

Janne Tuominen

LÄMPÖKUVAUS VOIMALAITOKSEN
SÄHKÖKUNNOSSAPIDOSSA

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2016

LÄMPÖKUVAUS VOIMALAITOKSEN SÄHKÖKUNNOSSAPIDOSSA

Tuominen, Janne
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2016
Ohjaaja: Nieminen, Esko
Sivumäärä: 49
Liitteitä: 12

Asiasanat: lämpökuvaus, lämpökamera, ennakkohuolto, voimalaitos

Tässä opinnäytetyössä kehitetään Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen sähköautomaatio-kunnossapidolle ennakkohuoltosuunnitelma sähkölaitteistojen lämpökuvauksesta. Työn teoriaosuudessa käydään läpi sähkölaitteistojen kunnossapitoa yleisesti, sähkölaitteiden lämpenemistä, perehdytään lämpökuvauksen teoriaan, käytettävään kameraan ja kuvausten suorittamiseen. Työn aikana suoritetaan lämpökuvauksia laitoksen toiminnan kannalta tärkeissä sähkölaitteistoissa ja raportoidaan niissä tehdyt havainnot. Lopuksi kehitetään ennakkohuoltosuunnitelma säännöllisten lämpökuvauksierrosten aloittamiseksi ja lisätään kuvausreitit ennakkohuoltoihin laitoksen kunnossapitojärjestelmään.

THERMAL IMAGING IN ELECTRICAL MAINTENANCE OF POWER PLANT

Tuominen, Janne

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

March 2016

Supervisor: Nieminen, Esko

Number of pages: 49

Appendices: 12

Keywords: thermal imaging, thermal camera, preventive maintenance, power plant

The purpose of this thesis was to develop a preventive maintenance plan about thermal imaging of electrical equipment for Pori Energia's Aittaluoto power plant. In the theoretical part of the work I look through maintenance of electrical equipment generally, temperature rise of electrical equipment, thermal imaging in theory, thermal camera and performing the imaging. During the work process I carry out thermal imaging in the most critical electrical equipment at the power plant and make reports about failures and other deviations that I find. Finally, I develop a preventive maintenance plan for electrical/automation maintenance unit to start scheduled thermal imaging.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PORI ENERGIA OY.....	7
2.1	Yhtiön rakenne.....	8
2.1.1	Emoyhtiö	8
2.1.2	Pori Energia Sähköverkot Oy.....	8
2.1.3	Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy.....	9
2.2	Aittaluodon voimalaitos.....	9
2.2.1	R-kattila	10
2.2.2	RT-kattila	11
2.2.3	Apukattila	12
2.2.4	Turbiinit	13
2.2.5	Sähkönjakelujärjestelmä.....	14
3	SÄHKÖLAITTEISTOJEN KUNNOSSAPITO.....	15
3.1	Yleinen määrittely ja osa-alueet.....	15
3.1.1	Ennakoiva kunnossapito.....	16
3.1.2	Korjaava kunnossapito	17
3.1.3	Parantava kunnossapito	17
3.1.4	Kunnossapitojärjestelmät	17
3.2	Sähkölaitteistojen jako luokkiin.....	18
3.3	Sähkölaitteistojen lämpeneminen ja vaikutukset.....	19
3.3.1	Lämpenämä	20
3.3.2	Lämpenemistä aiheuttavat viat.....	21
3.3.3	Sähköpalot	22
4	LÄMPÖKUVAAUKSEN JA TERMODYNAMIIKAN PERUSTEET	23
4.1	Lämpösäteily.....	24
4.2	Emissiivisyys	25
4.2.1	Emissiokertoimen määrittäminen.....	26
4.3	Lämpökamera	27
4.4	Fluke Ti400.....	27
4.5	Säädöt ja asetukset.....	29
4.5.1	Kalibrointi	29
4.5.2	Tarkennus	29
4.5.3	Lämpötila-alue.....	29
4.5.4	Väripaletit	30
5	LÄMPÖKUVAAUSTEN SUORITTAMINEN.....	31
5.1	Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyudet.....	31

5.2	Sähkötyöturvallisuus.....	32
5.3	Kuvauksen valmistelu ja suorittaminen.....	33
5.4	Kuormituksen merkitys.....	34
6	LÄMPÖKUVIEN ANALYSOINTI.....	35
6.1	Fluke Smartview	35
6.1.1	Raportointi	36
7	LÄMPÖKUVAUKSET AITTALUODON VOIMALAITOKSELLA.....	37
7.1	Päämuuntaja AT03.....	38
7.2	G5 blokkimuuntaja AT01	38
7.3	Muuntaja CT40	38
7.4	Omakäyttökojeisto CA65.....	39
7.5	Omakäyttökojeisto CH90.....	40
7.6	Dieselvarmennettu kojeisto EU86	40
7.7	Generaattori 4.....	41
7.8	Ruuvipurkain PK22	41
7.9	RT -kattilan leijuilmapuhallin NG89D10	42
7.10	RT -kattilan sekundääripuhaltimen viallinen pääkytkin	42
8	ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA	44
8.1	Kohteiden rajaaminen	44
8.2	Kohteiden ryhmittely ja suoritusajankohdan määrittely	45
8.3	Lisääminen PowerMaintiin.....	46
8.4	Raportointi ja dokumentointi	47
9	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Viime vuosina yleistyneet sähköpalot ovat lisänneet tarvetta sähkölaitteistojen säännöllisille lämpökuvauksille ja niiden ammattitaitoisille suorittajille. Lämpökuvaus on ainetta rikkomaton menetelmä, jolla voidaan havaita erilaisia vikoja ilman fyysistä kontaktia. Tämä mahdollistaa sähkölaitteiden kunnan tarkastelun silloin, kun viat ovat parhaiten havaittavissa, eli laitteiston ollessa jännitteinen ja kuormitettu.

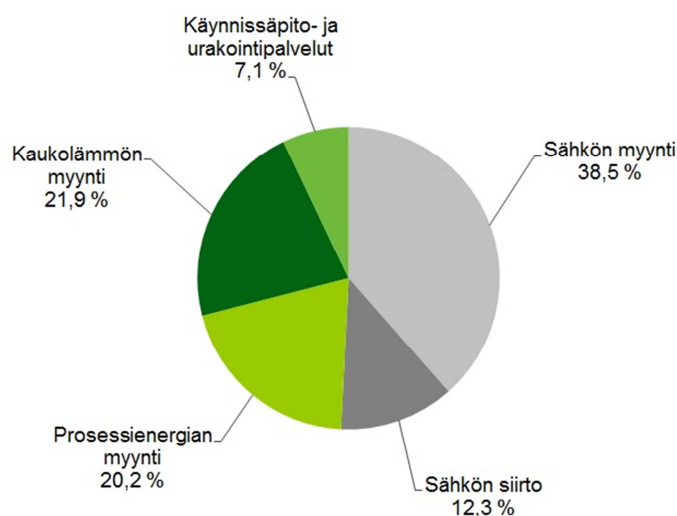
Tämän työn tarkoituksena on kehittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitoksen sähköautomaatio -kunnossapidolle ennakkohuoltosuunnitelma sähkölaitteistojen lämpökuvauksesta. Aluksi käydään läpi sähkölaitteistojen kunnossapidon määrittelyä, sekä tarkastellaan sähkölaitteiden lämpenemistä ja sen vaikutuksia. Seuraavaksi perehdytään termodynamiikan perusteisiin, lämpökuvaustekniikkaan, käytettävään lämpökameraan sekä käydään läpi lämpökuvaajan pätevyudet ja kuvauksen suorittamisessa huomioitavat asiat. Opinnäytetyön aikana suoritetaan lämpökuvauksia Aittaluodon voimalaitoksella, laitoksen toiminnan kannalta tärkeissä sähkölaitteistoissa ja raportoidaan niissä tehdyt havainnot. Opitun teorian ja suoritettujen kuvausten pohjalta kehitetään ennakkohuoltosuunnitelma säännöllisten lämpökuvauskierrosten aloittamiseksi. Suunnitellut lämpökuvauskierrokset lisätään käytössä olevaan PowerMaint -kunnossapitojärjestelmään. Työn tavoitteena on tehostaa voimalaitoksen sähkölaitteistojen kunnossapitoa, sillä vanhenevan laitoksen sähkönsjakelu tarvitsee yhä enemmän säännöllistä kunnanvalvontaa. Säännöllisellä lämpökuvaamisella voidaan havaita vikoja jo varhaisessa vaiheessa, ennen kuin ne ehtivät aiheuttaa vaaratilanteita tai katkoja sähkönsjakeluun.

2 PORI ENERGIA OY

Pori Energia tuottaa ja toimittaa energiaa ja energia-alan palveluita asumisen, palveluiden ja teollisuuden ylläpitoon toimialueenaan pääasiassa Porin kaupunki lähikuntineen. Sähkön myynti, tuulivoimapalvelut ja energiapalvelut toimivat kuitenkin valtakunnallisesti. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)

Pori Energian historiaa ulottuu yli 100 vuoden taakse vuoteen 1898, jolloin Poriin perustettiin sähkölaitos päätehtävänä kaupunkin valaistus. Nykyiseen muotoonsa yhtiö tuli vuonna 2006, jolloin Porin Lämpövoima Oy ja Pori Energia liikelaitos yhdistyivät Pori Energia Oy:ksi. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)

Konsernissa työskenteli vuonna 2014 yhteensä 267 vakinaista työntekijää. Pori Energian sähköverkolla on yli 50 000 käyttäjää, ja koko konsernin liikevaihto vuonna 2014 oli 186,6 M€. Yhtiö on kokonaisuudessaan Porin kaupungin omistama. Kuvassa 1 esitellään Pori Energian liikevaihdon jakautuminen. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)



Kuva 1. Pori Energia konsernin liikevaihdon jakautuminen.

2.1 Yhtiön rakenne

Pori Energian konserniin kuuluvat emoyhtiö Pori Energia Oy sekä tytäryhtiö Pori Energia Sähköverkot Oy (PESV) ja osakkuusyhtiö Suomen Teollisuuden Energia-palvelut Oy (STEP). Lisäksi Pori Energialla on paljon osakkuuksia ja tuotanto-osuuksia energia-alan eri yrityksissä. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)

2.1.1 Emoyhtiö

Pori Energia Oy:n päätuotteita ovat sähkö, kaukolämpö ja -jäähdytys, prosessihöyry, käynnissäpito- ja tekniset palvelut sekä sähkön myynti. Tekniset palvelut sisältävät sähköverkon käyttöpalvelut sekä suunnittelu-, rakennus- ja kunnossapitopalvelut, voimalaitosten käynnissäpito- ja kunnossapitopalvelut, katuvalaistuksen ja tietoliikenneverkkojen palvelut sekä tuulivoimapalvelut. Lähes kaikki lämpöenergia sekä suurin osa sähköstä tulevat yhtiön omista tuotantolaitoksista ja tuotanto-osuuksista. Energiaa tuotetaan Aittaluodon ja Kaanaan voimalaitoksilla pääasiassa lämmön ja sähkön yhteistuotantona. Pori Energia Oy myi sähköä vuonna 2014 1580 GWh:n edestä. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)

2.1.2 Pori Energia Sähköverkot Oy

Tytäryhtiö Pori Energia Sähköverkot Oy perustettiin vuonna 2006, kun sähkömarkkinalain eriyttämisvaatimuksen mukaan verkkoliiketoiminta piti eriyttää sähkön myynnistä omaksi osakeyhtiökseen. Yhtiö vastaa sähkön siirrosta ja jakelusta, verkon hallinnasta ja sähköverkkojen rakennuttamisesta omalla alueellaan. PESV:n sähköverkko kattaa 3100 km ilmajohtoja ja maakaapeleita, 13 sähköasemaa ja 980 muuntamoaa. Verkon kautta siirrettiin 1,3 TWh sähköä vuonna 2014. PESV on sataprosenttisesti Pori Energia Oy:n omistuksessa. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2015.)

2.1.3 Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy

Suomen Teollisuuden Energiapalvelut Oy (STEP) on Pori Energian yhteisyritys Dal-
kia Ab:n kanssa, josta Pori Energia osuus on 49 %. STEP tuottaa energiapalveluita
teollisuuden tarpeisiin Suomessa, ja sen päätuotteita ovat höyry, lämpö, jäähdy-
tysenergia, paineilma sekä prosessivesien valmistus. STEP:n tuotantolaitokset sijait-
sevat mm. Harjavallan suurteollisuuspuiston alueella ja Koskenkorvalla. (Pori Ener-
gia Oy:n www-sivut 2015.)

2.2 Aittaluodon voimalaitos

Voimalaitos sijaitsee Porin keskustan kupeessa Aittaluodon teollisuusalueella ja tuot-
taa vuodessa noin 686 Gwh energiaa (v. 2014), josta lähes puolet on kaukolämpöä,
joka toimitetaan Porin ja Ulvilan kaukolämpöverkkoihin. Kaukolämmön rinnalla lai-
toksella tuotetaan yhteistuotantona vastapainesähköä Pori Energian asiakkaille, pro-
sessihöyryä Corenson hylsykartonkitehtaalle ja Metallinkylän kupariteollisuuden tar-
peisiin sekä prosessilämpöä UPM:n Seikun sahalle. (Pori Energia Oy:n www-sivut
2015.)

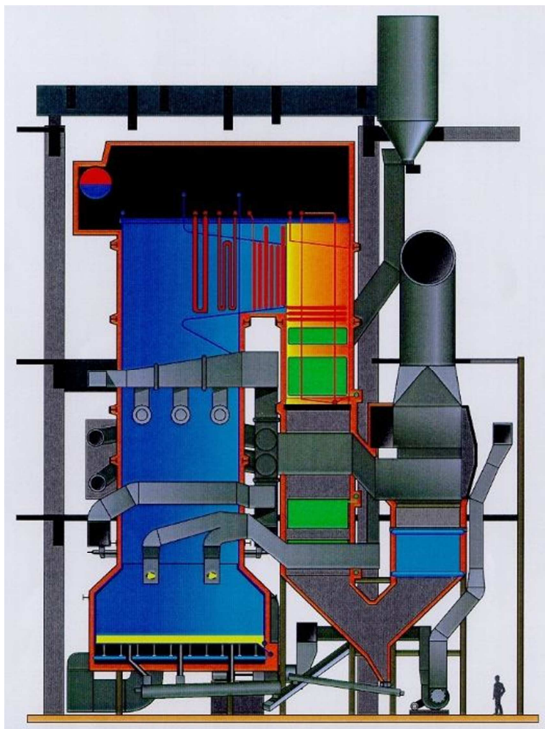
Voimalaitoksella tuotetaan energiaa kolmella kattilalla, joista kaksi on kiinteää polt-
toainetta käyttäviä leijupetikattiloita ja kolmas apukattila. Leijupetikattiloiden poltto-
aineena toimivat turve, puu sekä ylösajo- ja häiriötilanteissa öljy. Apukattila toimii
lähinnä huippukuorma- ja varakattilana ja käyttää polttoaineenaan raskasta polttoöl-
jyä. Kuvassa 2 on Aittaluodon voimalaitoksen julkisivu tammikuussa 2016.



