

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

## Terässulaton sähkönjakelu ja kunnossapito

Tommi Holappa

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Sähkövoimatekniikka

KEMI 2011

## TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Tommi Holappa
Opinnäytetyön nimi	Terässulaton sähkönjakelu ja kunnossapito
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	17.5.2011
sivumäärä	53 + 2 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Jaakko Etto
Yritys	Rautaruukki
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Työsuunnittelija Arto Kiviniitty

Työn lähtökohtana oli tehdä ohjeistus erilaisille poikkeustilanteille terässulaton sähkönjakelussa. Poikkeustilanteella tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaista, että jokin poikkeaa normaalista sähkönjakelusta. Terässulatolla on 4 muuntoasemaa, jossa sijaitsee suurin osa osaston pääkeskuksista. Ohjeistus tehtiin muuntoasemille. Työn tavoitteena oli myös perehtyä osaston sähkönjakeluun ja kunnossapitotoimintaan.

Työ rajattiin siten, että siinä käsiteltiin sähkönjakelua pääkeskustasolla, eikä alakeskuksia käsitelty juuri ollenkaan. Pääkeskuksissa keskityttiin pääsääntöisesti niiden katkaisijoihin, mutta käsiteltiin niistä myös muitakin huoltoa vaativia kohteita. Sähkönjakelun kannalta tärkeimpiä kohteita eli jakelumuuntajia käsiteltiin työssä myös.

Työssä perehdyttiin terässulaton kunnossapitotoimintaan. Kunnossapitotoiminnasta kerrottiin, miten se jakaantuu osastolla ja minkälaisia kunnossapitotöitä siellä on. Kunnossapitotoiminnan yhteydessä kerrottiin myös Ruukilla käytössä olevasta Arttu-kunnossapitojärjestelmästä.

Työssä tehtiin jakelumuuntajille ja pääkeskuksille vikahistoriaselvitys. Vikahistorian selvityksessä käytettiin apuna Arttu-kunnossapitojärjestelmää. Vikahistorian selvityksessä muuntajien osalta apuna oli myös voimalaitos.

Ohjeistuksesta tehtiin sellainen, että kyseinen ohje on tarkoitettu pääkeskusten katkaisijahuoltoihin, jakelumuuntajan huoltoihin tai 10 kV:n katkaisijan huoltoihin. Todellisuudessa ohjetta tullaan käyttämään terässulatolla pääkeskusten katkaisijoiden huollossa. Ohjeistuksessa käsiteltiin myös sellaisia töitä, joita terässulaton sähköasentajat saavat tehdä 10 kV:n puolella. Turvallisuusasiat otettiin ohjeistuksessa myös huomioon. Jakelumuuntajien rinnankäytön säännöistä kerrottiin ohjeistuksessa, koska tilanteessa, jossa muuntajat rinnankytketään, pitää tietää mitkä yleiset säännöt ovat toimenpiteeseen.

Asiasanat: terässulatto, pääkeskus, jakelumuuntaja, muuntoasema, kunnossapito.

## ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Tommi Holappa
Title	Distribution of Electricity and Maintenance of the Steel Mill
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	17 May 2011
Pages	53 + 2 appendix
Instructor	Jaakko Etto, MSc (Tech.)
Company	Rautaruukki Oyj
Contact Person/Supervisor from Company	Arto Kiviniitty

The starting point for the work was to make the instructions to different exceptional situations in the distribution of electricity of the steel mill. Exceptional situation refers in this context to such that something deviates from a normal distribution of electricity one. The steel mill has 4 transforming stations which are located in the majority of the head centres of the department. The instructions were made to transforming stations. The objective of the work was also to study the distribution of electricity and maintenance of the department.

The work was marked off so that a distribution of electricity was dealt with on the main center level and not really dealt with field centres at all. At the head centres the concentration was on the rule breakers but also other targets which require maintenance were dealt with. In the work one of the most important point of view was distribution transformers.

In the work the maintenance of the steel mill was studied. It was described how the maintenance is divided in the department and what kind of maintenance work there is. In connection with the maintenance it was also told about the Arttu which is maintenance system that is in use in Ruukki.

In the work a survey of fault history to the distribution transformers and head centres was made. The survey of the fault history was made by using Arttu-system as a helper. In the survey of the fault history of the transformers was a power plant as a helper.

The instructions can be used for the breaker maintenances of head centres, for the maintenances of the distribution transformer or for the maintenances of the 10 kV breaker. In reality the instruction will be used at the steel mill in the maintenance of the breakers of head centres. In the introduction also the tasks which the electricians of the steel mill may do at 10 kV level were dealt with. The safety matters were taken into consideration also in the instructions. The introduction included the rules of the parallel operation of

distribution transformers. In the situation where transformers are operated as parallel one must know what the general rules are.

Keywords: steel mill, head centre, distribution transformer, transforming station, maintenance.

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ .....	I
ABSTRACT .....	II
SISÄLLYSLUETTELO.....	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	V
1. JOHDANTO .....	1
2. RAUTARUUKKI YRITYKSENÄ.....	2
2.1. Raahen tehdas .....	2
2.2. Terässulaton prosessin kuvaus .....	3
3. KUNNOSSAPITO .....	5
3.1. Kunnossapitotoiminta terässulattolla.....	5
3.2. Arttu-kunnossapitojärjestelmä.....	6
3.3. Sähkötilojen ja keskusten kunnossapito .....	9
3.4. Pääkeskusten katkaisijahuollot.....	12
3.5. Jakelumuuntajien huollot .....	14
4. YLEISTÄ KATKAISIJOISTA.....	17
4.1. Katkaisijan toimintaperiaate ja luokitus .....	17
4.2. Katkaisijan ominaisarvot .....	18
4.3. Ilmakatkaisijat .....	18
4.4. Ilmakatkaisijan huoltotoimenpiteet .....	20
4.5. Vähäljykatkaisijat .....	22
5. VIKAHISTORIA .....	24
5.1. Jakelumuuntajat.....	24
5.2. Pääkeskukset .....	26
6. TERÄSSULATON SÄHKÖNJAKELU.....	27
7. OHJEISTUS OSASTON SÄHKÖNJAKELULLE .....	29
7.1. Turvallisuus .....	29
7.2. 10 kV: n verkko .....	30
7.3. Ohjeistus pääkeskusten pääkatkaisijan huollolle .....	31
7.4. Jakelumuuntajien rinnankäyttö.....	32
8. NYKYKUNNON KARTOITUS .....	34
8.1. Jakelumuuntajien kunto ja saatavuus .....	34
8.2. Pääkeskusten kunto ja yleinen siisteys .....	37
8.2.1. Muuntoasema 1 .....	37
8.2.2. Muuntoasema 2 .....	38
8.2.3. Muuntoasema 3 .....	39
8.2.4. Muuntoasema 4 .....	41
9. KEHITTÄMISKOHTEET .....	43
9.1. Vanhimpien pääkeskusten uusiminen .....	43
9.2. Pääkeskusten huollot .....	43
9.3. Muuntoasemien siisteys .....	46
9.4. Yhteistyö voimalaitoksen kanssa .....	46
10. YHTEENVETO .....	48
11. LÄHDELUETTELO.....	51
12. LIITELUETTELO .....	53

## **KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET**

JVK

jatkuvavalukone

## 1. JOHDANTO

Sähkön toimitusvarmuus on terässulaton eri prosessien kannalta tärkeässä asemassa. Pienikin katko sähköjakelussa voi aiheuttaa suuria ongelmia eri puolilla prosessia. Siksi sähköjakelun turvaamisen parantamiseksi täytyy tehdä korjaavia toimenpiteitä. Korjaavilla toimenpiteillä tarkoitetaan erilaisia kunnossapitotöitä sähköjakeluun liittyvissä kojeissa ja laitteissa. Terässulatolla 10 kV:n jännitejakelu tapahtuu voimalaitoksen ohjaamana. Osastolla on neljä muuntoasemaa, jossa 10 kV:n jännite muutetaan 400 V:n ja 690 V:n jännitteelle. Kullakin muuntoasemalla on viidestä viiteentoista jakelumuuntajaa. Terässulatolla alle 1000 V:n laitteistot kuuluvat osaston oman sähkökunnossapidon vastuulle.

Opinnäytetyö tehdään Ruukki Production Raahen terästehtaalle. Työn aiheena on terässulaton sähköjakelu ja kunnossapito. Terässulatto on laitos, jossa tehdään masuuneilta tulevasta raakaraudasta erilaatuisia teräksiä. Teräs valetaan osastolla aihioiksi, jotka viedään valssamolle jatkokäsittelyyn. Terässulatto on keskeisellä paikalla Raahen tehtaan prosessin kokonaisuudessa. Terässulatolla ei saa tapahtua suuria katkoja tuotannossa, koska muuten masuuneilla tai valssamolla tulee ongelmia.

Työn tavoitteena on tehdä ohjeistus pääkeskusten katkaisijahuoltojen suorittamiseen sekä ohjeistus 10 kV:n pääkatkaisijan ja jakelumuuntajan huollolle. Ohjeistuksella voidaan huoltaa 10 kV:n pääkatkaisija, jakelumuuntaja ja pääkeskuksen katkaisija. Ohjeistuksen ohella perehdytään osastolla tapahtuvaan kunnossapitotoimintaan. Kunnossapitotoiminnassa perehdytään sähköjakelun kannalta tärkeisiin huoltoihin ja niiden merkitykseen. Työ rajataan siten, että työ pidetään pääkeskustasolla eikä alakeskustasoja juurikaan huomioida.

Työssä selvitetään vuosien varrella jakelumuuntajien ja pääkeskusten ilmenneitä vikoja, jotta niistä voidaan tulevaisuudessa ottaa opiksi. Kuntokartoitus tehdään muuntamoille ja muuntoasemilla sijaitseville pääkeskuksille. Kunnonkartoituksen ja muiden työn aikana kohdattavien asioiden avulla tarkastellaan kehittämiskohteita, joita osaston sähköjakelun parantamiseksi olisi tehtävissä.

## 2. RAUTARUUKKI YRITYKSENÄ

Rautaruukki Oyj on Suomen valtion vuonna 1960 perustama terästehdas. Nykyään yhtiö käyttää markkinointinimeä Ruukki. Yritys toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä sekä kokonaistoimituksia rakentamiseen ja konepajateollisuudelle. Ruukilla on henkilöstöä noin 11700 työntekijää ja toimintaa 27 maassa. Vuonna 2010 yhtiön liikevaihto oli 2,4 miljardia euroa. Yhtiön kotipaikka on Helsinki. Rautaruukin osake on noteerattu NASDAQ OMX Helsingissä.

Ruukki on jaettu kolmeen liiketoiminta-alueeseen: Ruukki Construction, Ruukki Engineering ja Ruukki Metals. Raahen tehdas, joka on yhtiön toimipaikoista suurin, kuuluu Ruukki Metals divisioonaan.

### 2.1. Raahen tehdas

Raahen tehdas on Ruukin toimipaikoista suurin ja sieltä Rautaruukin toimintakin on alkanut. Teräksen tuotanto on keskittynyt Raahen tehtaalle. Raahessa Ruukin omia työntekijöitä on 3100 ja ulkopuolisten työntekijöiden osuus on noin 300. Työntekijöiden määrä on viime vuosina jonkin verran vähentynyt. Työntekijöitä oli vielä 1990-luvulla noin 5000 Raahessa. Tehtaan tuotteita ovat kuumavalssatut kelat, nauhalevyt, rainat, peitattut kelat, levyt ja esikäsitellyt levytuotteet. Tehtaan tuotanto vuonna 2010 oli noin 2,2 milj. tonnia terästä. /10/

Tehdasalue on Raahessa 370 hehtaaria ja rakennusala 37 hehtaaria. Autoteitä Raahen tehdasalueella on 37 km ja pyöräteiden osuus on 10 km. Ruukilla on oma satama Raahessa ja se on yksi Suomen eniten liikennöidyin satama. /10/

Raahessa tuotanto kattaa jalostusprosessin raaka-aineista terästuotteisiin asti. Teräksen valmistuksen pääraaka-aineina käytetään rautarikastetta, pellettiä, kivihiiltä, kalkkikiveä ja kierrätysterästä. Raaka-aineiden jatkojalostuspaikkoja ovat sintrauslaitos, koksaamo ja kalkinpolttamo. Tehtaalla on kaksi masuunia, joilla pelkistetään sintterin ja pelletin



sisältämät raudan oksidit raakaraudaksi. Raakaraudasta valmistetaan terässulatolla terästä kolmella konvertterilla. Terässulatolla teräs valetaan aihioiksi kolmella valukoneella. Aihiot valssataan valssaamalla nauha- ja levytuotteiksi. /10/

## 2.2. Terässulaton prosessin kuvaus

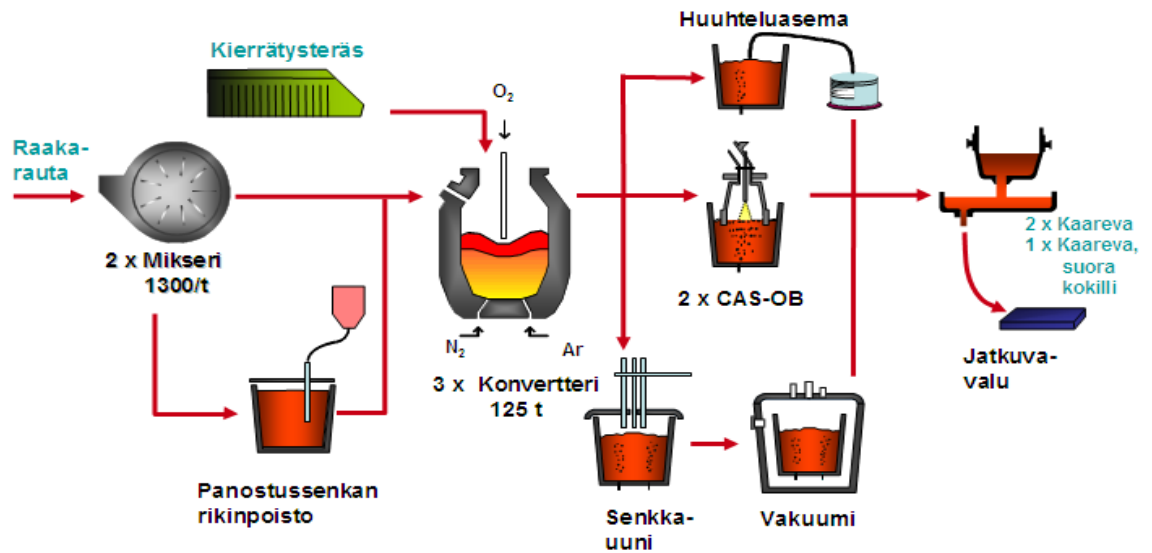
Teräksen valmistus terässulatolla alkaa siitä, että masuunilta tulee raakarautaa, joka kaadetaan miksereihin. Terässulatolla on kaksi mikseriä. Molempien mikserien koko on 1300 tonnia ja ne toimivat raudan välivarastona. Mikserien tehtävänä on myös tasata raakaraudan tuotannon, lämpötilan ja koostumuksen vaihteluita. Osa raakaraudasta kaadetaan mikserien jälkeen panostussenkkaan, jossa suoritetaan rikinpoisto. Rikinpoistossa raudasta poistetaan ylimääräinen rikki sekä suoritetaan kuonan poisto.

