suuremmissa moottorilähdöissä virtamuuntaja on virtamittauksissa vakiovarusteena, mutta muuten se toimitetaan vain siitä erikseen mainittaessa. Virtamuuntajille on oltava varattuna paikka kojetilassa.

6 LOISTEHON KOMPENSOINTI

6.1 Yleistä loistehosta

Eräät sähköverkon kuormat kuluttavat pätötehon ohella myös loistehoa. Tällaisia laitteita ovat erityisesti oikosulkumoottorit ja loistevalaisimet. Kyseisissä laitteissa varsinaisen työn tekee pätöteho ja loistehoa tarvitaan magneettikentän ylläpitämiseen. Pätö- ja perustaajuinen loisteho synnyttävät näennäistehon. Sähköverkko (kaapelit, muuntajat) mitoitetaan kokonaisvirran perusteella eli näennäistehon mukaan. (Tiainen 2004)

Loistehon siirto lisää johtojen ja muuntajien jännite-, teho- sekä energiahäviöitä. Joten siirrossa syntyvien häviöiden kasvun ja johtojen suurempien poikkipintojen seurauksena aiheutuu lisäkustannuksia. Kuorman tarvitsema loisteho voidaan synnyttää paikallisesti kuorman läheisyyteen asennettavalla kompensointikondensaattorilla. Näin ollen vältetään siirtämästä perustaajuista loistehoa itse sähköjakeluverkosta. (Tiainen 2004)

Verkkoon syntyy harmonisia yliaaltovirtoja eli perustaajuuden monikertoja epälineaarisen kuormituksen seurauksena ja nämä vaikuttavat kuormituksen ottamaan kokonaisvirtaan. Tuotettaessa perustaajuista loistehoa kompensoinnilla on huomioitava syntyvät yliaallot, kun mietitään kompensointitavan ja -laitteen valintaa. (Tiainen 2004)

Kun pohditaan parasta kompensointiratkaisua kussakin tilanteessa, niin on myös huomioitava mm. jakeluverkon mitoitus ja kondensaattoreiden investointikustannukset. Erityyppisissä verkoissa kompensoinnin kokonaistaloudellinen toteutustapa on aina hieman erilainen ja poikkeavainen. Lisäksi sähköverkkojen kasvanut yliaaltopitoisuus asettaa myös omat vaatimuksensa kompensointitavan valinnalle. Loistehon kompensoinnin avulla saadaan verkon siirtokapasiteettia kasvatettua, häviöitä vähennettyä ja syntyviä kustannuksia pienennettyä. (Tiainen 2004)

6.2 Kompensoinnin toteutus tehtaalla

Tehtaalla olevien keskuksien osalta loistehon kompensointi on toteutettu seuraavalla tavalla. Tehtaan keskuksat 4E13 ja 4E14 ovat suorakäyttökeskuksia, joten loistehon

kompensointi on toteutettu loistehonsäätimillä varustetuilla estokelaparistoilla. Suoritetessa kompensointi estokelaparistojen avulla välttyään pahimmilta resonointi-ilmiöiltä eli harmonisten yliaaltojen kasvulta ja jännitteen säröytymisiltä. Loistehonsäädin kytkee verkkoon kulloinkin tarvittavan määrän kondensaattoriportaita päälle kuormituksen loistehon tarpeen mukaan. Loistehon kompensointi on edullisinta toteuttaa mahdollisimman lähellä loistehon aiheuttajaa ja tehtaalla kompensointi on ns. keskitetty pääkeskustasolle. Kondensaattoriparistot (sisältäen kondensaattoriyksiköt) on asennettu omaan kuivaan tilaansa sähkötilan alapuolelle ja tällöin ne vaativat kaapeloinnin sekä kytkinvarokelähdön keskukseen (kuva 16).



KUVA 16. Kondensaattoriparistoja asennettuna erilliseen kuivaan tilaan

Mitoitusarvoina pääkeskusten loistehon kompensoinneissa voidaan pitää noin 80 % kuormitusta syöttävän muuntajan nimellistehoon verrattuna, moottoreiden $\cos\phi$ -arvona 0,7 ja tavoiteltavana kompensoituna $\cos\phi$ -arvona 1.

Verkojännitteen ollessa 690 V, kondensaattoreiden nimellisjännitteen täytyy olla vähintään 890 V ja niiden pitää kestää 10 % ylijännite eli yhteensä 979 V. Tehtaalla olevat laitteet ovat 3-vaiheisia ja ne pyritään hankkimaan tähtikytkentäisinä.

Kompensointien ja estokelaparistojen vaihevirratt jokaisen portaan kaikille vaiheille mitataan aina vähintään kerran vuodessa. Kun virrat ovat jokaisella vaiheella tasaiset, niin laite on kunnossa. Suuret virtapoikkeamat kertovat taas vikaantuneesta laitteesta.