Kuva 2. Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitos

2.2.1 R-kattila

Vanhin voimalaitoksen kattiloista on Oy Rosenlew AB:n valmistama, ja se on otettu käyttöön vuonna 1968 alun perin arinakattilana. Kattilan saneerauksessa vuonna 1994 tehtiin muutos leijupetikattilaksi. R-kattilalla ajetaan kesäisin sekä talvisin; ke-säaikaan kattilan teho yksinään riittää tuottamaan tarvittavan määrän energiaa ja talvisin kattila toimii kuorman tasaajana. R-kattilan poikkileikkaus on kuvassa 3, ja tekniset tiedot ovat taulukossa 1.



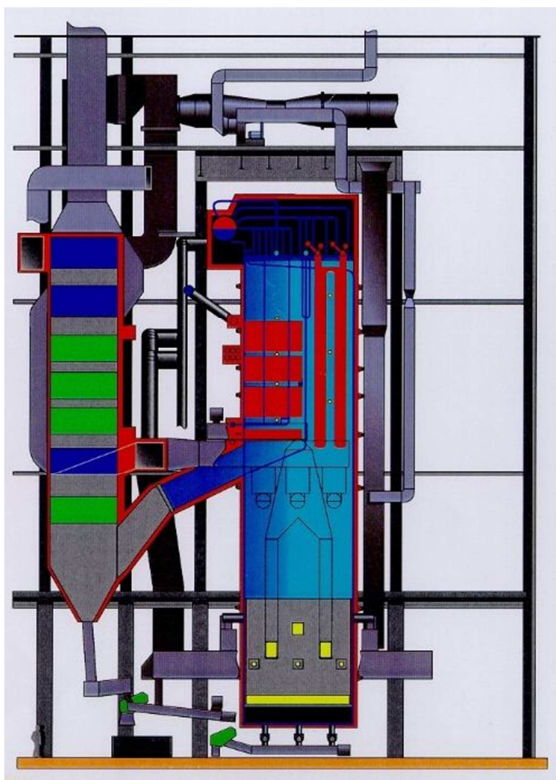
Kuva 3. R-kattilan poikkileikkaus. (Kuva Kvaerner Pulping)

Taulukko 1. R-kattilan tekniset tiedot. (Pori Energia Oy yritysesittely, 2014.)

Valmistaja	Oy Rosenlew AB, 1968
Saneeraus	Kvaerner Pulping, 1994
Teho	90 MW
Tuorehöyryn paine	115 bar
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Höyryn tuotto	32 kg/s
Polttoaine	Puu, jyrshinturve, raskaspolttoöljy
Leijupedin lämpötila	700-950 °C

2.2.2 RT-kattila

Laitoksen kattiloista suurin on myös Oy Rosenlew AB:n valmistama, ja se on otettu käyttöön arinakattilana vuonna 1981. Kattila on saneerattu vuonna 1996, jolloin tehtiin muutos leijupetikattilaksi. RT-kattilan ajokausi on syksystä kevääseen, kesällä kattilalla ei ajeta, koska sen minimiteho on liian suuri energiantarpeeseen nähden. RT-kattilan poikkileikkaus on kuvassa 4, tekniset tiedot ovat taulukossa 2.



Kuva 4. RT-kattilan poikkileikkaus (Kuva Kvaerner Pulping)

Taulukko 2. RT-kattilan tekniset tiedot. (Pori Energia Oy yritysesitys, 2014.)

Valmistaja	Oy Rosenlew AB, 1981
Saneeraus	Kvaerner Pulping, 1996
Teho	116 MW
Tuorehöyryn paine	115 bar
Tuorehöyryn lämpötila	525 °C
Höyryn tuotto	44 kg/s
Polttoaine	Puu, jyrsinturve, raskaspolttoöljy
Leijupedin lämpötila	700-950 °C

2.2.3 Apukattila

Apukattilaa käytetään sellaisissa tilanteissa, kun kiinteällä polttoaineella tuotettua energiaa ei ole saatavilla tai sen tuottama energia ei riitä. Vuonna 2007 käyttöönotetun kattilan toimittaja on KPA Unicon Oy. Apukattila hyödyntää suurilta osin samoja apujärjestelmiä kuin kiinteän polttoaineen kattilat, kuten syöttövesi- ja lauhdejärjestelmiä. Se käyttää polttoaineenaan raskaspolttoöljyä. Taulukossa 3 on Apukattilan teknisiä tietoja.

Taulukko 3. Apukattilan tekniset tiedot. (Pori Energia Oy yritysesitys, 2014.)

Polttoaine	
Tyyppi	Teboil 420
Tehollinen lämpöarvo	41 MJ/kg
Tiheys	987 kg/m ³
Palamisilma	
Lämpötila	25 °C
Suhteellinen kosteus	50 %
Höyry	
Lämpötila	250 °C
Paine	17 bar
Kattilan teho	46 MW

2.2.4 Turbiinit

Voimalaitoksella on käytössä kaksi turbiinigeneraattoria, joihin johdettu tuorehöyry ja sen sisältämä energia siirretään joko kaukolämmön tai prosessilämmöntuotantoon ja samalla tuotetaan vastapainesähköä generaattorilla. Tällaista yhdistettyä tuotantoa tuottavaa laitosta kutsutaan CHP-laitokseksi (Combined Heat and Power), jonka kokonaishyötysuhde on parempi kuin esimerkiksi lauhdelaitoksen. Taulukossa 4 on turbiinien tekniset tiedot.

Taulukko 4. Turbiinigeneraattorien tekniset tiedot. (Pori Energia Oy yritysesitys, 2014.)

	Turbiini 1 (TG4)	Turbiini 2 (TG5)
Valmistaja	AEG	ABB-Lang
Hankittu	1968	1991
Sähkön tuotto	17,5 MW	37,5 MW
Höyry 15 bar	15 MW	32 MW
Höyry 3,5 bar	57 MW	34 MW
Kaukolämpö	-	75 MW

2.2.5 Sähkönjakelujärjestelmä

Voimalaitoksen sähkönjakelu on toteutettu säteittäisellä verkolla, jota on vahvistettu varayhteyksin sekä dieselvarmennuksella ja UPS-laitteilla. Laitoksen pitkä ikä näkyy varsinkin eri jakelujännitteiden määrän suuruutena, sillä käytössä on 110 kV:n, 20 kV:n, 10,5 kV:n, 3 kV:n, 690 V:n, 500 V:n ja 400 V:n järjestelmiä. Liittyminen valtakunnanverkkoon tapahtuu 110kV:n jännitteellä päämuuntajan AT03 (110/20 kV, 31,5 MVA) sekä G5 generaattorin blokkimuuntajan AT01 (110/10,5 kV, 45 MVA) kautta. Lisäksi on olemassa varayhteyksiä 20 kV:n jakeluverkkoon kojeistojen AJ13 kautta Herralahden sähköaseman suuntaan, Y1001 kautta Isosannan suuntaan sekä rakenteilla oleva yhteys Herralahden sähköasemalta AJ01 kytkinlaitokselle. Laitoksella on myös akkuvarmennetut 220 V:n, 110 V:n ja 24 V:n tasasähköjärjestelmät.

Sähkönjakelun pääkomponenttina voidaan pitää 20 kV:n ja 500 MVA:n kytkinlaitosta AJ01, jossa on 19 katkaisijalla varustettua kennoa. AJ01:n kautta syötetään voimalaitoksen oman sähköntarpeen lisäksi myös UPM:n Seikun sahaa ja Corenson hylsykartonkitechdasta. Omakäyttötarpeeseen sähköä voidaan tuottaa laitoksen ajotavasta riippuen generaattorilla G4, joka on yhteydessä 20 kV:n kytkinlaitokseen muuntajan AT02 kautta (20/10,5 kV, 21 MVA). Tulkinta perustuu Aittaluodon voimalaitoksen pääsähkönjakelun yleiskytkinkaavioon, joka on esitetty liitteessä 1.

Voimalaitoksen suurimmat sähkön kuluttajat ovat selvästi sähkömoottoreita. Moottoreita on paljon erilaisissa pumppu- ja puhallinkäytöissä sekä polttoainekuljettimissa, ja suurimmat ovat lähes 1 MW:n luokkaa. Suurin osa moottorikäyttöistä on nykyään taajuusmuuttajakäytettyjä. Taajuusmuuttajalla varustettuja moottorikäyttöjä on laitoksella noin 100 kappaletta. (Pori Energia Oy, taajuusmuuttajaluettelo Aittaluoto, 2015.)

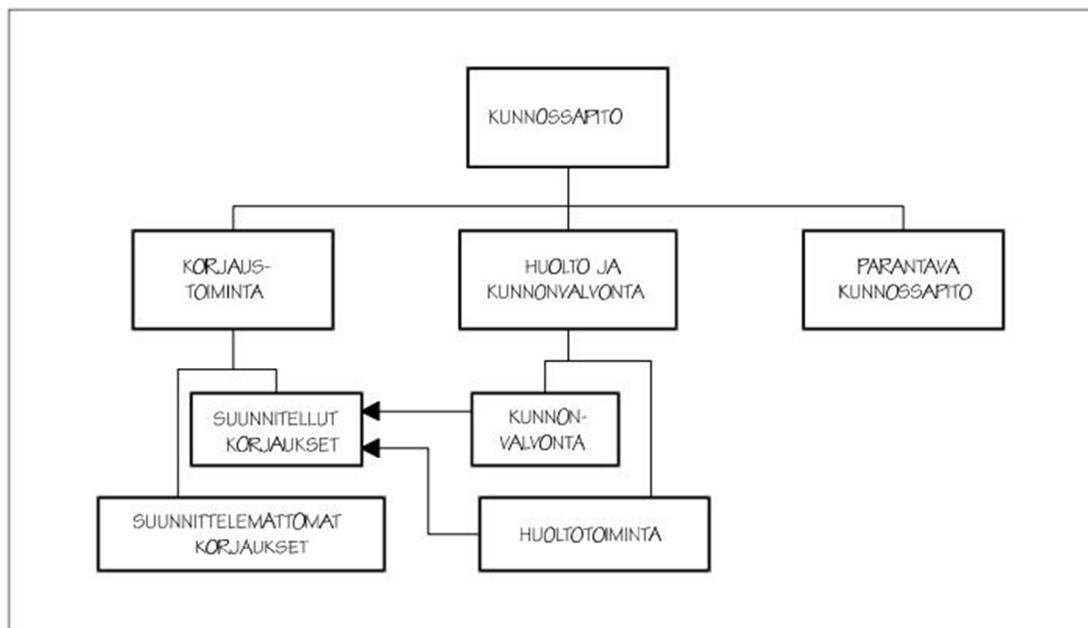
3 SÄHKÖLAITTEISTOJEN KUNNOSSAPITO

3.1 Yleinen määrittely ja osa-alueet

Lähtökohtana sähkölaitteiston kunnossapidolle ovat ne velvoitteet, joita sähköturvallisuuslaki (410/1996) antaa sähkölaitteiston haltijalle. Lain mukaan haltijan tulee huolehtia laitteiston käytön häiriöttömyydestä sekä sähköturvallisuudesta eli siitä, että suojaus sähköiskulta ja palovaaralta säilyy. Lisäksi sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että havaitut viat ja puutteet poistetaan riittävän nopeasti. (Sähköinfo Oy, 2012.)

Kunnossapidon tavoitteena on säännöllisin tarkastuksin, mittauksin, testauksin sekä huoltamalla tai uusimalla vialliset ja kuluneet osat, säilyttää laitteiston kunto ja ominaisuudet suunnilleen sillä tasolla, kuin ne ovat olleet käyttöön otettaessa. Laitteisto voi kuitenkin muuttua alkuperäisestä kokoonpanosta, koska on järkevää käyttää uusia teknisiä ratkaisuja ja huomioida tarpeita, joita ei laitteiston alkuperäisen käyttöönoton aikaan ole tunnettu. (ST 96.01 2003, 1)

Kunnossapito on erittäin tärkeää sähkölaitteistojen toiminnan ja turvallisuuden kannalta, ja siihen on jokaisen yrityksen syytä panostaa kunnolla. Tehokas kunnossapito ei välttämättä tarkoita mahdollisimman pieniä kustannuksia, vaan sitä, miten kunnossapitotoiminta näkyy tuotantoprosesseissa ja -tuloksissa. Tehokkaalla kunnossapitotoiminnalla ehkäistään tuotantokatkoksia aiheuttavia vikoja ja näin pystytään hyödyntämään käytössä oleva tuotantokapasiteetti paremmin. Kunnossapitotoiminta voidaan jakaa kolmeen pääosa-alueeseen: ennakoivaan, korjaavaan ja parantavaan kunnossapitoon. Tätä jakoa havainnollistaa kuvassa 5 kunnossapidon kokonaisstrategiaa kuvaava kaavio. (Etto 1998, 4.)



Kuva 5. Kunnossapidon kokonaisstrategia. (Etto 1998, 4)

3.1.1 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivaan kunnossapitoon kuuluvat kaikki ne toimenpiteet, jotka suoritetaan ilman että kohteessa olisi havaittu vikaa. Tähän kunnossapidon lajiin kuuluvat kaikki ennakkohuollot, kunnonvalvonnan mittaukset, tarkastukset ja testaukset sekä kuntoon perustuvat, ennakkoon suunnitellut korjaukset. Ennakkohuollot ovat ennalta suunniteltuja ja aikataulutettuja toimenpiteitä, joiden on tarkoitus pitää laitteen kuntoon perustuvalla tasolla. Ennakkohuollot suoritetaan toistuvasti ja niitä kehitetään palautteen mukaan. Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan aistinvaraisia tarkistuksia tai mittaavia toimenpiteitä, jotka tapahtuvat laitteen normaalin käytön aikana. Esimerkiksi tässä työssä käsiteltävä lämpökuvaus on erittäin hyvä mittaavan kunnonvalvonnan toiminto. Kunnonvalvonnalla saadaan tietoa kohteen sen hetkisestä kunnosta, ja tämän tiedon pohjalta voidaan kehittää ennakkohuoltoja tai arvioida korjausten tarvetta. (Etto 1998, 13-14.)

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaaminen voidaan edelleen jakaa kahteen luokkaan: suunniteltuihin ja suunnittemattomiin korjauksiin. Yhteistä näillä toimenpiteillä on kuitenkin se, että korjattaessa laite on jo vikaantunut. Tarkoituksena on poistaa vika ja palauttaa laite vikaa edeltäneeseen toimintakuntoon. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluvat myös vian etsintä ja määrittäminen. (Etto 1998, 6.)

3.1.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoitus on estää jonkin vian toistuminen tai parantaa laitteen tehokkuutta, luotettavuutta tai käytettävyyttä. Esimerkkinä parantavasta kunnossapidosta voi olla suunnitteluvirheen korjaaminen, vanhojen ja kuluneiden komponenttien vaihtaminen uusiin tai modernisointi, jossa kokonaisia järjestelmiä tai sen osia nykyaikaistetaan tehokkuuden parantamiseksi. (Etto 1998, 8.)

