

Toivo Härö

**SÄHKÖKUNNOSSAPIDON
ENNAKKOHUOLTOKORTISTON PÄIVITYS**

Ruukki Metals Oy:n Oulaisten tehtaalla

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2012**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Huhtikuu 2012	Tekijä/tekijät Toivo Härö
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi SÄHKÖKUNNOSSAPIDON ENNAKKOHUOLTOKORTISTON PÄIVITYS. Ruukki Metals Oy:n Oulaisten tehtaalla		
Työn ohjaaja Kaarlo Jylhä-Ollila		Sivumäärä 57 + 11
Työelämäohjaaja Hannu Häkkinen		
<p>Opinnäytetyö tehtiin Ruukki Metals Oy:n Oulaisten tehtaalle. Työssä päivitettiin sähkökunnossapidon ennakkohuoltokortiston huolto-ohjeet. Huolto-ohjeet pyrittiin päivittämään sellaisiksi, että ulkopuolinen ammattimies pystyisi niiden perusteella tekemään ennakkohuollot. Ohjeisiin lisättiin turvallisuusosuus, johon kuului laitteen erottaminen sähköverkosta ja muita turvalliseen työskentelyyn liittyviä asioita. Varsinaiset huolto-ohjeet tehtiin valmistajien huolto-ohjeita ja ST-kortistoja hyödyntäen.</p> <p>Työssä selvitettiin lämpökuvauksen käyttämistä sähkökunnossapidossa. Lisäksi selvitettiin taajuusmuuttajien huollon tarve ja ennakkohuoltopakettien käyttäminen ABB-taajuusmuuttajien huollossa. Työssä tehtiin myös jännitteiden erotusohjeet 20 kV laitteistolle ja päivitettiin muutkin sähköpuolen ennakkohuolto-ohjeet.</p>		

Asiasanat
ennakkohuolto, lämpökuvauksen, taajuusmuuttaja

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date April 2012	Author Toivo Härö
Degree programme Electrical engineering		
Name of thesis PREVENTIVE ELECTRICAL MAINTENANCE INFORMATION FILE UPDATE Ruukki Metals Oy at the Oulainen works		
Instructor Kaarlo Jylhä-Ollila		Pages 57 + 11
Supervisor Hannu Häkkinen		
<p>This thesis was made for a tube factory in Oulainen. The Factory is a part of Ruukki Metals group. In this thesis the service instructions of the preventive electrical maintenance card file were updated. The aim of the updating of the service instructions was that an external skilled worker could execute preventive maintenance with them. Safety instructions were added, consisting of the separating of the device from the electricity grid and other things related with safe working. The actual maintenance instructions were made using the manufacturers' service instructions and ST-cards.</p> <p>In this thesis, it was declared how thermal imaging is used in the electrical maintenance. Additionally, the drive's need of service and the usage of preventive maintenance packages in the maintenance of the ABB drives were surveyed. Voltage separation instructions for the equipment of 20 kilovolts were made and also other electrical preventive maintenance instructions were updated.</p>		
Key words Preventive maintenance, Thermal imaging, Drive		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ABB	Asea Brown Boveri, monikansallinen teollisuuskonserni
AC	Alternating Current, vaihtovirta
ATEX	Direktiivistä käytetty lyhenne, joka on johdettu ranskankielestä Atmosphères Explosibles, räjähdysvaarallinen ilmaseos.
DC	Direct Current, tasavirta
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
HP	Hewlett-Packard, monikansallinen yritys
NDT	Nondestructive Testing, ainetta rikkomatonta testausmenetelmä
ST	Sähkötieto ry, Suomessa toimivien suunnittelu-, urakointi-, tarkastus-, teollisuus- ja rakennuttajapiirien yhteistyöelin, joka ylläpitää sähkötietokortistoa ja tietopankkia.
SU 1000	Putkikone, jonka nauhan maksimi leveys on 1000 mm
SU 1500	Putkikone, jonka nauhan maksimi leveys on 1500 mm
Uä	Ultraääni
UPS	Uninterruptible Power Supply: laite, jonka tehtävänä on taata tasainen virransyöttö

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1	JOHDANTO	1
2	TEHTAAN ESITTELY	3
2.1	Kierrelinja	3
2.2	Ulkopuolinen pinnoitus	5
3	TIETOPERUSTA	6
3.1	Viranomaismääräykset sähkökunnossapidosta	6
3.2	Turvallinen työskentely sähkölaitteistossa	6
3.3	Laitteiston tekeminen jännitteettömäksi	7
3.3.1	Täydellinen erottaminen	7
3.3.2	Jännitteen kytkemisen estäminen	7
3.3.3	Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen	8
3.3.4	Työmaadoittaminen	8
3.3.5	Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta	9
3.3.6	Lupa työn aloittamiseen	9
3.3.7	Työkohteen uudelleen kytkeminen jännitteiseksi	9
3.4	Artturi kunnossapito-ohjelmisto	10
3.5	Lämpökuvaus	12
3.5.1	Lämpökuvauksen periaate	12
3.5.2	TI25-lämpökamera	13
3.5.3	Lämpökuvauksen käyttäminen sähkökunnossapidossa	15
3.5.4	Keskuksien lämpökuvaus	15
3.5.5	Moottoreiden lämpökuvaus	16
4	SÄHKÖKUNNOSSAPIDON ENNAKKOHUOLTO-OHJEIDEN PÄIVITTÄMINEN	19
4.1	UPS-huolto	19
4.2	Taajuusmuuttajahuolto	20
4.2.1	ACS601-sarjan huolto	20
4.2.2	ACS800-sarjan taajuusmuuttajat	22
4.2.3	ACS401- ja ACS501-sarjaisten taajuusmuuttajien huollot	23
4.2.4	Ennakkohuolto-ohjelman arviointi vuosi- ja tuntimäärän perusteella	24
4.2.5	Taajuusmuuttajien ennakkohuolto	25
4.2.6	Taajuusmuuttajien elvyttäminen	25
4.2.7	Turvallisuus taajuusmuuttaja huolloissa	27
4.2.8	Taajuusmuuttajan elvytysvirtalähde	27
4.3	Kondensaattorihuolto	29
4.3.1	Kondensaattorihuollon turvallisuusohjeet	29
4.3.2	Kondensaattorien vaatima huolto	29
4.3.3	Kondensaattorien vuosihuolto	29
4.3.4	Valaistuskondensaattoreiden vuosihuolto	30
4.4	Muuntajien määräaikaistarkistukset ja -huollot	30
4.4.1	Kaapelipäätteet	31
4.4.2	Akuston huolto	32

4.5	Hitsausvirtalähteet	33
4.5.1	Lankamoottorit	34
4.5.2	Hitsauskaapelit	34
4.6	Jauhejärjestelmä	34
4.6.1	Sauvarajakytkimien huolto	34
4.6.2	Lämmitysvastuksien huolto	35
4.6.3	Moottorien huolto	35
4.6.4	Jauheimurin moottorin huolto	35
4.7	Katkaisurengas	36
4.8	Jakokeskukset, ohjauspulpetit ja työpaikkakeskukset	37
4.8.1	Hätäpysäytyspiirien ja turvalaitteiden testaus	38
4.8.2	Vikavirtasuojien testaus	39
4.9	Kaapeleiden riippukiinnikkeiden tarkistus	40
4.10	Lämpösaatto	40
4.11	Valaistus	41
4.11.1	Valaistus Oulaisten tehtaalla	42
4.11.2	Hallien valaistuksen huolto	43
4.11.3	Ulkovalaistuksen huolto	43
4.11.4	Valomastojen huolto	44
4.11.5	Konttorin, ruokalan ja huoltotilojen valaisinhuolto	45
4.11.6	Turva- ja opastevalojen huolto	45
4.12	Nosto-ovet	47
4.13	Huoltomuistutukset	47
5	ENNAKKOHUOLTO-OHJEIDEN LISÄÄMINEN ARTTURIIN	48
5.1	Artturi-ennakkohuoltokortissa tarvittavat tiedot	48
5.2	Ongelmat Artturissa	49
5.3	Huoltojen seuranta Artturista	50
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	51
6.1	Kirjallinen osuus	52
6.2	Muita huomioita ja jatkokehittelyä	52
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	57
	KUVIOT	
	KUVIO 1. Kierresaumaputkilinja (Ruukki 2011.)	4
	KUVIO 2. Ulkopuolinen pinnoituslaitos (Ruukki 2011.)	5
	KUVIO 3. Artturi kunnossapito-ohjelman valikko	10
	KUVIO 4. Lämpökameran mittaama kokonaissäteily (Uusitupa 2006.)	13
	KUVIO 5. Kontaktorilähdöstä otettu lämpökuva – SmartView -ohjelmassa.	14
	KUVIO 6. Laboratoriossa tehty vikatilanne: löysä liitos. (Suomalainen 2011, 32.)	16
	KUVIO 7. Laakerivikainen moottori (Korte 2007, 30.)	17
	KUVIO 8. Kunnossa oleva moottori (Korte 2007, 31.)	17
	KUVIO 9. On-line UPS:n toimintaperiaate (Powerware 2005, 3.)	19
	KUVIO 10. ABB ACS601-taajuusmuuttaja	21
	KUVIO 11. ACS800	22
	KUVIO 12. ACS401 ja ACS501	23

KUVIO 13. Taajuusmuuttajan kondensaattorin elvyttäminen (ABB 2001, 97.)	26
KUVIO 14. Taajuusmuuttajan elvyttäminen tasajännitelähteellä (ABB 2001, 99.)	27
KUVIO 15. Lambda Genesysin virtalähde. (YEinternational)	28
KUVIO 16. Valaistuskeskuksen kondensaattoreita.	30
KUVIO 17. Valaistuskentän öljykaapelipäätteet.	31
KUVIO 18. Akut akkuhuoneessa	32
KUVIO 19. Delavan-sauvaraja	35
KUVIO 20. Katkaisurengas.	36
KUVIO 21. Loppupään Uä-laitteiston vaunun riippukaapelit	40
KUVIO 22. Konttorirakennuksen edessä oleva valomasto	44
KUVIO 23. Artturi ennakkohuoltokortti.	48

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Suurimpien taajuusmuuttajien käyttötuntimäärät ja energian kulutus	24
--	----

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on päivittää Ruukki Metals Oy, Oulaisten tehtaan sähkökunnossapidon ennakkohuoltokortiston ennakkohuolto-ohjeet. Ennakkohuolto-ohjeet on tarkoitettu korjata sellaisiksi, että myös ulkopuolinen ammattimies tietää, mitä huollossa tulee tehdä, miten huollettava laite saadaan erotettua sähköverkosta ja mitä muuta on huomioitava. Sen vuoksi vanhat ennakkohuolto-ohjeet päivitetään, niihin lisätään turvallisuusosuuksia ja huollettavat laitteet yksilöidään.

Huolto-ohjeiden laatimisessa käytetään laitevalmistajien huolto-ohjeita, Sähkötieto (ST) -kortistoa ja muita verkossa olevia lähteitä sekä hyödynnetään vanhoja huolto-ohjeita ja kokemuksesta saatua tietoa. Osalle laitteista laaditaan huomattavasti enemmän huoltoja kuin toisille, koska osa laitteista on tuotannon kannalta kriittisempiä kuin toiset laitteet. Työssä ei kuitenkaan tehdä kriittisyysarviota, vaan se perustuu käytännön kokemukseen tehtaan toiminnasta.

Huolto-ohjeiden turvallisuusosion tulee sisältää toimenpiteet laitteen erottamiseksi sähköverkosta. Erottamista varten tulee tietää, mikä on laitteen lähdön tunnus tai jonkin muun erotuslaitteen esim. turvakytkimen tunnus. Turvallisuusosiossa käsitellään myös tarvittavat toimenpiteet koneiden ja laitteiden liikkumisen estämiseksi, kun joudutaan työskentelemään koneen tai laitteen välissä.

Työssä perehdytään myös lämpökuvauksen hyödyntämiseen sähkökunnossapidossa ja selvitetään, kuinka taajuusmuuttajat tulisi huoltaa. Lisäksi laaditaan yksityiskohtaiset ohjeet muuntajien ja 20 kV kojeiston erottamiseksi verkosta sekä niiden huollosta.

Huolto-ohjeet kirjataan Artturin kunnossapito-ohjelmistoon, josta voidaan tulostaa tarvittavat huolto-ohjeet, kuitata työt suoritetuiksi ja tallentaa tiedot huollon suorittamisesta, esim. tallentaa huoltoraportti. Huolto-ohjeista ei tehdä mitään täydellisiä ohjeita huollon suorittamiseksi ja turvallisuuden takaamiseksi. Huolto-ohjeet ovat kuin muistilistoja, joista huollon suorittaja voi tarkistaa, tulivatko tarvittavat turvallisuusasiat tarkistettua ja tulivatko huollot suoritettua riittävässä laajuudessa.

Työssä ei käsitellä hitsauskoneiden huoltoa, eikä nosturihuoltoja. Työstä rajataan pois myös räjähdysvaarallisten ilmaseoksien (ATEX) -alueiden huolto-ohjeet, koska ne olivat asialliset ja niiden muuttaminen vaatisi laajempaa perehtymistä ATEX-määräyksiin.

2 TEHTAAN ESITTELY

Ruukki Metals Oy:n Oulaisten tehtaalla valmistetaan kierresaumahitsattuja paalu- ja virtausputkia. Oulaisten tehtaalla voidaan pinnoittaa virtausputket 3-kerrospinnoitteella: epoksi, adheesio ja polyeteeni (tai vastaavalla). Alihankkija voi betonoida putket sisäpuolelta. Paaluputket voidaan varustella ponttilukoilla, kärjillä tai vahvikepannoilla tehtaalla olevalla paaluvarustelulinjalla. (Ruukki 2011.)

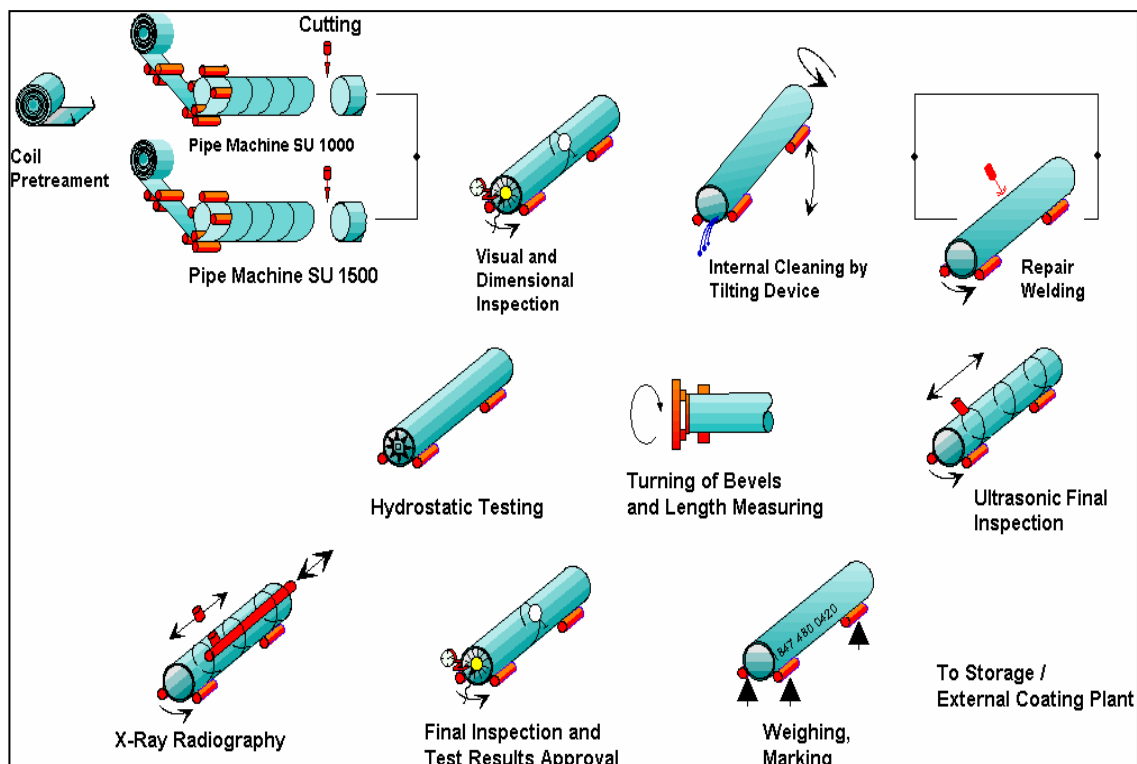
Oulaisten tehdas on valmistunut kierrelinjan osalta vuonna 1977. Ulkopuolinen pinnoituslinja on toiminut vuodesta 1985 lähtien ja paaluvarustelulinja vuodesta 2010 lähtien. Kartioputkilinja on ollut tehtaalla vuosina 1982–1994. Sisäpuolinen pinnoituslinja on toiminut vuosina 1993–2009. Tehdas on alun perin valmistanut lähinnä virtaus- ja kaasuputkia. Kaasuputkien valmistaminen on lopetettu vuonna 2008. (Ruukki 2011.)

Kierresaumaputkilinjalla valmistetaan putkia kahdella putkikoneella: SU 1000 ja SU 1500. SU 1000 -putkikoneen nauhan maksimileveys on noin 1000 mm ja SU 1500 -putkikoneen noin 1500 mm. Putkien ulkohalkaisijat vaihtelevat välillä 350–1200 mm ja seinämävahvuudet välillä 6–20 mm. Valmistettavien putkien pituudet vaihtelevat välillä 6-18 m, jolloin putket voidaan koeponnistaa, putken päät sorvata, tarkistaa loppupään ultraääni (Uä) -tarkastuslaitteistolla ja röntgenkuvata. Paaluja voidaan valmistaa suoraan 6-38 metrisiksi ja jatkamalla jopa 46 metrisiksi. (Ruukki 2011.)

Osa virtausputkista pinnoitetaan ulkopuolelta. Pinnoitus voidaan suorittaa halkaisijaltaan 100–1200 mm oleville putkille, joiden seinämävahvuudet vaihtelevat välillä 6-16 mm ja pituudet 10–18 metriin. (Ruukki 2011.)

2.1 Kierrelinja

Kierresaumaputkia voidaan valmistaa yhdessä vuorossa noin 25 000 t/vuosi. Kierresaumaputkilinja on toiminut nykyisin yhdessä vuorossa talviaikana ja kahdessa vuorossa keväästä syksyyn. (Ruukki 2011.)



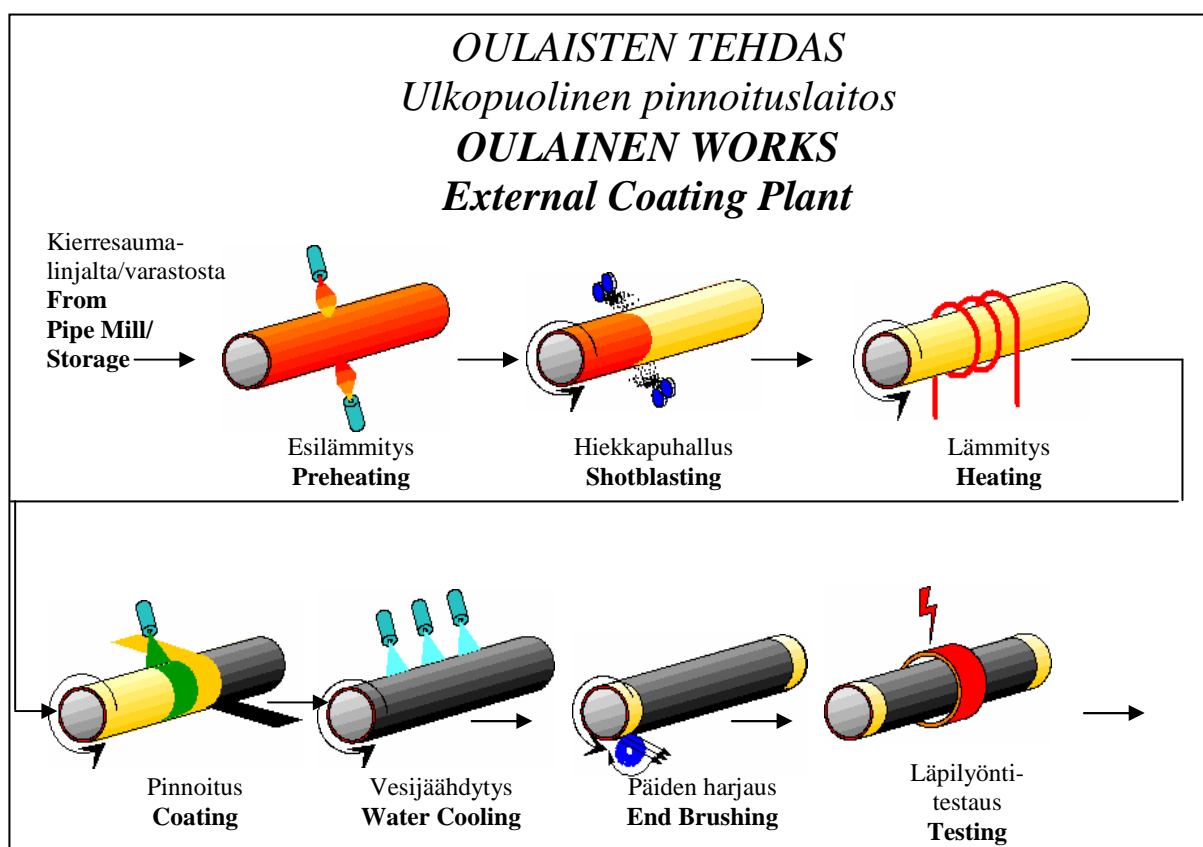
KUVIO 1. Kierresaumaputkilinja (Ruukki 2011.)

Kuvio 1 kertoo, minkälaisia työvaiheita kierresaumaputkilinja sisältää. Ensimmäisenä kelat esikäsitellään, eli kelalla olevan nauhan alkupää polttoleikataan suoraksi. Esikäsitellyt kelat nostetaan putkikoneeseen, jossa se hitsataan edellisessä kelassa olevan nauhan perään toiselta puolelta jauhekaarihitsauksella. Putkikoneessa nauha oikaistaan, sen reunat jyrsitään ja esitaivutetaan sekä nauha taivutetaan spiraalille. Spiraalille taivutettu nauha hitsataan jauhekaarihitsauksella ensin sisäpuolelta ja puolikierrasta myöhemmin ulkopuolelta. Tämän jälkeen hitsi tarkistetaan putkikoneen Uä-tarkistuslaitteistolla ja yhtenäinen putki katkaistaan sopivan pituisiksi putkiksi.