Raakarautaa vietään mikseriltä terässulaton kolmelle konvertterille kahdella raakarautavaunulla. Konverttereihin panostetaan raakaraudan lisäksi kierrätysterästä ja kuonan muodostajaksi poltettua kalkkia. Konverttereille suoritetaan käsittelyssä happipuhallus, jolloin raudan lämpötila nousee ja hiilipitoisuus laskee. Konverttereilta valmistettu teräs kaadetaan terässenkkaan. Jäljelle jäänyt kuona kaadetaan kuonapataan. /10/

Vaativimmat teräslaadut ohjataan jälkitäsmäyskäsittelyyn senkkauunille ja vakuumlaitokselle. Senkkauunilla panosta lämmitetään grafiittielektrodeilla, samalla terässenkan pohjasta argonilla huuhdellen. Käsittelyllä parannetaan teräksen lämpötilan hallintaa, kuonapuhautusta ja seostustarkkuutta. Vakuumlaitoksella teräkselle suoritetaan jatkokäsittely, jossa tankkivakuumiin imetty alipaine poistaa teräksestä hiiltä, vetyä, rikkiä ja typpeä. Vakuumilla senkkaa huuhdellaan samalla pohjasta argonilla ja panokseen lisätään tarvittavia seosaineita. Perusteräslaatuksen jälkitäsmäys tapahtuu kahdella CAS-OB-laitoksella ja yhdellä huuhteluasemalla. Niissä teräksen koostumukselle tehdään haluttu jälkitäsmäys. /10/

Senkkäkäsittelylaitoksilta teräs kuljetetaan jatkuvavalukoneille. Jatkuvavalukoneita terässulatolla on kolme. Valukoneista kaksi on kaarevavalukoneita ja yksi

pystytaivutustyyppinen kone. Valukoneissa sula teräs jähmetetään kiinteäksi valunauhaksi. Valunauha leikataan polttoleikkaukskoneella haluttuihin pituuksiin. Terässulaton toimintaprosessi on esitetty kuvassa 1. /10/



**Kuva 1. Terässulaton toimintaprosessi /10/**

### **3. KUNNOSSAPITO**

Kunnossapidon merkitys terässulaton sähkötoimitusvarmuuteen on tärkeä. Riittävän hyvällä kunnossapitotoiminnalla laitteet pidetään kunnossa. Tässä osassa perehdytään terässulaton kunnossapitotoimintaan sähkönjakelunkannalta.

#### **3.1. Kunnossapitotoiminta terässulatolla**

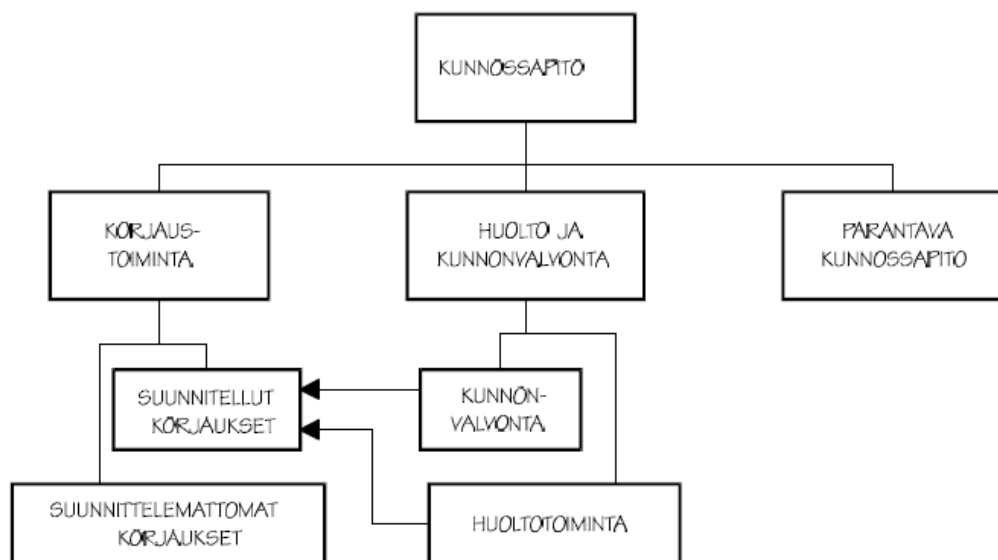
Sähkökunnossapito terässulatolla jakaantuu kahteen eri vastuualueeseen. Alueet ovat konvertertien ja jatkuvavalulaitoksien alue. Molemmilla alueilla on omat sähköasentajat ja työnjohtajat. Terässulatolla on todella laaja alue ja siksi se on jaettu kahteen osaan. Vastuualueiden jaolla voidaan myös vaikuttaa paremmin eri laitteiden ja koneiden erikoisosaamiseen.

Kunnossapitostrategiat voidaan jakaa kahteen pääluokkaan ennakoivaan eli aktiiviseen ja korjaavaan eli passiiviseen kunnossapitoon. Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon lisäksi puhutaan parantavasta kunnossapidosta. Tällä tarkoitetaan korjaustoimenpiteitä, joilla parannetaan laitteen toimintaominaisuuksia tai vähennetään huollon tarvetta. /3/

Korjaavan kunnossapidon eli laitteiden vikaantumisien korjauksen merkitys terässulaton sähkökunnossapidossa on tärkeää, sillä yleensä kaikki viat liittyvät tavalla tai toisella prosessiin. Terässulatolla prosessi ei salli ylimääräisiä tuotantokatkoja. Korjaavassa kunnossapidossa korjataan jo syntyneet viat eli laite palautetaan vikaa edeltäneeseen toimintakuntoon. /3/

Ennakoivan kunnossapidon tavoitteena on huolehtia, että tuotanto toimii luotettavasti tuottaen virheettömiä tuotteita. Ennakoivassa kunnossapidossa pyritään huoltotoimenpitein ylläpitämään laitteen käyttöominaisuuksia sekä erilaisin mittaus- ja valvontamenetelmin seuraamaan laitteen toimintakuntoa ja ennalta ehkäisemään vikojen syntymistä. /3/

Ennakoivaan kunnossapitoon sähkökunnossapidon osalta panostetaan nykyään paljon terässulatolla ja koko Ruukilla. Kaikki tärkeimmät kohteet on laitettu Ruukilla käytössä olevaan Arttu-järjestelmään. Järjestelmässä on kohteille tehty ennakkohuollot. Ennakkohuoltojen aikaväli saattaa olla parista viikosta useampaan vuoteen riippuen laitteesta. Pääsääntöisesti prosessin laitteet ovat huoltoväliltään pienempiä, koska ne joutuvat kovaan rasitukseen. Huoltoja tehtäessä poimitaan järjestelmästä sen alueen huoltoja, missä työskennellään kulloinkin. Järjestelmä näyttää huollot aikajärjestyksessä ajankohtaisimmasta huollosta alkaen. Järjestelmässä huollot on kohdennettu kuormitusryhmän perusteella, mille alueelle ne kuuluvat. Kuvassa 2 on esitetty kunnossapidon kokonaisstrategia.



**Kuva 2. Kunnossapitotoiminnasta käytetty yleinen kokonaisstrategia /3/**

### 3.2. Arttu-kunnossapitojärjestelmä

Arttu-ohjelmistolla helpotetaan ja parannetaan laitteistojen, tilojen ja järjestelmien hallintaa ja seuranta. Arttu palvelee käyttäjiään kunnossapitotöiden ja huoltojen

suunnittelussa, suorituksessa ja valvonnassa. Artun avulla hallitaan myös tarveaineiden, tarvittavien materiaalien ja varaosien ostotoimintaa ja varastokirjanpitoa. /13/

Artulla voidaan hallita parantavan, korjaavan ja ennakoivan kunnossapidon töiden suunnittelua, toteutusta ja valmistumista. Töistä voidaan muodostaa tarvittaessa laajempia kokonaisuuksia kuten projekteja ja seisokkeja. Työ voi kohdistua laitepaikkaan, laitteeseen tai mihin tahansa kortistoon perustettuun kohteeseen. Laajemmat työt voidaan osittaa päätyöksi ja siihen liitettyiksi alatöiksi. Päätyön kautta voidaan seurata kaikkia sen alatöitä ja sen vaiheita. Työt voidaan luokitella erilaisiin ryhmiin työn tyyppien ja työläjien perusteella. Tällaisia ovat esimerkiksi seisokkityöt, ennakkohuollot, huolto/korjaus jne. Työllä on tilakoodi, joka kertoo, missä tilassa työ on. Työn tila muuttuu sitä mukaan, kun sen suunnittelu ja toteutus etenee. /13/

Artun yksi käytetyimmistä sovelluksista terässulaton sähkökunnossapidossa on vikaseuranta. Vikaseurannassa on vikailmoitusosio, johon kirjoitetaan mahdollisimman tarkasti oleva vika. Siinä on myös toinen osio, mihin kirjoitetaan havainnollinen palaute vian korjauksesta. Vikojen seuranta on lähes välttämätöntä, koska se antaa laitteista ja niiden vioista tietoa. Syötetyistä vioista syntyy järjestelmään vikahistoria, joka helpottaa myöhempää korjaustoimintaa, sekä kertoo mahdollisesta ennakkohuollon tarpeesta. Laitteiden vikahistoria kertoo, kuinka samantyyppinen vika aikaisemmin korjattiin ja kuka korjauksen suoritti. /13/

Kuvassa 3 on esitetty Arttu-kunnossapitojärjestelmän vikailmoitusnäyttö. Kyseiselle näytölle kirjoitetaan selvitys vian tyypistä ja raportoidaan miten vika on korjattu. Tärkeä kohta näytöllä on vastaanottaja, koska sillä kohdistetaan työ oikealle osastolle ja alalle. Näytölle täytetään muutkin tiedot, jotta työ kohdistuu oikeaan paikkaan.

The screenshot shows a software window titled "Työ/Vikailmoitus/kirjaus Työ: 1281536 VAKUMIN LÄMMÖNMITTAUS". The window is divided into several sections for data entry:

- Job Information:** Työnro/Päättyö: 1281536, Työn nimi: VAKUMIN LÄMMÖNMITTAUS, Tila: VALMIS, HYVÄI.
- Customer/Ordering:** Tilaja: PERALHA, PERALÄ H. PERALHA, Til.pvm: 25.03.2011 08:29.
- Location/Address:** Paikat: 26-39-2-030-40, LÄMMÖN-JA HAPPIPITOISUUS, 26-39-2-030-40, LÄMMÖN-JA HAPPIPITOISUU.
- Reporting:** Raportti: Vaihtettu lanssin koko matkalle kaapeli. Näyttää siltikin liian vähän. Tilattu uusi celoksi ja vaihetaan josaki välisä paikalle. Vaihtettu celoksi. Rupeusi näyttämään oikein. Hyvä me..
- Classification:** Tyypit: VÄLITÖN KOF, Työlaji: SÄHKÖ, Häir.alkupvm: , Aloituspvm: , Käreellisyys: KIIREELLINEN, Toiv.valm.pvm: 25.03.2011 00:00, Häir.loppupvm: , Valm.pvm: 25.03.2011 10:48, Työn luokitus: KUP, Projekti: , Häiriön kesto: 0 h 0 min, Työn kesto: h min.
- Buttons:** Työtunnit..., Kohteen työt, Dokumentit..., Luokitus..., Tehty, Työmääräin.

**Kuva 3. Vikailmoitusnäyttö Arttu-kunnossapitojärjestelmässä**

Toinen käytetyimmistä järjestelmän sovelluksista on terässulaton kunnossapidossa ennakkohoito. Artun ennakkohoito on tarkoitettu säännöllisesti toistuvien huollon ja kunnonvalvonnan piiriin kuuluvien töiden valvontajärjestelmäksi ja rekisteriksi. Sovelluksen avulla voidaan valvoa töiden oikea-aikaista suorittamista. Ennakkohuoltotyö kohdistuu Artun kortistosta löytyvälle kohteelle. /13/

Kuvassa 4 on esitetty näkymä ennakkohuoltotyöstä Artussa. Järjestelmässä vastaanottaja kertoo, minkä alueen ja alan huoltotyö on. Kuormitusryhmällä tarkennetaan vastaanottajan tietoa. Huoltotyöt kohdistetaan terässulattolla kuormitusryhmän avulla, mille alueelle ne kuuluvat. Kuvan 4 huoltotyöikkunassa on paljon eri kohtia, mutta sen tärkein kohta on työmääräin. Siitä saadaan poimittua ohje kyseiselle työlle ja siinä kerrotaan mitä työssä pitää tehdä. Kalenteriohjauksen kautta huoltotyö kuitataan tehdyksi.

**Kuva 4. Arttu- kunnossapitojärjestelmästä poimittu eräs katkaisijahuolto**

### 3.3. Sähkötilojen ja keskusten kunnossapito

Sähkötilalla tarkoitetaan kojeisto- ja kaapelitilaa. Terässulatolla on 400 V:n ja 690 V:n sähkökeskustiloja. Tässä yhteydessä keskuksilla tarkoitetaan sähkötiloissa olevia pää- ja alakeskuksia. Osa alakeskuksista sijaitsee kentällä, mutta tässä tarkastelussa keskitytään vain sähkötiloissa oleviin keskuksiin. Yksinkertaisesti ajatellen sähkökeskuksen toiminta on perusta koko sähkön käyttöketjun toiminnalle. Terässulatolla on suuri määrä erilaisia moottorikäyttöjä. Asia voidaan ajatella siten, että sähkötiloissa sijaitsevat moottoria ja turvakytintä lukuun ottamatta käytännössä lähes kaikki moottorikäytön laitteet sekä suurin osa muidenkin keskuslähtöjen laitteista. /9/

Sähkötilat pyritään rakentamisvaiheessa sijoittamaan ja keskittämään muuntajatilaa viereen tai sen yläpuolelle kyseessä olevan prosessin painopisteeseen, koska silloin kaapelointi- ja häviökustannukset minimoituvat. Kuljetuksen, käytön ja paloturvallisuuden vuoksi sähkötilaan pitää olla helppo kulku. Sähkötilaan ei saa asentaa muihin järjestelmiin kuuluvia putkia ja kanavia, ellei se ole tilan käytön kannalta välttämätöntä. /9/

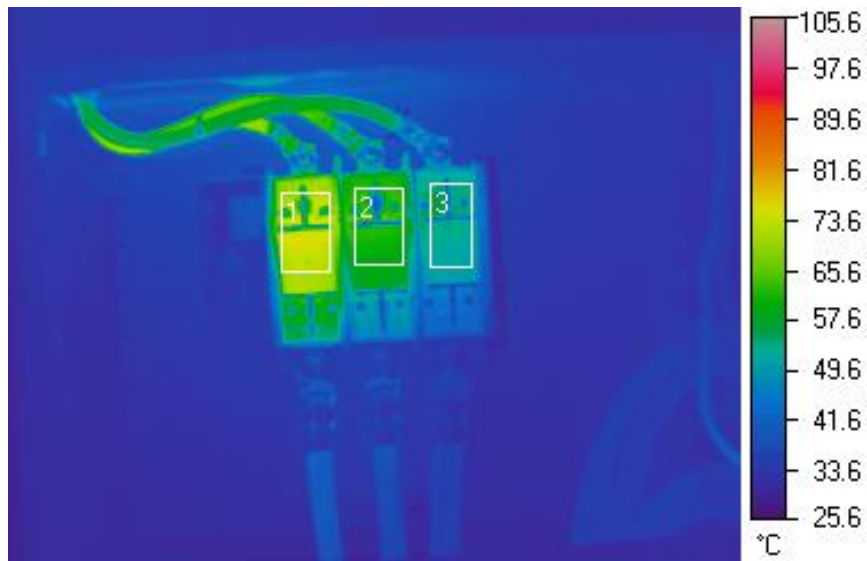
Sähkötilat ja keskukset tarkastetaan Ruukilla määräajoin. Tämän tavoitteena on varmistaa laitteistojen sähköturvallisuus, paloturvallisuus ja käyttövarmuus. Terässulatolla on kymmeniä sähkötiloja. Siksi jokaiselle sähköasentajalle on annettu tietyt sähkötilat, jonka siisteydestä hän muun työn ohella huolehtii. Sähkötiloissa olevista tärkeimmistä kohteista on tehty Arttu-järjestelmään ennakkohuollot.