3.1.4 Kunnossapitojärjestelmät

Kunnossapitojärjestelmä tai suomalaisittain yleisesti kunnossapidon tietojärjestelmä on kunnossapidon toiminnanohjaukseen ja materiaalihallintaan tarkoitettu järjestelmä. Siihen voi liittyä myös kunnossapitoon läheisesti liittyviä toimintoja, kuten suunnittelu, osto- ja varastohallinta, henkilöstöhallinto, kustannuslaskenta ja projektihallinta. Tietojärjestelmät sisältävät seuraavia osioita:

- laitepaikkojen perustiedot
- materiaalihallinta
- vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmä
- työmääräinjärjestelmä
- ennakkohuoltojärjestelmä
- ostotilausjärjestelmä
- palvelun myynti ja laskutus
- yhteystietorekisteri
- työtuntien kirjaus palkkalaskennan perustaksi

- projekti- ja seisokkihallinta
- kalibrointi

Kunnossapidon tietojärjestelmä voi toimia itsenäisesti tai olla tarpeen mukaan integroitu osittain tai kokonaan yrityksen muihin tietojärjestelmiin. Aittaluodon voimalaitoksella on käytössä kunnossapidon tietojärjestelmänä PowerMaint -ohjelmisto. Se sisältää laitteiden kohdekortit, työmääräimet ja ennakkohuollot. PowerMaintia ei ole integroitu muihin järjestelmiin, ja esimerkiksi ostotilaukset hoidetaan erillisen Efecto-järjestelmän kautta. (Vainio 2011, 32-34.)

3.2 Sähkölaitteistojen jako luokkiin

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston antaman ohjeen mukaan sähkölaitteistot jaetaan luokkiin sähköturvallisuuslain, SL (410/1996) 56 §:n nojalla. Luokituksen perusteella määräytyvät varmennustarkastuksen suoritusajankohta ja suorittaja, määräaikaistarkastusten suoritusajankohdat ja suorittaja sekä rekisterinpitäjä, jolle ilmoitukset tarkastuksista tehdään. Sähkölaitteistojen luokitukset ovat taulukossa 5. (Tukes 2011)

Taulukko 5. Sähkölaitteistojen luokitukset. (Tukes 2011)

Luokka	Kuvaus
1a	Sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa.
1b	Sähkölaitteisto, jota suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 A, pl. asuinrakennukset.
1d	Sähkölaitteisto räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallinen kemikaali edellyttää ilmoitusta pelastusviranomaiselle.
2b	Lääkintätilojen sähkölaitteistot niissä sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä.
2c	Yli 1000 V osia sisältävä sähkölaitteisto.
2d	Liittymistehoaltaan yli 1600 kVA:n enintään 1000 V:n sähkölaitteisto.
3a	Sähkölaitteisto räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallinen kemikaali edellyttää Tukesin kemikaalilupaa.
3b	Lääkintätilojen sähkölaitteistot niissä sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä toimenpiteitä.
3c	Sähkönjakeluverkko, joka edellyttää sähköverkkolupaa.

Määräaikaistarkastus on suoritettava luokan 1 laitteistoille 15 vuoden välein pois lukien asuinrakennukset, luokan 2 laitteistoille 10 vuoden välein ja luokan 3 laitteistoille 5 vuoden välein. Tarkastuksien suorittamisesta huolehtii laitteiston haltija. (Tu- kes 2011.)

Sähköturvallisuuslain mukaan luokkien 2c, 2d ja 3c laitteistoille on nimettävä käytönjohtaja. Näin ollen myös Aittaluodon voimalaitoksella on oltava luokan 1 sähköpätevyyden omaava käytönjohtaja, sillä laitoksen sähköverkko sisältää paljon yli 1000V:n keskijännitelaitteistoja.

3.3 Sähkölaitteistojen lämpeneminen ja vaikutukset

Kaikki sähkölaitteet lämpenevät ja tämä saattaa muodostua ongelmaksi, varsinkin teollisuudessa ympäristön lämpötilan ollessa välillä muutenkin korkea. Siksi on erittäin tärkeää kiinnittää huomiota sähkölaitteiden ja sähkötilojen jäähtytykseen. Yksinkertaisesti sanottuna lämpeneminen johtuu siitä, että sähkönjohtimen oma resistanssi aiheuttaa tehohäviön, kun siinä kulkee virta. Tämä tehohäviö näkyy johtimen lämpenemisellä. Kaavasta 1 nähdään, että tehohäviö P ja lämpenemä kasvavat neliöllisesti suhteessa virran kasvuun. (Säty 2003)

$$P = I^2 * R \tag{1}$$

Virtapiirin kohdissa, joissa ylimenovastus on suurempi, kuten liitoksissa ja kaapelijatkoissa, myös häviöteho on suurempi. Tällaiset kohdat lämpenevät muita enemmän. Mitoittamalla johdot ja kaapelit oikein sekä käyttämällä oikeanlaisia suojalaitteita pysyy resistiivinen lämpeneminen normaalitilanteessa riittävän pienenä. Oikosulkuvirroilla johtimen lämpenemä noudattaa seuraavaa kaavaa olettaen, että johtimen resistanssi R pysyy vakiona lämpötilan noususta huolimatta: (Säty, 2003)

$$\vartheta = \frac{I^2 R}{mc} t \tag{2}$$

jossa ϑ = johtimen lämpenemä
 I = oikosulkuvirta

m = johtimen massa

c = johtimen ominaislämpö

t = oikosulun kesto aika

Yhtälöstä nähdään, että johdin lämpenee lineaarisesti. Tilanne voi olla niin vaarallinen, että se johtaa suuriin vahinkoihin, kuten tulipaloon.

3.3.1 Lämpenemä

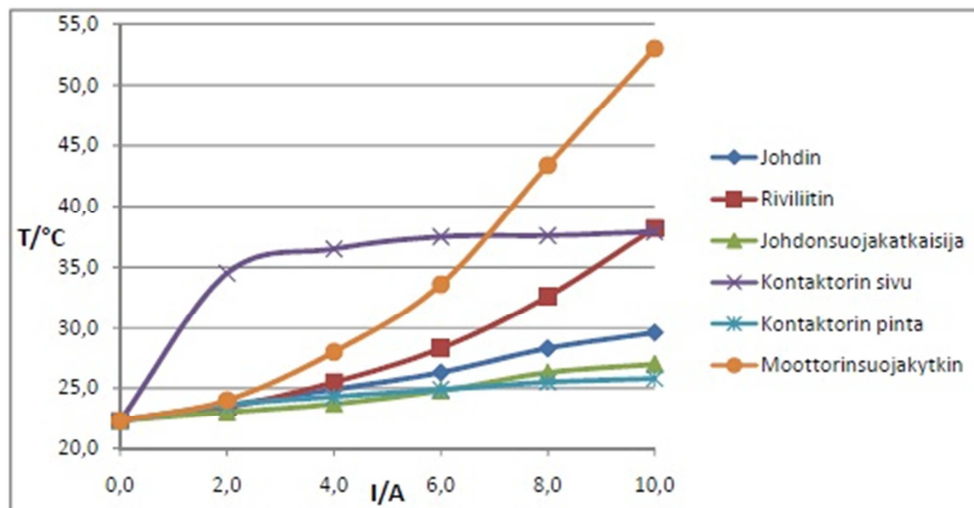
Lämpenemällä tarkoitetaan komponentin lämpötilan nousua verrattuna ympäristön lämpötilaan. Esimerkiksi, jos ympäristön lämpötila on 35°C ja komponentin lämpötilaksi mitataan 45°C , on lämpenemä tällöin 10°C . Kuvitellaan, että tämä lämpenemä tapahtuu 40 %:n kuormalla. Kun kuormitus tiedetään, saadaan selville lämpenemä myös muilla kuormituksilla kaavan 4 mukaan.

$$dT = T_{\text{mitattu}} - T_{\text{ympäristö}} = 45^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C} \quad (3)$$

$$dT_{80\% \text{ kuormalla}} = dT(80\%/40\%)^2 = 10^{\circ}\text{C} * (80/40)^2 = 40^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

jossa dT = komponentin lämpenemä

Voidaan päätellä, että lämpenemä on neliöllisesti verrannollinen kuormitukseen, eli kuormituksen kaksinkertaistuessa lämpenemä nelinkertaistuu. Tämän takia pienikin muutos kuormituksessa näkyy nopeasti useiden asteiden lämpötilamuutoksena komponentissa. Kuvassa 6 on kuvattu graafisesti eri komponenttien saavuttamia loppulämpötiloja kuormitusvirran funktiona. (ST 53.62 2014, 12.)



Kuva 6. Komponenttien loppulämpötilat eri kuormitusvirran arvoilla. (Sandelin 2011, 37)

3.3.2 Lämpenemistä aiheuttavat viat

Sähkölaitteen lämpenemisellä voi olla monia syitä. Aiheuttajana voi olla suunnittelu- tai asennusvirhe, vääränlainen kuormitus tai ympäristön olosuhteet, kuten riittämätön jäähdytys tai syövyttävät kemikaalit. Seuraavassa on listattuna eräitä lämpenemisen aiheuttajia:

- löysät liitokset
- huono kontakti, hapettuminen
- huonot puristusliitokset
- huono alumiinikaapelikenkien liitos (painelevyt puuttuvat)
- kuormituksen epäsymmetrisyys
- ylikuormitus
- väärät kaapeloinnin ja suojalaitteiden mitoitukset
- harmoniset yliaallot (esim. 3. yliaalto nollajohdossa)
- ylijännite (salamanisku).

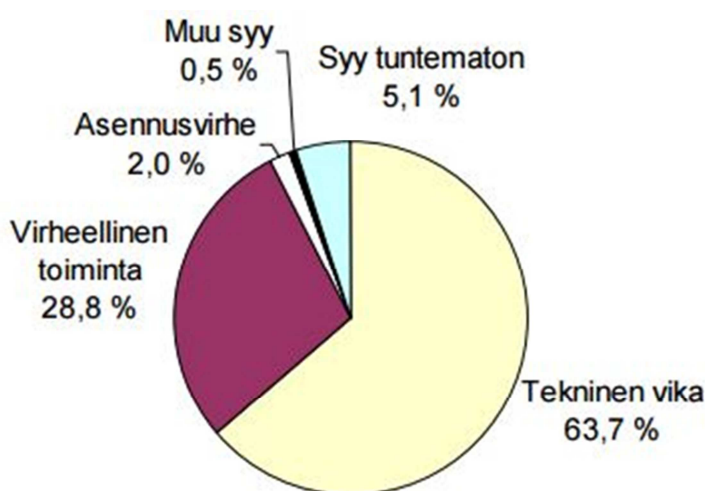
On kuitenkin muistettava, että lämpötilan nousu ei aina tarkoita vikaa juuri mitatussa kohteessa, vaan lämpeneminen voi johtua myös laitteiston muun osan viasta. Vika voi sijaita myös laitteiston syöttämissä komponenteissa, tai sitten lämpeneminen voi olla myös laitteelle ominaista toimintaa, esimerkkinä moottorinsuojajytkimet, jotka normaalikäytössä lämpenevät melko paljon. Ennen johtopäätösten tekemistä on siis

syitä selvittää laitekohtaiset normaalit toimintalämpötilat sekä tehdä virtamittaukset virran aiheuttaman lämpötilan nousun selvittämiseksi.

3.3.3 Sähköpalot

Sähkö on suurin yksittäinen tulipalojen aiheuttaja Suomessa ja Pohjoismaissa. Sähkölaitteistoissa palo saa usein alkunsa siten, että edellisessä kappaleessa mainituista syistä johtuva ylikuumentuminen aiheuttaa eristeiden vaurioitumisen, jolloin syntyy valokaari, jonka lämpötila voi olla jopa 3000 °C. Tämä riittää helposti palon syttymiseen. Huono liitos on myös yleinen syy palon syttymiselle jako- tai pääkeskuksissa sekä jako- ja kojerasioissa. Vika voi myös tuottaa niin paljon lämpöä, että vaikka itse vikakohde ei syty, niin lähellä olevat palavat aineet syttyvät aiheuttaen tulipalon. (Rousku 2014.)

Kuvassa 7 on nähtävissä, miten sähköpalojen syyt jakautuvat. Kuvassa 8 on palanut keskus Aittaluodon voimalaitoksella. Keskus syötti ennen tulipaloa kaukolämpöpumppuja. Palon todennäköinen syttymissyys oli kolmivaiheinen oikosulku keskuksen pääkytkimellä. Kuten kuvasta näkyy, valokaaren voima on ollut suuri, sillä vaihekiskot ovat sulaneet poikki pääkytkimen yläpuolelta ja keskuksen metallikanteen on palanut reikä.



Kuva 7. Laiteryhmäkohtaiset sähköpalojen syyt. Otanta 1758 kpl. (Säty, 2003)



Kuva 8. Palanut keskus Aittaluodon voimalaitoksella.

4 LÄMPÖKUVAUKSEN JA TERMODYNAMIIKAN PERUSTEET

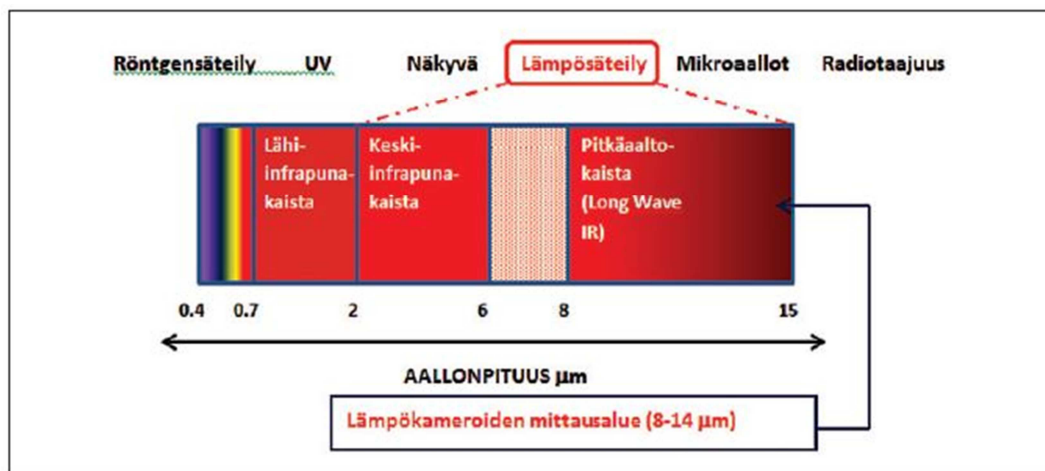
Lämpökuvaus on ainetta rikkomaton menetelmä (NDT, Non Destructive Testing), jolla voidaan arvioida erilaisten rakenteiden ja järjestelmien kuntoa ja toimivuutta ilman fyysistä kontaktia. Lämpökameroita on ollut saatavilla kaupallisilla markkinoilla 1960-luvulta alkaen, mutta sotilaskäytössä ja lääketieteessä lämpökuvauksen sovellutuksia on käytetty jo 1950-luvulla. Suomessa lämpökuvausta on käytetty 1970-luvun lopusta alkaen, ensin kiinteistöjen kunnonarvioinnissa ja rakennusten lämpöteknisen toimivuuden selvittämisessä. Lämpökameratekniikka alkoi kehittyä nopeasti 1990-luvulla, jolloin kameroiden koko, paino, erotuskyky ja kuvankäsittelyominaisuudet parantuivat. Myös hinta pieneni siten, että lämpökuvausta alettiin käyttää myös teollisuuden kunnossapidossa kunnonvalvontamenetelmänä. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 11.)