Katkaistut putket tarkistetaan silmämääräisesti, jonka jälkeen ne puhdistetaan sisäpuolelta. Korjaushitsauspaikalla: korjausta vaativat putket korjataan, leikataan näytteitä, katkaistaan putkia ja hitsataan nauhanjatkokset ulkopuolelta. Linjastossa seuraavana työpisteenä on vesipainekoelaite, jossa osa putkista koeponnistetaan. Tämän jälkeen putkien päät sorvataan ja pituus mitataan. Osa putkista vielä tarkistetaan loppupään Uä-tarkistuslaitteistolla, minkä jälkeen putkesta otetaan tarvittavat röntgenkuvat. Putkille suoritetaan vielä loppu-tarkistus ja punnitus, sekä putket merkataan ja ajetaan ulos. Ulkona putket siirretään varastoon, pinnoitukseen, varustelulinjalle tai asiakkaille.

2.2 Ulkokuolinainen pinnoitus

Ulkokuolinainen pinnoituslinja on kuvattu kuviossa 2. Putket tulevat varastosta tai kierresaumalinjalta. Putket esilämmitetään nestekaasu-uunilla, hiekkapuhalletaan, lämmitetään induktiouunilla ja pinnoitetaan ulkupuolelta kolmekerroksisella pinnoitteella. Pinnoitettu putki jäähdytetään, tarkistetaan ja harjataan putkenpäät puhtaiksi. Putkille suoritetaan vielä läpilyöntitestausta ja putket siirretään varastoon, asiakkaalle tai sisäpuoliseen betonointiin.



KUVIO 2. Ulkokuolinainen pinnoituslaitos (Ruukki 2011.)

3 TIETOPERUSTA

Tässä osuudessa käydään läpi työn kannalta oleellista tietoperustaa. Luvussa selvitetään viranomaisten vaatimuksia kunnossapito-ohjelmaan sekä käydään läpi erotusohjeita, lämpökuvauksen periaatteita ja Artturin sovellusohjelmia. Näitä tietoja tarvitaan varsinaisten ennakkohuolto-ohjeiden tekemisessä.

3.1 Viranomaismääräykset sähkökunnossapidosta

Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille pitää laatia sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen kunnossapito-ohjelman voi korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla. (KTM 335/2004.)

Luokan 2 C laitteistoja on sähkölaitteet, johon kuuluu yli 1000 V nimellisjännitteisiä osia. Niitä ei kuitenkaan ole sellaiset yli 1000 V sähkölaitteet tai laitteistot, joita syötetään enintään 1000 V jännitteellä. (KTM 335/2004.)

Luokan 2 D laitteistoksi luokitellaan sellaiset sähkölaitteet tai laitteistot, jonka haltijan kiinteistön tai yhtenäisen kiinteistöryhmän yhteen laskettu teho ylittää 1600 kVA. (KTM 335/2004.)

Ruukki Metalsin Oulaisten tehtaalla on sähkölaitteistoja, joiden liittymisteho on yli 1600 kVA ja syöttöjännite on yli 1 000 voltia. Tällä perusteella tällaisille laitteille on oltava sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma ja muilla laitteistoilla huolto-ohjeet.

3.2 Turvallinen työskentely sähkölaitteistossa

Työturvallisuuden kannalta on tärkeää, että huollot suoritetaan jännitteettömissä laitteistoissa. Lisäksi huoltotöitä tehdessä on varmistuttava, ettei aiheuteta vaaratilanteita huoltotöitä tekeville tai muille henkilölle. Sen vuoksi on estettävä koneiden tai laitteiden käynnistyminen ja muiden osien vaarallinen liikkuminen. Erityisesti tämä on huomioitava, kun työskennellään koneiden tai laitteiden välissä. Työ- ja sähköturvallisuusmääräykset sekä

tehtaiden sisäiset ohjeet määrittelevät, mitä turvavarusteita ja apuvälineitä on käytettävä. (Mäkinen 2010.)

3.3 Laitteiston tekeminen jännitteettömäksi

Huollot tehdään jännitteettömässä laitteistossa. Laitteistosta saadaan jännitteetön, kun tehdään seuraavat toimenpiteet alla olevassa järjestyksessä: Täydellinen erottaminen, jännitteen kytkemisen estäminen ja laitteiston jännitteettömyyden toteaminen. Osalle laitteistoa joudutaan myös tekemään työmaadoittaminen ja suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta. (Mäkinen 2010, 36–37.)

3.3.1 Täydellinen erottaminen

Erottaminen tapahtuu ilmapälin tai sitä vastaavan luotettavan eristyksen avulla. Työkohteen sähköinen erotuskohta määritellään piirustuksien tai muiden dokumenttien avulla. Ennen työn aloittamista tulee varmistaa, onko kohteessa rengassyöttö, mahdollisia takajännitteitä, erilliset tasa- ja vaihtosähkösyötöt, varavoimasyöttö esim. Uninterruptible Power Supply (UPS), syötönvaihtoautomatikka, pika- tai aikajäljen-kytkentöjä tai syöttö useamman erotuskytkimen (pääkytkimen) takana. (Mäkinen 2010, 37–42.)

Työkohteen turvallinen ja luotettava erottaminen voidaan suorittaa erottimella, erotuskytkimellä, tulppasulakkeella, kahvasulakkeilla, johdonsuojakatkaisijalla tai vikavirtasuojalla. Erotin aukaistaan ja tarkistetaan, että jokaisen vaiheen kosketin on auennut. Vaihtoehtoisesti voidaan tarkistaa erottimen avautuminen mekaanisesta asennon osoittimesta. Erotuskytkimellä erottaminen tapahtuu kääntämällä kytkin 0-asentoon. Erotuskytkimessä tulee olla luotettava asennon osoitus. Erottamisen voi tehdä myös poistamalla tulppasulake varokkeesta, poistamalla kahvasulakkeet kokonaan kahvavarokkeesta, kääntämällä johdonsuojakatkaisija tai vikavirtasuojan käyttövipu 0- tai OFF-asentoon. (Mäkinen 2010, 37–42.)

3.3.2 Jännitteen kytkemisen estäminen

Erotuskohta tulee lukita OFF- tai 0-asentoon. Lukitus toteutetaan yleensä sopivalla lukolla, jonka avaimet ovat lukitsijalla ja mahdollisesti työnjohdolla. Toinen vaihtoehto on sähköti-

lan lukitseminen, jossa erotuskohta sijaitsee. Sähkötilan avaimen saan antaa vain sähköalan ammattihenkilöille tai opastetuille henkilöille sähkötyön johtajan harkinnan mukaan. (Mäkinen 2010, 43–44.)

Erotuskohta tai ohjauselin tulee lisäksi merkitä kyltillä ”Älä kytke - työ käynnissä”. Kyltissä on lisäksi oltava kilven asentajan nimi ja asennuspäivämäärä. Kilpi tulee poistaa välittömästi käytön jälkeen, jottei se menettäisi merkitystä. (Mäkinen 2010, 43–44.)

3.3.3 Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen

Pienjännitelaitteiston jännitteettömyys todetaan yleismittarilla tai kaksinapaisella jännitteen koettimella. Jännitteet mitataan jokaisen vaiheen ja nollan väliltä sekä vaiheiden väliltä. Mittalaitteena käytetään vähintään Katgoria III -luokan mittalaitetta. Suurjännitteellä (>1000 V) jännitteettömyys tarkistetaan yksinapaisella jännitteen koettimella, joka nimellijännite on riittävä. Jännitteen koettimen toiminta on tarkistettava ennen jännitteiden pois kytkemistä. (Mäkinen 2010, 44–46.)

Jännitteettömyys on todettava ennen töiden aloittamista. Jännitteettömyys on myös todettava ennen töiden jatkamista, jos työt on keskeytetty ja kohteesta poistuttu pidemmäksi aikaa, eikä työkohdetta ole valvottu tänä aikana. Jännitteettömyyttä ei tarvitse todeta uudelleen, jos varmistetaan, että työmaadoitus on edelleen kytkettynä. (Mäkinen 2010, 44–46.)

3.3.4 Työmaadoittaminen

Työmaadoittamisella tarkoitetaan virtapiirin kaikkien osien yhdistämistä maahan ja toisiinsa työn ajaksi. Ennen työmaadoittamista on suhtauduttava kaikkiin virtapiirin osiin kuin jännitteisiin osiin. Ennen työmaadoitusta on varmistettava maadoitettavan kohdan jännitteettömyys. (Mäkinen 2010, 46–51.)

Kaikki suurjännitelaitteistot, yli 1000 A pienjännitelaitteistot ja pienjänniteavojohtojen kaikki osat, joissa työskennellään, pitää työmaadoittaa. Työmaadoittamisessa käytetään irrallista työmaadoitusvälinettä tai kiinteää työmaadoituskytkintä. Työmaadoitusväline kytketään ensin maa-liittimeen eli PE -liittimeen ja sen jälkeen vuorotellen jokaiseen vaihe-liittimeen sekä mahdolliseen Nolla- eli N-liittimeen. Käytettäessä kiinteästi asennettua

työmaadoituskykintä se on lukittava työn ajaksi. Pääkytkimeen on myös hyvä laittaa ”työmaadoitettu” -kyltti. Suurjännitelaitteiston osalta tulee olla yksityiskohtaiset kirjalliset ohjeet erottamisen ja työmaadoittamisen suhteen. (Mäkinen 2010, 46–51.)

3.3.5 Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta

Lähialueella olevat jännitteiset osat on suojattava sähköisesti ja mekaanisesti kestäville: suojilla, suojuksilla, koteloinnilla tai eristeaineisilla päällyksillä. Jos työskentelyn aikana pysytään riittävän kaukana jännitteisistä osista, ei jännitteisiä osia tarvitse suojata. Tämä edellyttää kuitenkin ennen työn alkua tapahtuvaa arviointia. (Mäkinen 2010, 51–53.)

3.3.6 Lupa työn aloittamiseen

Kun edellä luetellut toimenpiteet on tehty, pyydetään lupa työnaikaiselta sähköturvallisuuden valvojalta työn aloittamiseen. Töiden aloituslupa voi olla myös yrityksessä yhdessä sovittu käytäntö, kuinka edellä mainitussa tilanteessa menetellään. Usein tämä tarkoittaa sitä, että työstä vastaava henkilö toimii työnaikaisena sähköturvallisuuden valvojana. Jos työmaalla työskentelee useita urakoitsijoita, on tärkeää että työstä vastaavat henkilöt sopivat, kuinka menetellään tällaisessa tilanteessa. (Mäkinen 2010, 51–53.)

3.3.7 Työkohteen uudelleen kytkeminen jännitteiseksi

Työn valmistuttua jännitteet saa kytkeä vasta, kun kohteessa työskentely on lopetettu ja mahdolliset työmaadoitusvälineet on poistettu sekä riittävä käyttöönottotarkistus on suoritettu. (Mäkinen 2010, 53.)

Käyttöönottotarkastuksessa on varmistuttava, ettei kukaan työskentele laitteistossa, kaikki kaapelit ja liitokset ovat kiinni, kosketussuojat on palautettu paikoilleen, ylimääräisiä tarvikkeita tai työkaluja ei jää kohteeseen, kaikki varoituskilvet on poistettu ja kukaan tai mikään ei ole käynnistyvän laitteen vaara-alueella. Työmaadoituksen saa poistaa vain käyttöstä vastaavan henkilön luvalla, jonka jälkeen laitteistoon on suhtauduttava kuten jännitteeseen laitteistoon. (Mäkinen 2010, 53.)

3.4 Artturi kunnossapito-ohjelmisto

Artturi on suunniteltu kunnossapito-organisaatioiden toiminnanohjaus- ja tiedonhallintajärjestelmäksi. Artturissa on Windows-pohjainen käyttöliittymä, jota voivat käyttää kaikki kunnossapidon työntekijät ja esimiehet. Käyttäjät voivat halutessaan muokata ohjelmiston tietosisällön vastaamaan omia tarpeitaan. Artturi kykenee keskustelemaan myös muiden Windows-ohjelmien kanssa. Artturi sisältää seuraavia sovelluksia: kunnossapitokortisto, kunnossapitopäiväkirja, vikaseuranta, ennakkohuolto, varaosakirjanpito, ostopäiväkirja, kustannuslaskenta, kuvakortisto ja kuvakäyttöliittymä. Kuvioista 3 nähdään Oulaisten tehtaalla olevan Artturi-ohjelmiston kuvakevalikko, josta voidaan siirtyä erisovelluksiin. Sovellukset hyödyntävät toisia sovelluksia. (Artekus Oy 1996.)



KUVIO 3. Artturi kunnossapito-ohjelman valikko

Kunnossapitokortisto on dynaaminen kortisto kaikesta tuotantolaitoksen käyttöomaisuudesta. Sovelluksen avulla hallitaan laitteet ja asiakirjat sekä liittymät Computer Aided Design (CAD)-kuviin. Korttien tiedot on muokattavissa käyttäjien tarpeita vastaamaan. (Artekus Oy 1996.)

Kunnossapitopäiväkirja on sovellus, joka yhdistää tuotannon henkilöt kunnossapito järjestelmän käyttäjäksi. Kunnossapitopäiväkirja voi toimia tuotannon häiriöiden ja vikojen päiväkirjana, josta on suora yhteys varsinaiseen vikaseurantaan. Päiväkirja palvelee kunnossapitoa vika- ja korjaushistoriana, jonne voidaan raportoida korjatut viat ja tehdyt huollot. (Artekus Oy 1996.)

Vikaseuranta-sovelluksen avulla voi tehdä vikailmoituksia ja raportoida vian korjaukset. Vikaseurannan avulla tuotantolaitoksessa voidaan parantaa laitteiden käyttövarmuutta ja seurata sen toteutumista. (Artekus Oy 1996.)

Ennakkohuolto-sovellukseen voidaan tehdä tarvittavat määräaikaishuollot. Ennakkohuolto-sovellusta ohjataan kalenteri- tai mittariohjauksella. Sovelluksesta on suora yhteys töiden järjestelyyn. Töidenjärjestely-sovelluksen avulla voidaan hallita töiden suunnittelua, ajoitusta ja kuormitusta keskitetysti. (Artekus Oy 1996.)

Varaosa kirjanpito-sovelluksen avulla seurataan varastossa olevia tarvikkeita. Sovelluksen avulla yhdistetään varaosat laitteisiin ja ylläpidetään rekisteriä varastonimikkeisiin kohdistuvista tapahtumista. Varaosakirjanpito-sovellus ilmoittaa, kun varastoartikkelin määritetty minimi määrä alittuu. (Artekus Oy 1996.)

Ostopäiväkirja mahdollistaa ostotilausten kirjaamisen järjestelmään. Se toimii työnjohtajan ostojärjestelmänä, jolla voi seurata ja kohdistaa ostopahtumia. Tehdyt tilaukset voidaan lähettää esim. faksilla suoraan toimittajalle. (Artekus Oy 1996.)

Kustannuslaskenta kerää tietoa muissa sovelluksissa tehdyistä kustannustapahtumista esim. varasto-otoista ja työtuntien kuittauksista. Sovellus myös raportoi, kunnossapidon kustannukset halutunlaisina kokonaisuuksina esim. Excelliin. (Artekus Oy 1996.)

Kuvakortisto-sovelluksella voidaan hallita sähköisessä muodossa olevien kuvien tai muiden dokumenttien liittäminen Artturi tietoihin. Artturin käytön ohella voidaan katsella kuvia ja tehdä esim. punakynä merkintöjä. (Artekus Oy 1996.)

Kuvakäyttöliittymä mahdollistaa esim. prosessikaavion kuvan toimimisen käyttöliittymänä Artturiin päin. Sen avulla voidaan hakea tietoa ja aktivoida toimintoja kunnossapitojärjestelmässä. (Artekus Oy 1996.)

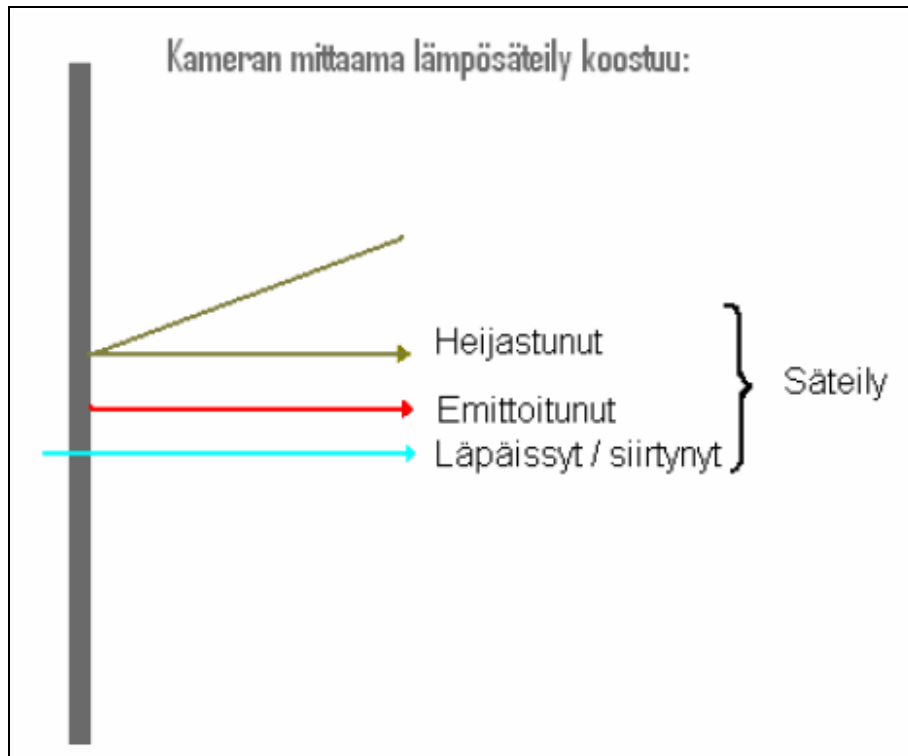
3.5 Lämpökuvaus

Lämpökuvauksen suosio on kasvanut ainetta rikkomattomana testausmenetelmänä eli Non-destructive testing (NDT) -menetelmänä monissa eri sovelluksissa. Lämpökamerat ovat kehittyneet vaikeasti käytettävästä painavasta laitteesta helppokäyttöiseksi pieneksi laitteeksi, jonka käyttöön jokainen kunnossapidon työntekijä voidaan kouluttaa. (Opetushallitus.)

Aiemmin lämpökamerat ovat olleet lähes pelkästään sotilaskäytössä ja niiden kehittymisenkin on rahoitettu armeijoiden budjetista. Nykyisin rauhanomaiset sovellukset ovat lisääntyneet ja kamerasta on tullut lähes huoltovapaa. Kameroiden kehityksen myötä lämpökamerasta on tulossa kunnossapidosta vakiotyökalu, joka on muuttumassa hiljalleen vianetsintälaitteesta ennakoivan kunnossapidon työjuhdaaksi. Myös raportointityökalu on kehittynyt helppokäyttöiseksi. (Opetushallitus.)

3.5.1 Lämpökuvauksen periaate

Lämpökameran toiminta perustuu kappaleen pinnan lämpösäteilyyn, jonka voimakkuus riippuu kohteen pintalämpötilasta ja pinnan emissiokertoimesta kuvion 4 mukaisesti. Emissiokerroin 0-1 kertoo, kuinka suuri osuus ilmaisimelle tulevasta kokonaislämpösäteilystä on mitattavan kappaleen lähettämää lämpösäteilyä. Lämpökameran ilmaisimittaa sen jokaiseen pikseliin tulevan lämpösäteilyn määrän. Kamera muuttaa ilmaisimen jokaisen pikselin lämpösäteilymäärän todellisiksi lämpötiloiksi hyödyntäen ilmaisimelta tulevaa kuvaa ja emissiokerrointa. Lämpötilojen perusteella kamera muodostaa lämpökuvan, jonka lämpötila arvot ilmaistaan eri väreillä tai harmaasävyinä. (Suomalainen 2011; Paloniitty 2005.)



KUVIO 4. Lämpökameran mittaama kokonaissäteily (Uusitupa 2006.)

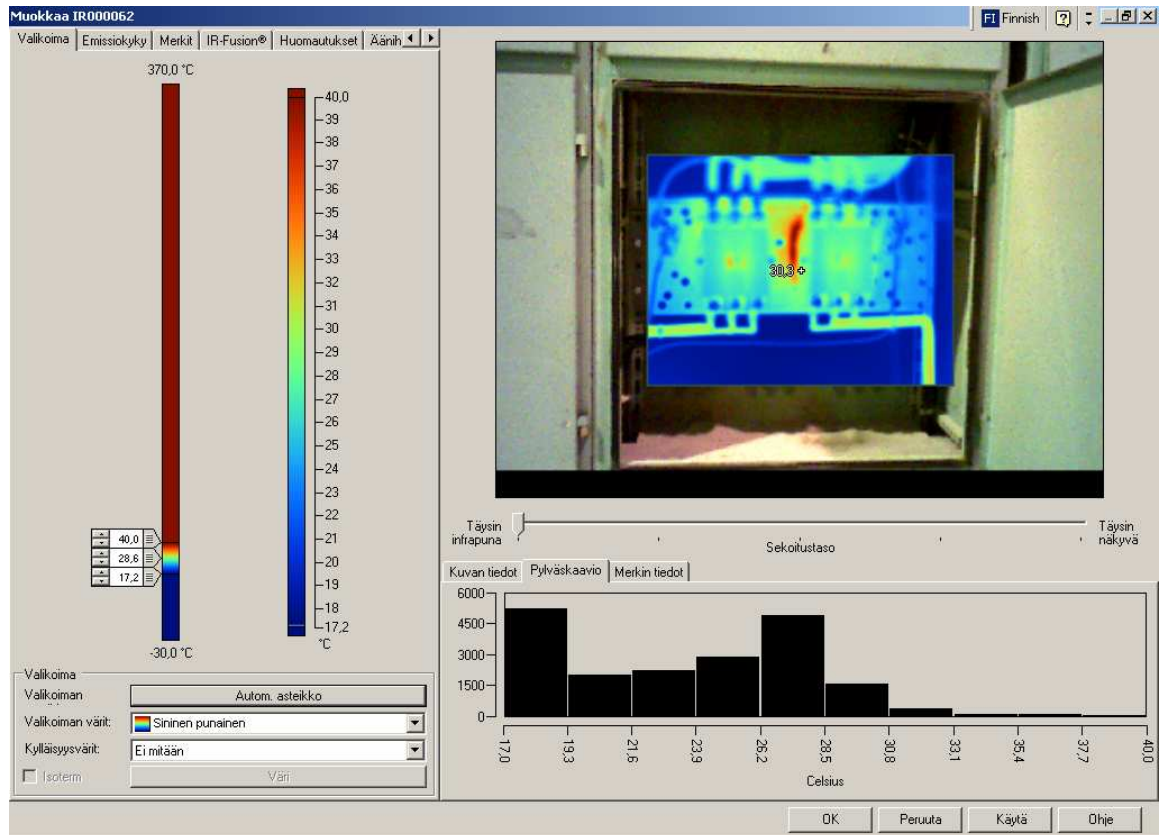
Kun emissiivisyyskerroin on lähellä ykköstä, on suurin osa kappaleen lähettämää lämpösäteilyä ja kameran näyttämät lämpötila-arvot ovat lähellä todellisia lämpötiloja. Vastaavasti, jos emissiivisyyskerroin on alle 0,5, ilmaisimelle tulevasta lämpösäteilystä suurin osa on kappaleen ympäristöstä heijastamaa lämpösäteilyä. Tällöin mittauksesta tulee vaikea tai jopa mahdoton suorittaa. (Suomalainen 2011; Paloniitty 2005.)