Silmämääräisiä tarkastuskierroksia sähkötiloihin tehdään viikoittain. Sähkötilan siisteys ja puhtaus on paloturvallisuuden ja käyttövarmuuden osalta tärkeässä asemassa. Silmämääräisiä tarkastuksia sähkötiloissa on:

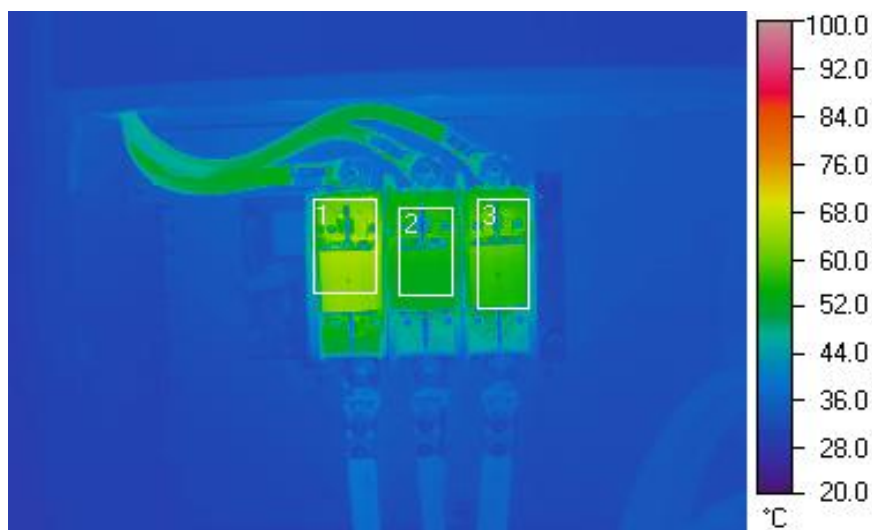
- sähkötilojen siisteyden tarkastaminen
- turvavalojen tarkastaminen
- epäkohtiin puuttuminen
- satunnaisesti pääkeskusten suurimpien lähtöjen lämpökuvauksia.

Terässulatolla tehdään satunnaisesti pääkeskusten suurimpiin lähtöihin lämpökuvauksia. Lämpökuvausten tarkoituksena on löytää mahdollisesti lämmenneitä liitoksia tai muita kuumenneita kohteita. Menetelmä on tehokas ja nopea. Kuvattavien keskuslähtöjen tulee olla toiminnassa kuvausten aikana ja normaaleissa käyntiolosuhteissa, jotta todenmukainen lämpeneminen saadaan selville. Kuvassa 5 näkyy muuntoasemalta 3 eräästä lähdöstä otettu lämpökuva. Kyseinen keskuslähtö syöttää sähköä terässulaton pysäköintialueelle. Kuvassa näkyy, että vaihe L1 on lämmennyt liian paljon. Kuvassa 6 näkyy sama keskuslähtö, joka on korjattu. Lähtöön vaihdettiin kytkinvarokkeelle tulevat johdot paksummiksi ja kiristettiin ne kunnolla.





**Kuva 5. Muuntoasema 3:n lämmennyt keskuslähtö**



**Kuva 6. Korjauksen jälkeinen lämpökuva muuntoasema 3:n lämmenteestä lähdöstä**

Sähkötilojen tärkeimmille kohteille tehdään ennakkohuollot. Sähkötiloissa puhtaus on tärkeässä asemassa, koska pöly ja lika eivät ole hyväksi sähkölaitteille. Tämän takia sähkötiloissa panostetaan tilan ilmastointiin ja siihen, että suodattimet vaihdetaan tarpeeksi usein. Keskuksissa on myös paljon erilaisia tuulettimia ja niillä omat suodattimensa. Puhaltimet vaihdetaan 3 – 5 vuoden välein. Suodattimien vaihto tapahtuu paljon

useammin. Ennakkohuolloissa tarkastetaan myös turvavälineet, että ne ovat paikoillaan ja kunnossa.

Sähkökeskusten huollot terässulatolla ovat ennakkohuolloissa pääsääntöisesti yleishuoltoja. Yleishuolloissa tarkastetaan keskuksista päällisinpuolin seuraavat asiat:

- kontaktorit
- kojeistot
- lukot
- kilvet
- liitokset
- johdotukset
- kytkinvarokkeet
- ohjausreleet.

### **3.4. Pääkeskusten katkaisijahuollot**

Katkaisija on pääkeskusten tärkein huoltoa vaativa koje. Suurin turvallisuushyöty sekä käyttövarmuuden parannus saavutetaan sen huollolla. Tämän takia terässulatolla on otettu pääkeskusten katkaisijat ennakkohuolto-ohjelmaan. Jokaisella pääkeskuksen katkaisijalla on oma ennakkohuolto. Ennakkohuolto-ohjelman piiriin kuuluu jokainen terässulaton pääkeskuksen katkaisija. /12/

Kunnossapitohuollolla tarkoitetaan tiettyjen aikavälien tai käyttökertojen jälkeen tehtäviä toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on maksimoida katkaisijoiden käyttöikä ja estää katkaisijan vikaantumisesta johtuvia vikoja sähkönjakelussa. Huoltamaton katkaisija on riski sähkönjakelulle ja turvallisuudelle. /12/

Katkaisijan huoltoväliin vaikuttavat monet eri seikat. Yksi tekijä on kosteus ja ilman epäpuhtauksien aiheuttama korroosio tai likaantuminen. Muuntoasemilla terässulatolla on suhteellisen hyvä ilmanvaihto, joten edellä mainitut tekijät eivät ole aiheuttaneet ongelmia.

Kuormitusvirta aiheuttaa kuitenkin lämpenemää ja voiteluaineiden kovettumista. Katkaisutapahtuma aiheuttaa kulumista katkaisijan ohjauslaitteissa. Suurin kulutus ja rasitus kohdistuvat virran katkaisun suorittaviin komponentteihin kuten koskettimiin ja valokaaren sammutuskammioon. Niiden kestoikään vaikuttavat toimintakertojen lisäksi katkaistavan kuorman tyyppi ja virta-arvo. Katkaisijan toimintakertojen seuraaminen on helppoa, koska niissä on yleensä mekaaninen toimintakertoja laskeva mittari. Kuvassa 7 näkyy, kuinka pahaa jälkeä voi tulla katkaisijan vikaantuessa. /12/



**Kuva 7. Vikaantunut katkaisija /12/**

Katkaisijahuollot terässulatolla suorittavat korjaamon sähköasentajat yhdessä terässulaton sähköasentajien kanssa. Korjaamon sähköasentajat, jotka huollon suorittavat on koulutettu katkaisijoiden huoltoon. Korjaamon sähköasentajat ovat Ruukin omia työntekijöitä. Terässulaton sähköasentajien tehtävä huollossa on sopia prosessin kanssa siitä, minkä alueen pääkeskuksen voi ottaa huoltoon. Tämän jälkeen prosessin henkilöstö sammuttaa sen keskuksen perässä olevat laitteet. Terässulaton sähköasentajien tehtävänä on myös ottaa katkaisija virrattomaksi avaamalla se ja vetämällä katkaisijavaunu ulos.

Terässulatolla ennakkohuolloissa katkaisijoiden huoltoväliksi on määritelty viisi vuotta. Yleisesti käytetty huoltoväli katkaisijoilla on 3-5 vuotta, joten tämä väli on normaali.

Katkaisijoiden ympäristön olosuhteetkin ovat hyvät terässulatolla ja toimintakertojen määrät vähäisiä, joten viisi vuotta on hyvä väli ennakkohuoltojen jaksoksi.

### 3.5. Jakelumuuntajien huollot

Terässulatolla ja muuallakin Raahen tehtaalla yli 1000 V:n sähkönjakelusta vastaa voimalaitos. Tästä johtuen voidaan todeta, että osastoilla olevat jakelumuuntajat kuuluvat voimalaitoksen vastuualueeseen. Muuntajasta eteenpäin sähkökunnossapito kuuluu osastojen vastuualueiden piiriin.

Terässulatolla olevat muuntajat ovat öljymuuntajia ja kuivamuuntajia. Kuivamuuntajat ovat melkein huoltovapaita. Kuivamuuntajat olisi hyvä kuitenkin puhdistaa ajoittain sekä kiristää käämit.

Jakelumuuntajien kuten öljymuuntajien määräaikaishuolto olisi hyvä tehdä prosessiteollisuudessa 1-2 kertaa vuodessa. Tarkastus olisi hyvä tehdä kaksi kertaa vuodessa, koska näin nähdään kesä- ja talviajan vaikutukset muuntamotilaan ja kuormitukseen. /14/

Määräaikaistarkastuksessa tarkastetaan seuraavat asiat:

- muuntajan öljymäärät ja mahdolliset vuodot
- eristimen kunto, mahdolliset vauriot ja puhdistustarve
- ilmakehän kunto
- kaapelipäätteet, erottimet, alajännitekiskosto
- muuntajahuoneen ovet ja lukot
- suojapuomit ja varoituskilvet
- muuntajahuoneen kunto ja siisteys
- jäähdytyspuhaltimet, tuuletusaukot
- muuntajan alajännitteen arvo. /14/

Mahdollisia tarkistettavia asioita on myös:

- väliottokytkimen ohjain
- öljyn lämpötilasuojan asettelu
- öljyn pinnankorkeuden ylä- ja alarajat
- kaasureleen hälytys ja laukaisu
- säiliön maalaus
- kilvet
- suojamaadoitus
- jakelumuuntajan öljyn läpilyöntilujuus
- sähkölaitteiden puhdistus. /14/

Huoltokierroksilla löytyy vuosittain koko Raahan tehtaan alueella alle viisi jakelumuuntajaa, joille joudutaan tekemään suurempi huolto. Tällaista huoltoa kutsutaan perushuolloksi. Jakelumuuntajille tehdään kerran niiden elinkaaren aikana perushuolto. Perushuollon aikaa ei voi tarkkaan sanoa, koska se riippuu monesta eri tekijästä. Muuntajan elinikään vaikuttaa muuntajan kosteus, lämpötila, ilmanlaatu, yliaallot ja kuormitus. Erityisesti se miten muuntajaa kuormitetaan, vaikuttaa muuntajan elinikään. Nämä kaikki tekijät huonontavat muuntajaöljyn laatua ja rappeuttavat öljypaperieristettä. Muuntajien tuhoutumisen syy on juuri se, että öljypaperieriste tuhoutuu. Muuntajien perushuollon ajankohta on noin 25 vuoden ikä, jos paperieriste ei ole liikaa vaurioitunut. /8/

Terässulatolla käytössä olevien muuntajien elinkaari on noin 40 vuotta. Todellisuudessa tämä on kuitenkin näissä olosuhteissa lähempänä 50 vuotta, jos muuntajaa kuormitetaan oikein. Elinkaaren aikana muuntaja huolletaan täydellisesti kerran eli niille tehdään perushuolto. Käytössä on paljon muuntajia, jotka ovat jo yli elinkaaren ajan olleet käytössä. Perushuollon suorittaa ulkopuolinen yritys. Ulkopuolisen yrityksen kanssa tehdään huoltosopimus vuodeksi kerrallaan. Huoltosopimus kilpailutetaan tarjolla olevien alan yritysten kesken. /8/

Jakelumuuntajia on terässulatolla paljon eri tehoisia ja kokoisia. Terässulatolla on käytössä öljymuuntajia sekä kuivamuuntajia. Käytössä olevia muuntajia on nimellisjännitteen perusteella seuraavia:

- 10000 / 6000 V
- 10500 / 6300 V
- 10000 / 690 V
- 10500 / 400 V
- 10000 / 400 V
- 10500 / 375 - 219 V

## 4. YLEISTÄ KATKAISIJOISTA

Katkaisijoita on olemassa useita erilaisia. Ne luokitellaan käytettävän väliaineen perusteella. Terässulatolla pääkeskuksissa käytetty katkaisija on ilmakatkaisija. Vähäöljykatkaisijoita on käytössä 10 kV:n katkaisijoina. Seuraavissa luvuissa kerrotaan tarkemmin näistä kahdesta katkaisijatyypistä.

### 4.1. Katkaisijan toimintaperiaate ja luokitus

Katkaisijan on kyettävä vaaraa aiheuttamatta sulkemaan ja katkaisemaan virtapiirin suurin mahdollinen virta. Siksi katkaisijan on pystyttävä katkaisemaan virtapiirissä suurin oikosulkuvirta ja kytkemään nimellisjännitteinen virtapiiri oikosulkuun. Katkaisija ei saa vioittua katkaisutoimenpiteessä. Katkaisun on tapahduttava siten, että muulle syöttöverkolle aiheutuu mahdollisimman vähän vaurioita. Katkaisijat toimivat automaattisesti tai manuaalisesti. /7/

Virtapiirin katkaisussa virta ei katkea välittömästi katkaisijan koskettimien avautuessa, vaan virtapiiri pysyy suljettuna valokaaren välityksellä. Valokaaren sammutus tapahtuu sitä ympäröivällä sammutusväliaineella. Käytettävän väliaineen perusteella katkaisijat luokitellaan seuraavasti:

- ilmakatkaisijat
- öljykatkaisijat
- vähäöljykatkaisijat
- paineilmakatkaisijat
- SF<sub>6</sub>-katkaisijat
- tyhjökatkaisijat. /7/

## 4.2. Katkaisijan ominaisarvot

Katkaisijan tärkeimmät ominaisuuksia kuvaavat arvot ovat nimellisvirran ja nimellisjännitteen lisäksi katkaisukyky ja sulkemiskyky. Nimellisvirta määrää katkaisijan kuormitettavuuden jatkuvassa tilassa katkaisijan ollessa kiinni. Kuormitettavuuden kriteerinä on se, että standardoituja lämpenemisarvoja ei ylitetä. Katkaisijan nimellisjännite on sama kuin sen suurin sallittu käyttöjännite  $U_m$ . Nimellisjännite määrää katkaisijan eristyksille asetettavat jännitelujuusvaatimukset. /2/

Katkaisijan tärkein ominaisuus on mahdollisuus sulkea ja avata vaurioitumatta oikosulkuvirtapiiri. Näitä ominaisuuksia kuvataan oikosulun sulkemis- ja katkaisukyvyllä. Oikosulun katkaisukyvyllä tarkoitetaan suurinta virta-arvoa, jonka katkaisija pystyy nimellisjännitteellään napaoikosulussa katkaisemaan. Katkaisukyky ilmoitetaan vaihtovirtakomponentin tehollisarvona sekä tasavirtakomponentin prosentuaalisena osuutena katkaisijan valokaarikoskettimien erkanemishetkellä. Yhdessä nämä arvot määrittelevät koetuksessa käytettävän epäsymmetrisen oikosulkuvirran muodon. /2/