Sähkökunnossapidon kannalta lämpökuvaus on erittäin hyvä apuväline kartoittamaan laitteistojen kuntoa ja paljastamaan vikoja sekä paloriskejä ilman, että kuvattavaa kohdetta tarvitsee tehdä jännitteettömäksi. Sähkölaitteiston lämpökuvaus poikkeaa

kuitenkin suuresti rakennusten lämpökuvaamisesta. Vaikka kuvauslaitteisto on samaa, pitää kuvaajalla olla tietämystä termodynamiikan lisäksi sähkölaitteiston toiminnasta ja komponenttien sallituista lämpenemistä tulkitakseen kuvia oikein. Viime vuosina yleistyneet sähköpalot ovat lisänneet tarvetta laitteistojen säännöllisille kuvauksille ja niiden ammattitaitoisille suorittajille. (ST 53.62 2014, 1.)

4.1 Lämpösäteily

Lämpösäteily on sähkömagneettista säteilyä, joka on aallonpituudeltaan pitempää kuin näkyvä valo, ja sitä kutsutaan myös infrapunasäteilyksi. Infrapunasäteilystä lyhytaaltoisinta on lähi-infrapuna (NIR), joka on vain juuri näkyvän valon alueen ulkopuolella sähkömagneettisessa spektrissä (kuva 9). Tästä seuraavana on lämpösäteily (keski-infrapuna- ja pitkäaaltoaika). Jokainen kappale, jonka lämpötila on yli absoluuttisen nollapisteen (-273 °C), lähettää lämpösäteilyä, jota ihminen ei pysty näkemään pitkän aallonpituuden vuoksi, mutta tuntee sen lämpönä ihollaan. (Infra-dex Oy:n verkkosivut 2015.)



Kuva 9. Sähkömagneettinen spektri ja lämpökameroiden mittausalue. (Kuva ST 53.62)

4.2 Emissiivisyys

Kaikki pinnat lähettävät eli emittoivat lämpösäteilyä, jonka voimakkuus riippuu kappaleen pintalämpötilasta sekä emissiokertoimesta. Lämpökamera mittaa pinnan lähettämää kokonaissäteilyä, josta kuitenkin osa on muista lämmönlähteistä heijastunutta säteilyä. Emissiokerroin määrittää sen, kuinka suuri osa kappaleen lämpösäteilystä on sen itsensä säteilemää ja kuinka suuri osa on heijastunutta. Materiaalin emissiokerroin voi olla 0-1, ja se vertaa kappaleen säteilykykyä teoreettiseen mustakappaleeseen eli täydelliseen säteilijään, jonka emissiokerroin on 1. Hyviä lämpökuvaustuloksia saadaan pinnoista, joiden emissiokerroin on lähellä 1:tä, kuten kumi, posliini, useat eristeet ja maalipinnat. Jos taas emissiokerroin on alhainen, luokkaa 0-0,5, kuten kiiltävillä pinnoilla, voivat tulokset olla vääristyneitä, koska suurin osa lämpösäteilystä on muista lämmönlähteistä heijastunutta. Lämpökameran emissiokerroimen määrittäminen kuvattavan kohteen mukaan onkin yksi tärkeimmistä säädöistä kuvauksen onnistumisen kannalta. Taulukossa 6 on joidenkin materiaalien emissiokertoimia. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 16.)

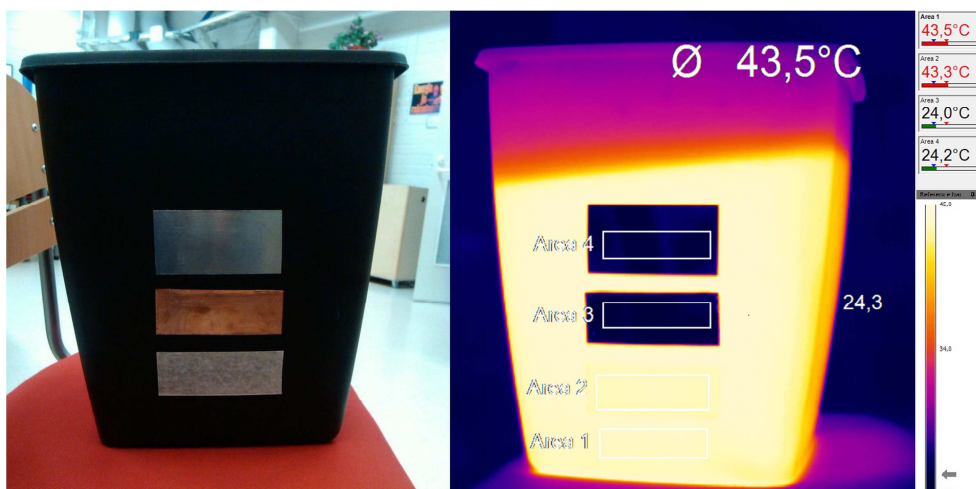
Taulukko 6. Joidenkin materiaalien emissiokertoimia. (ST 53.62)

Ihmisen iho	0,98
Vesi	0,98
Sähköteippi	0,95
Maali	0,90
Paperi	0,90
Posliini, lasitettu	0,92
Posliini, kiiltävä valkoinen	0,70–0,75
Kupari (hapettunut)	0,68
Kupari (kiilloitettu)	0,02
Alumiini (kiilloitettu)	0,05
Alumiini, voimakkaasti hapettunut	0,20–0,30
Alumiini, karkeistettu	0,18
Volframi, hehkulanka	0,39

4.2.1 Emissiokertoimen määrittäminen

Helpoin tapa määrittää emissiokerroin on etsiä yllä olevan tapaisesta taulukosta kohteen materiaalille annettu kerroin. Se ei kuitenkaan ole tarkin tapa, koska materiaalin pinnassa voi olla tapahtunut muutoksia, kuten ruostumista tai hapettumista. Tarkin emissiokerroin saadaan selville määrittämällä se tapauskohtaisesti, ja siihen on olemassa eri menetelmiä. Ensimmäinen tapa on mitata kappaleen pintalämpötila kosketuslämpömittarilla ja tämän jälkeen kuvata kappale lämpökameralla. Emissiokerroin saadaan laskemalla *kuvattu lämpötila/oikea lämpötila = emissiokerroin*. Saatu tulos asetetaan lämpökameraan emissiokertoimeksi. (SAMK automaation tutkimusryhmä)

Toinen tapa on kiinnittää kappaleeseen muovitarra tai esim. sähköteippi, jonka emissiokerroin on tiedossa, ja antaa tarran lämpötilan tasaantua kappaleen lämpötilaan. Lämpökameraan asetetaan tarran tiedetty emissiokerroin ja kuvataan tarran sekä kappaleen lämpötilat. Tämän jälkeen muutetaan kameran emissiokerrointa niin kauan, kunnes kappaleen lämpötila kuvattaessa on sama kuin ensimmäisessä kuvauksessa ollut tarran lämpötila. Näitä tapoja ei tietenkään voida soveltaa sähkölaitteistojen lämpökuvauksessa laitteiston jännitteellisiin osiin, vaan edellä mainitut toimenpiteet on tehtävä laitteiston ollessa jännitteetön. Kuvassa 10 Satakunnan ammattikorkeakoulun automaation tutkimusryhmä on havainnollistanut materiaalien vaikutusta lämpökameralla saatuun lämpötilaan, kun emissiokerrointa ei ole huomioitu. (SAMK automaation tutkimusryhmä.)



Kuva 10. Materiaalin vaikutus saatuun lämpötilaan, kun emissiokerrointa ei ole huomioitu. (SAMK)

Kuvassa on lämpimällä vedellä täytetty ämpäri, jonka pintaan on kiinnitetty maalarinteippi, kupariteippi ja alumiiniteippi. Lämpökuvasta nähdään vääristynyt mittaus-tulos kiiltävien materiaalien eli kupariteipin ja alumiiniteipin kohdalla, koska niiden pientä emissioerrointa ei ole huomioitu. Ämpärin todellinen pintalämpötila on 43,5 °C, kun kiiltävät teipit näyttävät vain ~24 °C lämpötilaa.

4.3 Lämpökamera

Lämpökamera on lämpösäteilyn vastaanotin, joka mittaa kuvattavan kohteen pinnasta lähtevää lämpösäteilyä. Nykyaikaisessa lämpökamerassa on matriisi-ilmaisim, joka muuttaa kohteen lämpösäteilyvoimakkuuden lämpötilatiedoksi, josta lämpökuva muodostuu digitaalisesti reaaliajassa. Matriisi-ilmaisimissa jokaisella kuvapisteellä on oma ilmaisim ja mittaus perustuu lämpösäteilyn aiheuttamaan resistiiviseen muutokseen ilmaisimissa. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 15.)

4.4 Fluke Ti400

Tässä työssä käytetty lämpökamera on Fluken valmistama Ti400-mallinen ammattilaiskäyttöön tarkoitettu lämpökamera. Siinä on ilmaisintyyppiltään jäähdyttämätön matriisi-ilmaisim, jonka kuvakoko on 320x240 pikseliä. Kamerassa on lukuisia ominaisuuksia, joista esimerkkinä automaattitarkennus, digitaalikamera normaalien valokuvien ja videon kuvaamista varten, laserkohdistin ja etäisyyden mittaus, täysin säädettävä emissioerroin, automaattisesti säätävä lämpötilan mittausalue 1200 °C:seen asti, WiFi-yhteys langatonta kuvien siirtoa varten ja LCD-kosketusnäyttö. Laitteen mukana toimitetaan Fluke Smartview -ohjelmisto, jolla lämpökuvia voidaan analysoida ja luoda kuvausraportit. Käyttökokemuksena Ti-400 -lämpökamera on todella miellyttävä ja kätevä työkalu. Taulukossa 7 on laitteen tarkemmat tekniset tiedot ja kuvassa 11 on itse kamera. (Fluke 2013.)

Taulukko 7. Fluke Ti400 -lämpökameran tekniset tiedot. (Fluke 2013.)

Lämpötila	
Lämpötilan mittausalue	-20...+1200°C
Lämpötilamittauksen tarkkuus	±2°C tai 2%
Emissiokerroin	Säädettävissä (numero tai taulukko)
Suorituskyky	
Kuvaustaaajuus	9Hz tai 60Hz
Ilmaisintyyppi	Ilmainenmatriisi, jäähdyttämätön mikrobolometri, 320x240 pikseliä
Lämpöherkkyys (NETD)	≤0,05°C kohdelämpötilassa 30°C (50mK)
Pikselien kokonaismäärä	76 800
Infrapun spektrivaste	7,5µm...14µm (pitkä aalto)
Digitaalikamera	5,0 megapikseliä
Vakioinfrapunalinssi	
Näkökenttä (FOV)	24°x17°
Spatiaalinen erottelukyky (IFOV)	1,31 mrad
Pienin tarkennusetäisyys	15 cm
Tarkennusmekanismi	LaserSharp automaattitarkennusjärjestelmä tai manuaalinen
Näyttö	
	3,5", 640x480 VGA LCD -värinäyttö, taustavalaistu
Keskipiste ja mittausalueen koko	Lämpötila-alueen keskipisteen ja alueen automaattiskaalaus ja manuaalinen skaalaus
Yleiset tiedot	
Käyttölämpötila	-10...+50°C
Säilytyslämpötila	-20...+50°C ilman akkua
Akut	Kaksi ladattavaa Li-ion akkua, kesto vähintään neljä tuntia



Kuva 11. Fluke Ti400 -lämpökamera.

4.5 Säädot ja asetukset

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi lämpökuvauksen onnistumisen kannalta tärkeitä säätöjä ja asetuksia.

4.5.1 Kalibrointi

Lämpökamera on melkein huoltovapaa laite, ainoastaan laitteen kalibrointi on syytä tarkastaa noin kahden vuoden välein, jotta voidaan olla varmoja mittaustulosten oikeellisuudesta. Kalibroinnilla tarkoitetaan mittaustuloksen korjaamista todelliseen lämpötila-arvoon, jossa mittaustuloksia verrataan standardissa sovittuun mittanormaaliin. Kaikille lämpökameroille on määritelty mittaustarkkuus, jonka rajoissa pyritään pysymään säännöllisen kalibroinnin avulla. Fluke Ti400 -lämpökameran mittaustarkkuus on ± 2 °C tai 2 % mittaustuloksesta suuremman arvon mukaan. (Fluke 2013.)

4.5.2 Tarkennus

Tarkennus on yksi tärkeimpiä säätöjä lämpökuvauksen onnistumisen kannalta. Melkein kaikkia muita lämpökuvan ominaisuuksia voi säätää jälkikäteen analysointiohjelmalla, mutta tarkennuksen on oltava kohdallaan jo kuvattaessa. Ti400 -lämpökamerassa on Fluken kehittämä LaserSharp -automaattitarkennusjärjestelmä. Tämä toimii painamalla kameran toissijaista laukaisinta, jolloin laserosoitin ilmestyy näkyviin. Osoitin kohdistetaan kuvattavaan kohteeseen ja vapautetaan laukaisin, jolloin järjestelmä suorittaa tarkennuksen. Manuaalitarkennuskin löytyy, jos sellaista haluaa käyttää. (Fluke 2013.)

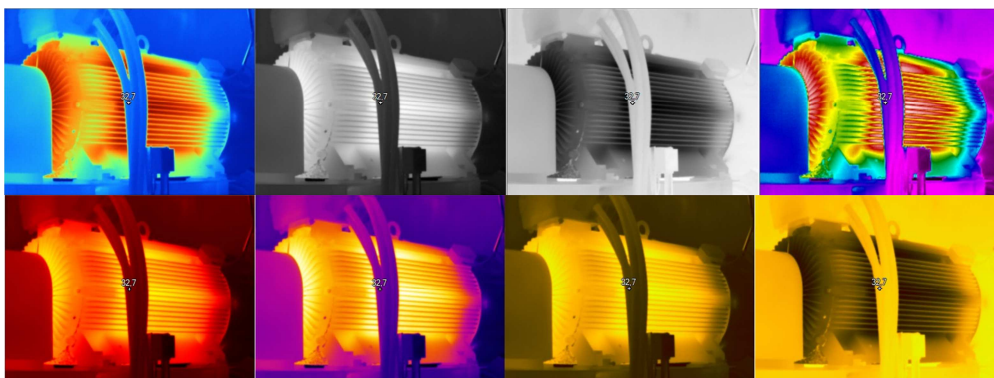
4.5.3 Lämpötila-alue

Työssä käytettävän kameran lämpömittauksen lämpötila-alue on $-20\dots+1200^{\circ}\text{C}$. Laitteessa on lämpötila-alueen automaattiskaalaus, joka toimii melko hyvin. Joissain tilanteissa voi olla tarpeen säätää lämpötila-alue manuaalisesti, jotta saadaan paras

mahdollinen lämpökuva. Jos kuvattavan kohteen lämpötila on lämpötila-alueen toista ääripäätä, tai kuvassa on yksi hyvin kylmä tai kuuma piste, niin lämpötila-alue skaalautuu tämän pisteen mukaan, jolloin muut lämpötilaerot eivät välttämättä näy kuvassa.

4.5.4 Väripaletit

Väripaletit havainnollistavat tehokkaasti lämpötilaeroja kuvattavassa kohteessa ja helpottavat kuvan tulkintaa ja kuumien pisteiden löytämistä. Fluke Ti400:ssa on saatavilla kaksi valikoimaa väripaletteja. Vakiovalikoimaan kuuluu kahdeksan erilaista palettia, joissa värit on esitetty yhdenmukaisessa, lineaarisessa muodossa. Tämä mahdollistaa tietojen yksityiskohtaisen esittämisen (kuva 12). Lisäksi jokaisesta palettista on saatavilla ultra contrast -versio, joissa värien esitystapa on painotettu. Nämä valikoimat sopivat parhaiten tilanteisiin, joissa halutaan korostaa suuria lämpötilaeroja. Työn edetessä olen havainnut ”sinipuna” ja ”suuri kontrasti” -paletit hyväiksi ja niitä olen käyttänyt enimmäkseen kuvauskohteen mukaan.