3.5.2 TI25-lämpökamera

TI25 on Fluken teollisuuskäyttöön valmistama lämpökamera. Kamera ottaa yhtä aikaa lämpökuvan ja tavallisen kuvan. Todellisuudessa lämpökameraan on integroitu tavallinen kamera. Kuvausvaiheessa valokuva ja lämpökuva kohdistetaan päällekkäin. Lämpökuvia otetaan kennolla, jonka tarkkuus on 160 x 120 pikseliä. Kameran lämpötila-alue on -20 ... +350 °C ja mittaustarkkuus on 0,13 °C. Tällä tarkkuudella kamera kertoo sen lämpötila-arvon, kuinka suuri lämpösäteilyn määrä kennolle tulee. Todellisuudessa materiaalien emissiivisyyskerroin vaikuttaa, paljon enemmän todelliseen lämpötilaan. (Elfa.)

Kameralla valitaan, mitä värejä käytetään kuvassa ja kuinka paljon todellinen kuva heijastuu lämpökuvan läpi. Voidaan myös valita, otetaanko kuvat automaatti- vai käsiasennolla.

Automaattiasennossa kamera hakee kuvausalueen kylmimmän ja kuumimman paikan ja asettaa ne kuumimman ja kylmimmän värin asetuksiksi. Manuaali-asennossa valitaan käsin mikä on kuumimman ja kylmimmän värin lämpötila. Käsi-asennolla voidaan helpommin seurata kuvista värien perusteella onko kuvausalueella laitteita, joiden lämpötilaan kannattaa kiinnittää tarkempaa huomiota. Lisäksi kuvan tulkintaa helpottaa numeronäyttö, joka kertoo kuumimman pisteen lämpötilan.



KUVIO 5. Kontaktorilähdöstä otettu lämpökuvakuva – SmartView -ohjelmassa.

Tuloksiin merkittävästi vaikuttavan emissiivisyyskertoimen asetuksia varten Ti25-kamerassa on lista, josta voidaan kuvattavan kohteen materiaalin perusteella valita sopiva emissiivisyyskerroin. Fluken SmartView -analysointi- ja raportointiohjelmalla voidaan myös jälkikäteen muuttaa kuvauksessa käytettyjä asetuksia. Kamerassa on myös äänitysominaisuus, joten kuvaaja voi tallentaa tarvittavat kommentit puhumalla. Äänitykset voidaan aukaista esim. SmartView -ohjelmalla. Kuvioista 5 nähdään, miten lämpökuvan asetuksia voidaan muokata SmartView -ohjelmalla.

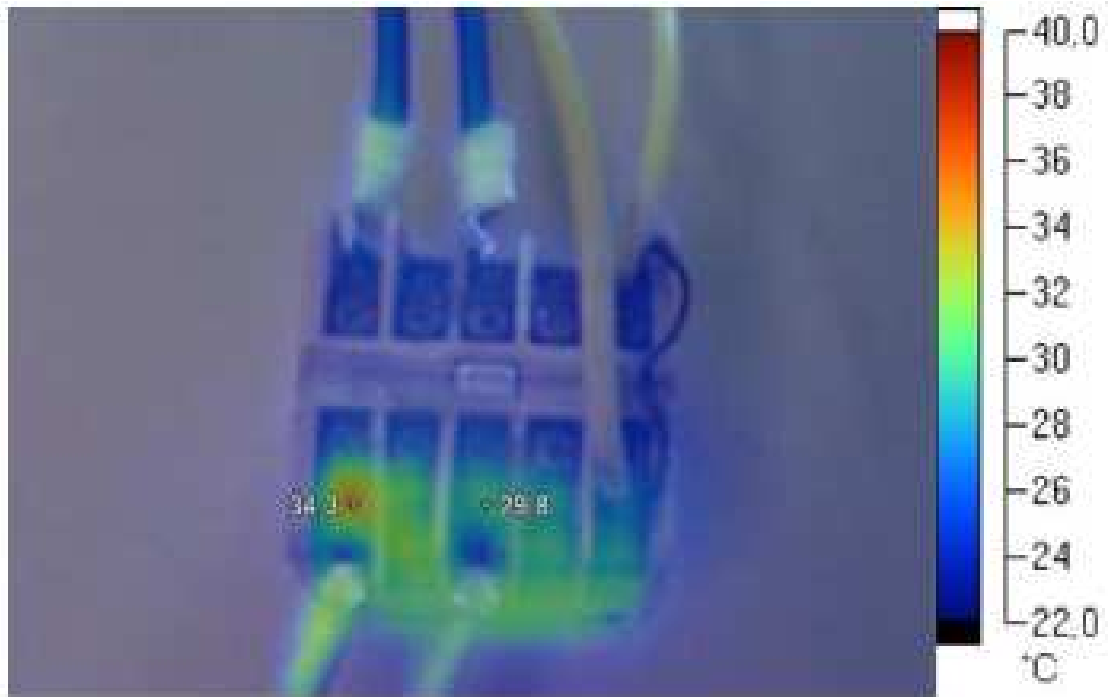
3.5.3 Lämpökuvauksen käyttäminen sähkökunnossapidossa

Lämpökuvauksella voidaan valvoa seuraavia komponentteja: 3-vaiheista sähkönjakelua, sulakerasioita, kaapeleita, liitännöitä, releitä, kytkimiä, eristimiä, kondensaattoreita, suoja-kytkimiä, ohjaimia, muuntajia, moottoreita ja akkuja. Vialliset laitteet näkyvät lämpökamerassa kuumina pisteinä, kuumina laitteina tai lämpötilaeroina esim. kolmivaihelähdössä. (Fluke.)

Tavallisimmat syyt kuumiin pisteisiin ja lämpötilan poikkeamiin ovat epäsymmetriset kuormat, harmoniset yliaallot, ylikuormitetut järjestelmät, liiallinen virta, löysät liitokset, syöpyneet liitokset, eristysvika, komponenttivika, johdotusvirheet ja alimitoitettut komponentit. (Fluke.)

3.5.4 Keskuksien lämpökuvaus

Keskuksien kunto voidaan tarkistaa nopeasti lämpökuvauksen avulla. Lämpökuvaamisella saadaan selville viallisia, ylikuormitettuja ja vinokuormaisia laitteita sekä heikkoja liitoksia. Syöpyneiden tai löysien liitosten aiheuttaman resistanssin kasvu aiheuttaa liitosten lämpenemisen. Kontaktorien ja releiden lämpeneminen kertoo niiden olevan huonossa kunnossa tai ylikuormitettuja. Lisäksi lämpökuvauksella voidaan seurata kolmivaihelähtöjen vinokuormitusta. Vinokuormitus näkyy lämpötilaeroina erivaiheiden välillä. Se pitää kuitenkin varmistaa mittaamalla virrat pihtiampeerimittarilla. Jos virrat ovatkin yhtä suuria, voidaan olettaa vian johtuvan esim. löysästä liitoksesta.

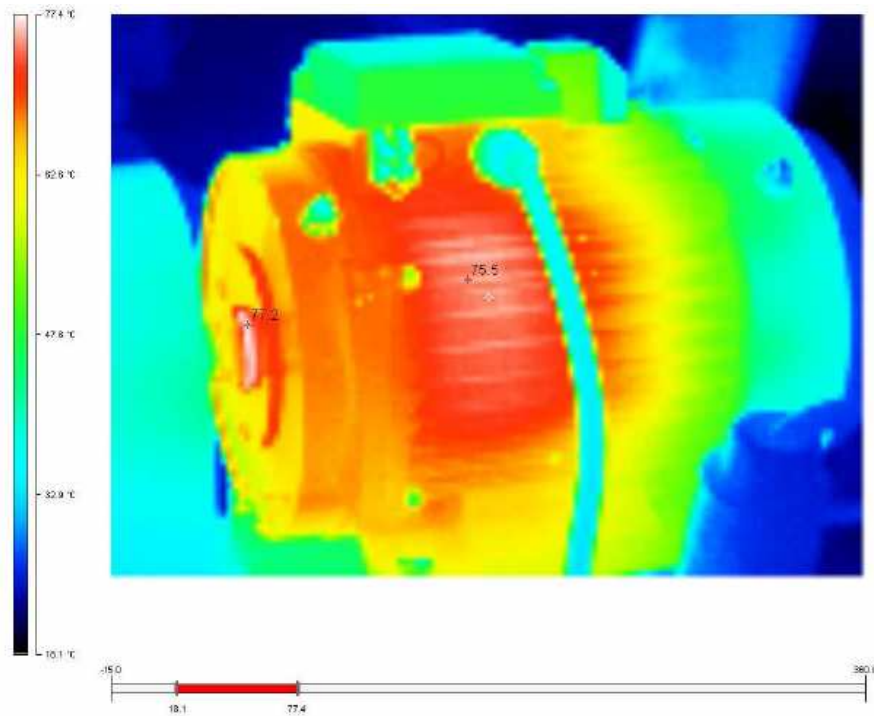


KUVIO 6. Laboratoriossa tehty vikatilanne: löysä liitos. (Suomalainen 2011, 32.)

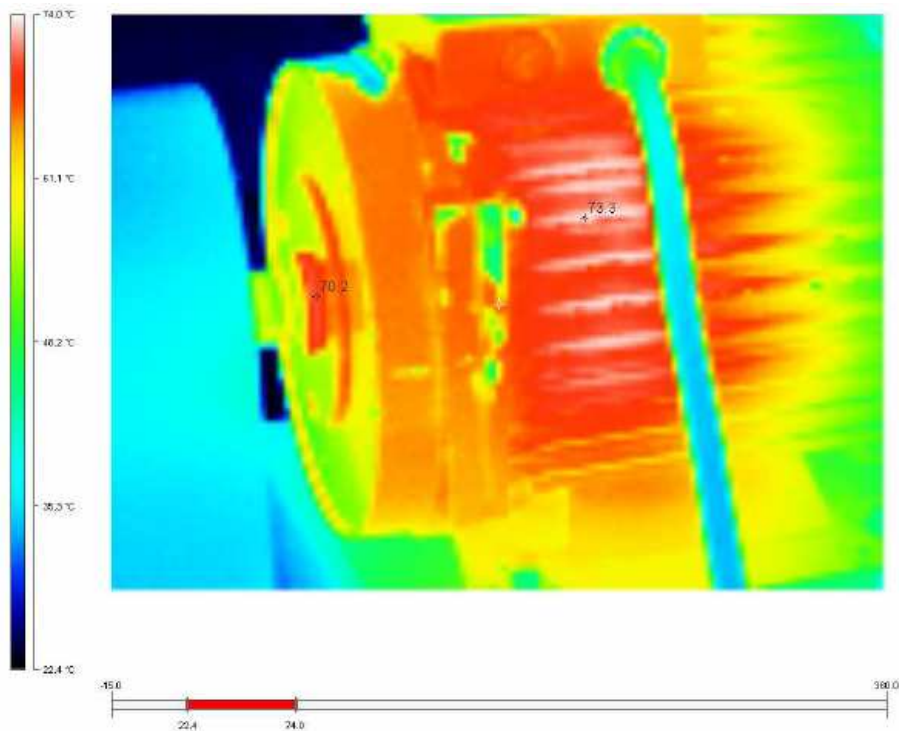
Keskuksissa olevat löysät liitokset lisäävät valokaaren vaaraa. Lämpökuvauksella keskuksissa säännöllisesti voidaan löytää huonot liitokset hyvissä ajoin ja näin lisätään työturvallisuutta. Kuviosta 6 voidaan nähdä, millaisena löysä liitos näkyy lämpökuvassa. Keskuksissa olevien lähtöjen kuvaamisessa tulee huomioida, että laite ja liitokset eivät lämpene, jos virtaa ei kulje.

3.5.5 Moottoreiden lämpökuvaukset

Moottoreiden lämpökuvauksella voidaan saada selville moottoreiden laakeri- ja roottoriviat sekä löysät liitokset. Moottoreiden lämpökuvauksissa on huomioitava, että taajuusmuuttajaohjatun moottorin taajuus vaikuttaa pyörimisnopeuteen ja puhaltimen pyörimisnopeuteen. Puhaltimen pyörimisnopeus vaikuttaa moottorin lämpenemiseen. Roottorivikojen selvittämien lämpökuvauksella vaatii useita vertailukuvia samalla taajuudella ja samalla kuormituksella, koska roottorivika lämmittää runkoa vain muutaman asteen enemmän, kuin kunnossa olevaa moottori. Lisäksi moottorin lämpenemiseen vaikuttaa ympäristön lämpötila, moottorin puhtaus ja käytinjakson pituus. (Korte 2007.)



KUVIO 7. Laakerivikainen moottori (Korte 2007, 30.)



KUVIO 8. Kunnossa oleva moottori (Korte 2007, 31.)

Laakerivikoja on mahdollista havaita lämpökuvauksella. Laakerivikaisen moottorin voi erottaa, kun vertaillaan rungon ja laakerin lämpötilaa. Kuviosta 7 voidaan havaita, että laakerivikainen moottori on laakerin kohdalta muutaman asteen kuumempi kuin moottorin

runko. Kuviosta 8 voidaan havaita, että laakerin ollessa ehyt laakerin kohdalla moottorin lämpötila on hieman alhaisempi kuin rungon lämpötila. (Korte 2007.)

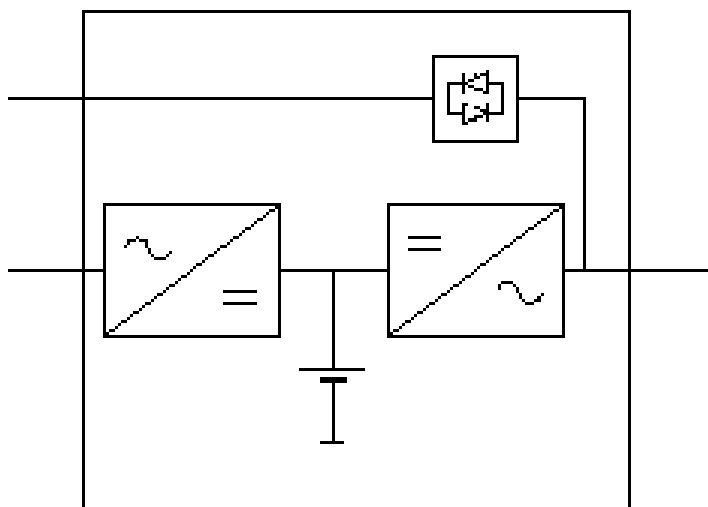
Moottoreiden liittimetkin voidaan lämpökuvata, jos moottorikoppa aukaistaan. Liitoksien kuvaamisella saadaan selville löysät ja syöpyneet liitokset sekä moottorin vinokuormitus. Käytännössä voi olla helpompaa kiristää liitokset kuin ruveta kuvaamaan niitä virrallisena. Vinokuormitukset on taas helpompi selvittää kuvaamalla lähdöt ja mittaamalla virrat pih-tiampeerimittarilla. Voidaankin todeta, että moottoreiden lämpökuvaamisella voidaan lähinnä seurata laakereiden kuntoa.

4 SÄHKÖKUNNOSSAPIDON ENNAKKOHUOLTO-OHJEIDEN PÄIVITTÄMINEN

Ennakkohuollot pohjautuvat ST-kortistoon, laitevalmistajien ohjeisiin, vanhoihin huolto-ohjeisiin ja verkossa oleviin lähteisiin. Seuraavaksi käydään läpi, mitä eri laitteiden huolloissa tulisi tehdä. ja kuinka huollot tehdään jatkossa Oulaisten tehtaalla.

4.1 UPS-huolto

Uninterruptible Power Supply (UPS) -järjestelmä suojaa herkkiä sähkölaitteita, muun muassa tietokoneita ja prosessiohjausjärjestelmiä verkkosähkön laadun vaihteluilta ja sähkökatkoksilta. Sähkön laatuun vaikuttaa ulkoiset häiriöt, joita aiheuttavat salamot, vikatilanteet sähköverkossa ja radiolähetykset. Laitoksen sisältä voi myös tulla häiriöitä esimerkiksi moottoreista ja hitsauskoneista. (Powerware 1999, 5-6.)



KUVIO 9. On-line UPS:n toimintaperiaate (Powerware 2005, 3.)

UPS-laitteen pääosat ovat tasa- ja vaihtosuuntaajat sekä akusto, kuten kuviosta 9 voidaan havaita. Lisäksi UPS sisältää ohjaimen sekä huolto- ja ohitus-kytkimet. UPS jäädytyksettä huolehtii jäädytyspuhallin. UPS:n voidaan olettaa toimivan pitkään ja ongelmattomasti vähäisellä huollolla, kun laite on sijoitettu puhtaaseen ympäristöön, jossa ympäristön lämpötila on noin 25 °C. (Powerware 1999.)

UPS-huoltoa tehdessä tulee huomioida, että laitteen sisällä tehtäviä toimenpiteitä saa tehdä vain valmistajan tai valmistajan valtuuttaman edustajan huoltoteknikot. UPS:n tarvitsemat tarkistukset ovat puhaltimen toiminnan tarkistaminen, akkujen riittävän varakäyntiajan testaaminen ja hälytyksien tarkistaminen. Nämä tulisi suorittaa 6–12 kuukauden välein. UPS:n tarvitsema huolto on akkujen vaihto noin kolmen – viiden vuoden välein ja tuuletuksipuhaltimen vaihto noin viiden vuoden välein. (Powerware 2007, 31–35.)

UPS-huollosi sovittiin laitteen kunnan tarkistamisesta silmämääräisesti, puhaltimen kunnan ja hälytyksien tarkistaminen sekä laitteen puhdistaminen pölystä. Ulkopuolinen huolto tilataan tekemään akkujen ja puhaltimien vaihdot.

4.2 Taajuusmuuttajahuolto

Tehtaalla on suurin osa taajuusmuuttajista Asea Brown Boverin (ABB:n) valmistamia noin 2000-vuoden vaihteessa käyttöön otettuja taajuusmuuttajia ja vajaa kymmenen kappaletta 2008 käyttöön otettuja Rocwell PowerFlex 70 -taajuusmuuttajia sekä muutama vuonna 2008 käyttöön otettu nosturikäytössä oleva Vacon-taajuusmuuttaja. ABB-taajuusmuuttajien mallit ovat ACS401-, ACS501-, ACS601-, ACS607- ja ACS800-sarjan taajuusmuuttajia. ABB-taajuusmuuttajat ovat olleet käytössä yli kymmenen vuotta, joten niiden huollon tarve on hyvä selvittää. Oletetaan vastaavien huolto-ohjeiden soveltuvan myös Rockwellin taajuusmuuttajiin ainakin yleisohjeiksi. Nostureiden osalta Ruukilla on huoltosopimukset ja niissä oleviin Vacon-taajuusmuuttajien huoltoon ei sen vuoksi tarvitse puuttua.

ABB:llä on ACS601- ja ACS800-sarjan taajuusmuuttajille huolto-ohjelmat, josta selviää, mitä taajuusmuuttajia tulee huoltaa vuosittain, kolmen-, kuuden, yhdeksän ja 12 vuoden välein. Koska vastaavaa huolto-ohjelmaa ei ole ACS401- ja ACS501-sarjan taajuusmuuttajille, oletetaan samojen huolto-ohjelmien soveltuvan myös niille.

4.2.1 ACS601-sarjan huolto

Vuosittain tehtäväksi huollosi ABB suosittelee jäähdytysripojen puhdistamista pölystä, kaapin ilmansuodattimen vaihtoa, silmämääräistä tarkistamista, perusmittauksia ja varastossa olevien taajuusmuuttajien elvyttämistä. Oulaisten tehtaalla käytössä oleville

ACS601-taajuusmuuttajille ei ole varsinaista kolmevuotishuoltoa. (KUVIO 10.) (ABB 1997, (5-1) - (5-8).)

Kuusivuotishuolto sisältää jäähdytyspuhaltimen vaihtamisen. Puhaltimen teoreettiseksi käyttöiäksi ABB ilmoittaa 60 000 tuntia jatkuvalla käytöllä. Yhdeksänvuotishuolloksi ABB ilmoittaa Elektrolyyttikondensaattorin(NGDR) ja lattakaapelin vaihtamisen. 12-vuotishuolloksi ABB ilmoittaa välipiirin DC-kondensaattoriyksikön vaihtamisen. Elektrolyyttikondensaattori teoreettiseksi käyttöiäksi ABB ilmoittaa noin 100 000 tuntia. (ABB 1997, (5-1) - (5-8); ABB 2007a.)



KUVIO 10. ABB ACS601-taajuusmuuttaja

Keskustelussa ABB myyntimiehen Jari Lehdon kanssa selvisi, että Oulaisten tehtaalla olevista taajuusmuuttajista ABB tukee vain ACS601-050-3 ja sitä suurempia taajuusmuuttajia. Tämä tarkoittaa sitä, että tätä pienemmille taajuusmuuttajille voidaan tehdä vain yksivuotishuoltoja ja mahdollisesti taajuusmuuttajille löytyvät puhaltimet voidaan vaihtaa. (Lehto J. 2012a.)

4.2.2 ACS800-sarjan taajuusmuuttajat

ABB suosittelee käytettäväksi heidän laatimaansa huolto-ohjelmaa ja siihen perustuvia ennakkohuoltosarjoja. Yksivuotishuolto sisältää samat asiat kuin ACS601-sarjan taajuusmuuttajien huolto. Kolmevuotishuolto sisältää sisäisen- tai lisäpuhaltimen vaihdon, joka löytyy osasta ACS800-taajuusmuuttajamalleista. Kuusivuotishuolto sisältää jäähdytyspuhaltimen vaihdon; sen teoreettinen käyttöikä on noin 50 000 tuntia. Yhdeksänvuotishuolto sisältää AINT-korttien vaihtamisen. AINT-kortit sisältävät elektrolyyttikondensaattorit ja nauhakaapelit. 12-vuotishuolto sisältää DC-välipiirin kondensaattorin vaihtamisen. (ABB 2005, 77–82; ABB 2007b.)