## 4.3. Ilmakatkaisijat

Terässulatolla pääkeskuksissa käytetty katkaisija tyyppi on ilmakatkaisija. Niiden etuna ovat varsinkin pienet katkaisijan itsensä aiheuttamat ylijännitteet sekä suuri kytkentätiheys ja pitkät huoltovälit. /2/

Ilmakatkaisijoita valmistetaan tavallisesti nimellisjännitteeseen 500 V:n asti. Nimellisvirrat ilmakatkaisijoilla saattavat nousta 10 kA:iin asti. Katkaisuvirta on tavallisesti 25 - 50 kA, mutta voi joskus olla huomattavasti suurempikin. /2/

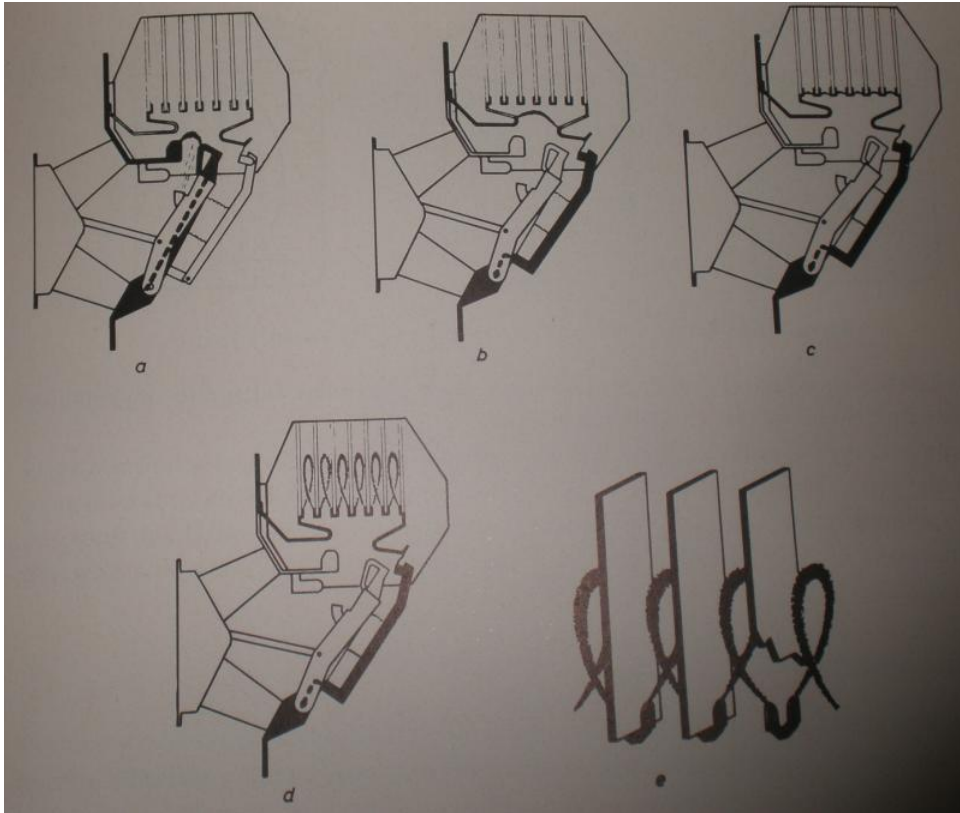
Ilmakatkaisijassa katkaisukärjet ovat normaalipaineisessa ilmassa. Katkaisukärjet on tavallisesti suojattu tulenkestävällä ja eristävällä valokaarisuojuksella. Suojuksen sisällä on yleensä lukuisia välilevyjä, koska näin saadaan tehostettua valokaaren sammumista. /2/



Suurimmassa osassa ilmakatkaisijoita on erikseen pää- ja valokaarikoskettimet. Katkaisijan ollessa suljettuna, virta kulkee pääasiassa pääkoskettimien kautta. Katkaisijan avauksessa pääkoskettimet avautuvat ennen valokaarikoskettimia, jolloin katkaisupalokaari syntyy valokaarikoskettimien välille, eivätkä pääkoskettimet silloin vahingoitu. Valokaarikoskettimien välinen valokaari sammutetaan vetämällä valokaari nopeasti valokaarisuojuksen muodostamaan moniosaiseen sammutuskammioon. /2/

Monet katkaisijoiden valmistajat varustavat ilmakatkaisijansa erityisellä magneettisella puhalluksella. Magneettivoimia voidaan käyttää hyväksi koskettimien liikkeen tehostamisessa. Tällainen tilanne on esimerkiksi oikosulkuvirran huippua rajoittavissa pienjännitekatkaisijoissa. Magneettipuhalluksessa valokaari ohjataan katkaistavan virran muodostaman magneettikentän avulla levyrakenteiseen sammutuskennostoon. Tilanteessa sammutuskennostossa valokaari pitenee, jäähtyy ja lopulta sammuu. /2/

Kuvassa 8 on esitetty erään ilmakatkaisijan katkaisuprosessi pääpiirteittäin. Kohdassa a pääkoskettimet avautuvat, kohdassa b valokaari siirtyy kipinäkoskettimille, kohdassa c valokaari siirtyy sammutuskammioon jakaantuen osiin ja kohdassa d on esitetty osavalokaarten venyminen magneettipuhalluksen vaikutuksesta. Kohdassa e on lähikuva tilanteesta d.



**Kuva 8. Ilmakatkaisijan toimintaperiaate pääpiirteittäin /2/**

#### **4.4. Ilmakatkaisijan huoltotoimenpiteet**

Ilmakatkaisijassa on tiettyjä osia, jotka kuluvat ja vaativat huoltoa. Tällaisia osia ovat:

- runko
- sammutuskammio
- pääkoskettimet
- katkaisijamekanismi. /12/

Rungossa ei saa olla minkäänlaisia palo- tai halkeamajälkiä. Sen tehtävänä on erottaa vaiheet toisistaan sekä katkaisijan muista osista. Runko suojaa katkaisijaa oikosulun

aiheuttamilta valokaarilta ja ylipaineelta. Katkaisijaan siis vaikuttaa suuria sähkövirran aiheuttamia voimia. Huollossa pitää tarkastaa katkaisijan runko hyvin. /12/

Sammutuskammioiden tehtävänä on sammuttaa oikosulun aiheuttama valokaari ja vaimentaa siitä syntynyt ylipaine. Huoltaessa katkaisijaa täytyy sammutuskammio tarkastaa hyvin, koska huonokuntoinen sammutuskammio ei pysty selviytymään oikosulusta. Tästä voi johtua jopa katkaisijan tuhoutuminen. Katkaisijan tuhoutuessa sähköön toimitusvarmuus ja turvallisuus heikkenevät. Katkaisijan sammutuskammion levyt voivat mustua, mutta ne eivät saa olla kuitenkaan vahingoittuneet. Sammutuskammioiden levyjen mustuminen johtuu nimellisvirralla kuormitettaessa syntyvistä kaasuista. /12/

Pääkoskettimien avulla kytketään ja katkaistaan virta normaalitilanteissa sekä vikatilanteissa. Vikatilanteella tarkoitetaan oikosulkua. Pääkoskettimet kuluvat, kun katkaisijaa ohjataan useasti auki ja kiinni. Lisäksi erityisesti oikosulkuvirroilla koskettimet kuluvat. Kuluneiden koskettimien seurauksena lämpötila voi kohota ja laitteen käyttöikä pienentyä. Koskettimet pitää huollossa tarkastaa erityisen hyvin. /12/

Ympäristön vaikutukset vaikuttavat katkaisijassa eniten katkaisijamekanismiin. Liian vähäinen voitelu, liiallinen voitelu, kosteus, pöly, iskut ja vaativat olosuhteet voivat heikentää katkaisijan mekaanista toimintaa. Oikeanlaisen voitelun merkitys korostuu katkaisijaa huollettaessa, koska voiteluainetta ei saa olla liikaa eikä liian vähän. Terässulatolla, jossa tuotanto on tehokasta, katkaisija avautuu tai se avataan harvoin. Liiallinen auki- ja kiinniohjaus lyhentää käyttöikää, myös pitkäaikainen käytön puute voi johtaa toimintahäiriöihin. Säännöllisellä käytöllä taataan katkaisijalle luotettava toimintakunto. Pääkeskuksien varasyötön katkaisijaa on suositeltavaa käyttää ajoittain, että saadaan varmuus sen toiminnasta. /12/

Katkaisija täytyy tarkastaa pitkäaikaisen varastoinnin jälkeen. Varastoidessa katkaisija pitää laittaa auki-asentoon ja viritysmekanismi lepotilaan. Tila, jossa katkaisija varastoidaan, täytyy olla kuiva ja mielellään ilmastoitu. Siellä ei saa olla kemikaaleja, pölyä, kosteutta eikä roskia. /12/

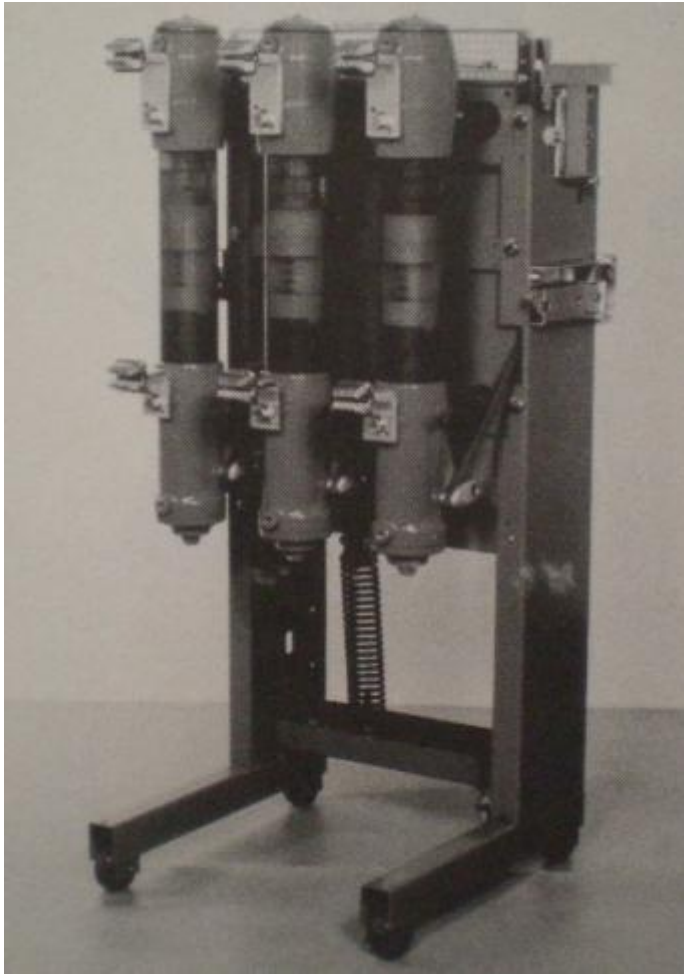
#### 4.5. Vähäöljykatkaisijat

Vähäöljykatkaisijoissa sammutuskammiot rakennetaan kullekin vaiheelle erikseen eristimien varaan ulkoisen eristyksen aikaansaamiseksi. Tällä menetelmällä on saatu kunkin katkaisijan navan öljymäärä pieneksi. /2/

Valokaaren sammutus vähäöljykatkaisijassa perustuu öljyn höyrystyessä syntyvään paineeseen ja paineen vaikutuksesta syntyvään öljyn virtaukseen. Öljyn virtauksen määräävät paineen ja sammutuskammion sisäisen muotoilun lisäksi erilaiset öljyn virtausta tehostavat pumppauslaitteet. Tällä tavoin öljyn virtaus voidaan suunnata valokaaren suuntaan tai poikittain sitä vastaan. Pumpatun öljyn merkitys on suurin pieniä virtoja katkaistaessa, koska tällöin valokaaren itsensä aiheuttama paine on vähäinen. Pieniä induktiivisia virtoja katkaistaessa liiallinen pumppaus saattaa katkaista virran liian nopeasti, mistä aiheutuu ylijännitevaara. /2/

Kosketinpuikon liike saadaan aikaan vähäöljykatkaisijassa tyypillisesti jousien avulla. Jouset tarvitaan erikseen sulkemis- ja avausliikettä varten. Jousien viritys voi tapahtua esimerkiksi moottorin avulla. /2/

Vähäöljykatkaisijoita on ollut saatavissa lähes kaikilla käyttöjännitteillä ja suurimpiin tarvittaviin katkaisuvirtoihin asti. Niiden pääasiallinen sovellutusalue on ollut jännitealueella 7,2...123 kV paikoissa, joissa kytkentätiheys ja oikosulkuvirrat ovat kohtuullisia. Käyttöjännitteen ollessa yli 145 kV:a, katkaisija koostuu useammasta sarjaan kytketystä katkaisuelementistä, joiden välinen jännitejako tapahtuu erilaisilla, useimmiten kapasitiivisilla jännitteenjakajarakenteilla. Kuvassa 9 on esitetty vähäöljykatkaisija vaunuun sijoitettuna. /2/



**Kuva 9. Vähäöljykatkaisija OSAM-P vaunuun sijoitettuna /2/**

## 5. VIKAHISTORIA

Tässä osassa perehdytään jakelumuuntajien ja pääkeskusten vikahistoriaan. Vikahistorian selvittämisessä vaikeutti se, että entinen tietojärjestelmä TP poistui käytöstä. TP-järjestelmästä siirtyi Arttu-kunnossapitojärjestelmään tiedot, mutta aivan kaikkea sieltä ei saatu poimittua. Esimerkiksi vuosien varrella tapahtuneita häiriökirjauksia ei kaikkia Artusta löytynyt. Tämä hieman hankaloitti vikahistorian selvittämisessä, mutta ei siitä ongelmaa tullut. Jakelumuuntajissa tapahtuneet vikatilanteet selvisivät yhteistyössä voimalaitoksen kanssa.

### 5.1. Jakelumuuntajat

Terässulaton jakelumuuntajissa on vuosien varrella ollut erilaisia vikatilanteita. Yleisesti jakelumuuntajat ovat olleet käyttövarmoja. Osastolla jakelumuuntajien määrä on kuitenkin suuri ja elinikä suurimmalla osalla suhteellisen pitkä, joten häiriöitä on tullut vuosien varrella. Huoltoa ja korjausta vaativia tilanteita jakelumuuntajissa terässulatolla ovat olleet:

- puhdistukset
- öljyvuodot
- kaasureleviat
- ylilämpö. /8/

Terässulaton jakelumuuntajille tehdään kerran vuodessa huoltokierros. Näillä kierroksilla muuntajan ympäristö puhdistetaan. Samalla tarkastetaan mahdolliset öljyvuodot, öljymäärä, ilmakuivaimen suolojen kunto ja tehdään lämpökuvaus. Öljyvuotoja on terässulaton jakelumuuntajissa ollut jonkin verran. Osa vuodoista on ollut vähäisiä ja osa suurempia. Huoltokierroksilla on löydetty muutamia jakelumuuntajia, joissa on ollut vakavampi vika. Yleensä vakavan tai kriittisen vian ollessa kyseessä joudutaan muuntaja ottamaan jännitteettömäksi. Tällöin sähkönjakelu osastolla heikkenee ja joudutaan miettimään vaurioituneen muuntajan perässä olevalle pääkeskukselle uutta syöttöä.