7 KESKUKSIEN SANEERAUKSEN TAI UUSINNAN SYYT

7.1 Komponenttien ikääntyminen ja rikkivedyn vaikutus

Pääkeskuksille 4E13 ja 4E14 ei ole tehty merkittäviä uudistuksia vuosien saatossa vaan ne ovat palvelleet lähes samanlaisina tehtaan käynnistymishetkestä (1985) lähtien. Näissä keskuksissa on pääosin vanhat komponentit käytössä ja ne alkavat olemaan elinkaarensa loppuvaiheessa, jolloin riskit käyttövarmuuden kohdalla kasvavat koko ajan. Komponenttien ikääntymisen ohella suurimpia syitä keskuksien ja komponenttien kulumiselle on rikkivety, jota syntyy tehtaalla prosessin seurauksena. Rikkivety huonontaa ilmanlaatua ja syövyttää komponentteja. Rikkivedyn vaikutuksesta komponentit ikääntyvät ja kuluvat tavallista nopeammin. Kuvasta 17 ilmenee hyvin, kuinka rikkivedyn seurauksena kytkinvarokkeen varokealustan sulakkeiden pitimien pinnat ovat hapettuneet.



KUVA 17. Rikkivedyn vaikutus kytkinvarokkeen pintoihin

Näiden peruskomponenttien (kontaktori, lämpörele, kytkinvaroke) ohella esim. keskuksien ovissa olevat väänninkahvat ovat paikoitellen todella huonossa kunnossa. Väänninkahvat alkavat lohkeilemaan ja hajoamaan sekä niiden lukitusriikat eivät tahdo pitää enää kahvoja kunnolla paikoillaan. Kuvassa 18 väänninkahvan lukitusriikka on tippunut

ovesta lähtökennon pohjalle. Jos lukitusrikka olisi tippunut kiskostoihin, niin pahimmassa tapauksessa olisi voinut syntyä oikosulku ja sen seurauksena aiheutua valokaari.



KUVA 18. Väänninkahvan lukitusrikka ovesa ja lähtökennon pohjalla

Keskuksessa 4E14 olevan Selpact-katkaisijan sarjatuotanto on myös päättynyt. Sen varaosien saatavuus vähenee koko ajan ja lopulta loppuu kokonaan, joten jonkinasteinen modernisointi tulee aiheelliseksi lähitulevaisuudessa. Molemmista keskuksista ovat Strömbergin SPAJ suojareleet ovat alkuperäisiä ja määräaikaishuollossa on ilmennyt releiden kosketinpintojen hapettumista, joka johtuu todennäköisesti taas osittain rikki-vedyn vaikutuksesta. Tämän seurauksena voi alkaa ilmenemään suojarelevikoja muun muassa laukaisuaikojen suhteen. Nämä käsiteltävät asiat puoltavat suojareleiden uusintaa ja suojaustaso kasvaisi huomattavasti releitä päivitettäessä (kuva 19).



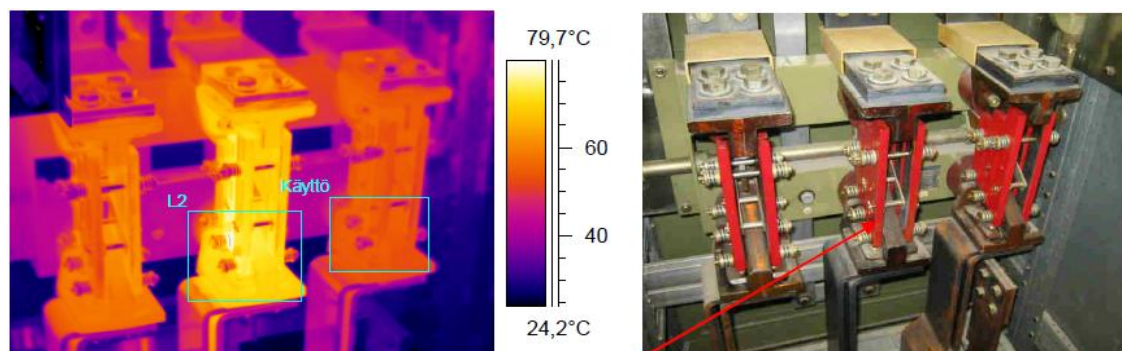
KUVA 19. Strömbergin SPAJ 3C5 J3 -ylivirtarele keskuksen 4E13 kannessa

Myös keskuksien komponentit on sijoitettu varsinkin pienemmissä keskuslähdeissä kennon perälle niin, että niitä on vaikea huoltaa. Jos komponentteja tuotaisiin kennon perältä lähemmäksi etuosaa, niin laitteiden huoltoystävällisyys paranisi merkittävästi.

7.2 Lämpökuvauksissa ilmenneet viat

Lämpökuvauksia tehdään tehtaalla oleville sähkökeskuksille säännöllisesti kerran vuodessa. Kuvauksilla paikannetaan sähkökeskuksissa mahdollisesti esiintyviä ongelmia ja vikoja. Kun kuvattavassa kohteessa ilmenee jotain hälyttävää lämpenemisen muodossa, pystytään jo ennalta reagoimaan tilanteeseen ja mahdollisesti estämään vika, ennen kuin se aiheuttaa tuotantohäiriön. Vuosiseisokin aikana mahdolliset ongelma-kohteet korjataan.