KUVIO 11. ACS800

ACS800 on vielä ABB:n tukema taajuusmuuttajamalli, mikä tarkoittaa että siihen on kaikki varaosat saatavana. (KUVIO 11.) Näille taajuusmuuttajille voidaan Jari Lehdon mukaan tehdä vuosihuolto-ohjelman mukaiset huollot. Laiteoppaan ACS800-01-taajuusmuuttajat

(0,55...110 kW) mukaan kondensaattorin vaihdot voidaan suorittaa runkokooltaan R4 ja suuremmille sekä toisen kohdan mukaan R5 ja suuremmille taajuusmuuttajille. ABB-varaosapalvelusta käytiin läpi, mille malleille ABB tarjoaa yhdeksän- ja 12-vuotishuoltoja. Huomattiin, että yhdeksänvuotis-ennakkohuoltopaketteja on saatava ACS800-01-040-3 ja suuremmille. Ainakaan vielä ei ole törmätty 12-vuotisennakko-huoltopaketteihin, mutta oletetaan niiden tulevan markkinoille lähivuosina. Oulaisten tehtaassa ACS800-taajuusmuuttajat ovat tällä hetkellä pienempiä kuin ACS800-01-040-3 -taajuusmuuttaja. Sen vuoksi niillekään ei voida tehdä kuin puhaltimen vaihdot ja puhdistukset. (ABB 2005, 77 - 82; ABB 2007b.)

4.2.3 ACS401- ja ACS501-sarjaisten taajuusmuuttajien huollot



KUVIO 12. ACS401 ja ACS501

Näistä kumpaakaan taajuusmuuttajamallia ABB ei enää tue, joten niihin ei välttämättä saa varaosia. ABB suosittelee näiden taajuusmuuttajien uusimista. Puhaltimia kuitenkin saa vielä ACS401- ja ACS501-taajuusmuuttajiin. (KUVIO 12.) Vaikka näihin ei saisikaan varaosia, niiden toimiessa ne voidaan ajaa loppuun. Huolloksi soveltuu vastaava vuosittain tapahtuva huolto kuin ACS601- ja ACS800-sarjan malleilla. Myös puhaltimet kannattaa vaihtaa noin 50 000 tunnin välein. (ABB 1995; ABB 1998; Lehto 2012a.)

4.2.4 Ennakkohuolto-ohjelman arviointi vuosi- ja tuntimäärän perusteella

ABB:n suunnittelema ennakkohuolto-ohjelma on suunniteltu jatkuvasti käytössä oleville taajuusmuuttajille paikkoihin, jossa taajuusmuuttajan pitäisi toimia luotettavasti koko elinkaaren ajan. Tuntimääräiset arviot kertovat osien valmistajan ilmoittaman teoreettisen käyttöiän hyvissä olosuhteissa. (Lehto 2012a.)

Komponenttien keston vaikuttaa erityisesti toimintalämpötila, joka nousee, kun ympäristö lämpenee, taajuusmuuttajaa ajetaan maksimikuormituksella tai ilmassa oleva pöly sekä kosteus heikentävät jäähdytystä. Tämän johdosta taajuusmuuttajan käyttöikä voidaan kasvattaa puhdistamalla taajuusmuuttaja pölystä ja vaihtamalla kotelossa olevat suodattimet riittävän useasti. Koska taajuusmuuttajan käyttöikä vaikuttaa kuormituksen määrä, voidaan jo suunnitteluvaiheessa valita kokoluokkaa suurempi taajuusmuuttaja. Tällöin voidaan huoltoväliä harventaa, koska taajuusmuuttaja ei lämpene niin paljon. (Lehto 2012a.)

Käytiin läpi muutaman taajuusmuuttajan käyttötuntimäärä ja energian kulutus. Huomattiin, että taajuusmuuttajien suurimmat käyttötuntimäärät olivat reilut 60 000 tuntia, joka vastaa jatkuvalla käytöllä reilua kuutta vuotta ja esim. ratamoottoreiden ACS401-taajuusmuuttajien käyttötuntimäärät olivat vain 5 000 h. Kun vielä laskettiin muutamien taajuusmuuttajien energian kulutuksen ja käyttötuntimäärään perustella keskimääräinen teho, huomattiin sen olevan pienempi kuin taajuusmuuttajien nimellisteho. Se on laskettu taulukossa 1 tehtaalla oleville suurimmille taajuusmuuttajille.

TAULUKKO 1. Suurimpien taajuusmuuttajien käyttötuntimäärät ja energian kulutus

Tyyppi	Nimellis-teho [kW]	Käyttötuntimäärä [h]	Kulutettu energia [kWh]	Keskimääräinen teho [kW]
ACS601-0060-3	45	17972	40614	2,26
ACS601-0060-3	45	17971	38448	2,14
ACS601-0070-3	55	47364	257912	5,45
ACS601-0120-3	90	12575	276648	22,00
ACS601-0120-3	90	61083	401208	6,57
ACS601-0120-3	90	61083	380056	6,22
ACS601-0120-3	90	52415	107086	2,04
ACS601-0120-3	90	52411	100252	1,91
ACS607-0210-3	160	57458	199576	3,47
ACS607-0610-3	500	13476	2523200	187,24

Tällä perusteella voidaan olettaa taajuusmuuttajien komponenttien kestäväen lähelle teoreettista käyttöikä, kun huolehditaan taajuusmuuttajien riittävästä jäähdytyksestä. Koska taajuusmuuttajien komponenttien oletetaan kestäväen lähelle teoreettista käyttöikä ja käyttö-tuntimäärät eivät ole kovinkaan suuria, kannattaa taajuusmuuttajien huolloissa huomioida käyttötuntimäärä, eikä tuijottaa pelkästään käyttövuosia.

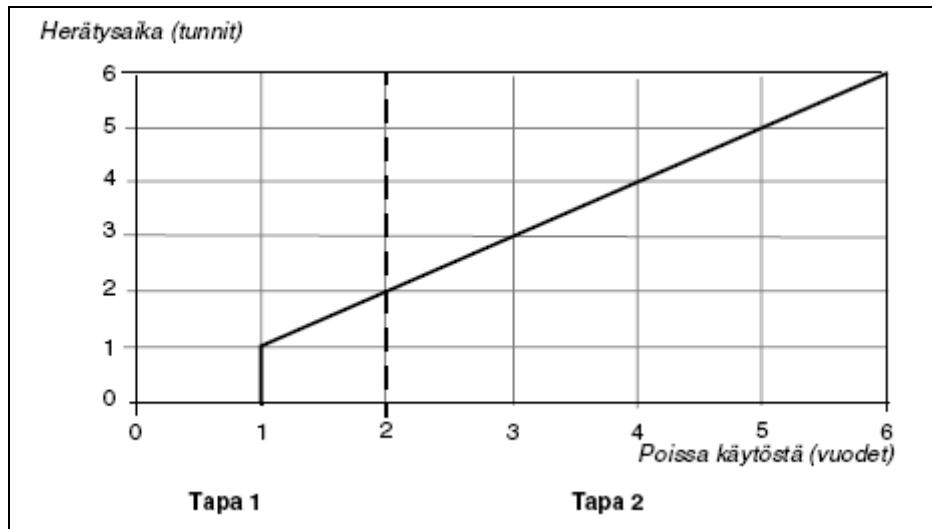
4.2.5 Taajuusmuuttajien ennakkohuolto

Edellisen luvun perusteluiden pohjalta tehtiin ennakkohuolto-ohjelma taajuusmuuttajille. Oulaisten tehtaalla on jonkin verran pölyä ilmassa, joten vuosittaiseen huoltoon kuuluu taajuusmuuttajan puhdistaminen pölystä ja koteloiden suodattimien vaihtaminen. Lisäksi tarkistetaan liitosten kireys ja luetaan käyttötuntimäärä sekä energian määrä. Käyttötuntimäärien perusteella voidaan tilata tarvittaessa huoltopaketit tai puhaltimet.

Taajuusmuuttajan käyttötuntimäärän ollessa 25 000 h vaihdetaan ACS800-sarjan lisäpuhaltimen sisältäviin malleihin lisäpuhaltimet. Käyttötuntimäärän ollessa 50 000 h vaihdetaan taajuusmuuttajien jäähdytyspuhaltimet. Yhdeksänvuotishuoltopaketin mukainen huolto tehdään 75 000 h välein ACS601-050-3, ACS800-01-040-3 ja suuremmille taajuusmuuttajille. Samoille taajuusmuuttajille tehdään myös 12-vuotishuolto käyttötuntimäärän ollessa 100 000 h.

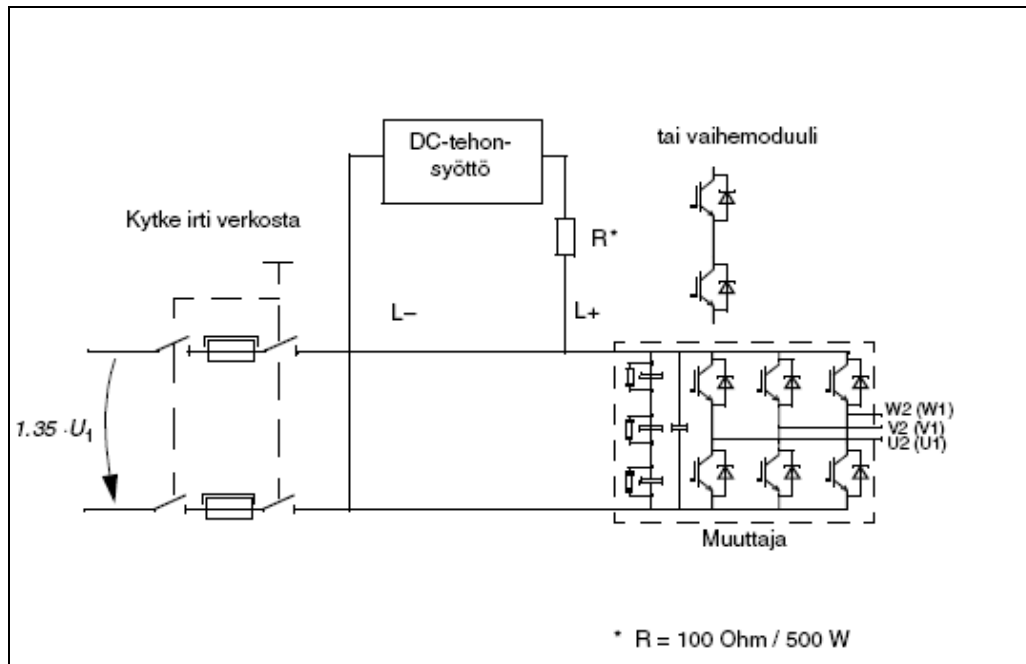
4.2.6 Taajuusmuuttajien elvyttäminen

ABB suosittelee yli vuoden käyttämättömänä olleiden taajuusmuuttajien elvyttämistä. Elvyttäminen voidaan tehdä kytkemällä syöttöjännite taajuusmuuttajaan, joka on kuvion 13 menetelmä 1. Menetelmää 1 voidaan käyttää vain, jos taajuusmuuttaja on ollut käyttämättömänä alle kaksi vuotta. Kuvioista 13 voidaan tarkistaa elvytysaika, jos taajuusmuuttaja on ollut käyttämättömänä pidempään. Esim. jos taajuusmuuttaja on ollut käyttämättömänä kaksi vuotta, tulee jännitteiden olla päällä kaksi tuntia. Kuvioista 13 voidaan havaita, että taajuusmuuttajan ollessa elvyttämättä yli kaksi vuotta menetelmää 1 ei suositella käytettäväksi, vaan taajuusmuuttajan välipiiriin tulee kytkeä tasajännite menetelmän 2 mukaisesti. (ABB 2006.)



KUVIO 13. Taajuusmuuttajan kondensaattorin elvyttäminen (ABB 2001, 97.)

Menetelmässä 2 taajuusmuuttajan välipiiriin kytketään tasajännite $100\ \Omega/500\text{W}$ -vastuksen kautta kuvion 14 mukaisesti. Ennen elvytystä menetelmällä 2, tulee taajuusmuuttaja kytkeä irti verkosta ja kuormasta. Elvytys tapahtuu syöttämällä virtaa välipiiriin. Virran suuruuden tulisi pysyä noin $0,5\ \text{A}$ tietämällä. Siitä johtuen aluksi syötettävän jännitteen pitää olla, alle $100\ \text{V}$. Jännitettä kasvatetaan virran pienentyttyä aina $100\ \text{V}$ portailla. Maksimijännitteen tulisi olla $(1,35\text{--}1,41) \times$ syöttöjännite. Näiden taajuusmuuttajien syöttöjännite on $400\ \text{V}$, mistä johtuen suurimmillaan välipiiriin tulee syöttää $565\ \text{V}$ direct current (DC) -jännitettä. Syöttöjännitteen suuruus tulee tarkistaa ennen elvytystä. Taajuusmuuttajaa elvytetään kuvion 14 ilmoittama aika maksimijännitteellä. (ABB 2006.)



KUVIO 14. Taajuusmuuttajan elvyttäminen tasajännitelähteellä (ABB 2001, 99.)

4.2.7 Turvallisuus taajuusmuuttaja huolloissa

Taajuusmuuttajan turvallisesti suoritettavan huollon kannalta on oleellista että taajuusmuuttaja tehdään jännitteettömäksi. Syötön poiskytkennän lisäksi on taajuusmuuttajan välipiiriin varastoidun energian ehdittävä laskea riittävän pieneksi, jotta sähköiskun vaaraa ei ole. Ennen huoltoa tulee mitata jännite jännitesyötön vaiheiden ja maan väliltä sekä välipiirin liittimien ja maan väliltä. (ABB 2005.)

4.2.8 Taajuusmuuttajan elvytysvirtalähde

Oulaisten tehtaalla ei ole taajuusmuuttajien elvyttämiseen soveltuvaa tasavirtalähdettä, joten vaihtoehdoksi jäi niiden käyttäminen huollossa tai elvyttämiseen soveltuvan virtalähteen hankkiminen. Jos taajuusmuuttajat käytetään huollossa, ne pitäisi huollon jälkeen elvyttää vuosittain kytkemällä virrat taajuusmuuttajiin. Toinen vaihtoehto olisi virtalähteen ostaminen ja sillä taajuusmuuttajien elvyttäminen. Sähkö- ja automaatio insinööri Hannu Häkkinä arvioi huollossa käyttämisen tulevan kalliimmaksi kuin virtalähteen hankkimisen.

Sopivaksi virtalähteeksi Jari Lehto esitti 1250 V:n säädettävää tasajännitelähdettä, joka antaisi virtaa yhden ampeerin. Lisäksi virtalähteessä tulisi olla automaattinen ja säädettävä

virran rajoitus. Tarkasteltiin virtalähteen vaatimuksia ja arvioitiin 1250V jännitteen olevan turhan suuri, koska tehtaalla ei ole 690 V taajuusmuuttajia. Aiemmin todettiin, elvytyksessä tarvittavan suurimman jännitteen olevan 565 V. Sen perusteella virtalähde on riittävä, jos siitä saisi ulos 600 V jännitettä ja vähintään 0,5 A virtaa. Esimerkiksi sopiva virtalähde voisi olla kuvion 15 mukainen 600 V ja 1,3 A Lambda Genesysin valmistama säädettävä tasavirtalähde, jossa on myös virran rajoitus. YE International ilmoittaa tämän laitteen hinnaksi 1480 €.



KUVIO 15. Lambda Genesysin virtalähde. (YEinternational)

Tarjolla on vaatimukset täyttävä Hewlett-Packardin valmistama HP 6448B DC Power Supply 0–600 V, 0–1,5 A, jonka hinnaksi Spectrum ilmoittaa 750\$, sekä Agilentin N5752A, jonka hinnaksi Elfa-elektronikka ilmoittaa 1928€. Muita teholähteitä voisi olla Caltestin myymät PNT 600-1 pöytämallinen tarkkuusteholähde ja Sorensen XHR 600–1,7 pöytämallinen teholähde.

Virtalähteen valinnassa olisi hyvä ottaa huomioon sen käytettävyys. Laitteen tulisi olla pöytämallia, jotta sitä varten ei tarvitsisi tilata erillisiä koteloita ja se olisi helposti liikuteltavissa. Lisäksi valinnassa olisi huomioitava, kuinka saadaan liitettyä virtakaapeli ja tasajännitepuolen johtimet.

4.3 Kondensaattorihuolto

Kompensointikondensaattoreita käytetään loistehon kompensointiin. Osa kondensaattoreista kytkeytyy päälle, kun valaistus kytketään päälle. Osa kondensaattoreista ohjataan loistehon säätimillä, loistehon kulutuksen mukaan.

4.3.1 Kondensaattorihuollon turvallisuusohjeet

Ennen huoltoa on kondensaattoreilta katkaistava jännitteet ja odotettava vähintään minuutti jäännösvarauksen purkautumista. Sen jälkeen kondensaattorin navat on oikosuljettava kaikkinaapaisesti ainakin hetkellisesti. Kondensaattori tulee vielä työmaadoittaa, kytkemällä vaiheet ja maa yhteen. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23–24; D1 2009, 315.)

4.3.2 Kondensaattorien vaatima huolto

Kondensaattorihuollot tulee suorittaa kahden–kolmen kuukauden kuluttua käyttöönotosta ja jatkossa vuoden välein. Tarkistettavia kohteita ovat: johdinliitokset, sulakkeet, säätimen toiminta, kontaktorien toiminnat, varoituskilvet, muut merkinnät, sulakkeiden vaihtokahva, pariston mekaanisen rakenteen kunto, mahdolliset kosketussuojat, kotelointiluokka, kaapeliasennusten kunto, kondensaattorin purkausvastukset ja ilmavälit jännitteisissä osissa. Lisäksi kondensaattorin kapasitanssi tulee mitata. Mittauksen voi suorittaa sopivalla kapasitanssimittarilla tai vaihtoehtoisesti mittaamalla jokaisen kondensaattorin virrat pih-tiampeerimittarilla. Mitattuja arvoja verrataan kondensaattorin nimellisarvoihin. Lisäksi tulee puhdistaa tuuletusaukkojen verkot ja paristo pölynimurilla sekä eristimet ja eristeai-neiset osat käyttämällä vettä tai spritiä. (Nokian kondensaattorit Oy 1990, 23–24.)

4.3.3 Kondensaattorien vuosihuolto

Kondensaattorien huoltoon kuuluu laitteen erottaminen verkosta, kondensaattorinkunnon ja sen kytkentä- ja ohjauslaitteiden toiminnan tarkistaminen. Lisäksi kondensaattori, kotelo, suodattimet ja eristimet puhdistetaan. Huollossa tarkistetaan myös kotelon ja läpivientien kunto. Tarkemmat ohjeet kondensaattorihuollosta ja säätimen kunnon testaamisesta löytyy liitteestä 1.

4.3.4 Valaistuskondensaattoreiden vuosihuolto



KUVIO 16. Valaistuskeskuksen kondensaattoreita.

Valaistuskeskusten kondensaattoreita käytetään valaistuksen aiheuttamaan loistehon kompensointiin ja ne on sijoitettu valaistuskeskusten yhteyteen. (KUVIO 16.) Huollon kannalta suurin ero säädettäviin kondensaattoriparistoihin on, ettei valaistuskeskusten kondensaattoreita ohjata säätimellä. Toinen ero on kotelointiluokassa, koska valaistuskeskusten kondensaattorit on sijoitettu kentälle ja kondensaattoriparistot sähkötiloihin. Osa kondensaattoriparistoista on vielä sijoitettu suodattimilla varustettuihin kaappeihin. Varsinainen huolto on esitetty liitteessä 2.

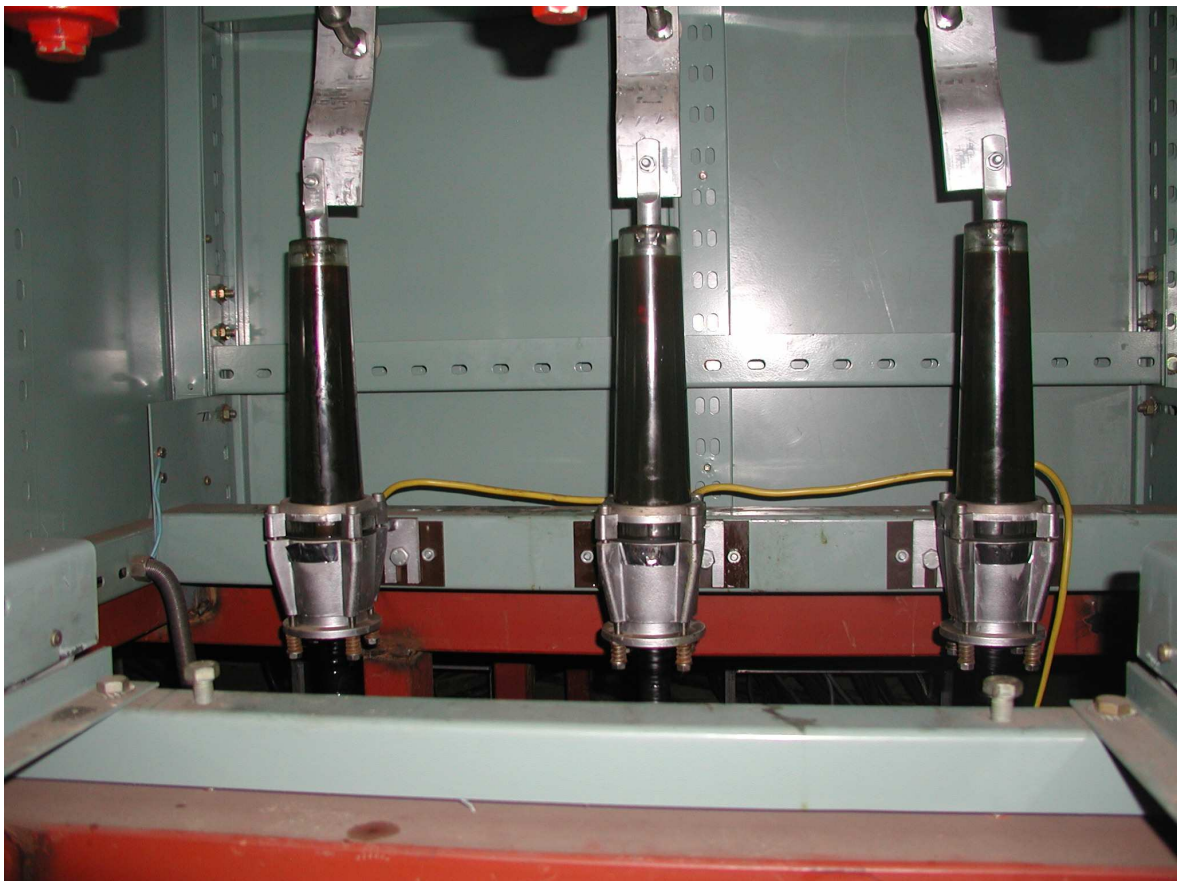
4.4 Muuntajien määräaikaistarkistukset ja -huollot

Jakelumuuntajien määräaikaistarkistukset tulisi tehdä kaksi kertaa vuodessa, talvella ja kesällä. Määräaikaistarkistuksen tulisi sisältää seuraavia tarkastuksia: muuntajan öljyn määrä, mahdolliset öljyvuodot, eristimien kunto, eristimien puhtaus, ilmankuivain ja kaapelipäätteet. Muuntajahuoneesta tulisi tarkistaa ovet, lukot, suojapuomit varoituskilvet, kunto, siisteys, jäähdytyspuhaltimet, tuuletusaukot ja alajännitekiskosto. Lisäksi tulisi mitata muuntajan alajännitteen suuruus. (Etto1998b.)