Jakelumuuntajissa havaitut vakavimmat puutteet ja viat korjaa yleensä ulkopuolinen yritys. /8/

Yksi sellainen vika, joka terässulaton muuntajissa on ollut vuosien varrella, on kaasureleviat. Relettä käytetään muuntajan ja öljytäynteisen reaktorin suojariekinä. Kaasurele on toiminnaltaan kaksipuolinen uimurikytkin, jossa ylempi porras suorittaa hälytyksen ja alempi laukaisun. Muuntajassa kuumentuminen minkä tahansa vian takia hajottaa öljyä kaasuksi, joka kerääntyy öljysäiliön paisuntaputkeen asennettuun kaasureleeseen. Öljypinnan alentuessa releessä ylemmän portaan kytkin suorittaa hälytyksen. Eristyksen läpilyönnissä öljy kaasuuntuu voimakkaasti ja kaasua tulee paisuntaputkea myöten niin paljon, että öljyn pinta laskee laukaisurajalle ja toinen kytkin sulkee laukaisupiirin. Laukaisukytkin toimii myös öljyn liikkeestä. /4/

Jakelumuuntajissa yksi vika ja häiriötilanteita aiheuttava tekijä on ollut ylikuumeneminen. Tämän takia jakelumuuntajat lämpökuvataan sen varalta, että nähdään liialliset lämpenemiset liittoksissa ja itse muuntajassa. Muuntajan lämpenemiseen on useita eri tekijöitä. Yleisimpiä tekijöitä lämpenemiseen on ulkoiset ja sähköiset tekijät. Ulkoisia tekijöitä on käyttöympäristön liian korkea lämpötila. Käyttöympäristön lämpötila nousee helposti liian korkeaksi, jos muuntajan säilytystila ei ole kunnolla ilmastoitu. Sähköisistä tekijöistä suurin ylikuumenemisen tuottaja on muuntajan ylikuormittaminen. Ylikuormitus vaikuttaa jakelumuuntajan lämpötilaan nostavasti, koska muuntajan sydämessä syntyvät häviöt kasvavat ja aiheuttavat lämpötilan nousun. Muuntajan lämpötilan nousulla on se seuraus, että paperieriste vanhenee nopeammin. Paperieristettä käytetään muuntajissa käämitysten eristeenä ja läpivientien ja käämien välisten johtimien eristeenä. /8/

Yksi pahimmista vioista jakelumuuntajissa terässulalla on tapahtunut inhimillisen erehdyksen ja huolimattomuuden takia. Muuntajaa oli huollettu ja kaikki turvatoimet oli tehty oikeaoppisesti. Käyttönotettaessa muuntajan alajännitepuolelle oli jäänyt maadoitusköydet, jolloin jakelumuuntaja oli tuhoutunut. /8/

Jakelumuuntajien vikahistoria selvitys koskee öljymuuntajia, koska niissä on ollut vikoja eniten. Kuivamuuntajissakin on vikoja vuosien varrella joitakin ollut. Tyypillisimpiä

vikoja kuivamuuntajissa on ollut muuntajaan päässyt vesi sekä huono jäähdytys. Sydämen irtoamisia on myös kuivamuuntajissa havaittu. /8/

## 5.2. Pääkeskukset

Pääkeskukset ovat sähkönjakelun ja sähkötoimitusvarmuuden kannalta tärkeässä asemassa. Pääkeskuksen mahdollinen vikaantuminen tai jopa sen yksittäisen lähdön vikaantuminen näkyy yleensä heti prosessissa tavalla tai toisella. Tämä johtuu siitä, että pääkeskusten lähdöt syöttävät esimerkiksi jotakin alakeskusta tai suurempaa yksittäistä kohdetta. Pääkeskukset ovat olleet suhteellisen käyttövarmoja. /6/

Pääkeskuksissa kohdatut viat ovat yleensä olleet yksittäisten lähtöjen tuhoutumisia. Yksittäisistä lähdöistä suorat moottorilähdöt ovat sellaisia, joita on tuhoutunut määrältään eniten. Moottorilähdöistä on tuhoutunut yleensä kontaktori. Yksi vikoja aiheuttava tekijä pääkeskusten lähdöissä on ollut löysät liitokset. Tästä on ollut seurausta se, että lähtö on lämmennyt liikaa. Lämpenemisen seurauksena eristykset ovat heikentyneet ja on tapahtunut oikosulku lähdössä. /6/

Yksi sähkön toimitusvarmuuden kannalta vakava vika on tapahtunut terässulaton muuntoasemalla 3. Siellä erään pääkeskuksen kiskostossa tapahtui oikosulku. Keskuksen syötön pääkatkaisija havahtui ja toimi tilanteessa. Tilanne oli hankala, koska vikaa ei saatu aluksi paikannettua. Keskukselta jouduttiin kriittisimpien lähtöjen kaapelit kääntämään toiselle pääkeskukselle väliaikaisesti. Keskuksen korjaamisen suoritti ulkopuolinen yritys. Siihen jouduttiin vaihtamaan uudet kiskostot ja kiskostojen läpivientien eristykset. Kyseinen pääkeskus oli poissa käytöstä useamman viikon. /6/



## 6. TERÄSSULATON SÄHKÖNJAKELU

Terässulaton sähkönjakelu tapahtuu muuntoasemalta 1 ja muuntoasemalta 4. Muuntoasemat 2 ja 3 ovat niiden ala-asemia. Käytössä on kaksoiskiskojärjestelmä, johon syötöt tulevat voimalaitokselta ja valssaamolta. Valssaamolta on varasyöttöyhteys muuntoasemalle 3. /11/

Terässulatolla kuormat on jaettu puoliksi ykkös- ja kakkoskiskoon huomioiden myös eroonkytkentä häiriötilanteessa. Kiskostojen välillä on käytössä syötönvaihtoautomaatiikka. Syötönvaihtoautomaatiikka on muuntoaseman 1 kojeistossa TE 1C ja muuntoaseman 4 kojeistossa TE 2B. Syöttöjä ja ryhmitystä ei saa vaihtaa ilman voimalaitoksen lupaa. Terässulaton pääkojeistot sijaitsevat muuntoasemilla 1, 2, 3 ja 4, sähkötilassa 61, sähkötilassa 46 ja kiertovesipumppaamalla. /11/

Taulukoissa 1-2 näkyvät muuntoasemaan 1 liittyvät laitteet. Muuntoasemaa 1 syötetään voimalaitokselta ja valssaamolta päin. Voimalaitokselta syötetään I-kiskoon ja valssaamolta II-kiskoon. Taulukoissa 3-4 näkyvät muuntoasemaan 4 liittyvät laitteet. Muuntoasemaa 4 syötetään myös voimalaitokselta ja valssaamolta. Voimalaitokselta syötetään I-kiskoon ja valssaamolta II-kiskoon. Taulukoissa 1-4 näkyvät lähtökenno, kuorma ja kohde. Liitteessä 2 on esitetty terässulaton sähkönjakelu pääpiirteittäin.

**Taulukko 1. Muuntoasema 1 syöttö. Syöttö terässulaton I-kiskoon Vo2c18 kisko 1:ltä.**

Lähtökenno	Kuorma	Kohde
Te1C 02	TeM 07	Välipumppaamo
Te1C 04	TeM 05	Välipumppaamo
Te1C 05	TeM 15	Välipumppaamo
Te1C 10	TeM 04	Konvertteri valaistus
Te1C 11	TeM 11	Konvertteri osasto
Te1C 12	TeM 12	Konvertteri osasto
Te1C 23	TeM 14	Konvertteri osasto
Te1C 25	Te 2C	JVL-2
Te1C 28	TeM 03	Savukaasuimuri 3

**Taulukko 2. Muuntoasema 1 syöttö. Syöttö terässulaton II-kiskoon Va 1C 17.**

<b>Lähtökenno</b>	<b>Kuorma</b>	<b>Kohde</b>
Te1C 01	TeM 08	Välipumppaamo
03	TeM 06	Välipumppaamo
Te1C 06	TeM 41	Kiertovesipumppaamo
Te1C 07	TeM 02	Savukaasuimuri 2
Te1C 08	TeM 01	Savukaasuimuri 1
Te1C 13	TeM 13	Konvertteri osasto
Te1C 17	TeM 31	Konehöylä
Te1C 18	TeM 22	JVL-1
Te1C 20	TeM 24	JVL-1

**Taulukko 3. Muuntoasema 4 syöttö. I-kiskosto syöttö Vo3B 11.**

<b>Lähtökenno</b>	<b>Kuorma</b>	<b>Kohde</b>
Te2B 18	TEM 23	JVL-1
Te2B 16	TeM 61	JVK-6
Te2B 07	Te2B 42	Valaistus

**Taulukko 4. Muuntoasema 4 syöttö. II-kiskosto syöttö Va1B 18.**

<b>Lähtökenno</b>	<b>Kuorma</b>	<b>Kohde</b>
Te2B 08	TeM 43	Pölynpoisto, senkkauuni, mikserit
Te2B 09	TeM 44	Pölynpoisto, senkkauuni, mikserit
Te2B 14	TeM 81	Romuterminaali
Te2B 17	TeM 62	JVK-6

## 7. OHJEISTUS OSASTON SÄHKÖNJAKELULLE

Ohjeistuksen tarkoituksena on tehdä muuntoasemille ohjeistus erilaisille poikkeustilanteille alle 1000 V:n jännitejakelussa. Poikkeustilanteella tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaista, että tilanne poikkeaa jotenkin normaalista tilanteesta jännitejakelussa. Tilanne, joka poikkeaa normaalista voi olla esimerkiksi vian aiheuttama tai pääkeskuksen katkaisija huollosta johtuva. Poikkeavissa tilanteissakin jännitejakelu täytyy turvata tavalla tai toisella.

Ohjeistuksessa kerrotaan töistä 10 kV:n puolella, joita terässulaton sähköasentajat saavat tehdä. Ohjeistuksessa kerrotaan myös huomioon otettavia asioita muuntajien rinnankäytössä.

Ohjeistuksesta on tarkoitus tehdä selkeä ja ottaa siinä huomioon keskeisimmät asiat. Siinä ei voi keskittyä yksittäisiin tilanteisiin, koska jokainen vika ja tilanne sähkönjakelussa ovat tapauskohtaisia. Ohjeistuksesta on tarkoitus tehdä sellainen, jota voidaan käyttää apuna jokaisella muuntoasemalla tilanteen tullessa eteen. Ohjeesta on pöytäkirjan tapainen ohje liitteessä 1, jota voidaan käyttää esimerkiksi pääkeskuksen syöttökatkaisijan huollossa hyväksi.

### 7.1. Turvallisuus

Sähköturvallisuusstandardin SFS 6002 mukaan sähköturvallisuustoimenpiteitä valvova henkilö on nimettävä etukäteen kutakin työkohdetta varten. Toistuvissa tehtävissä voidaan noudattaa pysyväisohjetta. /11/

Työkohteen turvallisuus pitää aina varmistaa. Toimenpiteitä tehtäessä on aina muistettava ja huomioitava rinnakkais-, vara- ja takasyöttömahdollisuudet. Muuntoasemilla työskennellessä täytyy muistaa, että muuntoasemienkin välillä on takasyöttömahdollisuus nosturin virtakiskojen kautta. Jos työ kohdistuu nosturivirtakiskoihin tai pääkeskuksiin, on

ne maadoitettava maadoituserottimella tai asianmukaisilla maadoitusköysillä. Maadoitusköysiä säilytetään terässulatolla jokaisella muuntoasemalla. Erotuskohdat on merkittävä aina nimellä varustetulla lapulla. /11/

Verkon laajuudesta ja takasyöttömahdollisuudesta johtuen jännitteiden katkaisun ja kytkennän muista kuin turvakytkimistä, saa tehdä vain terässulatton sähköalan ammattihenkilö. Alueella työskentelevät ulkopuoliset sähköasentajat voivat suorittaa kytkentöjä alueen työnjohdon luvalla vain erikseen sovituihin yksittäisissä kohteissa. /11/

## **7.2. 10 kV: n verkko**

10 kV:n verkon kytkentätilanteiden muutokset tehdään pääjakelun sähköhenkilöstön toimesta tai niiden luvalla. Tämä tarkoittaa sitä, että muutokset tehdään voimalaitoksen luvalla tai toimesta. Kytkentätilanne muuttuu, jos muutetaan kojeistoon tulevien tai siitä lähtevien syöttöjen kytkentöjä, tai jos muutetaan kiskokatkaisijoiden tai maadoitusmuuntajien kytkentöjä. Pääjakelun tarkka tilanne on tarkistettavissa voimalaitokselta pääjakelun kaukokäyttöjärjestelmästä. /11/

Pääjakelun häiriötilanteiden hälytykset viedään osastokohtaisesta hälytyskeskuksesta voimalaitoksen pääjakelun kaukokäyttöjärjestelmään. 10 kV:n verkon suojaus on toteutettu pääasiassa säteittäisen verkon oikosulku -ja maasulkusuojausena. /11/

Pääasiassa 10 kV:n työt terässulatolla tekee voimalaitos. On kuitenkin töitä, joita osaston omat sähköasentajat saavat tehdä ja näitä töitä ovat:

- yksittäisten muuntaja-, tai moottorilähtöjen erottaminen verkosta korjausta tai huoltoa varten
- suojauslaitteiden toimintojen kirjaaminen ja tarvittaessa toiminta-arvojen lukeminen releeltä, jos henkilö on siihen opastettu
- lähdön katkaisijan vaihto, jos henkilö on siihen opastettu

- lisäjähdytyksen järjestäminen muuntajalle, jos kuormaa ei voida vähentää ja muuntaja hälyttää yllämmöstä. /11/

### **7.3. Ohjeistus pääkeskusten pääkatkaisijan huollolle**

Tämän ohjeen avulla erotetaan ja otetaan sähköttömäksi pääkeskuksen syöttökatkaisija, jakelumuuntaja ja 10 kV:n syöttökatkaisija. Tilanne, jolloin näin joudutaan tekemään on esimerkiksi silloin, kun huolletaan pääkeskuksen katkaisijaa, jakelumuuntajaa tai 10 kV:n syöttökatkaisijaa. Tämän ohjeen avulla saadaan huollettua kaikki laitteet 10 kV:n syöttökatkaisijasta lähtien. Yleensä huollot pyritään sovittamaan voimalaitoksen kanssa siten, että voimalaitoksen ja terässulaton sähköasentajat tekevät huollon samanaikaisesti. Tämän takia voimalaitoksen ja terässulaton välillä on vuorovaikutus toimittava, jotta vältytään ylimääräisiltä katkoilta tuotannossa ja sähkönjakelussa.

Toimenpiteitä aloitettaessa pitää tarkistaa, että muuntajat jotka rinnankytketään ovat samassa syöttöpisteessä 10 kV:n puolella. Terässulaton kuormat on jaettu kahteen kiskoon. Kiskolle I tulee syöttö voimalaitoksen kautta ja kiskolle II syöttö valssaamon kautta. Taulukoista 1-4 näkee kuormituksen jaon. Jakelun tarkan tilanteen saa selvitettyä myös voimalaitokselta. Muuntajista täytyy tarkastaa, että käämikytkimet ovat samalla portaalla. Tämän tarkistuksen suorittavat voimalaitoksen sähköasentajat.