Kuva 12. Fluken vakiovalikoiman väripaletit.

5 LÄMPÖKUVAUSTEN SUORITTAMINEN

Sähkölaitteistoja lämpökuvattaessa tutkittavat kohteet käydään läpi järjestelmällisesti sähköalan ammattilaisen toimesta tai valvomana, etsien lämpötilapoikkeamia ja mitaten kuormitusvirtoja. Kun havaitaan ongelmakohtia, niihin tutustutaan tarkemmin. Tärkeimmät huomioitavat asiat kuvausta suoritettaessa ovat sähkötyöturvallisuus, kuormitustasot sekä kohteen emissiivisyys. (Rousku 2014.)

5.1 Sähkölaitteiston lämpökuvaajan pätevyudet

Lämpökuvausten yleistyessä kunnossapidon apuvälineenä, myös tarve päteville lämpökuvaajille on kasvanut huomattavasti. Tämän vuoksi henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy on aloittanut sähkölaitteistojen lämpökuvaajien pätevyyden sertifiointin ja lämpökuvausta suorittavien yritysten rekisteröinnin. Sähkölaitteistojen lämpökuvaajan koulutusta järjestää Sähköinfo Oy. (Rousku, 2014.)

Pätevyysluokkia on kaksi. LK 1 -luokan lämpökuvaajan tulee olla KTMP 5.7.1996/516 11§ mukaisesti itsenäisesti sähkötöihin kykenevä sähköalan ammattilainen. Hän voi suorittaa sähkölaitteiden lämpökuvausta itsenäisesti, ilman toisen valvontaa. LK 2 -luokan lämpökuvaaja ei ole sähköalan ammattilainen eikä näin ollen saa itsenäisesti tehdä sähkölaitteiden lämpökuvauksia. Hänellä on oltava tarvittava tietotaito sähkölaitteistojen lämpökuvauksesta, ja hänen tulee suorittaa lämpökuvaus aina sähköalan ammattilaisen valvonnassa. Hän ei saa ulottua jännitetyöalueelle kehonsa osalla tai työkalulla. (ST 53.62 2014, 2.)

Pätevöityneen lämpökuvaajan tulee hallita paljon asioita, kuten termodynamiikan perusteet, infrapunamittaustekniikat, käytettävän lämpökameran toiminta, tuntea sähkölaitteistojen toimintaa, tunnistaa ja arvioida vikoja, ymmärtää kuormituksen vaikutus, tulkita lämpökuvia oikein sekä luoda lämpökuvausraportit. (ST 53.62 2014, 3.)

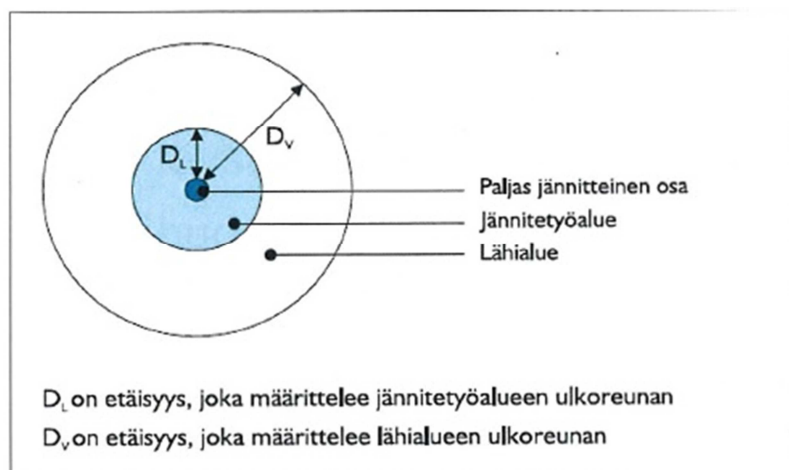
5.2 Sähkötyöturvallisuus

Sähkölaitteistoja lämpökuvattaessa kyseessä on aina virrallinen järjestelmä ja näin ollen on otettava huomioon sähköiskun tai valokaaren vaara. Kuvaus on tehtävä aina turvallisen etäisyyden päässä jännitteisistä osista. Vain sähköalan ammattilainen saa avata ja poistaa jännitteisten osien ovia ja kosketussuojia. Työn suorittajan on käytettävä tarpeellisia henkilökohtaisia suojavälineitä ja tarvittaessa myös jännitetyövälineitä, mikäli joudutaan työskentelemään jännitetyöalueella, esimerkiksi mitattaessa virtaa pihtiampeerimittarilla tai kiinnitettäessä kuvausta helpottavia teippejä paljaisiin jännitteisiin osiin. Taulukossa 8 on esitetty jännitetyöalueen ulkorajan mitat ja kuvassa 13 on jännitetyöalue ja lähialue.

Taulukko 8. Suomessa noudatettavat jännitetyöalueen ulkorajan mitat. (SFS 6002, 46.)

Nimellisjännite U_N kV	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ¹⁾ D_{L1} m	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohdoilla ²⁾ D_{L2} m
≤ 1	0,2 (0,05)	0,5
3	0,22	1,5 (1,0)
6	0,25	1,5 (1,0)
10	0,35	1,5 (1,0)
20	0,4	1,5 (1,0)
30	0,56	1,5 (1,0)
45	0,63	1,5 (1,0)
110	1,0	1,5 (1,2)
220	1,6	2,0
400	2,5	3,5

¹⁾ Jännitetyöalueen ulkorajan mitan pienentäminen pienjännitteellä, ks. edellä oleva teksti
²⁾ Ilmajohdoilla suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella.



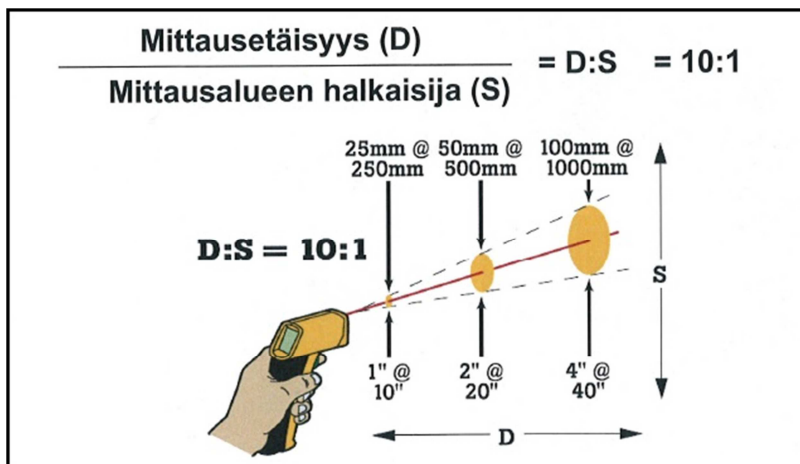
Kuva 13. Jännitetyöalue ja lähialue. Alle 1 kV:n jännitteellä lähialueen ulkorajan mitta on 70 cm. (Sähköinfo Oy, 2015)

Turvallisuutta voidaan parantaa asentamalla keskuksiin lämpösäteilyä läpäiseviä ikkunoita tai poraamalla suojiin reikiä lämpökuvausta varten, jolloin suojuuksia ei tarvitse purkaa kuvausta varten. Tällaisia lämpösäteilyä läpäiseviä ikkunoita ei Aittaluodon voimalaitoksella ole käytössä. (ST 53.62 2014, 8.)

5.3 Kuvauksen valmistelu ja suorittaminen

Ennen lämpökuvauksen aloittamista on selvitettävä kuvauskohteen ympäristön olosuhteet. Sisätiloissa kuvattaessa tähän riittää yleensä ympäristön lämpötilan selvittäminen. Ulkokuvauksissa on otettava huomioon lämpötilan lisäksi myös tuuli, joka voi vaikuttaa merkittävästi kuvauksen tuloksiin. Ympäristön olosuhteet merkitään lämpökuvausraporttiin ja asetetaan oikea taustalämpötila kameran asetuksiin. Esteettömän mittausnäkyvän saamiseksi pitää muun muassa keskusten, koteloiden ja muiden laitteiden kannet avata ja kosketussuojat poistaa, poikkeuksena laitteistot, joissa on lämpösäteilyä läpäisevä kuvausikkuna tai reiät kuvausta varten. Kohteen kuormitusvirta mitataan riittävän kuormitustilanteen varmistamiseksi. Tutkittavat kohteet käydään järjestelmällisesti läpi etsien lämpötilapoikkeamia. Havaittuihin ongelma-kohtiin tutustutaan tarkemmin. Kuvattaessa pitää välttää lämpöheijastumia, joita voi aiheuttaa itse kuvaaja tai jokin muu ulkopuolinen lämmön lähde, esimerkiksi valaisin. Tästä syystä kannattaa kuvata kohdetta hieman sivusta. Kuvauskulman tulisi olla 15° - 45°. Lisäksi kuvatessa tulisi pyrkiä mahdollisimman lähelle kohdetta niin, että sähkötyöturvallisuus kuitenkin säilyy. Läheltä kuvattaessa saavutetaan suurempi

tarkkuus, ja kuvasta rajautuu pois turhaa informaatiota, kuten taustan osuus, kosteus ja epäpuhtaudet. Kuvassa 14 on määritelty kuvausetäisyys kohteen koon mukaan. (Sähköinfo Oy, 2015.)



Kuva 14. Mittausetäisyys suhteessa kohteen halkaisijaan. (Sähköinfo Oy, 2015.)

Parhaita mittaustuloksia saadaan heijastamattomista pinnoista, kuten kumista, posliinista, useista eristeistä sekä maalatuista pinnoista. Esimerkiksi kuvattaessa johtimen liitosta ei kannata kuvata alumiinista liitintä suuren heijastavuuden (=pienen emissiokertoimen) vuoksi, vaan liittimeen kytketyn johtimen eristettä. Tapauskohtaisesti pitää myös kiinnittää huomiota oikeaan lämpötila-alueeseen sekä väripaletin valintaan. Lämpötila-alue on rajattava siten, että pienetkin lämpötilaerot erottuvat kuvasta. Nykyisissä lämpökameroissa on usein automaattinen lämpötila-alueen säätö, joka rajaa alueen kylmimmän ja kuumimman pisteen väliin. Tämä toimii hyvin, ellei kuvassa ole yksi, hyvin kuuma tai kylmä piste, jolloin muut lämpötilaerot eivät välttämättä erotu. (Sähköinfo Oy, 2015.)

5.4 Kuormituksen merkitys

Kuormituksen merkitystä lämpökuvauksessa ei voi liikaa korostaa. Kuvattavan laitteen tulee olla ollut kuormitettuna normaalikuormalla tai vähintään 40 %:n kuormalla maksimista vähintään puolen tunnin ajan ennen kuvausta ja sen aikana, jotta kuvausta kannattaa suorittaa. Pienemmällä kuormalla lämpökuvauksista ei kannata suorittaa, koska tällöin mahdollisia vikoja ei välttämättä huomaa. Kuormitusvirta tulee

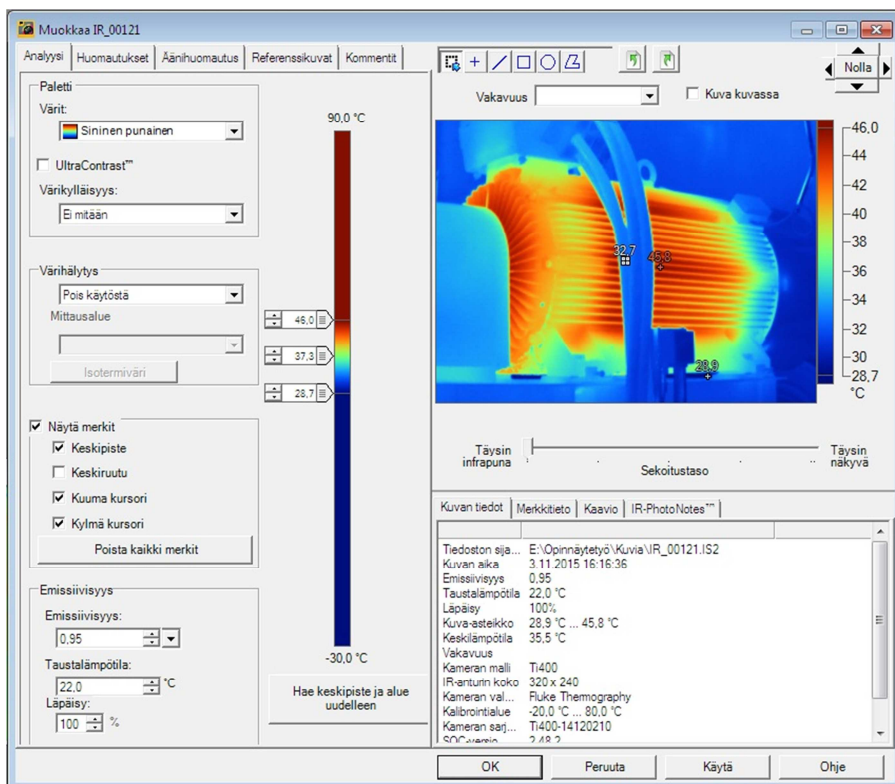
aina mitata lämpökuvauksen yhteydessä ja merkitä lämpökuvausraporttiin. Virta mitataan luotettavalla mittalaitteella, kuten pihtiampeerimittarilla. (ST 53.62 2014, 8.)

6 LÄMPÖKUVIEN ANALYSOINTI

Lämpökuvien tulkitseminen vaatii ammattitaitoa, sillä kuvien tulkintaan ei voi antaa yleispätevää sääntöä, vaan jokaisen lämpötilaeron syy on selvitettävä tapauskohtaisesti. Nyrkkisääntönä pidetään, että kahden samanlaisen ja samanlaisella kuormituksella olevan sähköisen komponentin lämpötilaero ei saa ylittää 15 °C:ta, eikä lämpötilaero sähköisen komponentin ja ympäröivän ilman välillä saa ylittää 30 °C:ta. Helpointa vian paikallistaminen on vertaamalla kahta täysin samanlaista pintaa toisiinsa, jotka ovat samassa asemassa heijastuksien ja muiden kuvaan vaikuttavien tekijöiden suhteen. Tällöin ei tarvitse tietää kohteen absoluuttista lämpötilaa, eikä kiinnittää huomiota emissiokertoimeen tai ympäristön lämpötilaan. Jos kohde näkyy lämpökuvassa vertailukohdetta kuumempana, on siinä todennäköisesti vika. Jos taas vertailukohdetta ei ole saatavilla ja selvitetään kohteen absoluuttista lämpötilaa, pitää kaikki seikat ottaa huomioon. Yleensä lämpökameran mukana toimitetaan kuvien analysointiohjelmisto, jolla kuvia voidaan tarkastella ja asetuksia voidaan jälkikäteen muokata ja luoda lämpökuvausraportteja. (Sähköinfo Oy 2015.)

6.1 Fluke Smartview

Fluken lämpökameroiden mukana toimitetaan Fluke Smartview -analysointi ja raportointiohjelmisto. Smartview on kätevä työkalu lämpökuvia tarkastellessa ja sillä voidaan myös helposti luoda ammattimaiset lämpökuvausraportit. Kuvassa 15 on Smartview 3.11 -sovelluksen muokkausnäky.