Kolmen – viiden vuoden välein tehtävässä määräaikaishuollossa tulisi tarkistaa mahdollinen käämikytkin ja testata suojalaitteiden (kaasurele, öljyn lämpötila ja pinnan korkeus) toiminta. Sen jälkeen muuntaja tulee tehdä jännitteettömäksi ja suorittaa huolto. Varsinaiseen huoltoon kuuluu väliottokytkimen ohjauksen tarkistus, käämikytkimen huolto, muuntajan puhdistaminen, muuntajaöljyn läpilyöntilujuuden testaaminen, kilpien tarkistaminen ja suojamaadoituksen tarkistaminen. (Etto 1998b.)

Huolto on sovittu tehtäväksi vuosittain. Huollon aikana tehdään tarvittavat tarkistukset ja korjaukset. Muuntajissa ei ole automaattisesti säätävää käämikytkintä, joten sen huollon tarve on vähäinen. Suojalaitteet testataan viiden vuoden välein huollon yhteydessä. Varsinainen muuntajahuolto sekä jännitteiden päälle- ja poiskytkentä on esitetty liitteessä 3.

4.4.1 Kaapelipäätteet



KUVIO 17. Valaistuskentän öljykaapelipäätteet.

Oulaisten tehtaalla olevista 20 kV maakaapeleista osassa on öljytäytteiset kaapelipäätteet, kuten kuvioista 17 voidaan huomata. Kaapelipäätteet on säännöllisesti tarkistettava. Jos huomataan öljyn pinnan laskeneen kaapelipäätteessä, lisätään tarkoitukseen soveltuvaa öljyä. Öljyn lisääminen edellyttää jännitteiden katkaisua ja täydellistä erottamista sähköverkosta, joten kaapelipäätteiden öljyn lisäys otettiin osaksi muuntajahuoltoa. (LIITE 3.) Lisäksi tehtiin oma työ syöttökentän kaapelipäätteiden tarkistukselle, koska syöttökentän jännitteettömäksi tekeminen edellyttää omaa erotusohjeistusta. (LIITE 4.)

4.4.2 Akuston huolto

Akusto on varavoimana keskijännitekojeistolle. Akut on sijoitettu omaan akkuhuoneeseen. (KUVIO 18.) Akkuina käytetään suljettuja lyijyakkuja. Käytössä olevat akut ovat huoltovapaita, mutta niiden kuntoa tulee seurata säännöllisesti.



KUVIO 18. Akut akkuhuoneessa

Mitataan akuston kokonaisjännite ja tarkistetaan akkutilan lämpötila. Myös yksittäisten kennojen tai ryhmäakkujen jännite voidaan mitata, mutta se ei anna luottavaa kuvaa akus-

ton kunnosta. Jos akkulaturi ei tee automaattista kapasiteetti koetta, suositellaan tekemään lyhyt kapasiteettikoe, jonka aikana mitataan akkujen kokonaisjännite ja mahdollisesti kennojen jännitteet. Kapasiteettikokeen aikana akkuja ei ladata ja niitä kuormitetaan esim. niiden syöttämällä kuormalla. Akkujen kuntoa voidaan seurata myös erilaisilla mittareilla, jotka mittaavat akkujen: konduktanssia, kapasitanssia tai impedanssia. Mittarit ovat herkkiä varaajan ja kuorman aiheuttamille häiriöille. Sen vuoksi akut on kytkettävä irti ennen kuin mittareilla voidaan mitata akuston kuntoa. Huolto-ohjeita laadittaessa on huomioitava että ST-kortiston ohjeet eivät korvaa valmistajien ohjeita. (ST 96.30.)

NorthStar -akut ovat suljettuja lyijyakkuja. Ne ovat huoltovapaita eli niitä ei voi aukaista. Huollon aikana tulee tarkistaa kaikkien napaliitosten oikea kiristysmomentti. Akun muoviosat tulee puhdistaa kostella kankaalla. Kuuden kuukauden välein tulee mitata akustojännite, akkujännitteet sekä akkujen ja ympäristön lämpötila. Lisäksi akuille suoritetaan visuaalinen tarkistus. Akustolle suoritetaan kapasiteettikoe 12 kuukauden välein. Akkujen kapasiteettikokeen aikana varaajalta katkaistaan virta ja akustosta syötetään sen perässä olevaa tai ulkopuolista kuormaa. (Akkuvoima Oy.)

Akkujen huolto-ohje on pyritty tekemään valmistajan huolto-ohjeen mukaisesti. Huolto-ohjeista jätettiin pois liitosten kiristäminen, koska se on jännitetyötä, eikä asentajilla ole jännitetyökoulutusta. Akkujen kapasiteettikoe ei voi tehdä, vaan luotetaan varaajan akkutestiin. Akkujen huolto-ohje on liitteissä 4. Huolto-ohjeeseen on lisätty valmistajan ohje turvavarustuksesta.

4.5 Hitsausvirtalähteet

Oulaisten tehtaalla on yhdeksän kappaletta hitsausvirtalähteitä, josta osa on tasavirtalähteitä ja osa vaihtovirtalähteitä. Hitsausvirtalähteiden huoltoa varten ei tutkittu ohjekirjoja, vaan niiden huollot on tehty perinteeksi muodostuneen käytännön mukaisesti.

Vuosittaiseksi huolloksi on muodostunut hitsausvirtalähteen puhdistus, tuulettimen tarkastus, liitoksien kiristäminen ja vaihtovirtalähteiden päävirtapiirin kontaktorien kärkien tarkastus. Tuulettimen ja kontaktorien kärjet vaihdetaan tarvittaessa. Lisäksi ohjeistukseen lisättiin ohjeet virtalähteen sähköverkosta erottamiseksi.

4.5.1 Lankamoottorit

Lankamoottorit ovat pieniä hiiliharjallisia moottoreita, jotka syöttävät hitsauslankaa. Hiiliharjallisten moottorien huollon tarve johtuu hiiliharjojen kulumisesta ja hiilipölyn aiheuttamista laakereiden kulumisesta. Vuosittainen huolto koostuu hiiliharjojen sekä laakereiden tarkistamisesta ja vaihtamisesta. Lisäksi huollon aikana tulee tarkistaa ankkurin kunto ja puhdistaa moottori sisäpuolelta.

4.5.2 Hitsauskaapelit

Molemmilla putkikoneilla hitsataan hitsi sisä- ja ulkopuolelta. Sisäpuolisen hitsauksen kaapelin päät ovat hitsattavan putken sisäpuolella, joten ne lämpenevät huomattavasti. Tämän johdosta sisäpuolen hitsauskaapeleiden päät katkaistaan vuosittain seisokin aikana ja niihin vaihdetaan uudet kaapelikengät. Koska kaapelit kuitenkin lämpenevät, teipataan kaapeleita noin puolenmetrin matkalta lämmönkestävällä teipillä.

4.6 Jauhejärjestelmä

Molemmilla hitsauskoneella ovat omat erityyppiset jauhejärjestelmät, joiden tehtävänä on syöttää hitsausjauhetta hitsattavaan kohtaan, imeä ylimääräinen jauhe takaisin järjestelmään, puhdistaa jauhe kuonan palasista ja metallista sekä kuivata jauhe. Lisäksi jauhejärjestelmään imetään lisää jauhetta täyttösäiliöstä. Sähköisiä laitteita jauhejärjestelmässä ovat imuri, venttiilit, magneettirumpu, seulantäry, rajakytkimet, puntarit, lämmitysvastukset, lämpötila anturit ja niiden ohjauslaitteet.

4.6.1 Sauvarajakytkimien huolto

Jauhejärjestelmässä on rajoina kapasitiivisiä hitsausjauheen pinnankorkeutta seuraavia Delavan-sauvarajoja. (KUVIO 19.) Rajojen sauvat sinänsä kestävät hyvin mekaanisesti, mutta niiden ohjainkortit juonittelevat usein. Siitä johtuen rajojen ohjauskortit, joiden toiminnassa on huomattu ongelmia, tulee kalibroida. Remontin aikana jauhejärjestelmän mekaanisen huollon yhteydessä kannattaa myös tarkistaa sauvojen kunto ja asento.



KUVIO 19. Delavan-sauvaraja

4.6.2 Lämmitysvastuksien huolto

Vastuksien avulla kuivataan hitsausjauhe, joten vastuksien on oltava kunnossa. Vastuksien huollon tarkoituksena on tarkistaa että kaikki vastukset toimivat. Silmämääräisesti tarkistetaan vastuksien asennukset ja kaapelien kunto. Lisäksi mitataan sulakkeiden kunto ja tarkistetaan liitokset sekä kontaktorit ja tarkistetaan termostaatin toiminta.

4.6.3 Moottorien huolto

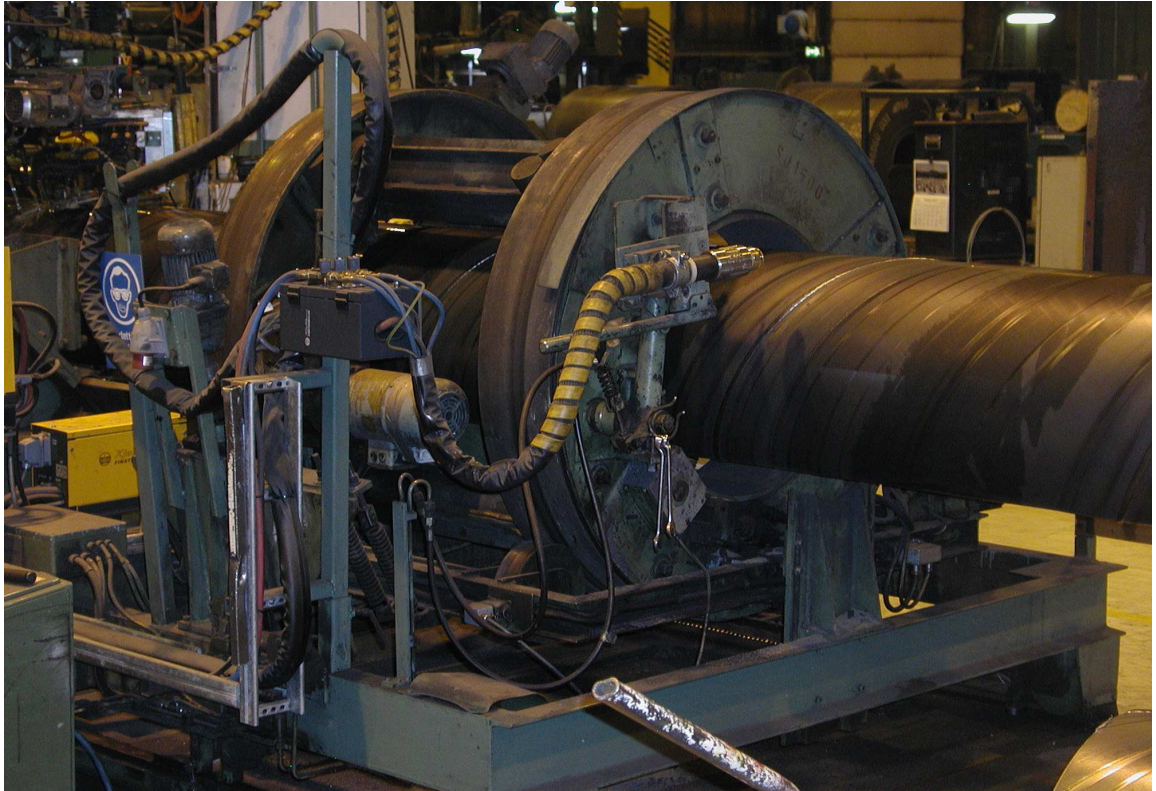
Jauhejärjestelmään kuuluu muutama pienehkö oikosulkumoottori. Jauhejärjestelmä on tuotannon kannalta kriittinen laite, joten myös sen oikosulkumoottorit tarkistetaan. Huoltoon kuuluu moottoreiden liitosten tarkistus, kaapeleiden tarkistus, laakereiden kunnan tarkistus ja moottorin puhdistaminen.

4.6.4 Jauheimurin moottorin huolto

Jauhejärjestelmän imurin moottori on tuotannon kannalta kriittinen laite, jonka huolto on hyvä tehdä vuosittain. Huoltoon kuuluu liitosten kiristäminen, moottorin puhdistaminen ja laakereiden tarkistaminen. Laakereiden tarkistaminen on kuitenkin mahdotonta moottorin ollessa pysäytettynä. Jauheimurin moottoreille olisi hyvä tehdä myös lämpökuvaus tai värinäanturimittaus ennen huoltoseisokkia, jotta seisokin aikana voitaisiin vaihtaa tarvittaessa laakerit.

4.7 Katkaisurengas

Katkaisurengas on eräänlainen tuki, joka kiinnitetään putkeen putken katkaisun ajaksi. Katkaisurenkaan tehtävänä on pyöriä putken mukana ja pitää siihen kiinnitetty plasmaleikkauspää oikeassa kohdassa, jotta putki saataisiin katkaistua suoraan. Kuvio 20 nähdään putkikoneen SU 1000 katkaisurengas ja siihen kiinnitetty plasmaleikkauspää.



KUVIO 20. Katkaisurengas.

Molemmilla putkikoneilla on erityyiset katkaisurenkaat. Isommalla putkikoneella SU 1500 katkaisurenkaan ympärille kiertyy kaapelit. Se on osoittautunut toimintavarmaksi, joka vaatii vain todella vähän huoltoa. Isomman putkikoneen katkaisurenkaalla ei ole ollut tarvetta tehdä ennakkohuoltoa. Putkikoneella SU 1000 on katkaisurengas, jossa hiiliharjojen avulla johdetaan sähkö kiristyslaitteelle. Tämä vanhempi malli on osoittautunut hieman ongelmalliseksi ja se aiheuttaa tuotantokatkoksia. Tästä johtuen sille on tehty ennakkohuolto-ohjelma.

Putkikoneen SU 1000 katkaisurenkaan sähkökunnossapidon huolto koostuu polttokehän hiiliharjojen tarkistamisesta ja kiristämisestä, liukujen tarkistamisesta ja hiomisesta sekä

liukutilan puhdistamisesta hiili- ja polttoleikkauspölystä. Lisäksi muutaman vuoden välein katkaisurenkaan liukurenkaat hiotaan ja lakataan perusteellisesti. Putkikoneen SU 1000 katkaisurenkaan huoltoon kannattaisi panostaa vielä huomattavasti enemmän, esimerkiksi huoltamalla se ainakin kerran kuukaudessa. Tälläkin saataisiin tuotantokatkoksia mahdollisesti vähennettyä.

4.8 Jakokeskukset, ohjauspulpetit ja työpaikkakeskukset

Alle 1000 V jakokeskuksista on tarkistettava käyttö- ja turvavälineet sekä ensiapuohjeet. Laitesuojauksen osalta tarkistetaan suoja- ja lämpöreleet sekä katkaisijat ja niiden releet. Vikavirtasuojat tarkistetaan vuosittain tai valmistajan ohjeen mukaan. Laitteista tarkistetaan maadoitukset, kytkinlaitteet, johtolähtöjen suojaustiedot, suojauksen selektiivisyys, läpiviennit ja mekaaninen kunto. Keskuksien liitännät ja liitokset lämpökuvataan. Tarkistetaan myös jakokeskuksien kansien kunto, lukitus, varoituskilvet, läpiviennit, kaaviot, piirustukset ja merkkilamput. (ST 96.15.)

Jakokeskuksille on tehty huolto-ohjelma, joka sisältää niihin soveltuvat toimenpiteet edellä olevasta listasta. Keskukset puhdistetaan, niiden mekaaninen kunto, kansien lukitukset ja varoituskilvet tarkistetaan. Johteiden ja johtimien mekaaninen kunto sekä kiinnitykset tarkistetaan. Johtolähtöjen sulakekoot, sulakekannet ja merkinnät tarkastetaan. Keskuskomponenteista tarkistetaan kytkimien mekaaninen ja sähköinen kunto, vikavirtasuojan koestus ja lämpöreleiden asettelun tarkistus. Lisäksi lämpökuvataan pää- ja jakokeskukset. Jakokeskuksien huolto-ohje on liitteessä 6/1 ja siihen liittyvä lämpökuvausohje liitteessä 6/2.

Jakokeskuksille oli tehty esimerkkihuolto-ohje. Tehtäväksi jäi lisätä ohjeeseen lämpökuvaus ja listata keskukset, joissa laaditun huolto-ohjeen perusteella suoritetaan huollot. Jakokeskusten huolto-ohjeet tehtiin linjoittain, jotta huollosta ei tulisi liian massiivista. Jakokeskushuollon ulkopuolelle jätettiin mm. työpaikkakeskukset ja pienet ryhmäkeskukset.

Ohjauspulpettien huolto-ohje tehtiin käytännössä todettujen tarpeiden pohjalta. Huollossa tarkistetaan kytkimien kunto, merkkilamppujen toiminta, kilvet, merkinnät, läpiviennit, liitosten kireys ja kotelon puhtaus sisä- ja ulkopuolelta. Kotelo puhdistetaan tarpeen mukaan ja havaitut viat korjataan. Ohjauspulpetteja ei työssä yksilöity, vaan jätettiin laitekorttien päivittäjän tehtäväksi.

Työpaikkakeskuksien huoltoa ei liitetty jakokeskushuoltoon. Työpaikkakeskuksia on turha lämpökuvata, sillä niiden perässä on harvoin kuormaa. Työpaikkakeskuksille tehtiinkin hieman kevyempi huolto-ohje. Huollossa tarkistetaan: sulakkeiden, pistorasioiden, ovien, lukkojen ja läpivientien kunto sekä tarkistetaan kilvet ja merkinnät. Tarkistuksessa havaitut viat korjataan.

4.8.1 Hätäpysäytyspiirien ja turvalaitteiden testaus

Hätäpysäytys on tarkoitettu pääasiassa kahteen tehtävään. Hätäpysäytyksen päätarkoitus on koneen nopea pysäyttäminen hätätilanteessa. Toinen tarkoitus on koneen varalla olevana pysäytysmahdollisuutena, jos normaali pysäytys ei toimi. Jotta hätäpysäytyspiirit olisivat aina käytettävissä, on niiden toiminta tarkistettava säännöllisesti. (Siirilä & Pahkala, 305 ja 313.)

Hätäpysäytyspainikkeille suoritetaan käytönaikainen silmämääräinen tarkistus ja toimintakunnon testaus. Käytönaikaisessa silmämääräisessä tarkistuksessa selvitetään, onko painikkeen runko-osa kunnolla kiinni asennusalustassa, onko asennuskotelo kiinni alustassaan, onko kotelon kansi tiiviisti kiinni, onko sienipääosa löystynyt tai irronnut varresta, onko likaantumisen heikentänyt hätäpysäyttimen havaittavuutta tai toimintavarmuutta, ovatko kemikaalit heikentäneet painikkeen lujuutta, onko painikkeessa havaittavissa iskujen ja kolhujen aiheuttamia vaurioita, onko painikkeiden luokse esteetön pääsy ja onko painike helposti tavoitettavissa. Toimintakunnontestauksessa selvitetään silmämääräisen tarkistuksen lisäksi, toimiiko painike herkästi, lukittuuko painike auki asentoon luotettavasti, avautuvatko kärjet riittävän samanaikaisesti lukkiutumisen kanssa, onko vapautus herkistynyt liikaa, ovatko johtimet kunnolla kiinni, pysähtyvätkö laitteet hätä/seis-piirin alueella hätäpysäytyspainiketta painettaessa ja toimiiko järjestelmään mahdollisesti kytketty merkkivalo. (Siirilä & Pahkala, 457.)

Köysihätäpysäyttimelle suoritetaan käytönaikainen silmämääräinen tarkistus ja toimintakunnon testaus. Käytön aikaisessa silmämääräisessä tarkistuksessa selvitetään, onko hätäpysäytin tukevasti kiinni alustassaan, onko kytkimen kotelon kansi tiukasti kiinni, avautuvatko kärjet riittävän samanaikaisesti lukkiutumisen kanssa, onko likaantumisen heikentänyt hätäpysäyttimen havaittavuutta, onko kytkimessä havaittavissa mekaanisia vaurioita, onko kytkimen päälle kertynyt likaa, joka voisi estää sen toimimisen, ja onko laukaisuköy-

den toiminta-alueella ylimääräisiä esineitä. Lisäksi tarkistetaan, ovatko köysilukot ehjät ja kireällä, kiristysjouset puhtaat ja kiinnitetty kunnolla, laukaisuköyden ohjauslenkit ehjät ja puhtaat sekä ovatko laukaisupyörässä olevat taittopyörät puhtaita ja herkkäliikkeisiä. (Siirilä & Pahkala, 458.)

Köysihätäpysäyttimien toimintakunnontestaus tehdään pysäyttämällä laite hätäpysäyttimellä. Testin aikana tarkistetaan, liikkuuko köysi oikein, lukkiutuuko hätäpysäytin luotettavasti auki-asentoon, toimiiko vapautusmekanismi oikein, tapahtuuko kärkien avautuminen ja lukkiutuminen samanaikaisesti, laukaiseeko jousi hätäpysäyttimen köyden katketessa. Sähköisestä toiminnasta tarkistetaan koskettimien toiminta, liitokset ja merkkivalot. Muuntyyppiselle hätäpysäyttimille sovelletaan hätäpysäytyspainikkeen ohjeistusta niille soveltuvilta osilta. (Siirilä & Pahkala, 458.)

Hätäpysäytyspiireille ja turvalaitteiden testausväliksi on sovittu yksi vuosi. Jokaisen hätäpysäytyspiirin toiminta testataan muutamalla hätä/seis – kytkimellä. Samalla tarkistetaan: hälytysvalojen, turvamattojen, turvaskannereiden ja turvavaijereiden toiminta. Hätä/seis – kytkimet kirjattiin hätä/seis – piireittäin ennakkohuolto-ohjeeseen, jotta ne olisi helppo testata ilman kuvia.

4.8.2 Vikavirtasuojien testaus

Vikavirtasuojakytkin voi vikaantua käytössä, minkä vuoksi niiden toiminta on testattava säännöllisesti. Ellei valmistaja ilmoita muuta, on vikavirtasuoja testattava vähintään puolen vuoden välein. Testaaminen suoritetaan painamalla vikavirtasuojassa olevaa testinappia. (D1 2009, 18; Tukes 2009.)

Vikavirtasuojien huolto-ohjeeseen listattiin kaikkien tehtaalla olevien vikavirtasuojien tunnukset. Ohjeen perusteella on helppo kiertää kerralla läpi kaikki tehtaalla olevat vikavirtasuojat. Vikavirtasuojat testataan painamalla siinä olevaa testausnappia. Jos vikavirtasuoja ei laukea nappia painamalla, se on vaihdettava uuteen.