Kesällä 2012 keskuksille 4E13 ja 4E14 suoritettujen lämpökuvauksen osalta on löytynyt ongelma-kohtina löysiä liitoksia, kosketuspintojen hapettumisia sekä mahdollisia voitelun puutteita. Lisäksi alkuaikojen huono ilmanlaatu kyseissä sähkötilassa on voinut omalta osaltaan edistää korroosion syntymistä. Seuraavaksi käydään malliksi läpi muutamia lämpökuvia näistä käsiteltävistä keskuksista. Kuvassa 20 näkyy keskuksen 4E13 pääerotin lämpökuvattuna ja kuvan alareunassa on saadut lämpötilatiedot.

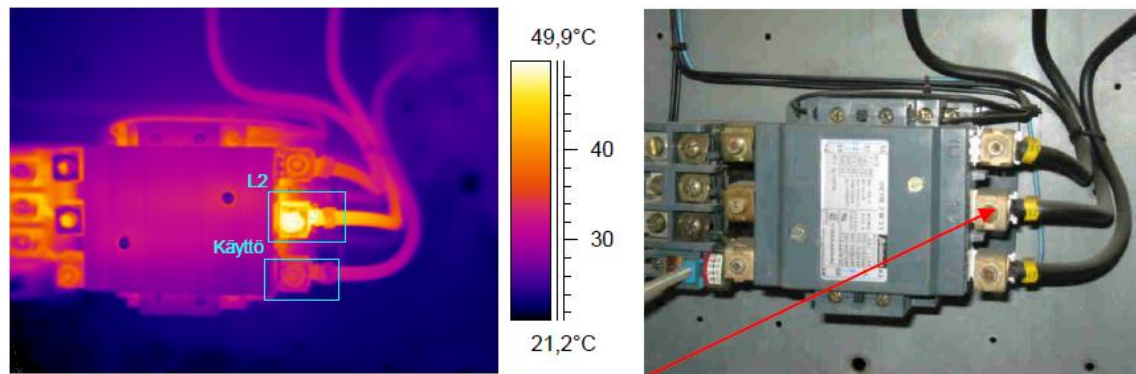


Kytkinlaitos: Voimalaitos ST42 keskus 4E13 0,69kV				
Kenno: 01		Ryhmä: Tuleva		Koje: Erotin
Huom. Alakosketin				
Max lämpötila L1	-	Ylilämpö L1	*	Korjattu:
Max lämpötila L2	80,5°C	Ylilämpö L2	23,9°C	Jälkitarkastus:
Max lämpötila L3	-	Ylilämpö L3	*	Huom.
Käyttölämpötila	56,7°C	Kuormitus: 2000A		

KUVA 20. Keskuksen 4E13 pääerotin lämpökuvauksen lämpökuvauksen (Suomen ETAB Oy)

Kuten kuvasta 17 on havaittavissa, toinen vaihe on huomattavasti lämpimämpi verrattaessa kahteen muuhun vaiheeseen. Kuvattavan kohteen lämpötila on heilunut edestakaisin ja pahimmillaan se on ollut 120 °C tienoilla, joka on jo hälyttävän korkea luku. Eri vaiheiden välillä ei tulisi olla suurta lämpötilaeroa, jos kuorma on tasaista ja laitteet ovat kunnossa. Kun lämpeneminen on epätasaista vaiheiden kesken, on yleensä merkki ongelmasta. Mahdollisia syitä esiintyvään ongelmaan voi olla juuri rikkivedyn vaikutus, ilmanlaatu ja sitä kautta hapettuneet kosketuspinnat sekä voitelun puute, jolloin laite kuumenee voimakkaasti.

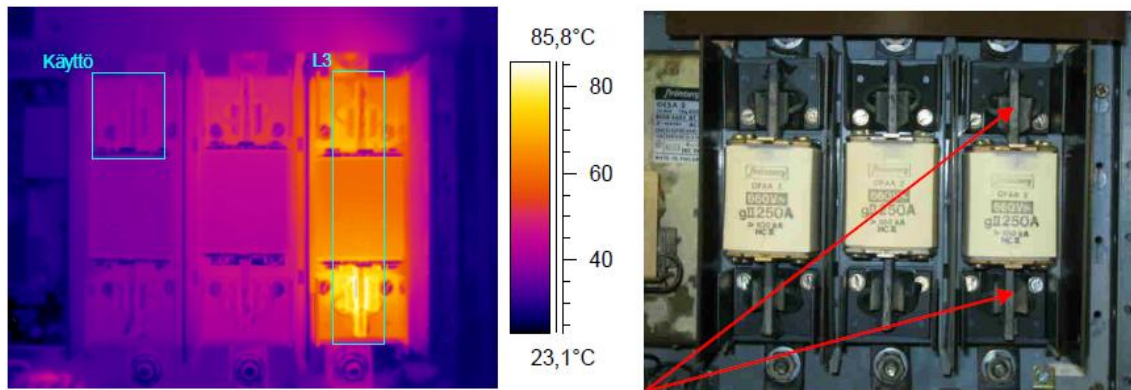
Kuvassa 21 on nähtävillä keskuksen 4E14 kennossa oleva kontaktori lämpökuvattuna ja kuvan alareunasta selviää lämpötilatiedot. Löysä kaapeliliitos kontaktorin oikealla puolella on todennäköinen lämpenemisen syy tämän kuvan kohdalta.