Kuva 15. Smartview 3.11 muokkausnäyttö.

Yllä olevassa näkymässä tapahtuvat kaikki ohjelmalla tehtävissä olevat muokkaukset. Lähes kaikki kuvan ominaisuudet ovat jälkikäteen muokattavissa, kuten väripaletin valinta, lämpötila-alueen manuaalinen säätö, emissiokerroin ja taustan lämpötila. Ainoastaan kuvan tarkennusta ei voida parantaa, ja tästä pitääkin huolehtia tarkoin jo kuvaushetkellä. Lisäksi kuvaan voidaan lisätä eri pisteiden lämpötiloja osoittavia kursoreita, teksti- sekä äänihuomautuksia ja referenssikuvia eli normaaleja digikuvia kohteesta.

6.1.1 Raportointi

Fluke Smartviewillä voidaan luoda lämpökuvausraportit joko ohjatun toiminnon avulla tai pikaraporttina käyttäen ennalta määritettyjä asetuksia. Sähkölaiteistojen lämpökuvausta käsittelevän ST-kortin (ST 53.62) mukaan lämpökuvausraportista tulee käydä ilmi seuraavat asiat jokaisen lämpökuvan yhteydessä:

- kuvaajan nimi ja pätevyystodistuksen numero
- kameran malli, sarjanumero ja käytetty optiikka
- kuvauskohteen yksilöinti

- kuvauksen päivämäärä ja aika
- kuormitusvirrat
- ympäristön lämpötila
- kuvausetäisyys
- emissiokertoimet
- lämpötila-asteikko ja väriskaala
- digitaalinen kuva kohteesta
- ulkona otetuissa kuvissa tuulen nopeus ja suunta, säätila, ulkolämpötila
- todetun vian analysointi, korjausehdotukset ja kiireellisyys.

Lisäksi raportissa pitäisi mainita työn suorittaneen yrityksen ja tilaajan tiedot, ajanjakso, jolloin kuvauksia on suoritettu sekä yhteenveto kuvauksista. Koska tässä työssä käsiteltävissä lämpökuvauksissa on kyse yrityksen sisäisestä, toistuvasta ennakkohuoltotyöstä, ei ole tarpeellista raportoida edellä mainittuja tietoja. Tehdyt lämpökuvauksraportit löytyvät liitteistä 2-10.

7 LÄMPÖKUVAUKSET AITTALUODON VOIMALAITOKSELLE

Työn aikana suoritettiin lämpökuvauksia Aittaluodon voimalaitoksella eri kohteissa. Kuvausten tarkoituksena oli kartoittaa yleisesti laitoksen sähköjärjestelmien kuntoa, saada havaintomateriaalia opinnäytetyöhön ja parantaa omaa osaamistani lämpökuvauksena. Ennakkohuoltosuunnitelmassani olevien kohteiden järjestelmällinen lämpökuvauksena olisi vienyt runsaasti aikaa, joten kuvaukset tehtiin pistokokeen tyyllisesti, kuvaten erityyppisiä, laitoksen toiminnan kannalta tärkeitä sähkölaitteistoja. Kuvattuja kohteita esitellään seuraavissa kappaleissa.

7.1 Päämuuntaja AT03

110/20 kV:n päämuuntaja AT03 syöttää ensisijaisesti voimalaitoksen 20 kV:n kyt-kinlaitosta AJ01 ja on näin ollen laitoksen merkittävimpiä sähköisiä komponentteja. Muuntajan nimellisteho on 31,5 MVA ja se sijaitsee 110 kV:n kytkinkentällä laitok-
sen tontilla. Muuntajia lämpökuvatessa voidaan havaita löysiä liitoksia, rikkiäisiä läpivientieristimiä tai öljykierron häiriöitä, jotka voivat näkyä muuntajan rungossa tai jäähdyttimissä, kuumina tai kylminä pisteinä. Lämpökuvauksessa ei kuitenkaan ha-
vaittu poikkeamia, vaan muuntajan lämpötila oli joka puolelta tasainen, eikä johtojen liitoksissa ja eristimissä havaittu lämpenemiä. Samassa yhteydessä kuvattiin myös muuntajaa syöttävä katkaisija E02Q0 ja muuntajan 20 kV:n puolen kaapelipäätteet. Kummassakaan ei havaittu mitään poikkeavaa. Kuvaushetkellä oli noin -20 °C pak-
kasta ja tuulta ei juuri lainkaan. Kylmät olosuhteet vaikuttivat selvästi pintalämpöti-
loihin, jotka jäivät hyvin alhaisiksi. Lämpökuvausraportti on liitteessä 2.

7.2 G5 blokkimuuntaja AT01

110/10,5 kV:n muuntaja AT01 on generaattori 5:n blokkimuuntaja, jonka kautta ge-
neraattori on yhteydessä valtakunnanverkkoon. AT01 on nimellisteholtaan 45 MVA. Muuntajan lämpökuvauksessa ei havaittu vikoja, vaan muuntajan lämpötila oli tasai-
nen joka puolelta. Myöskään johtoliitoksissa tai eristimissä ei havaittu lämpenemiä. Muuntajan lämpökuvaaminen oli hieman haastavaa sen suuren koon ja verrattain
pienen tilan vuoksi, siksi se piti kuvata osissa. Lämpökuvausraportti on liitteessä 3.

7.3 Muuntaja CT40

20/0,69 kV:n muuntaja CT40 syöttää syöttövesipumppu 2:n taajuusmuuttajaa nimel-
listeholla 1600 kVA. Muuntajassa on kosketussuojattu rakenne, joten johtoliitoksia ei tarkoin päässyt kuvaamaan. Kuitenkin niiltä osin kuin johdot näkyivät, niin lämpö-
tilat olivat täysin normaaleita, joten ei ole syytä epäillä mitään vikaa. Myös itse muuntajan lämpötila oli tasainen. Lämpökuvausraportti on liitteessä 4.

7.4 Omakäyttökojeisto CA65

400 V:n omakäyttökojeisto CA65 on kaksipuolinen kennokeskus, joka on valmistettu vuonna 1981. Keskuksen nimellisvirta on 2000 A, siinä on 14 kennoa ja se syöttää pääasiassa RT -kattilan toimintoihin liittyviä alakeskuksia sekä valaistus- ja pisto- rasiakeskuksia. Keskus lämpökuvattiin järjestelmällisesti avaten jokainen kenno vuorollaan, ja keskus olikin helppo kuvattava vanhan kosketussuojaamattoman rakenteensa vuoksi. Toisaalta tällaista keskusta kuvatessa oli kiinnitettävä erityistä huomiota sähkötyöturvallisuuteen.

Keskukselta löytyi useita epäsymmetrisesti kuormitettuja lähtöjä eli ns. vinokuormia. Vinokuormia syntyy, kun yksivaiheisia kuormia kytketään epätasaisesti eri vaiheille, jolloin vaiheissa kulkee erisuuria virtoja. Näin pääsee helposti käymään esimerkiksi valaistuskeskuksilla, kun yksivaiheisia valaisinkuormia kertyy yleensä 1-vaiheelle eniten. Epäsymmetrinen kuormitus aiheuttaa jännite-epäsymmetriaa, virtaa nollajoh- timeen ja kolmatta yliaaltoa. Liian suuri virta nollajohtimessa voi aiheuttaa kuume- nemista ja jopa tulipalovaaran, etenkin jos nollajohdin on mitoitettu vaihejohtimia pienemmäksi. Sähkön laatua koskevan standardin SFS-EN 50160 mukaan suositeltu suurin sallittu vinokuormitus vaiheiden kesken on $\pm 10\%$ vaihevirtojen keskiarvosta. (ST 52.51.04 2006, 1.)

Kuormitusvirrat mitattiin niistä keskuksen lähdoistä, joissa epäiltiin lämpökuvauksen perusteella olevan vinokuormaa tai muita poikkeamia. Vinokuormien suuruudet näis- sä lähdoissä olivat 10 - 32 % vaihevirtojen keskiarvosta, eli ylitse suositusrajan. Myös näiden lähtöjen nollajohtimissa kulki virtaa 12 - 20 A. Suositeltavaa on, että näiden lähtöjen perässä olevat kuormat tasattaisiin. Käytännössä se voi olla kuitenkin vaikeaa, koska sähkönjakelun rakenne on monimutkainen, koska alakeskuksien pe- rässä on lisää alakeskuksia ja kuormat voivat vaihdella laitoksen ajotavan mukaan. Kuitenkin tähän asiaan pitäisi kiinnittää huomiota. Lisäksi löytyi yksi mahdollisesti löysä liitos. Erään varokeytikimen lähtevän puolen 3-vaihe oli lämmennyt muuta- man asteen muihin vaiheisiin verrattuna. Tälläkin lähdöllä oli vinokuormaa, mutta juuri 3-vaiheella kulki vähiten virtaa, joten johdon lämpeneminen ei voinut ainakaan vinokuormasta johtua. Liitoksen kireys tulisi tarkastaa seuraavassa seisokissa tai teh- dä kiristys jännitetyönä. Kojeston lämpökuvausraportti löytyy liitteestä 5.

7.5 Omakäyttökojeisto CH90

500 V:n omakäyttökojeisto CH90 on kaksipuolinen kennokeskus, jossa on 10 kennoa ja joka on valmistettu vuonna 1994. Sen nimellisvirta on 2500 A ja se syöttää R-kattilan laitteita, kuten savukaasupuhallinta, sähkösuodinta, polttoaineen syöttöruuveja ja sulkusyöttimiä. Tästäkin keskuksesta kuvattiin järjestelmällisesti kaikki kennot. Kuvauksen perusteella löytyi muutama löysä liitos syöttöruuvien kontakteista. Viat ilmenivät suurimmillaan 15 °C:n lämpötilaerona vaiheiden välillä 14 A:n kuormalla. Liitokset kiristettiin pian lämpökuvauksen jälkeen ja uusintakuvauksessa lämpötilat olivatkin tasaantuneet. Kojeiston lämpökuvausraportti on liitteessä 6.

7.6 Dieselvarmennettu kojeisto EU86

400 V:n dieselvarmennettu kojeisto EU86 on melko uusi, vuonna 2012 rakennettu keskus, joka syöttää 20 kVA:n UPS -laitetta, varavalaistuksia, sekä alakeskuksia, jotka tarvitsevat varmennettua sähkönjakelua. Sähkönjakelun häiriötilanteessa kojeistoa syöttää 200 kVA:n dieselgeneraattori. Kojeistosta löytyi lämpökuvauksessa vino-kuormia sekä yksi mahdollisesti löysä liitos. Pääkytkimellä 2-vaihe kävi selvästi lämpimämpänä kuin muut vaiheet ja virranmittauksella selvisi, että 2-vaihe oli selvästi muita kuormitetumpi ja vinokuorman suuruus oli 19 %. Vaihejohdinten virrat olivat kuvaushetkellä $L1 = 42 \text{ A}$, $L2 = 50 \text{ A}$, $L3 = 34 \text{ A}$ ja nollajohtimessakin kulki virtaa 8 A.

Epäsymmetrian aiheuttajiksi paljastuivat varavalaistuskeskus ET8601 ja alakeskus ET8602. Molempien keskusten varokelähdöissä oli vinokuormaa niin, että 2-vaihe oli kuormitetuin. ET8601:llä vinokuorman suuruus oli 28 % ja nollajohtimen virta 2 A, ET8602:lla 31 % ja nollajohtimen virta 3,2 A. On suositeltavaa, että näiden keskusten kuormitukset tasataan mahdollisuuksien mukaan.

Lisäksi UPS -laitteen varokelähdössä havaittiin mahdollisesti löysä liitos 2-vaiheella, jossa johto sekä sulake olivat lämmenneet jonkin verran liitoksen ympäriltä, vaikka vaihevirratt olivat tasaisesti 14,5 A joka vaiheella. Varokekytkin on hyvin koteloitu,

joten liitos on järkevää kiristää jännitetyönä, jolloin sen takana olevia tärkeitä järjestelmiä ei tarvitse jättää UPS:n akkujen varaan. Lämpökuvausraportti on liitteessä 7.

7.7 Generaattori 4

Turbiinigeneraattori 4 on AEG:n valmistama, ja se on hankittu voimalaitokselle vuonna 1968. Sen maksimi pätöteho on 17,5 MW ja nimellisjännite 10,5 kV. Pitkästä iästään huolimatta TG4 toimii moitteettomasti, eikä generaattorin lämpökuvauksessaan havaittu mitään poikkeavaa. Lämpökuvissa näkyvät generaattorin kuoren pintalämpötilat sekä vapaan pään laakeripukin ja maadoitushiiliharjojen lämpötilat. Tosin kuvaus oli vain pintapuolinen ja se tehtiin turbiinisalin puolelta, koska TG4:n alla olevaan ilmahuoneeseen ei ole pääsyä koneen käynnin aikana. Lämpökuvausraportti löytyy liitteestä 8.

7.8 Ruuvipurkain PK22

Ruuvipurkain PK22 on puupolttoaineen siilossa sijaitseva kuljetinlaite, joka purkaa puupolttoainetta siilosta, vetämällä sitä kohti siilon pohjassa, keskellä olevaa kuilua. Tästä polttoaine jatkaa taas seuraavalle kuljettimelle siilon alta. Ruuvipurkaimen moottori (250 kW), vaihde ja kääntömoottori sijaitsevat puusiilon alla, jossa on melko vaikeat olosuhteet runsaan turvepölyn takia. Pölystä huolimatta lämpökuvauksessa ei havaittu lämpenemiä itse ruuvipurkaimen moottoreissa tai vaihteessa, mutta vaihteen voitelulaitteen moottori kävi melko kuumana, n. 80-asteisena. Syytä ei tarvinnut kauaa miettiä, sillä moottori oli kokonaan öljyisen turvekerroksen peitossa ja moottorin tuulettimen suojakotelon reiät olivat myös kokonaan tukkeutuneet estäen jäähdytysilman kierron. Nopean käynninaikaisen puhdistuksen jälkeen tehtiin uusintakuvaus muutaman päivän kuluttua, jolloin moottorin lämpötila oli laskenut yli 20 °C. Seuraavassa revisiossa olisi syytä puhdistaa moottori huolellisesti ja estää voiteluöljyn valuminen moottorin päälle. Lämpökuvausraportti on liitteessä 9.