4.9 Kaapeleiden riippukiinnikkeiden tarkistus



KUVIO 21. Loppupään Uä-laitteiston vaunun riippukaapelit

Uä-laitteiston vaunuun ja vesipainekoelaitteen keskimmäiselle nostopukille tulevat syöttökaapeli on kiinnitetty riippukiinnikkeillä kiskoon. Huollon tarkoitus on varmistaa, etteivät kaapelit ole liikkuneet kiinnikkeistä, eikä riippukiinnikkeiden rullat ole jumittuneet. Erityisesti vesipainekoelaitteen tapauksessa on tarkistettava riippukiinnikkeiden laakerien kunto, kun riippukiinnikkeet peittyvät jatkuvasti vesisuihkun alle. Uä-laitteiston vaunu puolestaan liikkuu jatkuvasti ja voi aiheuttaa kaapeleiden liikkumista kiinnikkeissä. Kaapeleiden liikkuminen kiinnikkeissä voi aiheuttaa kaapeleiden rikkihieroutumisen tai katkeamisen. Uä-laitteiston vaunun riippukaapeli on kuvattu kuviossa 21.

4.10 Lämpösaatto

Saattolämmityksiä käytetään pitämään räystäskourut, syöksyt ja muut putket sulana. Lämmityksen kunto tulisi tarkistaa ennen talvea, jolloin korjaaminen on vielä mahdollista. Saattolämmityksissä käytettävät kaapelityypit jaetaan kolmeen eri perustyyppiin: vakiovastus-, vakiooteho- ja itsesäätyvätehoisiin kaapeleihin. Oulaisten tehtaalla käytetään itsesäätyvätehoisia ja vakiovastuskaapeleita lämpösaatoissa. (Saarenpää 2006, 102–103.)

Vakiovastuskaapeleissa metriresistanssi on vakio. Vakiovastuskaapelit jaetaan Mineral Insulated (MI) -kaapeleihin ja Teflon- sekä silikonikumivaippaisiin kaapeleiden. MI-kaapeleiden vastuslangan ja vaipan välissä on magnesiumoksidia. Teflon- ja silikonikumi-

vaippaisten kaapeleiden vastuslangan päällä on eriste. Eristeen päällä on metallipalmikko ja sen ympärillä vaippa. Vakiovastuskaapeleiden vastusarvo metriä kohti määräytyy vastuksena käytetyn materiaalin mukaan. (ST-ohjeisto 11, 23.)

Itsesäätyvätehoisissa kaapeleissa on kaksi toisistaan eristettyä kuparijohdinta. Johtimien välissä tai ympärille on kiedottu johtavaa materiaalia. Johtavan materiaalin resistanssi muuttuu lämpötilan mukaan, lämpötilan laskettua resistanssi pienenee ja kasvaessa suurenee. (ST-ohjeisto 11, 23.)

Lämmityskaapeleiden kunnossapidon edellytyksenä ovat asennuksen jälkeen tehtävät mittaukset, joiden tulokset on kirjattu koestuspöytäkirjaan. Lisäksi sähköpiirustusten tulee olla ajan tasalla. Vakiovastus- ja itsesäätyvien kaapeleiden määräaikaistarkistuksessa pyritään mittaamaan kaapelin virrat vastaavissa olosuhteissa kuin ne on mitattu asennustarkistuksessa. Piirin ollessa kylmänä annetaan kaapelin lämmitä 10 minuuttia ennen virran mittaamista. Lisäksi tulisi mitata lämmityskaapelin eristevastus ja tarkistaa termostaatin toiminta. Mittaustulokset kirjataan ylös ja verrataan asennuksen jälkeen tehtyihin mittauksiin. (ST-ohjeisto 11, 23.)

Oulaisten tehtaan lämpösaattojen huolto koskee lähinnä räystäskouruissa ja syöksyissä olevia lämmityskaapeleita. Huollossa tarkistetaan kaapeleiden ja kytkentöjen kunto silmä-määräisesti. Sen jälkeen mitataan kaapeleiden eristevastukset. Eristevastusmittauksen jälkeen kytketään vastukset päälle, odotetaan noin 10 minuuttia ja mitataan jokaisen vaiheen virrat. Mitattuja virtoja verrataan käyttöönoton yhteydessä mitattuihin arvoihin ja tulokset merkitään ylös.

4.11 Valaistus

Tehtaiden valaistuksessa yleisesti käytettävien valaisimien valaistusvoimakkuus pienenee jatkuvasti. Säännöllisellä huollolla voidaan pitää valaistusvoimakkuus ja valaistusasennusten kunto mahdollisimman hyvin uutta vastaavana. Valaistuksen voimakkuutta pienentäviä tekijöitä ovat valovirran pieneneminen lamppujen ikääntyessä, lamppujen palaminen, valaisimen likaantuminen, valaisimen vanheneminen, verkkojännitteen poikkeaminen nimellijännitteestä, liian suuri ympäristön lämpötila ja ilki-valta. Lisäksi hallitiloissa kokonais-

valaistusvoimakkuuteen vaikuttavat ikkunoiden ja pintojen likaantuminen. (Etto 1998b, 14–15.)

Valaisinhuollon tekeminen ennakkohuoltoperiaatteella mahdollistaa teknisesti ja taloudellisesti edullisimman lopputuloksen. Valaisinhuoltoa varten tulee selvittää tiloissa olevien valaisimien, lamppujen ja liitäntälaitteiden tyypit sekä tilojen olosuhteet ja valaistuksen laatuvaatimukset. (Etto1998b, 14–15.)

Valaistuksen ennakkohuoltoa varten tehdään tilakohtaiset huolto-ohjeet. Huolto-ohjeissa on lueteltava huoltotoimet, suoritusajankohta, suoritustapa, työn suorittaja ja tarvittavat apuvälineet. Ohjeista tulee myös ilmetä kuinka rikkoontuneet tai syöpyneet osat vaihdetaan. Lisäksi huolto-ohjeissa tulee ilmetä, kuinka valaistuksen ja asennusten kuntoa seurataan sekä mitkä ovat lamppujen ja sytyttimien ohjeelliset vaihtovälit. (Etto 1998b, 14–15.)

Tarkoituksenmukainen ja edullisin tapa on suorittaa lamppujen vaihdot ryhmävaihtona. Ryhmävaihtoon kannattaa liittää myös valaisimien puhdistus ja huoltotyöt. Ryhmävaihtoa ennen ja sen jälkeen tulisi suorittaa valaistusvoimakkuuden mittaaminen ennalta sovittujen ohjeiden mukaisesti. Jos kuitenkin valaistuksen voimakkuus on riittämätön, valaisimien määrää tulisi lisätä tai valaisimet uusia. Ryhmävaihtojen välillä voi olla tarpeellista vaihtaa palaneita lamppeja. Palaneiden lamppujen tilalle kannattaa vaihtaa ryhmävaihdossa vaihdettuja käytettyjä hyväkuntoisia lamppeja. (Etto 1998b, 14–15.)

Kun valaisinhuolto tehdään suunnitelman mukaan, saadaan valaistusvoimakkuus pidettyä työtehtävien suorittamisen ja turvallisuuden sekä viihtyvyyden kannalta hyvällä tasolla. Valaisimien kunnonvalvonta edellyttää säännöllisiä visuaalisia tarkastuksia ja mittaavaa kunnonvalvontaa eli valaistusvoimakkuuden mittaamista.

4.11.1 Valaistus Oulaisten tehtaalla

Tehtaan pääasiallisina valonlähteinä ovat suurpainenatriumvalaisimet. Suurpainenatriumlamput ovat 400 W, 250 W ja 125 W. Osassa valaisimista on sytytysmuuntajat ja osassa on myös sytyttimet. Tämän lisäksi tehtaalla on halogeeni-, elohopeahöyry- ja loistevalaisimia. Valaisimet ovat jo iäkkäitä, ja paikoin niiden kannoissa on havaittavissa pieniä hapettumia.

4.11.2 Hallien valaistuksen huolto

Hallien valaistuksen huolto on tehty perinteisesti ns. korjaavana kunnossapitona eli palaaneet lamput vaihdetaan uusiin aina tarpeen mukaan. Tätä on perusteltu sillä, että osa lamppuista sijaitsee työpisteiden yläpuolella ja niiden toimiminen on tärkeää työpisteen valaistuksessa. Osa valaisimista toimii ns. yleisvalaistuksena, joiden palaminen ei vaikuta ratkaisevasti työskentelyyn. Lisäksi samankin hallin alueella valaisimien teho vaihtelee, osa lamppuista sytytetään muuntajalla ja osassa on myös sytyttimet. Myös valaisimien kunnossa on suuria eroja. Käytännössä tästä johtuen lamppujen käyttöikä vaihtelee suuresti, jopa saman hallin alueella. Tehtaalla onkin katsottu, ettei lamppujen ryhmävaihto ole kannattavaa. Sen vuoksi ryhmävaihdon käyttämiseen ei ole siirrytty.

Hallien valaistuksen osalta ei tehty ennakkohuolto-ohjelmaa, vaan sen huolto perustuu jatkuvaan seurantaan ja lamppujen vaihtoon hiljaisena aikana. Hallien valaistushuolto on ulkopuolista pinnottamoa ja muutamaa yksittäistä valaisinta lukuun ottamatta mahdollista tehdä hallinostureiden päältä huoltotasoa hyödyntäen. Valaisinhuoltoa kannattaisi parantaa merkitsemällä lampun ja sytyttimen vaihtopäivämäärät valaisimeen. Lampun palamisikää seuraamalla huomattaisiin, mitkä valaisimet olisi syytä huoltaa perusteellisesti ja mihin riittää pelkkä lampunvaihto. Työturvallisuutta voitaisiin parantaa lisäämällä lamppujen syöttöjohtoihin esim. pistotulppa, jolla lamput olisi helppo erottaa sähköverkosta työn suorituksen ajaksi.

4.11.3 Ulkovalaistuksen huolto

Katuvalaistuksen osalta on tehty joskus ryhmävaihto, mutta sitäkään ei ole tehty suunnitelmallisesti. Katuvalopylväisiin pääsee kesäaikana helposti henkilönostimella, joten yksittäistenkään lamppujen vaihtaminen niiden vanhetessa tai palaessa ei ole hankala operaatio. Muutenkin ulkovalojen huoltotyö perustuu syksyllä suoritettavaan tarkistuskierrrokseen ja korjaavaan kunnossapitoon.

4.11.4 Valomastojen huolto



KUVIO 22. Konttorirakennuksen edessä oleva valomasto

Valomastoihin kiipeäminen on hieman työläämpi operaatio, koska ne ovat melko korkeita. (KUVIO 22.) Siitä johtuen mastoihin ei ole järkevää kiivetä edes vuosittain. Valomastojen valaisinhuoltoon kuuluu lamppujen ryhmävaihto, arviolta noin neljän vuoden välein sekä

muu valaisinhuolto. Ryhmävaihdon välillä syksyllä tehtävän tarkistuksen yhteydessä, vaihdetaan palaneiden lappujen tilalle uudet lamput. Vaikka ryhmävaihdon ohjeissa suositellaan vaihtamaan palaneiden lamppujen tilalle käytettyjä lamppuja, niin tässä tapauksessa kannattaa laittaa uudet lamput. Ryhmävaihdossa jääneet hyväkuntoiset lamput käytetään loppuun hallin puolella.

4.11.5 Konttorin, ruokalan ja huoltotilojen valaisinhuolto

Tilojen valaistuksena on lähinnä loisteputkivalaisimia. Näille valaisimille ei ole varsinaista huolto-ohjetta, vaan valaisinhuolto perustuu tilojen käyttäjien havainnointiin valaistuksen kunnosta. Loisteputket ja sytyttimet vaihdetaan tilojen käyttäjien kerrottua sähkökunnossapidon henkilökunnalle valaistuksen heikkenemisestä tai lappujen palamisesta. Näissäkin tiloissa olisi mahdollista siirtyä ainakin osittaiseen ryhmävaihtoon, mutta sitä ei ole tähän mennessä katsottu tarpeelliseksi. Lamppujen vaihdon yhteydessä puhdistetaan myös valaisimen heijastin.

4.11.6 Turva- ja opastevalojen huolto

Turva- ja opastevaloja syötetään niiden omien keskuksien kautta. Turva- ja opastevalojärjestelmät sisältävät akuston, turvavalokeskuksen ja valaisimet. Turva- ja opastevaloille on määritelty huolto-ohjelma. Valojen pitää palaa vähintään tunnin ajan sähköjen katkettua. Turva- ja opastevalojen toiminta pitää testata vähintään neljä kertaa vuodessa. Testin aikana seurataan onko akkujen kapasiteetti riittävä. Tarvittaessa akusto on uusittava. Lisäksi testin aikana tarkistetaan, onko kaikki turva- ja opastevalot kunnossa. Suoritettujen testien tulokset on kirjattava ylös. (ST 59.10.)

Turvavajojen valaistusvoimakkuuden on oltava enintään kaksi metriä leveän poistumisreitien keskilinjalla vähintään yksi luks. Poistumistien keskivyöhykkeellä, joka käsittää vähintään puolet poistumisreitien leveydestä, on valonvoimakkuuden oltava vähintään puolet keskilinjan valon voimakkuudesta. Yli kaksi metriä leveitä poistumisteitä voidaan käsitellä kahdenmetrin levyisinä kaistoina tai valaista avoimentilan valaistusohjeiden mukaan. (ST 59.10.)

Avoimien tilojen valon voimakkuuden on oltava vähintään 0,5 lx kokotilassa, lukuun ottamatta puolen metrin reuna aluetta. Riskialttiilla työskentelyalueella valonvoimakkuuden on oltava 10 % työskentelyyn vaadittavasta valaistuksen voimakkuudesta, mutta kuitenkin vähintään 15 lx. Mikäli ensiapupiste, palonsammutuskaluston sijoituspaikka tai palohälytyspiste ei sijaitse poistumisreitillä tai avoimella paikalla, on näissä pisteissä ja lähialueella valonvoimakkuuden oltava vähintään viisi luksia lattian pinnasta mitattuna. (ST 59.10.)

Huoltojen kannalta työllistävin vaikutus on opastevalaisimien lamppujen vaihtaminen ja akuston testaaminen. Valmistajat ilmoittavat yleisimmin käytetyille loistelampuille nimellispoltoaika on 8 000–10 000 tuntia. Loistelampun ollessa jatkuvasti päällä, lampun polttoikä kaksinkertaistuu. Lamput pitäisi kestää opastevalaisimissa keskimäärin 15–18 kk. Tämän jälkeen tulisi suorittaa lamppujen ryhmävaihto. Vaikka osa lampuista palaisikin vielä pidempään, on niiden valovirta alentunut niin paljon että valonvoimakkuus laskee liian pieneksi. Lamppujen käyttöiän pituuteen merkittävästi vaikuttava tekijä on lampun jännitteen suuruus. Jännitteen pitäisikin olla ± 6 % nimellisjännitteestä. (M-Lite 2007.)

Opastevalojen lamput eivät ainakaan tähän asti ole kestäneet lähellekään 15–18 kk. Tästä johtuen kannattaisi seurata kuinka pitkään suurin osa valaisimista toimii ongelmitta ja vaihtaa lamput sitten ryhmävaihdon periaatteella. Käsitykseni mukaan ryhmävaihdon väli voisi olla noin 6–12 kk.

Turvavalot tarvitsevat vain vähän huoltoa, vähäisen käyttötuntimäärän takia. Voidaan kuitenkin olettaa, että kaikki saman keskuksen syöttämät lamput kannattaa uusida yhdellä kertaa, kun useita turvavalojen lamppuja rupeaa palamaan. Kuten edellä lueteltiin, on turvavaloille asetettu viranomaisten taholta tarkat vaatimukset valaistuksen voimakkuudesta. Tästä johtuen olisi varmasti hyvä kiittää valaistuksen voimakkuutta mittaavan mittarin kanssa alueet läpi esimerkiksi joka kymmenes vuosi.

Turvavalojen huolto-ohjelmaan ei tehty muutoksia. Turvavalojen lamput vaihdetaan aina kuin havaitaan palaneita lamppuja. Myös viranomaisten vaatimat turvavalaistuksen kuormituskokeet tehdään neljä kertaa vuodessa ja niiden tulokset kirjataan ylös huoltopäiväkirjaan.

4.12 Nosto-ovet

Nosto-ovien tarkastus- ja huoltotoimenpiteet tulee suorittaa vähintään kerran vuodessa, pätevän huoltohenkilökunnan toimesta. Jos nosto-ovea käytetään yli 50 kertaa päivässä, huolto ja tarkastukset tulee suorittaa kuuden kuukauden välein. Tarkistettavia kohteita ovat: kiinnitykset, turvalaitteet, painon tasoitus, kaikki kiinnityspisteet juoksurullat ja juoksukiskosto. Lisäksi saranat ja rullapidikkeet pitää voidella ja ovi puhdistaa. (Virtanen 2003, 41.)

Nosto-ovien ennakkohuolloksi on määritelty rajakatkaisijoiden tarkistus ja puhdistus, jousien tarkistus ja säätö, kaapeleiden ja kytkimien tarkistus sekä huolto, käyttömoottorin ja liukukytkimien tarkastus, käyttöketjun tarkistus ja kiristys sekä voitelu, ohjausrullien laakereiden ja saranoiden tarkistus sekä voitelu, köysien ja ruuviliitosten tarkistus, turvapiirin sähköisten ja mekaanisten laitteiden tarkistus sekä säätö, ja kulkuoven tarkistus ja koeajo.

Nosto-ovien ennakkohuolto-ohjeissa oli riittävän laaja työselostus. Myös suurimpaan osaan huolto-ohjeista oli merkitty laitetunnukset ja lähdöt. Tälle työlle ei tarvinnut tehdä muuta kuin lisätä muutaman oven tunnus ja yhdelle ovelle lähdön tunnus sekä tarkistaa, oliko huolto-ohjeissa puutteita.

4.13 Huoltomuistutukset

Huoltomuistutukset tehtiin seuraaville töille: ATEX-alueiden määräaikaistarkistus, paloilmoinninhuolto, suojarleiden kojeistus, vähäöljykatkaisijoiden huolto ja muuntajaöljyn näytteenottaminen. Näiden töiden tarkoitus muistuttaa huoltojen tilaamisesta ulkopuoliselta huoltoyritykseltä. Ennakkohuoltokortin toinen tarkoitus on toimia tietovarastona, josta nähdään huoltoreportit sähköisessä muodossa. Nämä huollot tehdään laitevalmistajien huolto-ohjelman mukaisesti, joten ei katsottu tarpeelliseksi kirjoittaa tarkempaa huolto-ohjetta.

5 ENNAKKOHOULTO-OHJEIDEN LISÄÄMINEN ARTTURIIN

Varsinaiset ennakkohuolto-ohjeet liitettiin Artturin kuvaus- ja ohjeet-välilehdelle. Lisäksi ennakkohuolto-ohjeisiin lisättiin ohjeet laitteen erottamiseksi sähköverkosta, sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti. Erottamista varten kortteihin piti lisätä sitä syöttävän lähdön tunnus ja mahdollisen muun erotuspaikan esim. turvakytkimen tunnus. Huolto-ohjeissa yksilöitiin myös huollettavat laitteet, jotta ulkopuolinen huoltomieskin tietää, mitä laitteita huolletaan. Artturi-ennakkohuoltokortistoon lisättiin edellä lueteltujen tietojen lisäksi sen eri kentissä tarvitsemat muut tiedot.

5.1 Artturi-ennakkohuoltokortissa tarvittavat tiedot

The screenshot shows the 'Artturi - maintenance and material management system - [Ennakkohuolto]' window. The main form contains the following data:

- Tyyppi:** E
- Työnnumero:** 587
- Tärkeys:** A
- * Työn nimi:** SU1000 HITSAUSVIRTALÄHTEET (VH)
- * Ohjaustapa:** Kalenteri
- Vetäjä:** HAKKIHA
- HAKKILA, HANNU**
- Tila:** 6
- ALOITETTU**
- * Huoltoryhmä:** SÄHKÖ
- SÄHKÖKUNNOSSAPITO**
- Työleji:**
- Kohde:**
- Panu:**

The 'Kuvaus' (Description) section includes:

- Toimenpide:** 4
- MÄÄRÄAIKAISHUOLTO**
- Kohteen osa:** KOKO KONE
- KAIKKI KONEEN OSAT**
- Perustaja:** TU53PYL
- 12.05.98**
- Muutaja:** HAROTO
- 28.02.12**
- Järjestysnumero:**
- Toimittaja:**

The 'Työtunnit' (Work Hours) section contains the following instructions:

- KÄÄNNÄ LÄHDÖT 0-ASENTOON:
- SU1000 DC-SISÄ: OTE0107
- SU1000 DC-ULKO: OTE0119
- SU1000 AC-SISÄ: OTE0150
- SU1000 AC-ULKO: OTE0151
- LUKITSE LÄHDÖT.
- LAITA "ÄLÄ KYTKE..."-KYLTTI JOKAISEEN LÄHTÖÖN.

At the bottom, there are tabs for 'Kuvaus', 'Kustannuskohdistus', 'Ohjeet', 'Kalenteriohj.', and 'Mittariohjaus'. The 'Kuvaus' tab is active, showing sub-tabs for 'Kuormitus', 'Varaosat', 'Kuititraportti', 'Historia', and 'Liitymät'.

KUVIO 23. Artturi ennakkohuoltokortti.

Artturin ennakkohuoltokortit ovat kuvion 23 mukaisia. Ennakkohuoltokortin otsikkotiedoissa kerrottiin työn nimi, vetäjä, huoltoryhmä, kohde, paikkatunnus, työn kiireellisyys ja työn ohjaus mittari- tai kalenteri-ohjauksella. Kuvauskentässä kerrottiin varsinaisen huolto-

työn kuvaus. Ohjeet-välilehdellä työhön linkitettiin tarvittavat huolto-ohjeet ja laitetunnukset. Kalenteriohjaus-välilehdellä määriteltiin, milloin ja minkälaisella aikavälillä työ suoritetaan. Kuormitus-välilehdellä kerrottiin, montako henkilöä huolto työllistää ja montako tuntia huollossa kuluu. Laiteliittymät-välilehdellä liitettiin työhön liitetiedostoja, kuten lämpökuvasraportteja ja taajuusmuuttajaluetteloja.

Ohjeet-välilehdellä olisi voitu liittää työssä tarvittavia kalibrointipohjia ja asiakirjoja. Laiteliittymät-välilehdellä olisi voitu myös liittää huollettavia laitteita ja tehdä työstä reitittyä. Reitittymisen avulla useita töitä olisi voitu ohjata yhdellä työllä. Mittari-välilehdellä olisi voitu määrittellä mittareita, jonka mukaan huollot olisi tehty esim. käyttötuntimäärän mukaan. Mittari-ohjausta olisi ollut mahdollista hyödyntää vaikka taajuusmuuttajahuolloissa. Varaosat-välilehdellä olisi voitu linkittää työssä tarvittavat varaosat. Kustannuskentässä työlle olisi voitu kertoa, mille tilille kustannukset kohdistetaan.