Kytkinlaitos: Voimalaitos ST42 keskus 4E14 0,69kV				
Kenno: 08		Ryhmä: B		Koje: Kontaktori
Huom. Kaapeliliitos oikealla puolella				
Max lämpötila L1	-	Yliämpö L1	*	Korjattu:
Max lämpötila L2	50,3°C	Yliämpö L2	14,7°C	Jälkitarkastus:
Max lämpötila L3	-	Yliämpö L3	*	Huom.
Käyttölämpötila	35,7°C	Kuormitus:		

KUVA 21. Keskuksen 4E14 kennossa olevan kontaktorin lämpökuvakuva (Suomen ETAB Oy)

Kuvassa 22 näkyy keskuksen 4E13 kennossa oleva kytkinvaroke lämpökuvattuna ja kuvan alareunassa on listattuna lämpötilatiedot. Kuten kuvasta voimme havaita, niin kytkinvarokkeen kolmannen vaiheen ylä- ja alakoskettimen lämpötila on huomattavasti suurempi kuin näiden kahden muun vaiheen. Kuten aikaisemmin on jo mainittu, niin kytkinvarokkeen varokealustan sulakkeiden pitimien pinnat ovat hapettuneet todennäköisesti osin rikkivedyn seurauksena.



Kytkinlaitos: Voimalaitos ST42 keskus 4E13 0,69kV				
Kenno: 08		Ryhmä: C		Koje: Kytkinvaroke
Huom. Ylä- ja alakosketin				
Max lämpötila L1	-	Ylilämpö L1	*	Korjattu:
Max lämpötila L2	-	Ylilämpö L2	*	Jälkitarkastus:
Max lämpötila L3	87,3°C	Ylilämpö L3	46,0°C	Huom.
Käyttölämpötila	41,3°C	Kuormitus:		

KUVA 22. Keskuksen 4E13 kennossa olevan kytkinvarokkeen lämpökuva (Suomen ETAB Oy)

7.3 Valokaarisuojauksen puuttuminen

Valokaari voi syntyä muun muassa eristysvian, väärin kaapeliliitosten, laitteen vääräntoiminnan tai ylijännitteen seurauksena. Valokaarioikosulun tapahtuessa jännitteisen osan sähköneristyskyky peittää. Valokaarivaurio on kojeiston sisällä pahin mahdollinen vikatilanne, joka voi sähkönjakelua kohdata. Siitä aiheutuu aina vakavia aineellisia vahinkoja puhumattakaan käyttöhenkilöstölle aiheutuvista vaaratilanteista. Valokaaritalanteessa lämpötila nousee valtavasti, syntyy kojeistopaloja, leviää myrkyllisiä kaasuja ja rikkoutuu rakenteita paineiskun seurauksena. Valokaarireleitä käytetään suojaamaan kojeistoja valokaaripurkauksien aiheuttamilta tuhoilta. Valokaarisuojauksen päätehtävä on siis havaita valokaari ja sammuttaa se niin nopeasti kuin mahdollista. Tarkasteltavina olevissa keskuksissa 4E13 ja 4E14 ei ole valokaarisuojausta, joten turvallisuuden kannalta olisi perusteltua saada päivitettyä valokaarisuojaus keskuksien osalta vastaamaan nykypäivää. (ABB TTT-käsikirja 2000-07)

8 KESKUKSIEN SANEERAUKSEN JA UUSINNAN TOTEUTUSEHDOTUS

8.1 Uusien keskuksien yleinen rakenne

Opinnäytetyön edetessä lähetin ABB:lle tarjouskyselyn keskuksien 4E13 ja 4E14 peruskorjauksesta ja uusinnasta. Työssä tarkasteltavien keskuksien uusintaa analysoidaan siis ABB:n tarjouskyselyn pohjalta, mutta tilaaja voi loppujen lopuksi päättää kuinka uusinta toteutetaan. ABB:n ehdottamassa ratkaisussa vanhat Strömbergin pääkeskukset 4E13 ja 4E14 korvattaisiin uusilla MNS kennokeskuksilla (kuva 23).



KUVA 23. MNS kennokeskus (ABB tarjous 2013)

Kaikki uuden keskuksen moottorilähdöt ovat ulosvedettävä kasettilähtöjä ja ne on mitoitettu kojevalintataulukon (2M5022 6WA) mukaan ABB:n komponenteilla (kuva 24). Moottorilähdöt on tehty vanhojen keskuksien piirikaavioita mukailleen. Moottorilähtöjen varatilojen rakenne on senkaltainen, että kun halutaan lisätä uusi lähtö, niin työnnetään vain kasetti sisään.



KUVA 24. MNS kennokeskuksen kasetteja (ABB tarjous 2013)

MDY-kiskojärjestelmää käytetään tehonsiirtoon niin muuntajalta kojeistoon kuin kojeiston osien välillä (kuva 25). Keskuksien kokooja- ja pystykiskojen materiaalina käytetään tinattua kuparia ja jakelujärjestelmä olisi TN-C (L1, L2, L3, PEN). Tässä ratkaisussa kiskosillat kulkisivat alakautta, kuten myös kaapelit. Tarjous sisältää liitospalat vanhojen muuntajilta tulevien kiskosiltojen liittämiseksi uusiin keskuksiin. Keskuksen 4E13 molemmissa keskuksosissa on ”tumpit” yhdyskiskosiltaa varten ja arvioitu kiskosillan pituus on 2,5 metriä.