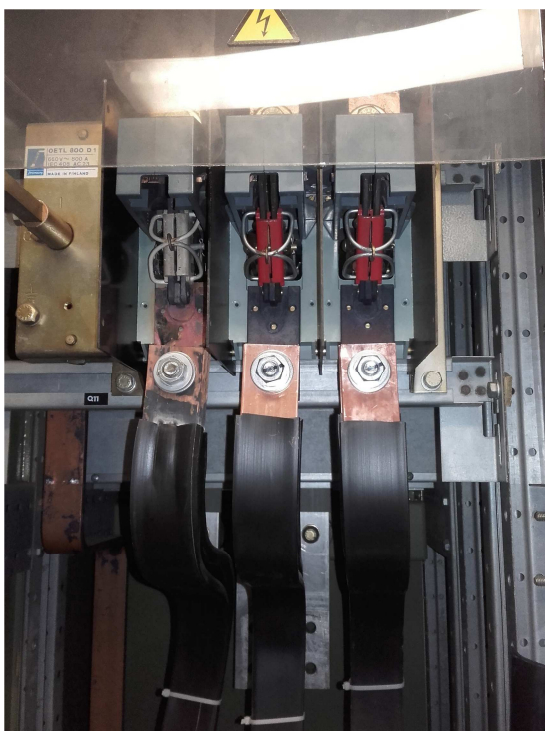
7.9 RT -kattilan leijuilmapuhallin NG89D10

Leijuilmapuhaltimella syötetään kattilaan palamisilmaa ja leijutetaan petihiekkaa saaden aikaan leijuva hiekkapeti, jossa kiinteää polttoainetta poltetaan. Puhaltimen sähkömoottori on teholtaan 560 kW ja sitä syötetään omakäyttökojeiston CD63 lähdöistä 6 ja 7. Itse moottorissa ei havaittu poikkeavaa lämpenemistä, lämpötila oli korkeimmillaan 43,5 °C. Sen sijaan moottoria syöttävistä lähdöistä toisessa havaittiin hieman lämpenemää, 5 – 6 °C verrattuna muihin vaiheisiin jonovarokkeen 3-vaiheen kohdalla, sekä yhdessä kaapeliliitoksista. Kuormitus jakautui kuitenkin tasaisesti, 130 A vaiheelle. Lämpenemän syynä voi olla huono kontakti sulakkeella tai löysä liitos lämpenneessä kaapelissa. Koska jonovarokkeen rakenne on sellainen, että kaapeliliitokset ovat hyvin lähellä toisiaan, ei ole turvallista kiristää liitosta jännitetyömenetelmällä, koska kiristäessä kaapelikenkä voi yllättäen kääntyä päin toista ja aiheuttaa oikosulun. Liitosten kireydet ja jonovarokkeen kunto olisi syytä tarkastaa seuraavassa revisiossa. Lämpökuvausraportti löytyy liitteestä 10.

7.10 RT -kattilan sekundääripuhaltimen viallinen pääkytkin

Päysin työn loppumetreillä suorittamaan myös vianetsintää lämpökameralla ns. tositalanteessa. Laitoksen sähkökäytön johtaja oli aamukierroksellaan havainnut palaneen muovin käryä RT -kattilan 2. kerroksen sähkötilassa. Vikaa lähdettiin etsimään lämpökameran avulla sähkötilasta, jossa on kaksi suurikuormaista omakäyttökojeistoa, sekä RT -kattilan sekundääripuhaltimen taajuusmuuttaja ja sitä syöttävä kojeisto. Haravoituani tilaa hetken lämpökameran kanssa huomasin sekundääripuhaltimen taajuusmuuttajaa syöttävän kojeiston olevan yläosastaan normaalia lämpimämpi, n. 33 °C. Kojen ovien takaa paljastuikin käryn syy: 800 A pääkytkimen 1-vaihe kävi erittäin kuumana ja koskettimet näyttivät palaneilta. Kytkimeltä lähtevän kiskoston eristeet olivat jo alkaneet sulaa aiheuttaen palaneen käryn. Kosketussuojalevyjen vuoksi itse kuormakytken lämpötilaa ei pystytty mittaamaan, mutta koska kiskon eristeen lämpötila n. 30 cm:n päässä kytkimestä oli 115 °C, oli vika ilmeinen ja vika-kohteen lämpötila todennäköisesti useita satoja asteita. Kuormitusvirta oli kuitenkin tasainen, n. 95 A joka vaiheella. Vika vaikutti niin kriittiseltä, että käyttöhenkilöstö aloitti välittömästi RT-kattilan alasajon, jotta sekundääripuhallin saatiin pois ajosta ja

kuorma pois vialliselta kytkimeltä. Aluksi vian aiheuttajaksi epäiltiin löysää liitosta kuormakytkimen 1-vaiheen kiskoliitoksessa, mutta alasajon jälkeisessä tarkastelussa liitosten todettiin olevan kireällä. Tämän jälkeen vian syyksi todettiin kuormakytkimen 1-vaiheen kosketin, joka oli yksinkertaisesti tullut käyttöikänsä päähän. Sen kosketuspinnat olivat kuluneet aiheuttaen kasvavan lämpenemisen. Kuvassa 16 on viallinen kuormakytkin, jonka edestä on kosketussuojat poistettu. Lämpökuvausraportti viasta on liitteessä 11.



Kuva 16. Viallinen kuormakytkin. Kuvassa vasemmanpuoleinen vaihe on kuumentunut pahasti.

Kytkimen vaihtoa alettiin välittömästi suunnitella ja pian huomattiin, että vikapaikan erottaminen tulisi aiheuttamaan laajan sähkökatkon laitokselle, sillä vikakohteesta seuraava mahdollinen erotuskohta on syöttävän kojeiston CH64 pääkytkin. CH64 syöttää monia prosessin kannalta tärkeitä laitteita, ja sen erottaminen katkaisee mm. polttoaineen syötön kattiloille (hihnakuuljetin PK30) sekä pysäyttää turbiinien jäähdytysvesi- ja voiteluöljypumput. Nämä laitteet eivät ole varmennetun sähkönjakelun piirissä, vaikka näin olisi järkevää olla. Tässä vaiheessa jouduttiin ajamaan myös molemmat turbiinit alas, koska turbiineja pitää jäähdyttää useita päiviä, ennen kuin jäähdytysvesien ja öljyn kierto voidaan pysäyttää. Turbiinien jäähtyminen alle vaadittavaan 100 °C lämpötilaan kesti viikon ajan, joten tuotannollinen katko venyi pit-

käksi. Käytön johtaja päätti, että korjaustyötä varten erotetaan koko muuntopiiri laitoksen 20 kV:n verkosta, koska erottaminen ja varsinkin työmaadoittaminen kojeistolta CH64 oli hankalaa ja jopa vaarallista kosketussuojien puuttumisen ja tilan ahtauksen takia. Kohteen erottamiselle laadittiin kytkentäohjelma yhteistyönä kunnossapitomestarin kanssa, ja kun erotusta päästiin vihdoinkin suorittamaan, ohjattiin kuormat 20 kV:n puolella jakorajoja siirtämällä toisaalle työn ajaksi. Katko kesti noin neljä tuntia, jonka aikana viallinen kuormakytkin vaihdettiin uuteen onnistuneesti.

Loppujen lopuksi viallinen kuormakytkin ajoi suurimman osan voimalaitoksen tuotannosta alas viikon ajaksi, mistä aiheutui suuret taloudelliset menetykset. Myös omaisuus- ja henkilövahinkojen vaara oli jo olemassa, sillä jos käryä ei olisi huomattu, niin viallinen laite olisi voinut aiheuttaa tulipalon. Tämä on hyvä esimerkki siitä, kuinka aluksi mitättömältä tuntuva yhden komponentin viallinen toiminta voi eskaloitua niin, että lopulta se pysäyttää kokonaan laitoksen sähkön tuotannon ja vaikuttaa merkittävästi prosessihöyryn ja kaukolämmön jakeluun asiakkaille. Tämäkin vika olisi havaittu todennäköisesti jo alkuvaiheessa ja korjaus olisi voitu suorittaa revision aikana ilman suunnittelematonta katkoa tuotantoon, jos säännöllisiä lämpökuvauskierroksia olisi tehty aiemmin.

8 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

Koska Aittaluodon voimalaitoksen S/A-kunnossapidossa ei ole aiemmin suoritettu säännöllisiä lämpökuvauksia, oli lähdettävä rakentamaan pohjaa tällaiselle kunnonvalvontatyölle kokonaan alusta.

8.1 Kohteiden rajaaminen

Ennakkohuollon suunnittelu aloitettiin pohtimalla, mitkä kohteet kuvataan, milloin ne kuvataan ja minkälainen ryhmittely kohteille tehdään. Kunnossapidon työnjohta-

jan ja sähköasentajan kanssa pidetyssä palaverissa käytiin läpi listaukset voimalaitoksen kojeistoista, muuntajista, keskuksista, sähkömoottoreista ja taajuusmuuttajista, jolloin kävi nopeasti ilmi, että kohteita on useita satoja. Kohteiden suuresta määrästä johtuen oli selvää, että käytössä olevilla resursseilla ei kaikkia pystytä kuvaamaan. Toisaalta tietynlaisia kohteita ei ole edes järkevää lämpökuvata, kuten pistoriakeskuksia, joissa kuormitus on hyvin satunnaista ja riippuu niihin liitetystä laitteista. Yksi rajausvaihtoehto oli, että lämpökuvauksen piiriin otetaan ainoastaan suoraan laitoksen prosessiin vaikuttavat laitteistot, jolloin esimerkiksi valaistus- ja ilmastointikeskukset jäisivät kokonaan pois. Tämä ei kuitenkaan ole järkevää, sillä myös kiinteistöpuolen sähkölaitteiden viat vaikuttavat välillisesti laitoksen toimintaan, jos ne aiheuttavat tulipalon. Suuri osa laitoksen valaistuskeskuksista on hyvin vanhoja ja osa melko huonokuntoisia, joten ne vaativat myös jatkuvaa kunnonvalvontaa. Näiden pohdintojen jälkeen rajauksessa päädyttiin ottamaan myös kiinteistöpuolen sähköistyksiä mukaan.

8.2 Kohteiden ryhmittely ja suoritusajankohdan määrittely

Kun lämpökuvattavat kohteet olivat tiedossa, jaettiin ne ryhmiin kohteiden tyyppin mukaan. Samalla pyrittiin pitämään ryhmien koot järkevinä, jotta ei tapahtuisi töiden ruuhkautumista lämpökuvauksia suoritettaessa. Ryhmiä syntyi lopulta kahdeksan, jonka jälkeen omissa ryhmissään ovat vedenkäsittelyn keskukset, apukattilan keskukset, valaistussähköistys, varmennettu sähkönjakelu ja tasavirtajärjestelmät, generaattorit ja omakäyttökojeistot sekä taajuusmuuttajat, omakäyttökeskukset, sähkömoottorit ja muuntajat sekä kj-kojeistot. Seuraavaksi määritettiin ryhmien lämpökuvauksen suoritusajankohdat sen mukaan, milloin kunkin ryhmän laitteet ovat normaalisti kuormitettuna. Tähän vaikuttavat laitoksen ajotapa ja vuotuiset revisiotyöt. Normaalisti laitosta ajetaan molemmilla kattiloilla talviaikaan, jolloin myös ovat suurimmat kuormat kaukolämmön ja sähkön kysynnän takia. Tämän takia suurin osa kuvauksista sijoittuu talviaikaan marraskuun ja maaliskuun välille. Kesäaikaan sijoituvat ainoastaan vedenkäsittelyn ja apukattilan laitteistojen lämpökuvaukset. Nämä voidaan suorittaa kesällä, koska vesilaitos on toiminnassa ympäri vuoden ja apukattilalla tiedossa on kesäisin viikon mittainen käyttöjakso, kun muu laitos seisoo polttoainerevision vuoksi. Lisäksi valaistuskeskukset kuvataan syyskuun aikana.

Lämpökuvauksien suoritusväleiksi asetettiin yksi tai kaksi vuotta kohteen kriittisyyden mukaan. Joka toinen vuosi kuvattavia ovat valaistuskeskukset, pienemmät omakäyttökeskukset ja ilmastointikeskukset. Loput kuvataan vuosittain.

Lämpökuvauskohteita kertyi loppujen lopuksi 206 kappaletta. Liitteessä 11 on ryhmitelty listaus kohteista.

8.3 Lisääminen PowerMaintiin

Seuraavaksi vuorossa oli suunniteltujen lämpökuvauskierrosten lisääminen PowerMaint -kunnossapitojärjestelmään. Ensin tarkastettiin, että jokaiselle kohteelle löytyy järjestelmästä kohdekortti. Kohdekortti pitää olla olemassa, jotta laitteistolle voidaan määrittää ennakkohuoltoja. Muutamaa laitteistoa lukuun ottamatta kaikille löytyi kohdekortti ja puuttuvillekin sellainen luotiin.

Ennakkohuoltojen luominen järjestelmään toteutettiin niin, että jokaisesta ryhmästä tehtiin oma ennakkohuoltotyö, johon sitten kuvattavat kohteet määriteltiin työn vaiheiksi. Vuosittain kuvattavilla ryhmillä suoritusajankohdaksi määritettiin se viikko vuodesta, jolloin halutaan työn alkavan. Joka toinen vuosi kuvattavilla määritettiin aloitusvuosi ja -viikko, sekä jakso, jonka jälkeen työ toistuu, eli tässä tapauksessa 104 viikkoa. Kun ennakkohuollot generoidaan viikoittain järjestelmästä tehtäväksi, ilmestyy lämpökuvauskierros muiden EH-töiden joukkoon Työt-työpöydälle, jos sille viikolle on ajoitettu kyseinen työ. Kuvassa 17 näkyy S/A-kunnossapidon ennakkohuoltotyöpöytä ja järjestelmään lisätyt lämpökuvauskierrokset.

The screenshot shows the PowerMaint 6 - JANNTUO software interface. The main window is titled "Ennakkohuoltotyöpöytä". It features a search bar at the top with fields for "Haku", "Kohde", "Kohteen ryhmä", "Huone/Tila", "Paikka", "Osasto", "Urakoitsija", "Asiakas", "Pii", "Toimenpidetyyppi", "Vakiotoimenpide", "Seisokkityyppi", "Työpaketti", "Käynnähtä", "Työläj", and "Laittelu Kohde". Below the search bar is a table with columns for "Kohde", "Toimenpide", and weeks 1604 through 1611. The table contains various maintenance tasks and their durations. A vertical green bar on the right indicates the current week, which is 1604.

Kohde	Toimenpide	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610	1611
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 6 - DMÄKA								
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 3 - VALAIST								
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 7 - SÄHKÖR			XX					
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 8 - MUUNT,							XX	
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 5 - GEN 48								
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 1 - VEDENR								
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 4 - VARMEI								
...	LÄMPÖKUVAUKSET ALUE 2 - APUKAT								
...	E AKKUIEN TARKASTUS			4				4	
...	LT7004 R TASAUSILON PINNAN TARKASTL								
...	N RT PÄÄSTÖMITTAUKSEN HAPPIMITT								
...	N RT PÄÄSTÖMITTAUSHUOLTO 2. ND -	G			3		3	3	
...	N RT TUHKÄTYKKIEN PAINEKYTKIMIEN								
...	N RT TLJ KDESTUKSEEN LIITTYVÄT LA								
...	N RT PAINE JA PAINE-EROLÄHETTIMIET								
...	N RT VIRTALÄHETTIMIEN IMPULSSII								
...	N RT ALIPAINEMITTAUKSIEN YHTEIDET								
Tunnit yht.		14	14	27,5	19	12	14	63,5	17

Kuva 17. PowerMaint:n ennakkohuoltotyöpöytä S/A -kunnossapidon osalta.

Kokonaisuudessaan lämpökuvauskierrosten lisääminen PowerMaint:iin onnistui hyvin eikä ongelmia ilmennyt. Tulevaisuudessa lämpökuvaus -ennakkohuoltoa tulisi kehittää tarpeen mukaan. Jos jossain tietyssä laitteistossa havaitaan enemmän vikoja suhteessa muihin, tulisi sen kuvausväliä pienentää ja valvontaa tehostaa. Myös uudet laitteistot tulisi lisätä lämpökuvauspiiriin ja suorittaa uudelle laitteistolle lämpökuvaus pian käyttöönoton jälkeen, laitteiston ollessa kuormitettu. Lämpökuvauslaitoksella alkaa suorittaa sähköautomaatioasentaja, joka suorittaa SETI:n sertifioiman LK 1 lämpökuvaajan pätevyuden.