Kyseisessä tilanteessa pitää tarkastaa pääkeskusten kuormat. Kuormien tarkastus on tärkeää, koska tilanteessa otetaan myöhemmin toinen jakelumuuntajista huollon tai vian ajaksi pois käytöstä ja tämän jälkeen kaksi pääkeskusta on yhden jakelumuuntajan perässä. Normaalitylanteessa pääkeskuksia syöttävät omat jakelumuuntajat Tämän takia on hyvä katsoa tärkeimmät lähdöt pääkeskuksista ja ottaa vähemmän tärkeät huollon tai vian ajaksi pois päältä. Näitä pois kytkettyjä lähtöjä voidaan myöhemmin yksitellen ottaa käyttöön, kun tiedetään, kuinka paljon kuormitusta voi olla.

Tilanteessa, jossa otetaan kaksi pääkeskusta yhden jakelumuuntajan perään, on varmistettava, että varasyöttöyhteys varmasti riittää. Muuntajien kuormista johtuen pitää

tasoisvirta huomioida. Tämän jälkeen on hyvä mitata jännite-ero rinnankytkentäkatkaisijan läpi. Mahdollinen jännite-ero johtuu muuntajien erilaisista kuormituksista, muuntajien erilaisista oikosulkujännitteistä tai nimellistehojen eroista.

Jos kaikki edellä mainitut asiat ovat kunnossa mittaukset mukaan lukien, kytketään muuntajat rinnankytkentäkatkaisijalla rinnankäyttöön. Tämän jälkeen olisi hyvä mitata tasoisvirta, jos se on mahdollista mitata.

Seuraavana on vuorossa sen pääkeskuksen pääkatkaisijan avaaminen, joka on tarkoitus ottaa huoltoon. Tämän jälkeen katkaisija vedetään erotusasentoon. Tässä vaiheessa katkaisija voidaan luovuttaa Ruukin korjaamon sähköasentajille huollettavaksi. Katkaisijan huollon saa tehdä vain siihen koulutetut henkilöt. Korjaamon tietyt sähköasentajat on koulutettu tehtävään. Katkaisijahuollossa pitää korjaamon huoltoryhmää muistuttaa siitä, että muuntoasemilla on paloilmoinjärjestelmät, jotka ovat herkkiä pölylle. Pöly tulee huollossa siitä, kun huolletaessa katkaisijaa, se puhdistetaan paineilman avulla. Soittamalla palokunnalle saadaan paloilmoinjärjestelmä väliaikaisesti pois päältä.

Seuraavana avataan 10 kV:n katkaisija ja erotin. Henkilö, joka on erotuksen tehnyt, laittaa omalla nimellä varustetun kyltin 10 kV:n katkaisijalle ja erottimelle. Mikäli voimalaitoksen asentajat menevät muuntajalle töihin, laittavat he maadoitukset myös sinne.

#### **7.4. Jakelumuuntajien rinnankäyttö**

Jakelumuuntajien rinnankäyttö saattaa tulla eteen muuntajan vikaantuessa, huollon takia tai tehojen vajauksen takia. Muuntajien yleiset rinnakkaiskäyntiehdot ovat:

1. Muuntajien nimellisjännitteiden  $U_{1n}$  ja  $U_{2n}$  on oltava suunnilleen yhtä suuret. Toleranssi muuntosuhteissa saa olla korkeintaan 0,5 %.

2. Muuntajien toisiojännitteiden on oltava rinnakkainkytkettäessä keskenään samansuuntaiset. Näin on, jos muuntajat kuuluvat samaan kytkentäryhmään eli niiden tunnusluku on sama. Lisäksi soveltuvat rinnakkaiskäyttöön ne muuntajat, joiden tunnusluvut ovat 5 ja 11, jos sekä ylä- että alajännitepuolen johtimet risteillään kuten taulukossa 5 esitetään.
  
3. Muuntajien oikosulkuimpedanssien  $Z_{k1}$ ,  $Z_{k2}$  jne. on oltava suunnilleen yhtä suuret, erotus korkeintaan noin 10 %. Tämä ehto ei ole välttämätön, mutta kuormitus jakaantuu epätasaisesti muuntajien kesken, jos erot ovat suuret.
  
4. Muuntajien nimellistehojen  $S_{n1}$ ,  $S_{n2}$  jne. on oltava samansuuruisia, tehojen suhde korkeintaan 3:1. /1/

**Taulukko 5. Tunnusluvultaan 5 ja 11 olevat muuntajat soveltuvat rinnakkaiskäyttöön, jos sekä ylä- että alajännitepuolen johtimet risteillään taulukon 5 mukaisesti. /1/**

	Yläjännite	Alajännite
Kiskot	$L_1 L_2 L_3$	$L_1 L_2 L_3$
Muuntajan tunnusluku 5	A B C	a b c
Muuntajan tunnusluku 11 (kolme vaihtoehtoa)	A B C C B A B A C	c b a b a c a c b

## 8. NYKYKUNNON KARTOITUS

Nykykunnan kartoitus tehdään terässulaton jakelumuuntajille sekä pääkeskuksille. Jakelumuuntajien osalta kartoitus tehdään niiden kunnolle sekä saatavuudelle. Pääkeskuksien osalta kuntokartoitus tehdään muuntoasemakohtaisesti ja samalla tarkastetaan muuntoasemien yleinen siisteys.

### 8.1. Jakelumuuntajien kunto ja saatavuus

Terässulatolla on käytössä jakelumuuntajina öljyeristeisiä paisuntasäiliöllä varustettuja muuntajia sekä kuivamuuntajia. Jakelumuuntajista suurin osa on valmistettu 70-luvulla ja 60-luvun muuntajakin on käytössä vielä terässulatolla useita. Tämän ikäisten jakelumuuntajien luotettavuudesta ei voida enää olla varmoja, koska muuntajan elinkaari on noin 40 vuotta. Jakelumuuntajille tehdään kerran vuodessa huoltokierros, jossa ne tarkistetaan. /14/

Voimalaitos on teettänyt vuonna 2009 varamuuntajaselvityksen terässulaton kriittisimmille kohteille. Selvityksessä katsottiin terässulaton tärkeimmät kohteet tuotannon ja osaston sähkönjakelun kannalta. Selvityksen tavoitteena oli minimoida riskit sähkönkatkeamisen aiheuttamista taloudellisista vahingoista. Rautaruukilla on käytössä useita poikkeavilla jännitteillä olevia jakelumuuntajia. Näin on myös terässulatolla. Tällaisten muuntajien toimitusajat ovat pitkät. Jos ei ole varauduttu varamuuntajaan tai sähkön varasyöttömahdollisuuteen, niin muuntajan rikkoontuessa voi tulla ongelmia. Standardikokoisilla muuntajilla toimitusajat ovat n. 2,5 kuukautta ja erikoisimmilla jännitteillä tai suuremmilla tehoilla yli 5 kuukautta. /14/

Varamuuntajaselvityksessä vuonna 2009 oli selvinnyt, että terässulatolta löytyi 8 kuivamuuntajaa ja 5 öljymuuntajaa, joille ei löytynyt varamuuntajaa. Öljymuuntajista yksi oli tuotannon kannalta kriittinen. Kriittinen öljymuuntaja on TeM 31, joka on kaasuhöylän muuntaja. Kaasuhöylän savukaasuimurin muuntaja TeM 31 on selvityksen mukaan



kuitenkin mahdollista korvata varamuuntajalla. Voimalaitos tekee muuntajalle sähköisen ja fyysisen tarkastelun soveltuvuudesta kyseiseen käyttöön. /14/

Kuivamuuntajista kaksi oli kriittisiä tuotannon kannalta. Kuivamuuntaja TeM 61 on kriittinen ja TeM 81 kohtuullisen kriittinen. Näiden muuntajien rikkoontuessa tuotanto hidastuu, mutta ei pysähdy kokonaan. TeM 61 on JVK 6:n 400 V jakelun muuntaja. Tämän muuntajan rikkoontuessa tiettyjen laatuojen teko ei ole mahdollista. Osittain voidaan JVK 6:lla valaa terästä, koska TeM 62 on silloin vielä käytössä. Muuntaja TeM 81 on romuterminaalien muuntaja ja sen rikkoontuminen aiheuttaa romujen kierrätyksen hidastumista. /14/

Katkaisijahuollon yhteydessä havaittiin muuntoasemalla 2 muuntajan TeM 31 tilassa puutteita. Muuntajan tilassa on seinässä iso reikä. Muuntajan alajännitepuolelta on ennen lähtenyt kiskot pääkeskukselle 21. Muuntaja on myöhemmin vaihdettu ja otettu toiseen käyttöön. Samassa yhteydessä kiskosto on purettu. Tämän seurauksena kiskostolle tarkoitettu reikä seinässä on unohtunut peittää. Reiän kautta muuntajan tilasta ja jäähdytyshallin puolelta pääsee pölyä ja likaa 400 V:n kiskostoon ja sitä kautta pääkeskusten sisään muuntoasemalle 2. Kuvassa 10 näkyy reikä muuntajatilassa, josta pääsee pölyä muuntoasemalle. Kuvassa 11 näkyy 400 V kiskosto muuntoasemalla 2, joka on pahasti likaantunut ja pölyttynyt.



**Kuva 10. Muuntajan TeM 31 tila, jossa puutteita. Reikä seinässä, josta pääsee likaa muuntoasemalle 2**



**Kuva 11. Seinässä olevan reiän kautta tullutta pölyä ja likaa muuntoasema 2:n 400V kiskostossa**

## 8.2. Pääkeskusten kunto ja yleinen siisteys

Pääkeskusten kunto terässulatolla on vaihteleva. Pääkeskukset ovat kaikki suhteellisen hyvässä kunnossa, mutta osa niistä on jo niin vanhoja, että varaosien saanti niihin on loppumassa. Suurin ongelma varaosien saatavuudessa on pääkatkaisijoiden puute. Katkaisijoita ei ole käytössä olevien lisäksi juurikaan ylimääräisiä vanhimmille pääkeskuksille. Toinen puute vanhoissa keskuksissa on niiden kosketussuojaus.

### 8.2.1. Muuntoasema 1

Muuntoasema 1 on terässulaton toinen sähkönjakelun pääasemista. Tämä sen takia, koska terässulaton sähkönjakelu tapahtuu muuntoaseman 1 ja 4 kautta. Muuntoasema 1 on myös terässulaton suurin asema muuntoaseman 4 kanssa. Siellä sijaitsee useita pääkeskuksia. Pääkeskusten kunto on tällä asemalla hyvässä kunnossa. Ainoastaan kuvassa 9 lähimpänä oleva UTU:n keskus on vanha. Vanhuudesta johtuen keskuksen kosketussuojaukset eivät ole tämän päivän tasoa. Keskus muuten on hyvässä kunnossa. Vanhassa pääkeskuksessa voi tulevaisuudessa tulla ongelmia myös katkaisijoiden saatavuudessa, koska niitä ei ole varalla. Katkaisijat huolletaan ajallaan ja ne ovat kunnossa, mutta niiden vikaantuessa tai rikkoontuessa voi tulla ongelmia. Muissa pääkeskuksissa tilanne on hyvä katkaisijoiden osalta ja niiden saatavuudessa.

Muuntoasemalla 1 on yleinen siisteys hyvässä kunnossa. Sen siisteydestä pidetään huolta määräaikaikaisilla siivoamisilla. Muuntoaseman ollessa kyseessä siivoustoiminta on valvottua. Muuntoasemalla ei myöskään ole mitään ylimääräistä tavaraa. Tämä on tärkeä asia, koska kulkutiet pitää olla vapaat ja se on myös paloturvallisuus asia. Tilan ilmanvaihto on hyvässä kunnossa. Kuvassa 12 näkyy osa muuntoaseman 1 pääkeskuksista. Kuvasta on myös havaittavissa muuntoaseman siisteys.



**Kuva 12. Pääkeskuksia muuntoasemalta 1**

### **8.2.2. Muuntoasema 2**

Muuntoasema 2 on muuntoasemista pienin muuntoaseman 3 kanssa terässulatolla, koska ne ovat asemien 1 ja 4 ala-aseimia. Muuntoasemalla 2 on pääkeskuksia viisi. Yksi niistä on 690 V pääkeskus, joka on kaasuhöylän savukaasuimurille tarkoitettu. Loput ovat 400 V jakelun pääkeskuksia. Pääkeskukset ovat suhteellisen hyvässä kunnossa.

Muuntoaseman 2 ongelmana on sen likaisuus. Siellä pääkeskukset ja koko tila on seiniä ja kattoa myöten pölyssä ja liassa. Pöly ja lika pääsevät tilaan muuntajahuoneen kautta olevasta reiästä. Reikä on muuntajan TeM 31 tilassa. Reiän tarkoitus on ollut se, että kyseisessä tilassa on ollut ennen toinen muuntaja. Muuntajalta on alajännitepuolelta mennyt kiskot muuntoaseman sisälle olevalle pääkeskukselle. Muuntaja on otettu toiseen käyttöön ja kiskot on purettu pois. Samalla reikä on unohdettu peittää. Nyt pöly ja lika pääsevät kulkeutumaan kiskosiltaa pitkin myös pääkeskusten sisään. Ongelma on vasta paikannettu, joten korjausta tähän on tulevaisuudessa tulossa. Kiskoston puhdistus on kuitenkin haasteellista, koska se vaatii kaikkien muuntajien jännitteettömäksi ottoa. Kiskoston puhdistuksen yhteydessä pitäisi puhdistaa myös pääkeskukset sisältä, koska pöly sähkölaitteissa ei ole hyväksi. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi jokin huoltopäivä tehtaalla, jolloin tuotantoa ei ole.

Muuntoaseman 2 kaapelitila on suhteellisen hyvässä kunnossa. Palokatkot tarkistetaan vuosittain. Kaapelitilassa oli kuitenkin kaksi kaapelinpäätä lattialla, joista ei ole tietoa mitä ne ovat. Kaapelit pitää selvittää ja purkaa pois, jos ne ovat turhia. Kuvassa 13 näkyy muuntoaseman 2 kaapelitila.