KUVA 25. MDY-kiskosilta (ABB tarjous 2013)

Keskuksien mittauskenttään ei tulisi lainkaan tavallisia V- ja A-mittareita, vaan ne korvataan multimittarilla ABB M2M ja tällöin myös erillistä kWh-mittaria ei tarvita vaan nämä tiedot saadaan myös multimittarista. Mittauskentässä olevan vanhan SPAJ suojarleen tilalle tulisi nykyaikainen ABB:n REF611 suojarle ja katkaisija lähdöissä suojarleeksi valikoituisi ABB REM611. Kaikissa 55 kW ja sitä suuremmissa moottorilähdöissä lähdöissä olisi virtamuuntaja, muuten virtamuuntajat piirikaavioiden mukaan. Niissä lähdöissä missä termistorirele, releen tyyppi on ABB CM-MSS. Lisäksi keskuksiin tulisi valokaarirele ABB REA 101 ja valokaarisuojan kuitu kulkisi syöttökentässä, kokoojakiskostossa sekä pystykiskoissa. Keskuksessa 4E13 sijaitsisi myös valokaarisuojareleen lisäyksikkö ABB REA103.

Keskuksien 4E13 ja 4E14 pääkatkaisijoiden tyyppi olisi ABB SACE E3N32, keskuksen 4E14 lähtökatkaisijoiden (2kpl) tyyppi taas ABB SACE E2N12 ja keskuksien maadoituskytkimen tyyppi ABB OETL1250M140. Maadoituskytkimen ja katkaisijan välillä olisi sähköinen lukitus. Lisäksi syötöt kompensointikeskuksille on toteutettu ABB:n kompaktikatkaisijoilla (T-max sarja). Tämän lisäksi keskus 4E14 pitää sisällään yhden vara kompaktikatkaisijalähdön ja lähdöt ovat tyypiltään kiinteitä. Kuvassa 26 on esillä komponentteja, joita olisi käytössä myös uusissa MNS kennokeskuksissa.



KUVA 26. Kytkinvarokkeita, kompaktikatkaisijoita ja ilmatkaisijoita (ABB tarjous 2013)

Taulukosta 2 selviää keskuksien 4E13 ja 4E14 tekniset tiedot eli muun muassa keskuksien nimellisjännitteet, nimellisvirrat, oikosulkukestoisuudet, kotelointiluokat, pituudet ja kenttien määrät.

TAULUKKO 2. Keskuksien tekniset arvot

Tyyppi	Tunnus	Un/V	In/A	Icw/kA	Ipk/kA	IP	Pituus/m	Kenttiä
MNS	4E13 OSA 1	660	3150	50	105	31	7.84	9
MNS	4E13 OSA 2	660	3150	50	105	31	4.24	4
MNS	4E14	660	3150	50	105	31	7.84	10

Uudet keskuksat 4E13 ja 4E14 menisivät merkittävästi pienempään tilaan kuin nykyiset keskuksat uusinnan toteutuessa. Keskus 4E13 mahtuisi kahteen riviin nykyisen kolmen rivin sijasta ja keskus 4E14 tiivistyisi yhteen riviin, jolloin kaksi pienempää osaa lähtisi pois. Näiden toimenpiteiden seurauksena sähkötilaan jäisi ylimääräistä tilaa esim. taajuusmuuttajakeskuksille tulevaisuutta ajatellen. Nykyisissä taajuusmuuttajakeskuksissa ei ole vapaita lähtöjä ja sähkötilassa ei ole vapaita tilaa uusille keskuksille.

8.2 Kompensoinnin toteutus

Kompensointien uusinta tehtäisiin toteutuksesta riippumatta eli sekä keskuksien uusinnassa että saneerausessa. Keskuksien uusinnan myötä kompensointikeskukset (kuva 27) voitaisiin sijoittaa samaan sähkötilaan keskuksien 4E13 ja 4E14 kanssa.

Kuten aikaisemmin mainitsin, niin syötöt kompensointikeskuksille toteutettaisiin ABB:n kompaktikatkaisijoilla kytkinvarokkeiden sijaan sulakkeista johtuen. Varsinaiset kompensointikeskukset olisivat ABB:n MCA mallia. Tehoportaat 75 kVAR niin, että yhdessä kentässä aina 6 x 75 kVAR eli yhteensä 450 kVAR, näin ollen keskuksen 4E13 arvoksi tulisi 1350 kVAR ja vastaavasti keskuksen 4E14 arvoksi 900 kVAR. Kompensointikeskuksissa ei ole estokelaparistoja. Liitteessä 2 on esite kompensointiratkaisun toteutuksesta. Taulukosta 3 ilmenee kompensointien tekniset arvot.