5.2 Ongelmat Artturissa

Artturissa on tiettyjä ominaisuuksia, jotka vaikeuttivat selkeiden huolto-ohjeiden tekemistä. (KUVIO 23.) Ensinnäkin työn kuvausosion merkkien määrä on rajattu liian vähäksi. Toiseksi Artturi ei ymmärrä tabulaattorin käyttöä. Kolmanneksi Artturiin voidaan liittää ohjeita, mutta niiden muotoiluasetukset sotkevat korttien selkeyttä. Myös liitettävien ohjeiden suurin sallittu merkkien määrä tuli nopeasti rajoitteeksi.

Huollettavat laitteet olisi voitu liittää huolto-ohjeisiin laiteliittymänä, mutta sähkökunnossapidon laitekortit on rakennettu suurimmaksi osaksi laitteita syöttävien keskuksien alle, eikä kortteihin ole lisätty paikkatietoa. Paikkatiedon puuttumien estii laitelistojen tulostamisen huolto-ohjeiden mukana. Myöskään kaikille laitteille ei ole tehty laitekorteja. Jotta laiteliittymiä olisi voitu hyödyntää, olisi laitekorteille pitänyt lisätä paikkatunnukset ja luoda puuttuvat laitekortit. Katsottiin kuitenkin ettei laitekorttien tekeminen ja muuttaminen kuulunut opinnäytetyöhöni, joten laitetunnukset ja lähdöt vain listattiin ohjeisiin ja kuvaukseen sekä liitetiedostoihin.

5.3 Huoltojen seuranta Artturista

Artturi-ennakkohuoltosovellus muistuttaa huollon suoritusajan ajankohdasta, minkä jälkeen huolto-ohje tulostetaan sähköasentajille. Kun työ on suoritettu huolto-ohjeen mukaan, asentajat kuittaavat työn suoritetuksi Artturin kuittaus-välilehdellä. Kuittaus-välilehdelle voidaan liittää myös huoltoraportti. Tarvittaessa voidaan huoltoraportit lisätä liitetiedostoina, joiden liittäminen tapahtuu laiteliittymät-välilehden kautta. Historia-välilehdellä voidaan seurata aiemmin suoritettuja huoltoja sekä lukea niistä kirjoitettuja huoltoraportteja.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Varsinaisena työnä päivitettiin Oulaisten tehtaan sähkökunnossapidon ennakkohuoltokortisto. Niiden osalta saatiin tehtyä asetettujen vaatimuksien mukaiset huolto-ohjeet. Työssä ei lähdetty luomaan kokonaan uutta huoltosuunnitelmaa, vaan pidettiin pohjana vanhaa ennakkohuolto-ohjelmaa. Huolto-ohjeet tarkistettiin, kuvausta täsmennettiin, lisättiin turvallisuusohjeistus ja työt ryhmiteltiin uudelleen. Työn aikana havaittiin osalta laitteilta puuttuvan huolto-ohjeet, joten tehtiin huolto-ohjeet ja lisättiin ennakkohuollon piiriin.

Ennakkohuollot pyrittiin ryhmittelemään linjoittain, jolloin niiden suorittaminen on mahdollista ajoittaa jokaisen linjan osalta vähiten tuotantoa haittaaviin ajankohtiin. Pienimpien töiden osalta katsottiin, ettei ryhmittelystä ole suurta hyötyä vaan työ voidaan suorittaa yhdellä kertaa koko tehtaan osalta. Tällainen työ on esim. vikavirtasuojien testaus.

Huolto-ohjeita tehdessä piti kerätä paljon tietoa kentältä ja sähkökuvista. Työn tekemisen kannalta olisi ollut hyvä, jos Artturin laitekortit olisi päivitetty ennen huolto-ohjeiden tekemistä. Sen jälkeen olisi vain kerätty huollettavat laitteet tietokannasta. Laitteet olisi voitu liittää suoraan laiteliittyminä ennakkohuoltokortteihin. Nyt laitteista kerättiin vastaavia tietoja, mitä olisi laitekorttien tekemisessä tarvinnut. Laitteiden tunnukset ja lähdöt liitettiin kuvaukseen, ohjeisiin tai liitetiedostoon.

Huolto-ohjeiden huollon kuvausta varten kerättiin tietoa laitteiden ohjekirjoista, ST-kortistoista ja internetistä, kuten aiemmin työssä kerrottiin. Ohjeet pyrittiin tekemään näiden lähteiden, vanhojen ohjeiden ja kokemuseräisen tiedon perusteella. Koska huolto-ohjeita tehtiin osin teoriatiedon perusteella, huolto olisi hyvä suorittaa myös käytännössä laadittujen ohjeiden mukaan. Käytännön suorituksen jälkeen ohjeita voi vielä joutua hieman muokkaamaan käytäntöön sopiviksi. Esimerkiksi lämpökuvauksen ja taajuusmuuttajahuollon ohjeiden toimiminen selviää vasta pidemmän ajan kuluttua.

Huolto-ohjeista ei pyrittykään tekemään täydellisiä huolto-ohjeita, joita asentaja voisi noudattaa kirjaimellisesti ajattelematta mitään. Asentajan tulee kuitenkin olla ammattimies, joka tuntee turvallisuusmääräykset ja noudattaa niitä. Huolto-ohjeita voidaankin pitää eräänlaisina muistilistoina, joista asentaja tarkistaa, mitä pitäisi tehdä ja tuliko nämä turval-

lisuusasiat huomioitua. Ohjeissa on mainittu jokin erotuskohta, jolla voidaan laite erottaa verkosta. Asentaja voi noudattaa tätä erotusmahdollisuutta tai erottaa laiteen verkosta jostakin muusta, määräysten mukaisesta erotuskohdasta.

6.1 Kirjallinen osuus

Kirjallisessa osuudessa käsiteltiin huoltojen teoria eli mitä huoltoja lähteiden mukaan tulee tällaiselle laitteelle tehdä. Huolto-ohjeissa pyrittiin toteuttamaan valmistajien tai ST-korttien suosittelemia huolto-ohjeita. Kaikille laitteilla ei ollut sopivaa lähdemateriaalia, mutta niiden suorittaminen on katsottu muuten tarpeelliseksi.

Kirjallisessa osuudessa ei pyritty kuvaamaan kaikkia huoltoja kokonaisuutena, tällaiset kuvaukset löytyvät liitteenä olevista huolto-ohjeista. Tehtaan laitteiden toiminta pyrittiin kuvaamaan vain yleisellä tasolla. Kuitenkin työn kannalta muutamia oleellisia laitteita pyrittiin, käsittelemään tarkemmin.

6.2 Muita huomioita ja jatkokehittelyä

Opinnäytetyössä esille on tullut, että Artturista puuttuu oleellisia laitekortteja ja osa kortteista on päivittämättä ajan tasalle. Lisäksi huomasi, että joissain sähkökuvissa on pieniä puutteita ja päivitystarpeita. Kentällä laitetietoja etsiessä havaitsin laitteiden ja lähtöjen merkinnöissä puutteita. Tällaiset viat ja puutteet tulisi korjata.

Huolto-ohjelman kehittämisessä voitaisiin mennä pidemmälle ja ruveta käyttämään enemmän mittaavaa kunnossapitoa, jonka perusteella tehtäisiin vain tarvittavat korjaukset. Esimerkiksi vieläkin jäi huoltoja, joissa remontin aikana pitäisi testata moottoreiden laakereita. Laakereiden testaus on kuitenkin hankalaa koneiden ollessa pysäytettynä ja ne tulisi testata lämpökuvauksen tai värinämittauksen avulla ennen remonttia ja remontissa suorittaa vain tarvittaessa laakerien vaihdot.

LÄHTEET

ABB. 1995. SAMI GS taajuusmuuttajat ACS 501 2,2–75 kW käyttäjän käsikirja.

ABB. 1997. ACS 600 Asennus- ja käyttöönotto-opas.

ABB. 1998. ACS 401 -taajuusmuuttajat käyttäjän opas.

ABB. 2001. ACS 600 MultiDrive Laiteopas. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d5a613f885a9ccf3c2256de9005198c4/\\$file/fi_aca6xxhw_1e_scrres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/d5a613f885a9ccf3c2256de9005198c4/$file/fi_aca6xxhw_1e_scrres.pdf). Luettu 29.2.2012.

ABB. 2005. Laiteopas ACS800-01-taajuusmuuttajat (0,55...110 kW). Www-dokumentti. Saatavissa: [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot201.nsf/VerityDisplay/1AFF0809C8B1931FC12570D6004C6F3E/\\$File/FI_ACS800_01_HW_F_screenres.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot201.nsf/VerityDisplay/1AFF0809C8B1931FC12570D6004C6F3E/$File/FI_ACS800_01_HW_F_screenres.pdf). Luettu 27.2.2012.

ABB. 2006. ACS800 Capacitor reforming guide. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot239.nsf/veritydisplay/9f1befcd62ce445ec1257466003c02e2/\\$file/3bfe64050629.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot239.nsf/veritydisplay/9f1befcd62ce445ec1257466003c02e2/$file/3bfe64050629.pdf). Luettu 15.3.2012.

ABB. 2007a. ACS600 AC-käytöt, Ennakkohuolto-osasarjat. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/\\$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/9aa90fad79d0a747c125766b002b7ade/$file/sp20_fi_acs600_pm_kits_reve.pdf). Luettu 28.2.2012.

ABB. 2007b. ACS800-teollisuuskäytöt, Ennakkohuolto-osasarjat. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaeaf11a07f5b5c12576640031ba94/\\$file/sp31_fi_acs800_pm_kits_reve.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot231.nsf/veritydisplay/acdaeaf11a07f5b5c12576640031ba94/$file/sp31_fi_acs800_pm_kits_reve.pdf). Luettu 25.3.2012.

Akkuvoima Oy. NSB käyttöohje.

Artekus Oy. 1996. Artturi esite.

Elfa. Lämpökamera teollisuuskäyttöön 160 x 120 pikseliä, FLUKE TI25. Www-dokumentti. Saatavissa: https://www1.elfa.se/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=76-677-28. Luettu 14.3.2012.

Etto, J. 1998a. Prosessisähköistyksen kunnossapito, kunnossapitolehden erikoisliite n:o 47 osa 1: Kunnossapitoyhdistys ry.

Etto, J. 1998b. Prosessisähköistyksen kunnossapito, kunnossapitolehden erikoisliite n:o 48 osa 2: Kunnossapitoyhdistys ry.

Fluke. Lämpökuvaus sähkönjakelu. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.fluke.com/Fluke/fifi/sovellukset/lampokuvaus/lampokuvaus-sahkonjakelu.htm>. Luettu 15.2.2012.

Korte, Janne. 2007. Sähkömoottoreiden ennakoiva kunnossapito lämpökuvauksien avulla.

KTM 335/2004. Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus 335/2004. Www-dokumentti. Saatavissa: www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040335. Luettu 16.3.2012.

Lehto, J. Keskustelu 27.2.2012a. ABB Oy.

Lehto, J. Sähköposti 29.2.2012b. ABB Oy.

Mäkinen Pertti. 2010. SFS 6002 käytännössä, 11. painos, Sähköinfo Oy.

M-Lite 2007. Turvavalaistuksen huolto. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.m-lite.fi/index.php?id=11>. Luettu 11.3.2012.

Nokian kondensaattorit Oy. 1990. Nokian automaattiset kondensaattoriparistot. Kaappimalli, asennus-, käyttö- ja huolto-ohje.

Opetushallitus. Kunnossapito menestystekijä, mekaniikka luku 5 lämpökamera. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k5_lampokamera.html.

Luettu 18.2.2012.

Paloniitty, S. 2005. Rakennuksen lämpökuvaus (Elektroninen aineisto). Hämeenlinna: Hämeen AMK. Saimaan ammattikorkeakoulun kirjaston verkkoaineisto: <http://www.eweline.com/ewelib/login/?lib=10090&ISBN=951-784-303-8>.

Luettu 19.2.2012.

Powerware. 1999. Powerware 9110 käyttö- ja asennusohje. 1013949 versio A.

Powerware. 1998. Käyttöohje UPS 7.5 - 15 kVA 400 V 50/60Hz. 1010896 versio C.

Powerware. 2007. Käyttöohje UPS 8 - 15 kVA 400 V 50/60Hz. 1023625 versio C. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://lit.powerware.com/ll_download.asp?file=9355_15kVA_manual_FIN_1023625_rev_C.pdf. Luettu 20.3.2012.

Powerware. 2005. UPS-käsikirja suomeksi. Www-dokumentti. Saatavissa:

http://lit.powerware.com/ll_download.asp?file=UPS%5Fkasikirja705%2Epdf.

Luettu 22.3.2012.

Ruukki. 2011. Ruukki Metals Oy, Oulaisten tehtaan esittely kalvot. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Documents/Oulainen/2011-05-19%20%20OL%20esittelykalvot.ppt>. Luettu 28.3.2012.

Saarenpää, Jari. 2006. Sähköteknisten laitteiden kunnossapidon kehittäminen sinkkitehtaalla. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Siirilä, Tapio & Pahkala, Jorma. 2003. EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 4.painos. Helsinki: Fimtekno Oy.

- ST 59.10. Turvavalaistus ja poistumistieopasteet, Suunnittelu. 2010. Espoo: Sähkötieto ry.
- ST 96.15. Sähkölaitteisto haltijan huolto- ja kunnossapito-ohjelman laadintaohje teollisuusrakennusten sähköjärjestelmille. 1999. Espoo: Sähkötieto ry.
- ST 96.30. Akkujen hoito ja kunnossapito. 2003. Espoo: Sähkötieto ry.
- ST-ohjeisto 11. Teollisuuden lämmityskaapelit, suunnittelu ja asennus. 2007. Espoo: Sähkötieto ry.
- Suomalainen, Mikko. 2011. Lämpökuvaus sähkökunnossapidossa. Www-dokumentti. Saatavissa:
http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32467/Suomalainen_Mikko.pdf?sequence=1. Luettu 20.2.2012.
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2009. D1-2009 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 14. painos. Helsinki; Sähköinfo Oy.
- Tukes, 2009. Vikavirtasuojakytkimiä testattava säännöllisesti. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/VIKAVIRTASUOJAKYTKIMIA-TESTATTAVA-SAANNOLLISESTI/>.
 Luettu 25.3.2012.
- Uusitupa, T. 2006. Lämpökamerakuvaaminen ja kuvien analysointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Tutkintotyö.
- Virtanen, Antti. 2003. Nosto-ovi käsikirja E6-H/rev2903. Mesvac Oy.
- YEinternational. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.yeint.fi/index.php?main=64&productCat=1422&productID=20630&productCode=GENH600-1.3&brand=LAMBDA&mainProductGroup=TEHOL%C3%84HTEET&subProductGroup=AC%2FDC+LABORATORIO>. Luettu 4.4.2012.

LIITTEET

- LIITE 1 Kondensaattori paristojen ennakkohuolto
- LIITE 2 Valaistuskeskusten kondensaattorien ennakkohuolto
- LIITE 3 Prosessimuuntajan ennakkohuolto
- LIITE 4 Akuston ennakkohuolto
- LIITE 5 Kaapelipäätteiden ennakkohuolto
- LIITE 6 Jakokeskusten ennakkohuolto

Työnro	: 2733	KIE-LINJAN KONDENSAATTORIEN ENNAKKOHUOLTO(VH)
Kohde	:	
Panu	:	
Huoltoryhmä	: SÄHKÖ	
Vetäjä	: HAKKIHA	Reittinumero :
Tilaaaja	: TU53JME	Seur. suoritusvko : 282012
Tilaus pvm	: 24.5.2002	Ed. suoritusvko : 302011
Toiv.valm.pvm	:	Huoltoväli (vko) :
Aloituspvm.	:	ABC : C
Suun.valm.pvm	:	Kiireellisyys :
Kusko	:	Kuormitus (h) : 8
Lasko	:	Henkilökumäärä : 1
Seisokki alkaa pvm	:	Seisokin kesto :

Kuvaus : PÄÄSÄHKÖTILA:

SÄÄTÄJÄN OHJAUS OTE 0226A14
 -OTE0142, 250 KVAR SÄÄDETTÄVÄ
 -OTE0130, 200 KVAR SÄÄDETTÄVÄ
 -OTE0129, 240 KVAR KIIENTEÄ
 -OTE0208, 6X50 KVAR SÄÄDETTÄVÄ
 -OTE0209, 6X50 KVAR SÄÄDETTÄVÄ

1. MITTAA VAIHEVIRRRAT PIHTIAMPEERIMITTARILLA JA VERTAA MITATTUJA VIRTOJA NIMELLISVIRTOIHIN. MITATUT ARVOT KIRJATAAN YLÖS.
2. TEE PARISTO JÄNNITTEETTÖMÄKSI PÄÄ- JA OHJAUSVIRTAPIIRIN OSALTA.
3. LUKITSE LÄHDÖT O-ASENTOON JA SIJOITA SIIHEN NIMELLÄ VARUSTETTU "ÄLÄ KYTKE..."-KYLTTI.
4. TARKISTA JÄNNITTEETTÖMYYS MITTAAMALLA.
5. IRTIKYTKEMISEN JÄLKEEN ODOTA VÄHINTÄÄN 3 MIN, ETTÄ KONDENSAATTORI PURKAUTUU PURKAUSVASTUKSIIN.
6. OIKOSULJETAAN KONDENSAATTORIN NAVAT ERISTETYLLÄ TYÖKALULLA JA SUORITETAAN MAADOITTAMINEN.
7. KONDENSAATTORIN IRTIKYTKEMISEN JA MAADOITUKSEN JÄLKEEN TUNNUSTELE PINTALÄMPÖTILAA, JOS SE ON HUOMATTAVAN LÄMMIN SELVITÄ LÄMPIÄMISEN SYY.
8. TESTAA SÄÄTIMEN TOIMINTA(ERILLINEN OHJE)
9. VAIHDA TAI PUHDISTA SUODATTIMET (TARKEMMAT OHJEET ASENNUS-, KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEISSA)
10. TARKISTA:
 - PUHALTIMEN KUNTO
 - JOHDIN- JA KISKOLIITOKSET
 - SULAKKEET JA KONTAKTORIT
 - PURKAUSVASTUSTEN KUNTO
 - SILMÄMÄÄRÄISESTI KONDENSAATTORIEN KUNTO (ONKO PULLISTUMIA TAI VUOTOJA)
 - JÄNNITE-ETÄISYYDET
 - KAAPELEIDEN KUNTO
 - KOTELON JA LÄPIVIENTIEN ON OLTAVA KOTELOINTI LUOKAN MUKAISIA.
 - TEE TARVITTAVAT KORJAUKSET.
11. PUHDISTA:
 - ERISTIMET JA ERISTEAINEISET MUOVIOSAT
 - TUULETUSAUKKOJEN VERKOT
 - PARISTO IMUROIDAAN TARVITTAESSA.
12. LOPUKSI POISTETAAN "ÄLÄ KYTKE..."-KYLTTI JA KÄÄNNETÄÄN LÄHDÖT PÄÄLLE.

RUUKKI METALS OY OULAISTEN TEHDAS

TYÖMÄÄRÄIN (EH)sivu 49 / 110
ajopvm 10.4.2012

Ohjeet

Tunnus	Nimi	Versio	Tila
SÄ NOKIA M	NOKIAN M-SARJAN LOISTEHONSÄÄTIMEN TEST/1		Käytössä
- VARMISTA ETTÄ KONDENSAATTORI PARISTON PÄÄSULAKKEET OVAT AUKI			
- KYTKE JÄNNITE SÄÄTIMEEN			
- SÄÄTIMEN NÄYTÖN PITÄÄ OLLA NYT TYHJÄ			
- PIDÄ (+)-PAINIKE POHJASSA JA VARMISTA ETTÄ KAIKKI KONTAKTORIT VETÄVÄT KYTKENTÄ VIIVE ON 30S.			
- PIDÄ (-)-PAINIKE POHJASSA KUNNES PORTAAT OVAT KYTKEYTYNEET POIS.			

Työnro : 4991 VARU-LINJAN VK KONDENSAATTORIEN ENNAKKOHUOLTO(VH)
Kohde :
Panu :
Huoltoryhmä : SÄHKÖ
Vetäjä : HAKKIHA **Reittinumero** :
Tilaaaja : HAROTO **Seur. suoritusvko** : 362012
Tilaus pvm : 30.1.2012 **Ed. suoritusvko** :
Toiv. valm. pvm : **Huoltoväli (vko)** :
Aloituspvm. : **ABC** : C
Suun. valm. pvm : **Kiireellisyys** :
Kusko : **Kuormitus (h)** : 3
Lasko : **Henkilölukumäärä** : 1
Seisokki alkaa pvm : **Seisokin kesto** :

Kuvaus : VALAISTUSKESKUSTEN KONDENSAATTORIT:

-OTE0255A14
 -OTE0255A12
 -OTE0255A10
 -OTE0255A07
 -OTE0255A03

-OTE0256A07
 -OTE0256A05
 -OTE0256A03

1. MITTAA VAIHEVIRRRAT PIHTIAMPEERIMITTARILLA JA VERTAA MITATTUJA VIRTOJA NIMELLISVIRTOIHIN. MITATUT ARVOT KIRJATAAN YLÖS.

2. TEE PARISTO JÄNNITTEETTÖMÄKSI PÄÄ- JA OHJAUSVIRTAPIIRIN OSALTA.

3. LUKITSE LÄHDÖT O-ASENTOON JA SIJOITA SIIHEN NIMELLÄ VARUSTETTU "ÄLÄ KYTKE..."-KYLTTI.

4. TARKISTA JÄNNITTEETTÖMYYS MITTAAMALLA.

5. IRTIKYTKEMISEN JÄLKEEN ODOTA VÄHINTÄÄN 3 MIN, ETTÄ KONDENSAATTORI PURKAUTUU PURKAUSVASTUKSIIN.

6. OIKOSULJETAAN KONDENSAATTORIN NAVAT ERISTETYLLÄ TYÖKALULLA JA SUORITETAAN MAADOITTAMINEN.

7. KONDENSAATTORIN IRTIKYTKEMISEN JA MAADOITUKSEN JÄLKEEN TUNNUSTELE PINTALÄMPÖTILAA, JOS SE ON HUOMATTAVAN LÄMMIN SELVITÄ LÄMPIÄMISEN SYY.

8. TARKISTA:

- JOHDIN- JA KISKOLIITOKSET
 - SULAKKEET JA KONTAKTORIT
 - PURKAUSVASTUSTEN KUNTO
 - SILMÄMÄÄRÄISESTI KONDENSAATTORIEN KUNTO (ONKO PULLISTUMIA TAI VUOTOJA)
 - JÄNNITE-ETÄISYYDET
 - KAAPELEIDEN KUNTO
 - KOTELON JA LÄPIVIEN TIEN ON OLTAVA KOTELOINTI LUOKAN MUKAISIA.
 - TEE TARVITTAVAT KORJAUKSET.