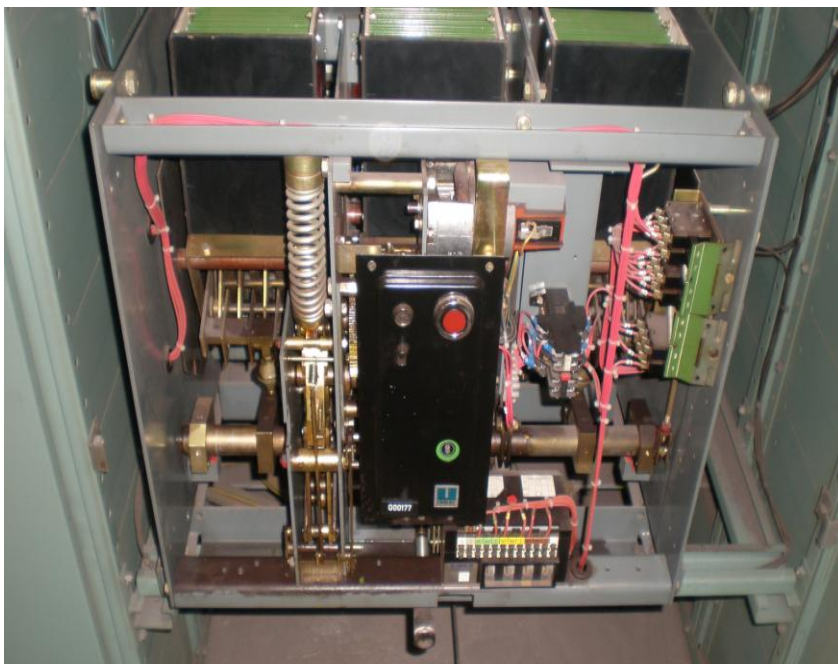
**Kuva 13. Muuntoaseman 2 kaapelitila**

### **8.2.3. Muuntoasema 3**

Muuntoasemalla 3 sijaitsee kuusi pääkeskusta. Yksi pääkeskuksista on uusittu, mutta viisi muuta ovat vanhoja. Tämän muuntoaseman tilanne on muuntoasemista huonoin pääkeskusten vanhuudesta johtuen. Vanhat keskuksat ovat muuten hyvässä kunnossa, mutta niissä on puutteita nykyaikaisiin keskuksiin verrattuna. Yksi puutteista on niiden kosketussuojaus. Toinen merkittävä ongelma vanhoissa pääkeskuksissa on niissä käytettyjen katkaisijoiden loppuminen tehtaalla. Keskuksissa käytössä olevien lisäksi katkaisijoita ei varalla juurikaan ole.

Muuntoaseman 3 vanhimmissa pääkeskuksissa käytetään Unelec-merkkistä katkaisijaa. Kyseistä katkaisijamallia ei enää valmisteta. Näitä katkaisijoita ei käytössä olevien lisäksi varalla ole. Tästä on tullut se ongelma, että katkaisijahuoltoa tehtäessä joudutaan käytössä

oleva katkaisija huoltamaan. Ihanteellinen tilanne olisi, jos katkaisijahuoltoa tehtäessä olisi varalla huollettu katkaisija, jonka voisi ottaa käyttöön, kun toinen menee huoltoon. Tästä ei kuitenkaan suurta ongelmaa ole tullut, koska katkaisijan huoltotoimenpiteissä ei mene kovin kauan. Suurempi ongelma tulevaisuudessa tulee, kun jokin vanhoista katkaisijoista vikaantuu siten, että sitä ei voi enää korjata. Kuvassa 14 on esitetty muuntoasemalla 3 vanhimmissa pääkeskuksissa käytetty katkaisija malli. Kuvassa näkyy katkaisija vaunussa.



**Kuva 14. Unelec-merkinen ilmakatkaisija**

Muuntoasema 3 on siisteydeltään hyvässä kunnossa. Siellä toimii ilmanvaihto kohtuullisen hyvin ja se siivotaan määräajoin. Pölyn kanssa tällä asemalla ei ole ongelmia, vaan enemmän ongelmia tuottavat lämpötilat. Joskus kesäisin on jouduttu aseman ovia pitämään auki, koska asemalla on ollut liian kuuma. Tilassa oli kuitenkin joitakin sinne kuulumattomia esineitä lattialla ja pöydillä, kuten kytkinvarokkeita ja kahvasulakkeita. Sähkökuvien dokumentointi on kunnossa. Kaikki tarvittavat turvavälineet ovat niille kuuluvilla paikoilla. Muuntoaseman alla oleva kaapelitila on suhteellisen hyvässä kunnossa. Tärkeimmät asiat, kuten palokatkot ovat kunnossa. Ne tarkastetaan



vuosittain. Kuvassa 15 on esitetty muuntoaseman 3 käytössä olevia pääkeskuksia. Tällaisia pääkeskuksia on asemalla viisi. Kuvasta on havaittavissa myös aseman puhtaus.



**Kuva 15. Vanhoja pääkeskuksia muuntoasemalta 3**

#### **8.2.4. Muuntoasema 4**

Muuntoasema 4 on terässulaton asemista uusin. Muuntoasema 4 eroaa muista asemista siinä, että siellä muuntajat sijaitsevat itse tilassa. Muissa muuntoasemissa muuntajat sijaitsevat muuntajaselleissään asemien yhteydessä. Muuntoasema 4 on toinen terässulaton pääasemasta.

Muuntoasemalla 4 pääkeskusten kunto on muihin asemiin verrattuna parhaimmalla tasolla. Tämä johtuu juuri siitä, että pääkeskukset ovat uusimpia. Pääkeskuksissa muuntoasemalla 4 käytetään katkaisijoina ABB:n ja Merlin Gerinin valmistamia katkaisijoita. Kummankaan näiden katkaisijamerkkien saatavuudessa ei ole ongelmia.

Muuntoaseman 4 yleiskunto on hyvä. Siellä ilmanvaihto toimii erittäin hyvin. Asema on sisältä puhdas, eikä sinne pääse ulkopuolelta epäpuhtauksia. Tämä on tärkeä asia, koska

keskuksien sisälle ei ole hyvä päästä likaa ja pölyä. Puhtaudesta ja siisteydestä huolehditaan määräaikailla siivoamisilla. Asemalla sähkökuvien dokumentointi on kunnossa. Turvavälinetaulussa on muuntoasemalla tarvittavat asiat. Maadoitusköydet ovat niille kuuluvalla paikalla asemalla. Kuvassa 16 on esitetty muuntoaseman 4 kaksi pääkeskusta.



**Kuva 16. Pääkeskuksia muuntoasemalta 4**



## 9. KEHITTÄMISKOHTEET

Työssä tuli vastaan asioita, joilla voitaisiin kehittää terässulaton sähköjakelua. Osa kehitettävistä asioista on sellaisia, joihin pitää panostaa taloudellisesti, mutta on myös sellaisiakin asioita, mihin riittää pelkkä asioiden tehokkaampi suunnittelu ja harkinta.

### 9.1. Vanhimpien pääkeskusten uusiminen

Terässulatolla pääkeskukset sijaitsevat pääosin muuntoasemilla. Osa pääkeskuksista on jo niin vanhoja, että niihin ei enää saa varaosia. Varaosaongelma on jo nyt tullut vastaan vanhoissa pääkeskuksissa, koska niihin ei ole varalla enää katkaisijoita. Katkaisijat ovat niin vanhoja, että niitä ei enää valmisteta. Vanhimmissa pääkeskuksissa suuri puute on nykyaikaisiin verrattuna se, että niiden kosketussuojaus on heikko. Muuntoasemalla 1,2 ja 4 tilanne on pääkeskusten osalta hyvä. Muuntoasemalla 3 tilanne on kaikkein huonoin. Siellä on yksi pääkeskus uusittu aseman rakentamisen jälkeen, mutta neljä muuta ovat vielä alkuperäisiä. Vanhat pääkeskukset ovat olleet käytössä jo 30 - 40 vuotta.

Ratkaisuehdotus tähän ongelmaan on se, että pääkeskusten uusiminen pitäisi aloittaa. Kaikkia pääkeskuksia ei tarvitsisi samaan aikaan uusia. Samalla, kun uusittaisiin aluksi yksi pääkeskus, saataisiin vanhasta varaosia muihin vanhoihin keskuksiin. Tästä pitäisi lähiaikoina tehdä kysely eri keskustoimittajille ja kysyä tarjouta. Keskuksen uusimisen voisi tehdä esimerkiksi jonkin pitemmän remontin aikana.

### 9.2. Pääkeskusten huollot

Terässulatolla pääkeskuksien katkaisijahuoltojen aikaväli on 5 vuotta. Osastolla ennakkohuollon piirissä on kaikki katkaisijat. Tässä on ollut se ongelma, että huollot ovat viivästyneet, koska huollettavana on ollut niin paljon katkaisijoita samaan aikaan. Osaston sähköjakelun kannaltakin on ollut rajoitteita, koska katkaisijahuolto vaatii yleensä taukoa kyseisen alueen tuotannossa. Parantava ehdotukseni tässä asiassa olisi se, että huollot pyrittäisiin jaottelemaan pitemmälle aikavälille. Huollot kannattaisi tehdä siten, että

katkaisijahuoltoja tehtäisiin joka vuosi. Tämän seurauksena huoltojen kuormitus ei sattuisi niin pienelle ajalle, vaan tehtäviä huoltoja olisi vähemmän.

Pääkeskuksille on terässulatolla tehty satunnaisesti lämpökuvauksia. Kuvauksissa on löydetty lähes aina, kun niitä on tehty, lämmenneitä tai kuumia liitoksia ja osia. Lämpökuvaukset on helppo ja vaivaton tapa valvoa pääkeskusten lähtöjen kuntoa. Ehdotus on, että terässulatolteen pääkeskusten lämpökuvaukset otetaan ennakkohuollon piiriin. Lämpökuvaukset olisi hyvä tehdä jokaiselle pääkeskukselle kaksi kertaa vuodessa. Näin saataisiin kesä- ja talviaikojen vaikutukset paremmin selville. Kuormat voivat myös olla hieman erilaiset, koska talvella halleissa on kylmä, joten laitteet joutuvat kovemmalle rasitukselle. Kesäaikaan myös erilaiset jäähdytyslaitteet tuovat kuormitusta lisää. Lämpökuvauksen seurauksena keskuksia tulisi säännöllisesti tarkastettua. Säännöllisen tarkastuksen seurauksena mahdolliset viat ja puutteet keskuksista löytyisi helposti.

Lämpökameroita on nykyään saatavilla monenlaisia ja erihintaisia. Melko hyvän lämpökameran saa noin 1000 eurolla. Kamera olisi käytössä kunnossapidossa ja sillä voitaisiin tehdä muitakin mittauksia, kuin pääkeskuksiin liittyvät. Kuvassa 16 on esitetty Flir i5- lämpökamera. Kameraa on helppo käyttää ja kuvat saadaan siirrettyä kätevästi tietokoneelle. Esimerkiksi tällainen lämpökamera olisi kameran pienuuden ja helppokäyttöisyyden takia hyvä hankinta. Kuvassa 17 on esitetty tarkempi ja parempi lämpökamera. Sillä voidaan tehdä vaativia ja tarkempia mittauksia, kuin Flir i5- lämpökameralla. Tällaisella kameralla voitaisiin tehdä terässulatolla pääkeskuksiin kohdistuvat mittaukset. Tämä on niin pieni investointi, että terässulatolle kannattaisi hankkia oma lämpökamera.



**Kuva 16. Lämpökamera, jolla voidaan tehdä lämpökuvauksia /5/**



**Kuva 17. Infradex T425 lämpökamera, jolla voidaan tehdä vaativia ja tarkkoja kuvauksia /5/**

Lämpökamera on tehokas huollon työkalu, koska yleensä kuumentuminen aiheuttaa laitevikoja. Lämpökameraa hyödynnetään korjausten jälkitarkastuksessa ja tutkimustyössä. Lämpökameran avulla voidaan tehdä seuraavaa:

- havaita piilevät ongelmat, tehdä nopeita vahinkojen arviointeja ja ehkäistä vahinkoja ennakkotarkastuksin
- etsiä rakennuksista kosteusvaurioita ja vuotoja
- paikantaa energiahäviöitä ja eristysongelmia
- huomata sähköviat ajoissa
- tuottaa löydöistä lämpökuvia välittömästi

- laatia raportteja, analysoida ja kirjata havaintoja. /5/

### **9.3. Muuntoasemien siisteys**

Muuntoasemien kierroksilla havaittiin niiden siisteudessa heikkouksia. Muuntoasemat, kuten myös sähkötilat ovat sellaisia paikkoja, missä ei mitään ylimääräistä saa säilyttää. Muuntoasemilla oli lattialla kaapelikeloja, vanhoja kytkinvarokkeita ym. sellaista, mitä niissä ei kuulu olla. Muuntoasemien alla olevissa kaapelitiloissakin olisi parannettavaa. Kaapelitiloissa oli remonttien ja töiden jäljiltä jääneitä kaapelikeloja, kaapelin pätkiä ja muuta kaatopaikalle kuuluvaa jätettä. Kaikki nämä tekijät heikentävät tilojen paloturvallisuutta. Tämän takia ehdotus on, että muuntoasemille pitäisi tehdä tarkastuskierrokset tietyin väliajoin, jotta asiaan tulisi parannusta. Muuntoasemilla käydään terässulatolla lähes päivittäin, mutta jos siitä olisi erikseen tarkastuskierros, niin parannusta tulisi varmasti.

Muuntoasemalla 2 oli lisäksi pöly ja lika sellaisia tekijöitä, joille pitäisi tehdä jotakin. Kyseisessä paikassa pääkeskukset olivat jopa sisältä hyvin pölyisiä. Tässä paikassa pitäisi muuntoasemalla olevat pääkeskukset puhdistaa sisältä ja päältä kokonaan. Myös tilan lattioiden ja seinien puhdistus täytyy suorittaa, koska muuten pöly leviää myöhemmin sähkölaitteisiin. Tilan pölyn ja lian aiheuttaja selvisi työn aikana, kun erästä katkaisijahuoltoa suoritettiin muuntoasemalla 2. Muuntajan TeM 31:n tilassa havaittiin reikä seinässä, josta pääsee jäähdytyshallin pöly ja lika muuntoaseman sisälle.

### **9.4. Yhteistyö voimalaitoksen kanssa**

Terässulatolla työskennellessä muuntoasemilla tulee tilanteita, jolloin joudutaan ottamaan jokin pääkeskuksesta jännitteettömäksi. Tällainen tilanne voi tulla eteen, jos tehdään katkaisijahuoltoa pääkeskukselle tai vian takia. Voimalaitoksella on myös muuntajiin ja 10 kV:n puolelle tehtäviä töitä terässulatolla. Tilanteen tullessa eteen, yhteys voimalaitoksen

kanssa on tärkeää toimia. Tämä sen takia, koska tehtäessä huollot samanaikaisesti voimalaitoksen kanssa säästytään ylimääräisiltä katkoilta osaston sähköjakelussa.

Ennen pääkeskusten katkaisijahuoltoja otetaan yhteys korjaamon sähköpuolelle hyvissä ajoin, jotta sille jää riittävästi aikaa valmistautua katkaisijoiden huoltoon. Tässä tilanteessa mielestäni pitäisi olla yhteydessä myös voimalaitokselle päin. Moni huolto terässlaitoksen tuotannossa tulee yllätyksenä, jolloin yhteistyön toimivuus voimalaitoksen kanssa ei välttämättä onnistu, koska he eivät välttämättä ehdi valmistautua omiin hommiinsa. Pitemmällä aikavälillä tiedettävästä huollosta ja yhteistyöstä voimalaitoksen kanssa saadaan huollettua 10 kV:n puolelta ja alle 1000 V:n puolelta samanaikaisesti.

## 10. YHTEENVETO

Kunnossapidon rooli terässulaton sähköjakelussa on tärkeää, koska riittävän hyvällä kunnossapitotoiminnalla laitteet pidetään kunnossa eikä sähköjakelussa tule turhia häiriöitä. Kunnossapitotoiminta jakaantuu ennakoivaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Ennakoivan kunnossapidon merkitys on kasvanut viime vuosien aikana paljon, minkä seurauksena vika- ja häiriötilastot ovat osaston eri prosesseissa vähentyneet. Ongelmana on välillä kuitenkin ennakoivaan kunnossapitoon panostettaessa, että siihen ei saada tarpeeksi käytettyä resursseja. Tämä johtuu osittain siitä, että korjaava kunnossapito ja uudisasennukset vievät aikaa, joten ennakoivaan kunnossapitoon on käytettävissä rajallinen määrä työvoimaa. Ihanteellinen tilanne olisi, että ennakoivaan kunnossapitoon voitaisiin käyttää enemmän työaikaa kunnossapidossa, koska se on suoraan verrannollinen häiriö- ja vikatilanteiden vähenemiseen.