TAULUKKO 3. Kompensoinnin tekniset arvot

Pos	Tyyppi	Tunnus	Un/V	IP	Pituus/m	Kenttiä
010	Kompensointi	MCA 900 kVAR (4E14)	660	31	1.84	2
011	Kompensointi	MCA 1350 kVAR (4E13)	660	31	2.84	3



KUVA 27. Kompensointikeskus (ABB tarjous 2013)

8.3 Budjettiarvio

Työn kustannusarviot perustuvat ABB:n ja Lemminkäisen lähettämiin budjettiarvioihin. Nämä edellä kuvattujen yhtiöiden laatimat budjettiarviot näyttävät suuntaa hankkeen kustannusratkaisujen suhteen. Tässä varsinaisessa opinnäytetyössä budjettiarvioita on käsitelty melko suurpiirteisesti karkealla tasolla ja suuntaa antavasti. Tarkemmat tiedot budjettiarvioineen ovatkin työn tilaajan hallussa ja käytettävissä.

8.3.1 Keskuksien uusinta

Kohteen keskuksien 4E13 ja 4E14 vaihtaminen täysin uusiin keskuksiin tulisi maksamaan suunnilleen 300 000 € (alv 0%) ja siihen sisältyisi molemmat keskkukset kiskosiltoineen, asennuksineen ja käyttöönottoineen. Myös kompensointi uusittaisiin kokonaan asennuksineen ja tämän hinnaksi muodostuisi pyöristettynä 50 000 € (alv 0%). Näin ollen uusinnan ja kompensoinnin yhteiskustannukset olisivat noin 350 000 € (alv 0%).

Lisäksi keskuksien uusintaa suunnitellessa huomattiin, että uudet keskuksat menevät merkittävästi pienempään tilaan ja hiukan eri kohtaan kuin nykyiset vanhat keskuksat, joten lähes kaikki kaapelitilassa olevat kaapelit joudutaan jatkamaan. Näin ollen kysyinkin Lemminkäiseltä karkeaa kustannusarviota kaapelien jatkamisen suhteen ja hinta-arvio kyseisestä työstä olisi noin 110 000 € (alv 0%), joka sisältää vanhojen keskuksien ja kytkentöjen purut sekä kaapeleiden jatkot kytkentöineen uuteen keskukseseen. Sähkökeskusten ja kompensointien uusintojen kokonaiskustannukset olisivat näin ollen yli 450 000 € (alv 0%). Työaika-arvio uusintaprojektin sähköasennuksiin on kahdesta kolmeen viikkoa normaalilla työajalla tehtynä.

8.3.2 Keskuksien saneeraus

Toisena ratkaisuna olisi vaihtaa uudet komponentit vanhojen tilalle nykyisiin keskuksiin eli saneerata nykyiset keskuksat. Kun keskuksiin 4E13 ja 4E14 vaihdettaisiin uudet välipohjat komponentteineen niin kustannusarvio asettuisi reiluun 250 000 € (alv 0%) ja se sisältäisi myös vanhojen välipohjien purun ja uusien asentamisen paikalleen sekä katkaisijoiden vaihdon. Lisäksi kompensointi uusittaisiin myös kokonaan asennettuihin tässäkin tapauksessa ja sen kustannusarviohan oli 50 000 € (alv 0%). Joten kokonaiskustannuksiksi tulisi vähän päälle 300 000 € (alv 0%). Välipohjien uusinnalle olisi varattava puolitoista viikkoa työaika normaaleina työpäivinä arvioituna. Edellä käsitellyt kustannusarviot uusinnasta ja saneerauksesta ovat karkeita, mutta ehdottomasti suuntaa antavia.

Kun verrataan uusinnasta ja saneerauksesta aiheutuvia kustannuslaskelmia keskenään toisiinsa, niin halvemmaksi tulisi tietenkin saneerauksen toteuttaminen. Keskuksien uusinnan yhteydessä suoritettavat kaapelien jatkamiset aiheuttavat merkittävästi kustannuksia, joten niiden seurauksena uusintojen kustannusarvio nousee huomattavasti verrattuna saneerauksen vastaavaan. Keskuksien uusinnalla saataisiin kuitenkin kojeistot päivitettyä nykypäivän tasolle sekä niiden elinkaari olisi jälleen alkuvaiheessa ja näin ollen taattuna vuosikymmeniksi eteenpäin.

9 POHDINTA

Työn päätavoitteena oli kartoittaa tehtaalla sähkötilassa olevien sähkökeskusten 4E13 ja 4E14 elinkaartilanne sekä laatia havaintojen seurauksena kunnossapitosuunnitelma kyseisille keskuksille. Syntyneen kuntoarvion perusteella keskuksista tehtiin uusinta ja saneerausehdotus budjettiarvioineen, jotka ovat nyt tilaajan käytettävissä tulevaisuuden toteutusratkaisua pohtiessaan. Keskuksien uusinnan tai saneerauksen toteutus vaikuttaisi myönteisesti niin tehtaan käyttövarmuuteen kuin yleiseen turvallisuustasoonkin.

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt toteutussuunnitelma karkeineen kustannusarvioineen ei sellaisenaan sovellu suoraan käytettäväksi käsiteltävien keskuksien osalta, vaan tämän suunnitelman pohjalta voidaan pyytää tarkempi arvio työstä kustannuksineen ja toteuttaa investoinnit sopivan ajankohdan tullessa.