9. PUHDISTA:

- PARISTO IMUROIDAAN TARVITTAESSA.

10. LOPUKSI POISTETAAN "ÄLÄ KYTKE..."-KYLTTI JA KÄÄNNETÄÄN LÄHDÖT PÄÄLLE.

Ohjeet

Tunnus

Nimi

Versio

Tila

RUUKKI METALS OY OULAISTEN TEHDAS

TYÖMÄÄRÄIN (EH)sivu 23 / 110
ajopvm 10.4.2012

Työnro	: 1019	MUUNTAJA 1 (KIE) (VH)		
Kohde	: OTM01	MUUNTAJA OTE01		
Panu	: -OTB01	SÄHKÖPÄÄKESKUS		
Huoltoryhmä	: SÄHKÖ			
Vetäjä	: HAKKIHA	Reittinumero	:	
Tilaaaja	: TP53XHH	Seur. suoritusvko	:	272012
Tilaus pvm	: 6.10.1998	Ed. suoritusvko	:	302011
Toiv.valm.pvm	:	Huoltoväli (vko)	:	
Aloituspvm.	:	ABC	:	C
Suun.valm.pvm	:	Kiireellisyys	:	
Kusko	:	Kuormitus (h)	:	4
Lasko	:	Henkilökumäärä	:	2
Seisokki alkaa pvm	:	Seisokin kesto	:	

Kuvaus : KOHDE: KIE PROSESSIMUUNTAJA OTM01 JA SEN KOJEISTO KESKUKSEN: OTB01, KENNOSSA 02.

TYÖRYHMÄ: 2 ASENTAJAA.

1. TESTAA JOKA VIIDES VUOSI (2015, 2020,...) KAASURELEEN JA ÖLJYN LÄMPÖTILAN VALVONNAN HÄLYTYS- JA LAUKAISU TOIMINNAT, KÄÄNTÄMÄLLÄ ANTURIEN ASETUSARVOA.

2. TARKISTA SILMÄMÄÄRÄISESTI MUUNTAJAHUONEEN OVELTA:
 - ONKO ÖLJYVUOTOJA
 - 20 KV -KAAPELIPÄÄTTEIDEN ÖLJYN MÄÄRÄ
 - ONKO MUUNTAJA PÖLYNTYNYT
 - ONKO ERISTIMET PUHTAAT
 - ILMANKUIVAIMEN SILIKAGEELIN KUNTO, VAIHDA TARVITTAESSA.
 - SUOJAPUOMIT, KILVET JA VALAISTUS
 - MUUNTAJAHUONEEN OVET JA LUKOT

3. TARKISTA SILMÄMÄÄRÄISESTI KENNON 02 OVELTA
 - 20 KV -KAAPELIPÄÄTTEIDEN ÖLJYN MÄÄRÄ

4. JOS HUOLLON TARVETTA ILMENEE SUORITETAAN HUOLTO, OHJEEN (SÄ MUUNTAJA 1, HUOLTO- JA EROTUSOHJE) MUKAAN.

Ohjeet

Tunnus	Nimi	Versio	Tila
SÄ MUUNTAJA 1	HUOLTO- JA EROTUSOHJE	2	Käytössä

TURVAVARUSTEET TYÖMAADOITUKSEN ASENTAMISEN/POISTAMISEN AJAKSI: JT-KASVOSUOJA, TULELTA JA KUUMUDELTA SUOJAAVA SUOJAAVATETUS

1. TÄYDELLINEN EROTTAMINEN

- OHJAA Q0-KATKAISIJA AUKI, PAINAMALLA KATKAISIJAN O-NAPPIA.
- KÄÄNNÄ Q1-EROTIN AUKI KAMMELLA.
- TARKISTA ETTÄ Q1-EROTIN ON AUENNUT.

2. JÄNNITTEEN KYTKEMISEN ESTÄMINEN.

- LUKITSE Q1-EROTIN JA ASENNA SIIHEN NIMELLÄ JA PÄIVÄMÄÄRÄLLÄ VARUSTETTU "ÄLÄ KYTKE..." -KYLTTI.

3. LAITTEISTON JÄNNITTEETTÖMYYDEN TOTEAMINEN

- TARKISTA JÄNNITTEEN KOETTIMEN JÄNNITTEEN KESTO.
- TARKISTA JÄNNITEKOETTIMEN TOIMINTA, KOSKETTAMALLA SILLÄ JÄNNITTEISTÄ OSAAN.
- TARKISTA JÄNNITEKOETTIMELLA JOKAISEN VAIHEEN JÄNNITTEETTÖMYYS.

4. SUOJAUS LÄHELLÄ OLEVILTA JÄNNITTEISILTÄ OSILTA.

- ASETA SUOJALEVY KENNOON EROTTIMEN JÄNNITTEISTEN OSIEN ALAPUOLELLE.

5. TYÖMAADOITUS

- TARKISTA TYÖMAADOITUSVÄLINEEN OIKOSULKUKESTON RIITTÄVYYS.
- TARKISTA SIIRRETTÄVÄN TYÖMAADOITUSVÄLINEEN ASENUSSAUVAN JÄNNITTEEN KESTO.

5.1 JOS TYÖSKENTELET KENNOSSA:

- ASENNA TYÖMAADOITUSVÄLINE KENNOSSA OLEVIIN MAADOITUSLIITTIMIIN. ENSIN MAA-LIITTIMEEN JA SEN JÄLKEEN VUORITELLEN JOKAISEEN VAIHELIITTIMEEN.

5.2 JOS TYÖSKENTELET MUUNTAJAHUONEESSA:

- ASENNA TYÖMAADOITUSVÄLINE MUUNTAJAHUONEESSA OLEVIIN MAADOITUSLIITTIMIIN. ENSIN MAA-LIITTIMEEN JA SEN JÄLKEEN VUORITELLEN JOKAISEEN VAIHELIITTIMEEN.

6. PYYDÄ LUPA TYÖNAIKAISelta SÄHKÖTURVALLISUUDEN VALVOJALTA HUOLTOTYÖN ALOITTAMISEEN.

7. SUORITA HUOLTO SILTÄ OSIN, KUN HAVAITSIT HUOLLETTAVAA

- LISÄÄ TARVITTAESSA ÖLJYÄ 20 KV -KAAPELIPÄÄTTEISIIN.
- JOS MUUNTAJA PÖLlyNTYNYT, HARJAA/IMUROI/PYYHI PÖLY JA LIKA POIS.
- PUHDISTA ERISTIMET, TARVITTAESSA.
- TARKISTA KISKOSTO- JA KAAPELILIITOKSET (MOMENTTITAUUKKO LÖYTYY OHJEISTA).

8. SUORITA RIITTÄVÄ KÄYTTÖÖNOTTOTARKISTUS

- TARKISTA ETTÄ LIITOKSET OVAT KIINNI.
- TARKISTA ETTEI LAITTEISTOON JÄÄ YLIMÄÄRÄISIÄ TYÖKALUJA, KAAPELINPÄTKIÄ YMS.

9. VARMISTA ETTEI KUKAAN TYÖSKENTELE LAITTEISTOSSA.

10. PYYDÄ LUPA JÄNNITTEIDEN KYTKEMISEEN TYÖNAIKAISelta SÄHKÖTURVALLISUUDEN VALVOJALTA.

11. LUVAN SAATUA POISTA TYÖMAADOITUSVÄLINE MUUNTAJASTA, JOS MUUNTAJASSA ON TYÖMAADOITUSVÄLINE

- ENSIN VAIHELIITTIMISTÄ JA LOPUKSI MAA-LIITTIMESTÄ.

12. LUKITSE MUUNTAJAHUONEEN OVI.

13. POISTA TYÖMAADOITUSVÄLINE KENNOSTA, JOS KENNOSSA ON TYÖMAADOITUSVÄLINE

- ENSIN VAIHELIITTIMISTÄ JA LOPUKSI MAA-LIITTIMESTÄ.

14. POISTA SUOJALEVY KENNON EROTTIMEN VÄLISTÄ

RUUKKI METALS OY OULAISTEN TEHDÄS

TYÖMÄÄRÄIN (EH)sivu 25 / 110
ajopvm 10.4.2012

15. POISTA VAROITUSKILVET JA Q1-EROTTIMEN LUKITUS

16. SULJE Q1-EROTIN

17. SULJE KENNON OVET

18. OHJAA Q0-KATKAISIJA KIINNI-ASENTOON PAINAMALLA KATKAISIJAN 1-NAPPIA.
SÄ MOMENTTI MUUNTAJIEN PULTTILIITOSTEN KIRISTYS MOME1
SÄHKÖISET LIITÄNNÄT

Käytössä

KIRISTYSMOMENTTI PULTTIKOON MUKAAN

M6 5 NM

M8 11NM

M10 25NM

M12 40NM

M14 60NM

M16 85NM

MEKAANISET LIITOKSET

KIRISTYSMOMENTTI PULTTIKOON MUKAAN

M12 95NM

M14 150NM

M16 235NM

M18 320NM

M20 455NM

M22 615NM

M24 790NM

Työnro	: 2755	SÄHKÖTILAN AKUSTON HUOLTO (MT)	
Kohde	: OTF0101	AKUSTO	
Panu	:		
Huoltoryhmä	: SÄHKÖ		
Vetäjä	: HAKKIHA	Reittinumero	:
Tilaaaja	: TU53JME	Seur. suoritusvko	: 152011
Tilaus pvm	: 4.6.2002	Ed. suoritusvko	: 412010
Toiv. valm. pvm	:	Huoltoväli (vko)	:
Aloituspvm.	:	ABC	: C
Suun. valm. pvm	:	Kiireellisyys	:
Kusko	: 690600	Kuormitus (h)	: 2
Lasko	: 004	Henkilökumäärä	: 1
Seisokki alkaa pvm	:	Seisokin kesto	:

Kuvaus : TURVA OHJEITA:
 - NOUDATA VALMISTAJAN KÄYTTÖOHJEITA AKKUHUOLTOA SUORITTAESSA
 - KÄYTÄ SUOJALASEJA JA SUOJAVAAATTEITA TYÖSKENNELLESSÄSI AKKUJEN KANSSA.
 - KÄYTÄ VAIN ERISTETTYJÄ TYÖKALUJA.

HUOLTOLISTA:

1. SILMÄMÄÄRÄINEN TARKISTUS
2. MITTAA AKUSTON KOKONAISSJÄNNITE (OLTAVA 231.5 - 235.6 VOLTITIA).
3. PUHDISTA AKUSTO
4. TARKISTA ETTÄ AKKUHUONEEN TUULETUS TOIMII.

Ohjeet

Tunnus	Nimi	Versio	Tila
--------	------	--------	------

RUUKKI METALS OY OULAISTEN TEHDÄS

TYÖMÄÄRÄIN (EH)sivu 102 / 110
ajopvm 10.4.2012

Työnro	: 5008	OTB01-SYÖTTÖKENTTÄ KAAPELIPÄÄTTEIDEN HUOLTO
Kohde	: -OTB01	SÄHKÖPÄÄKESKUS
Panu	:	
Huoltoryhmä	: SÄHKÖ	
Vetäjä	: HAKKIHA	Reittinumero :
Tilaaaja	: HAROTO	Seur. suoritusvko : 262012
Tilaus pvm	: 23.2.2012	Ed. suoritusvko :
Toiv.valm.pvm	:	Huoltoväli (vko) :
Aloituspvm.	:	ABC : C
Suun.valm.pvm	:	Kiireellisyys :
Kusko	:	Kuormitus (h) : 6
Lasko	:	Henkilökumäärä : 2
Seisokki alkaa pvm	:	Seisokin kesto :

Kuvaus : KOHDE: OTB01 -KENNOSSA 01.

TYÖRYHMÄ: 2 ASENTAJAA.

1. TARKISTA ONKO SYÖTÖKENTÄN KAAPELIPÄÄTTEISSÄ RIITTÄVÄSTI ÖLJYÄ.
 - JOS PÄÄTTEISSÄ ON RIITTÄVÄSTI ÖLJYÄ, HUOLTOA EI TARVITSE SUORITTAA.
 - JOS ÖLJYNMÄÄRÄ ON LASKENUT, TOIMITAAN OHJEEN (KAAPELIPÄÄTTEIDEN ÖLJYN LISÄYS KESKUKSEN OTB01 KENTTÄÄN 01)MUKAISESTI.

Ohjeet

Tunnus	Nimi	Versio	Tila
SÄ OTB0101 HUOL	KAAPELIPÄÄTTEIDEN ÖLJYN LISÄYS KESKUKSE5		Käytössä

TURVAVARUSTEET: JT-KASVOSUOJA, TULELTA JA KUUMUDELTA SUOJAAVA SUOJAVAALETETUS

1. TÄYDELLINEN EROTTAMINEN

- OHJAA KESKUKSEN OTB01 KENTÄN 01 Q0-KATKAISIJA AUKI, PAINAMALLA KATKAISIJAN 0-NAPPIA.
- KÄÄNNÄ KENTÄN 01 Q1-EROTIN AUKI KAMMELLA.
- TARKISTA ETTÄ Q1-EROTIN ON AUENNUT.

2. JÄNNITTEEN KYTKEMISEN ESTÄMINEN.

- LUKITSE Q1-EROTTIN JA ASENNA SIIHEN NIMELLÄ JA PÄIVÄMÄÄRÄLLÄ VARUSTETTU "ÄLÄ KYTKE..." -KYLTTI.

HUOM! KATKAISIJAN JA EROTTIMEN AUKAISEMINEN, EI KATKAISE JÄNNITETTÄ KENTÄSSÄ 01 OLEVAN SYÖTÖNPUOLELTA ELI ALAPUOLELTA!

3. JÄNNITTEENKOETTIMEN TARKISTAMINEN

- TARKISTA JÄNNITTEENKOETTIMEN JÄNNITTEEN KESTO.
- TARKISTA JÄNNITTEENKOETTIMEN TOIMINTA, KOKEILEMALLA SILLÄ JÄNNITTEISTÄ OSAAN.

4. AUKAISE JUNARADAN VARRESSA OLEVA PYLVÄSEROTIN.

- VARMISTA SILMÄMÄÄRÄISESTI, ETTÄ EROTTIMEN KAIKKI KOSKETTIMET OVAT AUKI.
- LUKITSE EROTIN

5. LAITTEISTON JÄNNITTEETTÖMYYDEN TOTEAMINEN

- TARKISTA JOKAISEN VAIHEEN JÄNNITTEETTÖMYYS JÄNNITTEENKOETTIMELLA.

6. SUOJAUS LÄHELLÄ OLEVILTA JÄNNITTEISILTÄ OSILTA.

- ASETA SUOJALEVY KENNOON EROTTIMEN KOSKETTIMIEN VÄLIIN.

7. TYÖMAADOITUS

- TARKISTA TYÖMAADOITUSVÄLINEEN OIKOSULKUKESTON RIITTÄVYYS.
- TARKISTA SIIRRETTÄVÄN TYÖMAADOITUSVÄLINEEN ASENUSSAUVAN JÄNNITTEEN KESTO.
- ASENNA TYÖMAADOITUSVÄLINE KENNOSSA 01 OLEVIIN MAADOITUSLIITTIMIIN. ENSIN MAA-LIITTIMEEN JA SITTEN VUORITELLEN JOKAISEEN VAIHELIITTIMEEN.

8. PYYDÄ LUPA TYÖNAIKAISelta SÄHKÖTURVALLISUUDEN VALVOJALTA HUOLTOTYÖN ALOITTAMISEEN.

9. LISÄÄ KAAPELIPÄÄTTEISIIN ÖLJYÄ.

10. PYYDÄ LUPA JÄNNITTEIDEN KYTKEMISEEN TYÖNAIKAISelta SÄHKÖTURVALLISUUDEN VALVOJALTA.

11. POISTA TYÖMAADOITUSVÄLINE KENNOSTA

- ENSIN VAIHELIITTIMISTÄ JA LOPUKSI MAA-LIITTIMESTÄ.

12. SULJE JA LUKITSE KENNON OVI.

13. SULJE JA LUKITSE JUNARADAN VARRESSA OLEVA PYLVÄSEROTIN

14. SULJE SYÖTTÖKENNON EROTIN Q1

15. OHJAA Q0-KATKAISIJA KIINNI-ASENTOON, PAINAMALLA KATKAISIJAN 1-NAPPIA.

Työnro	: 4077	KIE-LINJAN JAKOKESKUS HUOLTO	
Kohde	:		
Panu	:		
Huoltoryhmä	: SÄHKÖ		
Vetäjä	: HAKKIHA	Reittinumero	:
Tilaaaja	: TP53XHH	Seur. suoritusvko	: 272008
Tilaus pvm	: 7.3.2008	Ed. suoritusvko	: 112008
Toiv. valm. pvm	:	Huoltoväli (vko)	:
Aloituspvm.	:	ABC	: C
Suun. valm. pvm	:	Kiireellisyys	:
Kusko	:	Kuormitus (h)	: 20
Lasko	:	Henkilölukumäärä	: 2
Seisokki alkaa pvm	:	Seisokin kesto	:

Kuvaus : HUOLTO-OHJE

1. KESKUKSEN TARKASTUS

- KESKUKSEN PUHDISTUS JA MEKAANISEN KUNNON TARKISTUS
- KANSIEN LUKITUKSIEN JA VAROITUSKILPIEN TARKASTUS

2. JOHDIN JA KISKOLIITOSTEN SILMÄMÄÄRÄINEN TARKASTUS

- PÄÄTTEIDEN MEKAANISEN KUNNON JA KIINNITYKSEN TARKASTUS

3. JOHTOLÄHTÖJEN, SUOJAUSTEN TARKASTUS

- JOHTOLÄHTÖJEN SULAKEKOKOJEN, SULAKEKANSIEN JA MERKINTÖJEN TARKISTUS

4. KESKUSKOMONENTTIEN TARKASTUS JA KOESTUS

- KYTKIMIEN MEKAANISEN JA SÄHKÖISEN KUNNON TARKASTUS
- VIKAVIRTASUOJAKYTKIMIEN TOIMINNAN KOESTUS
- LÄMPÖRELEIDEN ASETTELUJEN TARKASTUS

5. LÄMPÖKUVAUS.

- KUVATAAN SULAKKEET JA NIIDEN PITIMET, KAAPELIT, KONTAKTORIT, LÄMPÖRELEET, RIVILIITTIMET JA MUUT KOJEET. KS. LÄMPÖKUVAUSOHJE

Ohjeet

Tunnus	Nimi	Versio	Tila
SÄ LÄMPÖKUVAU:	LÄMPÖKUVAUS OHJE	7	Käytössä

1. AUKAISE KESKUKSEN KANNET (LÄMPÖKUVAA EI VOI OTTAA ESIM. MUOVIN TAI LASIN LÄPI)
2. ASETA MITTAUSALUE MANUAALIASENTOON. SÄÄDÄ JAKSO JA TASO SOPIVIKSI SEKÄ VALITSE SOPIVA EMISSIIVISYYS VALIKOSTA.
3. ETSI KESKUKSISTA KUUMIA KOHTIA.
- JOS LÖYTYY KUUMAKOHTA OTA KUVA AUTOMAATTIMITTAUSALUEELLA.
- KIRJAA TUNNUS, KUVANUMERO JA VIKA KUVAUSLOMAKKEESEEN. KUVAUSLOMAKE LÖYTYY LIITETIEDOSTOSTA.
4. KATSO KAMERALLA KOLMIVAIHELÄHTÖJEN VAIHEIDEN VÄLILLÄ OLEVAT LÄMPÖTILAEROT (AUTOMAATTI MITTAUSASENNOLLA).
- JOS LÖYTYY LÄMPÖTILAEROJA, OTA KUVA AUTOMAATTIMITTAUSALUEELLA.
- KIRJAA LAITE/KOTELOTUNNUS, KUVANUMERO JA VIKA KUVAUSLOMAKKEESEEN.
- JOS VAIHEIDEN VÄLILLÄ ON LÄMPÖTILAEROJA, MITTAA VIRRAT PIHTIAMPEERIMITTARILLA JA MERKITSE VAIHEVIRRAT KUVAUSLOMAKKEESEEN. KUVAUSLOMAKE LÖYTYY LIITETIEDOSTOSTA.

5. SULJE KESKUKSIEN KANNET

6. TALLENNA KUVAT KANSIOON P:\ARTTURIKUVIA\LÄMPÖKUVAU\20XX

7. TARVITTAESSA VOIT HYÖDYNTÄÄ KUVAN TULKINNASSA SMARTVIEW -OHJELMAA.

SÄ KIE-JK	KIE-LINJAN JAKOKESKUKSET	2	Käytössä
OTE01 PROSESSIPÄÄKESKUS			
OTE0106 JAKOKESKUS			
OTE0108 JAKOKESKUS VESIPENKKI			
OTE0109 JAKOKESKUS PUTKENPÄIDEN SORVAUS			
OTE0115 MOOTTORIKESKUS SU1500 TAAJUUSMUUTTAJAT			
OTE0208, 6X50 KVAR SÄÄDETTÄVÄ			
OTE0209, 6X50 KVAR SÄÄDETTÄVÄ			
OTE0121 JAKOKESKUS KELANKÄSITTELY			
OTE0126 JAKOKESKUS PUTKIKONE SU1000			
OTE0127 JAKOKESKUS RÖNTKENTARKASTUSASEMA			
OTE0131 JAKOKESKUS			
OTE0132 JAKOKESKUS			
OTE013229 JAKOKESKUS UÄ-TARKASTUSASEMA			
OTE0139 JAKOKESKUS			
OTE0143 MOOTTORIKESKUS SU1500			
OTE02 VALAISTUSPÄÄKESKUS			
OTE0202 TYÖKONEKESKUS			
OTE0213 ALUEVALAISTUS MASTOT A,B,C			
OTE0225A JAKOKESKUS			
OTE0225B JAKOKESKUS			
OTE0226A JAKOKESKUS			
OTE0226A29 HÄLYTYS-, MITTAUS- JA TASASÄHKÖ KESKUS OTF 01 OMAKÄYTTÖJÄNN.			
OTE0226B JAKOKESKUS			
OTE0227A RYHMÄKESKUS (VALAISTUS)			
OTE0227B RYHMÄKESKUS (LVI)			
OTE0228A JAKOKESKUS (VALAISTUS)			
OTE0228A26 VALAISTUS JA PISTORASIAK KIE-REPPURUOKALA			
OTE0228A31 VALAISTUSOHJAUSKESKUS			
OTE0228B JAKOKESKUS (LVI)			
OTE0229A RYHMÄKESKUS (VALAISTUS)			
OTE0229A21 LABORATORION NOUSU			
OTE0229B RYHMÄKESKUS (LVI)			