Kunnossapito töiden hallintaan kuuluu Arttu-kunnossapitojärjestelmän käyttäminen. Järjestelmä on kunnossapidossa paljon käytetty ohjelmisto, jolla hallitaan kunnossapitotoimintaa. Arttu-järjestelmä on ollut osastolla käytössä vasta 2-3 vuotta, joten sen kaikkia hyötyjä ei kunnossapidolle ole vielä saatu. Sähköjakelun osalta tärkeimmät huoltoon vaativat laitteet ovat jakelumuuntajat ja pääkeskusten katkaisijat. Pääkeskusten katkaisijahuollot terässulaton kuuluvat osaston vastuulle. Pääkeskusten katkaisijahuoltojen ongelmana on ollut se, että niiden suoritukset ovat olleet myöhässä. Tämä johtuu siitä, että huolettavia katkaisijoita on paljon ja niiden kuormitusajankohta on suunnilleen sama kaikilla. Katkaisijahuollot pitäisi jakaa pitemmälle aikavälille, jotta vuosittain huolettavia katkaisijoita olisi vähemmän. Katkaisijoiden huoltoväli on viisi vuotta. Osastoilla sijaitsevien jakelumuuntajien huolloista vastaa voimalaitos. Muuntajille tehdään kerran vuodessa huoltokierros, jossa ne tarkastetaan. Tarkastuksessa niille tehdään lämpökuvaukset ja muuntajatilat tarkastetaan. Tarkastuksissa tulee joskus tilanteita, jolloin muuntajista löydetään sellaisia puutteita, jonka seurauksena muuntajalle joudutaan tekemään perushuolto. Perushuolto tehdään muuntajille kerran niiden elinkaaren aikana.

Terässulaton pääkeskuksissa käytetty katkaisijatyyppe on ilmakatkaisija. Niitä on käytössä useampaa eri mallia ja merkkiä. Osa pääkeskusten katkaisijoista on jo niin

vanhoja, että niille ei löydy varakatkaisijaa, jos vanha rikkoontuu. Varaosien puutteen takia tulevaisuudessa voi tulla ongelmia pääkeskuksien katkaisijoiden osalta. Pahin tilanne pääkeskusten vanhuuden ja katkaisijoiden kanssa on muuntoasemalla 3. Siellä on useita pääkeskuksia, jotka ovat vanhoja. Vanhoissa pääkeskuksissa on myös puutteita nykyaikaisiin keskuksiin verrattuna, kuten niiden kosketussuojaukset. Pääkeskusten uusiminen pitäisi aloittaa muuntoasemalta 3, koska siellä on uusittu vain yksi pääkeskus vuosien varrella ja loput ovat vanhoja.

Vikahistorian selvityksessä tarkasteltiin jakelumuuntajien ja pääkeskuksien vikoja vuosien varrella. Vikahistorian selvityksessä apuna oli Arttu-kunnossapitojärjestelmä. Pääkeskuksissa tapahtuneet viat selvisivät Artusta kohtalaisen hyvin. Terässulaton jakelumuuntajien vikahistoria selvisi yhteistyössä voimalaitoksen kanssa. Lisäksi muuntajien osalta Arttu-kunnossapitojärjestelmästä löytyi vikahistorian selvityksessä tärkeää tietoa.

Terässulaton sähkönjakelu tapahtuu muuntoasemilta 1 ja 4. Muuntoasemat 2 ja 3 ovat niiden ala-asemia. Käytössä on kaksoiskiskojärjestelmä, jossa syötöt tulevat voimalaitokselta ja valssaamolta. Kuormitukset on jaettu puoliksi I ja II kiskoon. Työssä tehtiin taulukot, joissa kuormitukset näkyvät yksityiskohtaisesti. Taulukot olisi hyvä viedä jokaiselle muuntoasemalle, koska niistä näkee hyvin, minkä kiskon perässä tilan muuntajat ovat. Voi tulla vastaan tällainen tilanne, jossa pitää tietää minkä kiskon perässä muuntajat ovat, kun kaksi muuntajaa rinnan kytketään jonkin tilanteen seurauksena.

Työn lähtökohtana oli, että pitää tehdä ohjeistus erilaisille poikkeustilanteille sähkönjakelussa. Tällaisella poikkeustilanteella tarkoitetaan esimerkiksi pääkeskuksen katkaisijahuoltoa, 10 kV:n katkaisijan huoltoa, muuntajan huoltoa tai jotakin vikatilannetta. Jokainen vikatilanne sähkönjakelussa on aina tapauskohtainen, joten yksittäistä ohjetta ei voi tehdä. Ohjeistuksesta tehtiin sellaisen, jolla voidaan huoltaa pääkeskuksen katkaisijasta aina muuntajaan asti. Ohjetta voidaan soveltaa erilaisiin tilanteisiin. Liitteenä 1 olevaa pöytäkirjaa voidaan käyttää muistilistana toimenpidettä tehdessä.

Työssä tehtiin pääkeskuksille ja muuntajille nykykunnan kartoitus. Jakelumuuntajien kohdalla selvitettiin terässulatolla olevien muuntajien ikärakenne ja niiden saatavuus. Muuntajien kohdalla olisi tärkeää, että jokaiselle jakelumuuntajalle löytyisi korvaava varamuuntaja, koska muuntajan rikkoutuessa uuden muuntajan toimitusajat voivat olla kuukausia. Muuntajien kohdalla selvisi, että terässulatolla on yksi öljymuuntaja ja kaksi kuivamuuntajaa jotka ovat tuotannon kannalta kriittisiä ja joille ei löydy varamuuntajaa. Kartoitus tehtiin myös muuntoasemien siisteydelle ja pääkeskusten kunnolle. Muuntoasemien siisteys ja hyvä ilmanvaihto on tärkeässä asemassa, koska asemilla sijaitsee herkkiä laitteita joihin liian ei ole hyvä päästä. Pääkeskusten kunnonkartoituksessa selvisi, että osa keskuksista on jo niin vanhoja, että uusiminen pitäisi aloittaa lähiaikoina.

Osaston sähkönjakelun parantamiseksi on olemassa paljon pieniä asioita. Hyvällä kunnossapitotoiminnalla pidetään laitteet kunnossa eikä tule turhia katkoja sähkönjakelussa. Vanhimpien laitteiden uusiminen on myös sellainen tärkeä asia, mikä pitäisi ottaa vakavasti.



## 11. LÄHDELUETTELO

- /1/ Aura, Lauri & Tonteri, Antti, Sähkämiehen käsikirja 2, 1. painos, WSOY, 1986
- /2/ Elovaara, Jarmo, & Laiho, Yrjö, Sähkölaitostekniikan perusteet, 2. painos, Otakustantamo, 1988
- /3/ Etto, Jaakko, Prosessisähköistyksen kunnossapito osa 1, [WWW-dokumentti], [[www.promaint.net/downloader.asp?id=72&type=1](http://www.promaint.net/downloader.asp?id=72&type=1)], 14.3.2011
- /4/ Haarla, Liisa, Kaasurele, [WWW-dokumentti], [[https://noppa.tkk.fi/noppa/kurssi/s-18.3200/.../S-18\\_3200\\_suojaus.pdf](https://noppa.tkk.fi/noppa/kurssi/s-18.3200/.../S-18_3200_suojaus.pdf)], 1.2.2011
- /5/ Infradex Oy, tuotteet,[WWW-dokumentti], [<http://www.infradex.com/i5.html>], 21.3.2011
- /6/ Kiviniitty, Arto, Työsuunnittelijan haastattelu, Rautaruukki terässulatto, 2.2.2011
- /7/ Kytkinlaitteet, katkaisijat, [WWW-dokumentti], [[http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt\\_opus/9muuntajat\\_ja\\_sahkolaitteet.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf)], 24.1.2011
- /8/ Käkelä, Aarno, Työnjohtajan haastattelu, Rautaruukki voimalaitos, 21.1.2011
- /9/ PSK 2002 Sähkötilat enintään 1000V, 2. painos, psk-standartisointi, 2002
- /10/ Rautaruukki Oyj, Raahen tehdas, [sisäinen raportti], [[http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahen/Esittelymateriaali/Yleisesittely/Raahen\\_tehdas\\_FIN.ppt](http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Raahen/Esittelymateriaali/Yleisesittely/Raahen_tehdas_FIN.ppt)], 15.3.2011

- /11/ Rautaruukki Oyj, Raahen terästehdas, teräsulatto, kunnossapitoryhmien erikoisohjeet, [sisäinen raportti], 22.3.2011
- /12/ Schneider, kunnossapitoesite, [WWW-dokumentti], [[http://www.schneider-electric.fi/sites/finland/fi/tuotteet-palvelut/palvelut/Sahkonjakelu\\_yli\\_1000V.page](http://www.schneider-electric.fi/sites/finland/fi/tuotteet-palvelut/palvelut/Sahkonjakelu_yli_1000V.page)], 20.1.2011
- /13/ SOLTEQ, Arttu, [WWW-dokumentti], [<http://www.solteq.com/Arttu>], 12.1.2011
- /14/ Ylikulju, Jukka, Varamuuntajaselvitys, Sähkötekniikan opinnäytetyö, Keski-Pohjanmaan Ammattikorkeakoulu, 2009

## **12. LIITELUETTELO**

LIITE 1 Pöytäkirja katkaisijan huoltoon

LIITE 2 Terässulaton 10 kV:n jakelujärjestelmä

**400V pääkatkaisijan-, jakelumuuntajan-, ja 10kV syöttökatkaisijan huolto**

Pääkeskuksen \_\_\_\_\_ 400V syöttökatkaisijan -, muuntajan TeM\_\_\_\_\_ja  
10 kV syöttökatkaisijan \_\_\_\_\_ erottaminen huoltoa varten.

Tarkistetaan, että muuntajat T\_\_\_\_\_ ja T\_\_\_\_\_ ovat samassa syöttöpisteessä 10kV  
puolella

Tarkistetaan, että muuntajien käämikytkimet ovat samalla portaalla

Tarkistetaan keskusten \_\_\_\_\_ ja \_\_\_\_\_ kuormat

Katsotaan, että varasyöttöyhteys \_\_\_\_\_ riittää. Huomioiden tasoitusvirta

Mitataan jännite-ero rinnankytkentäkatkaisija V\_\_\_\_\_ läpi. ( ero johtuu muuntajien  
erilaisista kuormituksista, tai muuntajien uk prosenttien tai nimellistehojen eroista)

Kytetään muuntajat rinnankytkentäkatkaisijalla \_\_\_\_\_ rinnankäyttöön.

Mitataan tasoitusvirta \_\_\_A

Avataan keskuksen \_\_\_\_\_ pääkatkaisija \_\_\_\_\_

Vedetään se erotusasentoon

Avataan 10kV katkaisija \_\_\_\_\_

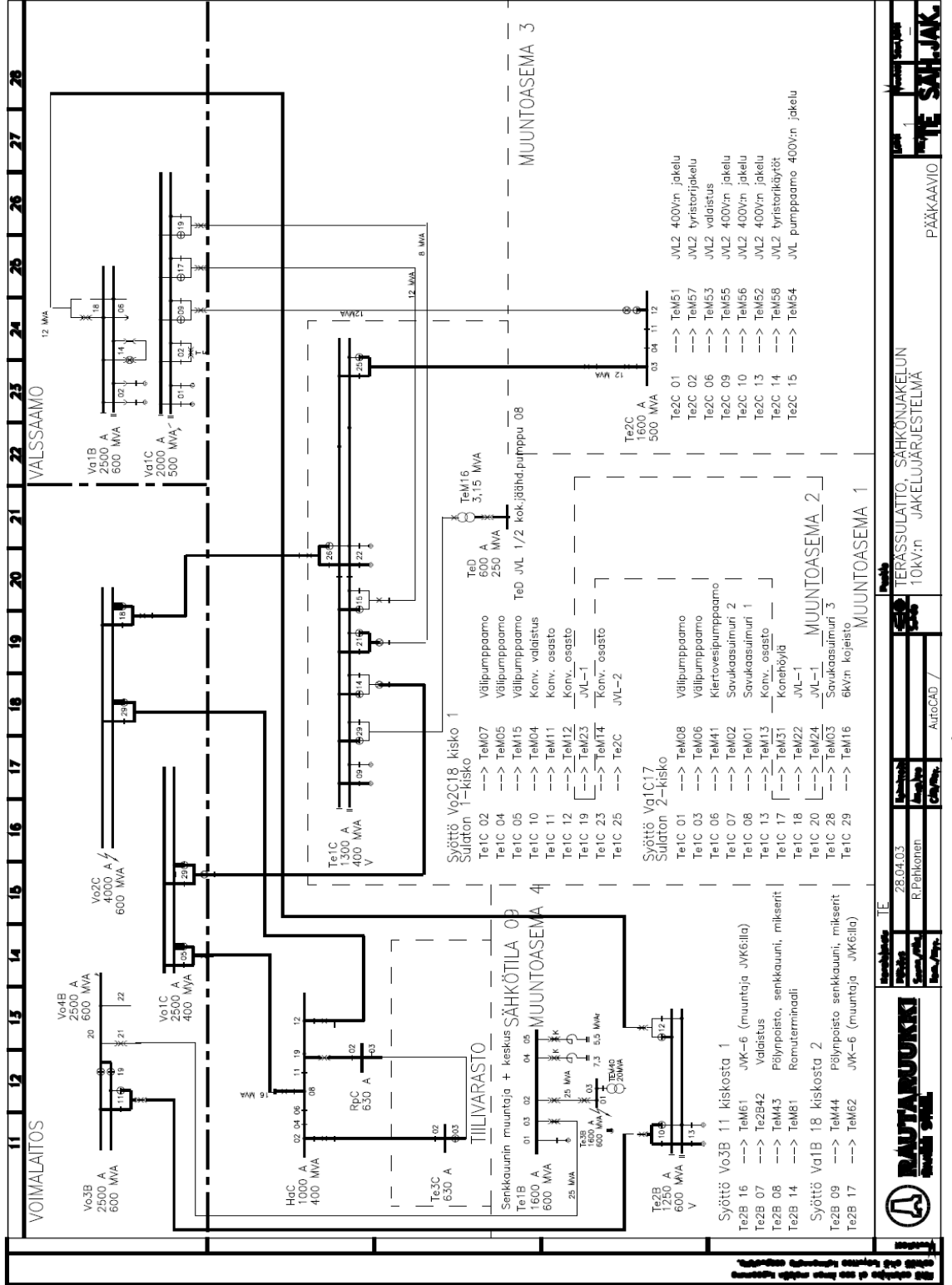
Avataan 10kV erotin

Erotuslevyt molempiin kiskoerottimiin

Ei saa kytkeä teipit paikoilleen

Maadoitukset muuntajalle

Maadoitus 10kV kenttään, jos katkaisija huolletaan.



RAUTARUUKKI  
 28.04.03  
 R. Pelttinen  
 AutoCAD

TE  
 SÄHKÖALUEKUNNAN  
 10KV:n JAKELUJÄRJESTELMÄ

PÄÄKAAVIO