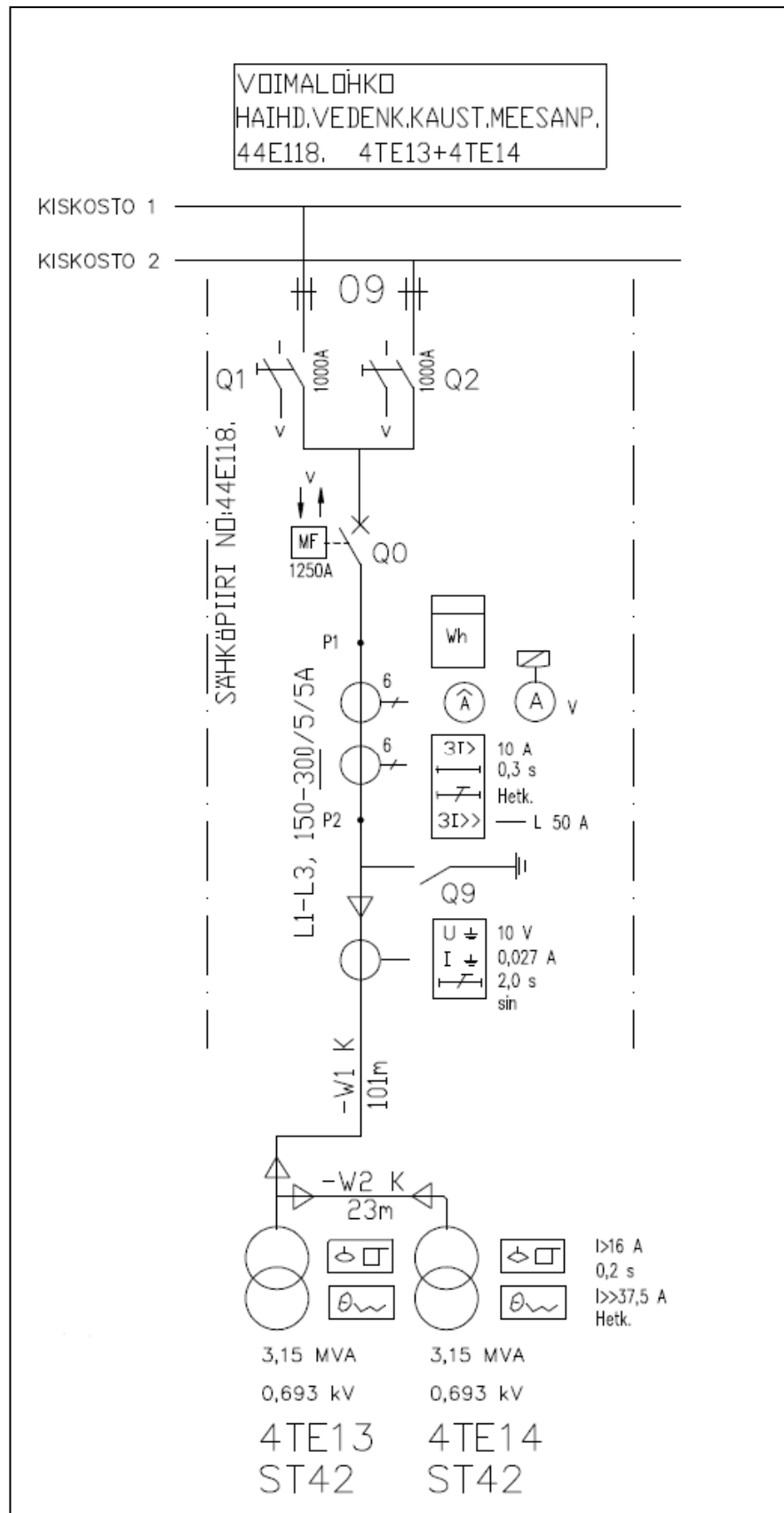
Opinnäytetyön laajuus selvisi vähitellen projektia aloitettaessa ja rajasimmekin työn koskemaan vain yhden sähkötilan keskuksia muiden tehtaan sähkötilojen keskuksien sijaan, koska työstä olisi tullut todella laaja ja se ei olisi ehtinyt valmistua aikataulun mukaisesti. Työ oli kokonaisuudessaan mielenkiintoinen ja haastava sekä täysin omaa alaa vastaava. Opinnäytetyöprosessin aikana ei ilmaantunut mitään suurempia vastoin käymisiä ja ne harvat esille tulleet ongelmakohdat selvisivät yhteisvoimin tehtaan käyttökäytännön sekä ABB:n edustajien toimesta. Edellä mainittujen lisäksi haluan kiittää erityisesti työn ohjaajaa Teppo Väisästä Botnia Mill Servicestä. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyöprosessia voidaan pitää onnistuneena ja työ valmistui aikataulun mukaisesti.

LÄHTEET

- ABB. TTT-käsikirja 2000-07. Luku 10.6 Vianilmaisimet. Luettu 10.2.2013.
<http://cna.mikkeli.amk.fi/Public/JormPekk/ABB/TTT-KIRJA2000/Vianilmaisimet.pdf>
- ABB tarjous. 2013. [pdf-dokumentti]. Metsä Fibre sisäinen arkisto.
- BMS yleisinfo. 2013. [pdf-dokumentti]. BMS sisäinen arkisto.
- Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Otatieto Oy.
- Hietalahti, L. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. Tampere: Amk-Kustannus Oy Tammer-
tekniikka.
- Metsä Fibre. 2013. Metsä Fibren Vuosiraportti 2013. [pdf-dokumentti]. Metsä Fibre
sisäinen arkisto.
- Mäkinen, M. & Kallio, R. 2004. Teollisuuden sähköasennukset. Keuruu: Otavan Kirja-
paino Oy.
- Mörsky, J. 1993. Relesuojaustekniikka. Espoo: Otatieto Oy.
- PSK Standardisointi. 2011. PSK 6201 Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos.
Luettu 17.1.2013.
<http://www.psk-standardisointi.fi.elib.tamk.fi/Standard/Ryhma62/psk6201.pdf>
- Suomen ETAB Oy. 2012. Sähkökeskusten lämpökuvaus. Metsä Fibre sisäinen arkisto.
- Tiainen, E. 2004. Sähköasennustekniikka 3. Espoo: Sähköinfo Oy.

LIITTEET

Liite 1. Keskuksien 4E13 ja 4E14 sähkönjakelun pääkaavio



MCA

Automaattinen kompensointiparisto loistehonkompensointiin

Kevennä verkon kuormaa ja vältä loistehomaksut!



Tietyt sähköverkon kuormat vaativat toimiakseen pätötehon (kW) lisäksi loistehoa (kvar). Tällaisia kuormia ovat erityisesti oikosulkumoottorit ja erilaiset loistevalaisimet.

Tarvittavan loistehon voi ostaa sähkötoimittajalta tai sen voi tuottaa itse kompensointikondensaattoreilla. Yleisin kompensointiratkaisu on nykyään pää- tai ryhmäkeskukselle asennettu automatiikkaparisto, jonka säädin huolehtii, että verkossa on aina tarvittava määrä kompensointia.

Nykyisillä loistehotariffeilla automatiikkapariston takaisinmaksuaika on 1...3 vuotta.

Loistehonkompensoinnilla sähkön ostaja välttyy loistehomaksuilta. Lisäksi verkon siirtokapasiteetti kasvaa, häviöt vähenvät ja jännitteenalenema pienenee.

Automatiikkaparisto koostuu loistehonsäätimen ohjaamista kondensaattoriportaista. Ne tuottavat verkossa kulloinkin tarvittavan loistehon. Porras koostuu kondensaattoriyksiköstä, kontaktorista ja sulakkeista. Tavallisimmat porraskoot ovat 50 ja 25 kvar. Tarvittaessa portaita voidaan kytkeä yhteen suuremmiksi portaita kontaktorien apukoskettimien kautta.

Automatiikkaparistot on rakennettu ABB:n MNS-kojeistokaappeihin. Ne voivat olla joko osa kojeistoa tai erillisiä kaappeja, jolloin ne vaativat kaapeloinnin ja sulakelähdön kojeistolla. Suuremmat tehot muodostetaan usasta kaapista, joita ohjaa yhteinen loistehonsäädin.

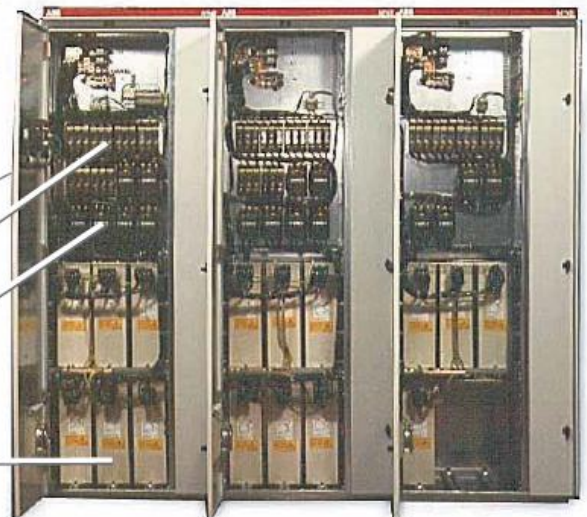
Huom. Mikäli keskuksen kuormasta yli 15...20 % on yliaaltoja tuottavaa, kompensointiin suositellaan joko estokeloilla varustettua automatiikkaparistoa tai yliaalto-suodattimia. Pyydä meiltä näistä erillinen esite.

loistehonsäädin

sulakkeet

kontaktorit

kondensaattoriyksiköt



TEKNISET TIEDOT - TYYPPI MCA

Verkkojännite: 400, 525, 690 V

Teho / kaappi: 50 ... 300 kvar

Porraskoot: 400 V: 25 ja 50 kvar

525 V: 50 kvar

690 V: 50 ja 75 kvar

Kotelointiluokka: IP 20 (IP 44)

Mitat (l x s x k / mm):

Irtokaappi:

- 600 x 600 x 2240 (maks. 6 porrasta)

Kojeiston osana:

- 600 x 600 x 2240 (maks. 4 porrasta)

- 800 x 600 x 2240 (maks. 6 porrasta)

Erikoissovellukset tilauksesta.



ABB Oy
Pienjännitejärjestelmät
PL 600
65101 VAASA
Puh. 010 22 11
Fax. 010 22 41097
www.abb.fi