8.4 Raportointi ja dokumentointi

Lämpökuvausraportissa havaituista vioista ja poikkeavuuksista tehdään raportit käyttäen Fluke Smartview -ohjelmaa, mutta jokaista kuvattua kohdetta ei siis raportoida, koska raporttien tekemiseen kuluisi todella paljon aikaa ja niiden määrä olisi muutaman vuoden kuluttua erittäin suuri. Tehdyt raportit dokumentoidaan M-Files dokumentinhallintajärjestelmään. Raporttien pohjalta voidaan korjata havaittuja vikoja tai ottaa raportit mukaan revision suunnitteluun korjauksen vaatiessa laitteiston jännitteettömyyttä.

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Pori Energia Oy:n Aittaluodon voimalaitokselle ennakkohuoltosuunnitelma koskien sähkölaitteistojen lämpökuvauksia, sekä luoda lämpökuvauksista uusi ennakkohuoltotyö laitoksen kunnossapitojärjestelmään. Työn tavoitteet täyttyivät ja suunniteltuja lämpökuvauksierroksia alettiin suorittaa jo työn ollessa loppumetreillä. Myös työn aikana suoritettiin melko paljon lämpökuvauksia kaiken tyyppisille sähkölaitteistoille, jolloin saatiin hyvin kartoitettua voimalaitoksen sähköjärjestelmien kuntoa. Kuvauksissa löytyikin jonkin verran vikoja, kuten löysiä liitoksia ja vinokuormia, sekä yksi erittäin kriittinen kytkinlaitteen ylikuumentuminen, joka aiheutti lopulta laitoksen osittaisen alasajon viikon ajaksi.

Kuvausten tulokset osoittavat, että lämpökuvaus on erittäin hyödyllinen kunnonvalvonnan menetelmä sähkölaitteistojen kunnossapidossa ja siihen kannattaa panostaa, koska sillä voidaan havaita paljon vikoja, jotka muuten jäisivät huomaamatta. Kun nämä viat saadaan poistettua ajoissa, voidaan ehkäistä laiterikkoja ja tulipaloja, jotka aiheuttavat kalliita katkoja tuotantoon ja pahimmillaan vaarantavat työntekijöiden turvallisuuden. Lämpökuvaustoimintaa tulisi jatkossa myös kehittää kertyvän kokemuksen perusteella sekä lisätä rakennettavat uudet sähkölaitteistot kuvausreitteihin.

Työssä käsiteltiin myös lämpökuvauksen teoriaa, lämpökameran tekniikkaa sekä käytiin läpi sähkölaitteiden kunnossapidon määräyksiä ja määritelmiä. Työn tekeminen edisti omaa ammatillista kehittymistäni, sillä tietotaitoni sähkölaitteistoista, sähkötyöturvallisuudesta ja lämpökuvauksesta kehittyivät työn edetessä. Mielestäni työ oli aiheena erittäin mielenkiintoinen ja ajankohtainen.

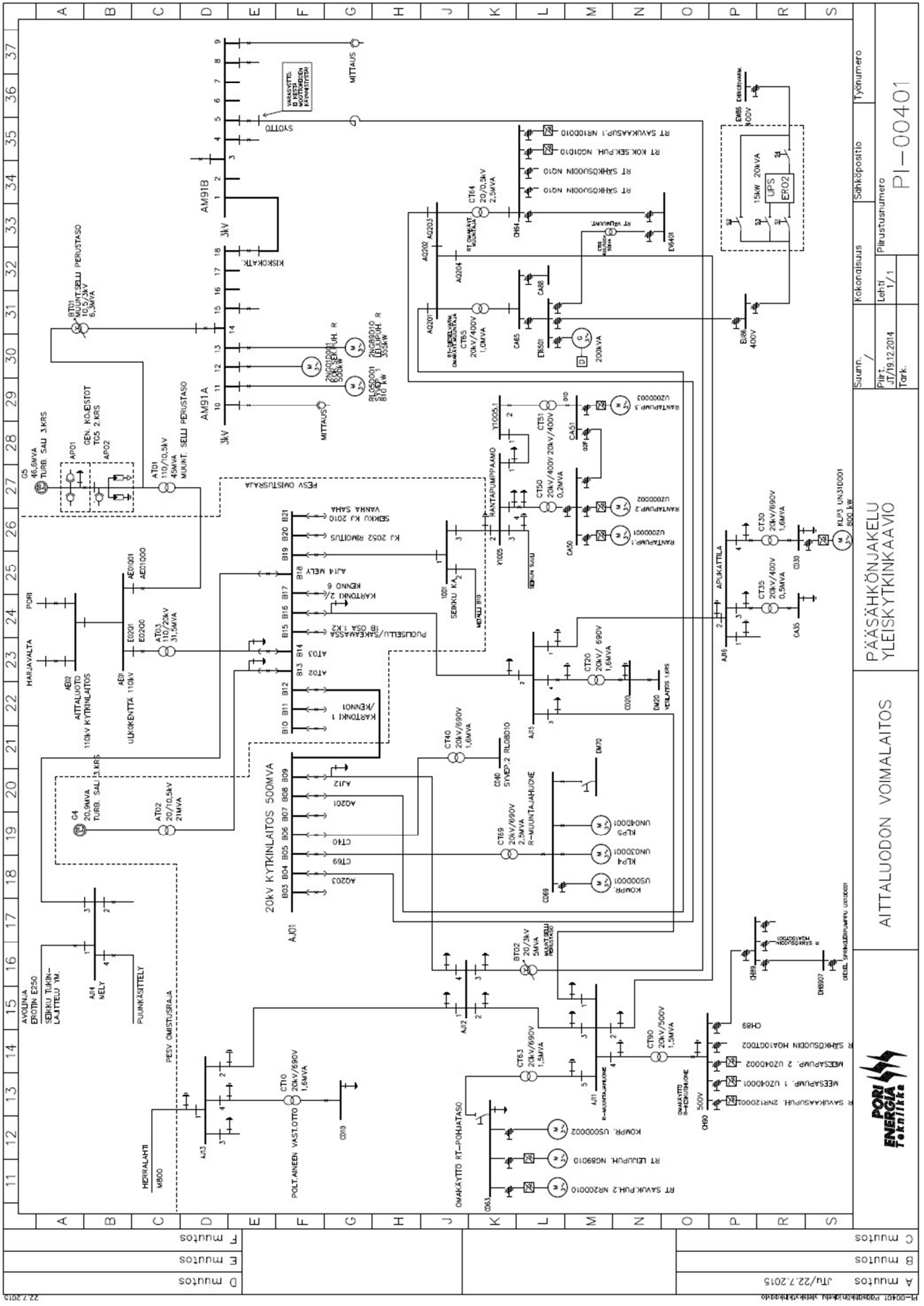
LÄHTEET

- Etto, J. 1998. Prosessisähköistyksen käynnissäpito, osa 1. Kunnossapito-lehden erikoisliite. Viitattu 1.10.2015. http://www.momenthits.fi/ESV5230/kunnossapito_1.pdf
- Fluke Corporation. 2013. Ti400 Thermal Imagers käyttöohje.
- Infradex Oy:n verkkosivut. Viitattu 7.10.2015. <http://www.infradex.com/yleistietoa/mita-on-lamposateily-ja-infrapuna/>
- Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.
- Pori Energia Oy. 2014. Yritysesittely. PowerPoint-esitys.
- Pori Energia Oy. 2015. Taajuusmuuttajaluettelo Aittaluoto, Excel -tiedosto.
- Pori Energia Oy:n www-sivut. Viitattu 18.9.2015. <https://www.porienergia.fi/tietoa/>
- Rousku, H. Sähköinfo Oy:n tekninen asiantuntija. 2014. Sähkölaitteiston lämpökuvaus voi säästää tulipalolta. Promaint kunnossapidon erikoislehti. Viitattu 6.10.2015. <http://www.promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Sahkolaitteiston-lampokuvaus-voi-saastaa-tulipalolta>
- SAMK automaation tutkimusryhmän www-sivut. Viitattu 12.10.2015. http://automaatio.samk.fi/?page_id=55
- Sandelin, S. 2011. Sähkökomponenttien lämpökuvaus. AMK -opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 23.10.2015. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/32484/Aspelin_Saku.pdf?sequence=1
- SFS 6002. Sähkötyöturvallisuus. 2005. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.
- ST 52.51.04. Sähkön laatu. Vinokuormitus, nollajohdin ja transienttiylijännitteet. 2006. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.
- ST 53.62. Sähkölaitteistojen lämpökuvaus. 2014. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.
- ST 96.01. Sähkölaitteiston hoito ja kunnossapito. 2003. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Sähköinfo Oy. 2012. Sähköalan tietokansio. Sähkölaitteistojen hoito-, huolto- ja kunnossapito-ohjelmat. Viitattu 30.9.2015.
- Sähköinfo Oy. 2015. Sähkölaitteistojen lämpökuvaajan koulutus 2015. Koulutusmateriaali.

Sähkötarkastusyhdistys Säty ry. 2003. Sähköiset paloriskit ja niiden hallinta. Viitattu 5.10.2015. http://www.saty.fi/wp-content/uploads/Sahkoiset_paloriskit_ja_niiden_hallinta.pdf

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2011. S4-11 Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. Viitattu 2.10.2015. <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/>

Vainio, P. 2011. Energiayhtiön kunnossapidon tietojärjestelmän elinkaaren hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.





Lämpökuvausraportti

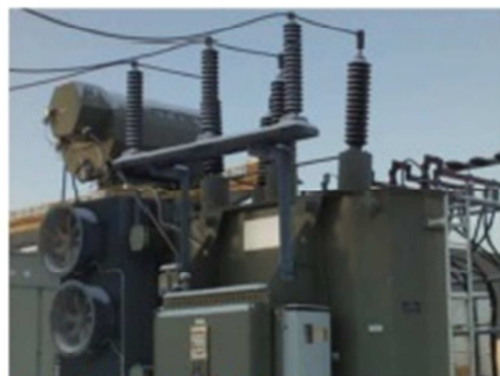
Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	21.1.2016 10:55:46	Sijainti	Aittaluodon 110 kV kytkinasema
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT03 110/20 kV päämuuntaja
Ympäristön ilmanlämpötila:	-20 °C	Tuulen nopeus	< 4 m/s
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT03 110/20 kV muuntaja



IR_00243.IS2



Näkyvän valon kuva

Muuntajan lämpötila tasainen joka puolelta ja 110 kV:n johtojen liitoksissa ei lämpenemää. Kuvattu kovalla pakkasella, joten pintalämpötilat jäivät alhaisiksi.

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	<-30,0°C ... 10,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	21.1.2016 10:55:46
Tiedoston sijainti	H:\ JanneT\ lämpökuvat\ 110kV ulkokenttä\ IR_00243.IS2
Kalibrintialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	6,82m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	0,7°C	0,95	-20,0°C
P0	1,7°C	0,95	-20,0°C
P1	-10,6°C	0,95	-20,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	21.1.2016 10:54:47	Sijainti	Aittaluodon 110 kV kytkinasema
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT03 110/20 kV päämuuntaja
Ympäristön ilmanlämpötila:	-20 °C	Tuulen nopeus	< 4 m/s
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT03:n 110 kV katkaisija E02Q0



IR_00240.IS2

Ei lämpenemistä havaittavissa. Kuvattu kovalla pakkasella, joten pintalämpötilat alhaiset.

Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

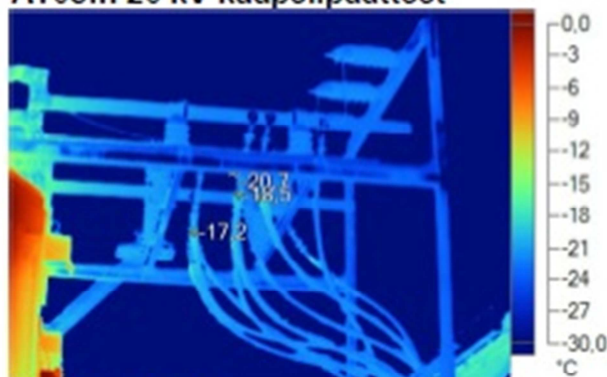
Kuva-asteikko	\sim-30,0°C ... -10,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	21.1.2016 10:54:47
Tiedoston sijainti	H:\ Janne\ lämpökuvat\ 110kV ulkokenttä\ IR_00240.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	6,82m

Pääkuvan merkit

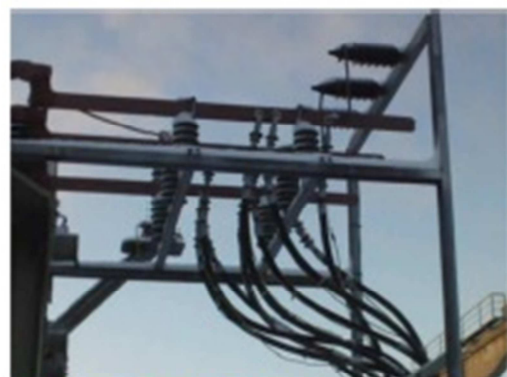
Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	\sim-30,0°C	0,95	-20,0°C
P0	\sim-21,3°C	0,95	-20,0°C
P1	\sim-21,6°C	0,95	-20,0°C
P2	\sim-20,2°C	0,95	-20,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	21.1.2016 10:51:12	Sijainti	Aittaluodon 110 kV kytkinasema
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT03 110/20 kV päämuuntaja
Ympäristön ilmanlämpötila:	-20 °C	Tuulen nopeus	< 4 m/s
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT03:n 20 kV kaapelipäätteet



IR_00236.IS2



Näkyvän valon kuva

Ei havaittavaa lämpenemistä. Kuvattu kovalla pakkasella, joten pintalämpötilat alhaiset.

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	<-30,0°C ... 0,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	21.1.2016 10:51:12
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\110kV ulkokenttä\IR_00236.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	6,12m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	~-20,7°C	0,95	-20,0°C
P0	-18,5°C	0,95	-20,0°C
P1	-17,2°C	0,95	-20,0°C

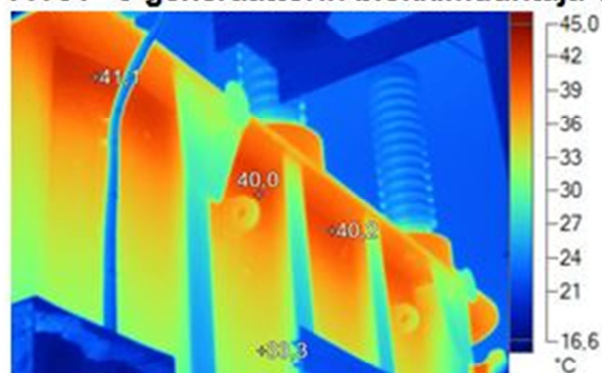


Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:25:16	Sijainti	1.krs muuntajahuone
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT01 5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV
Ympäristön ilmanlämpötila:		Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT01 - 5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV



AT01_2.IS2

Kuvaa muuntajan kyljestä, lämpötila tasainen ympäri muuntajan.



Näkyvän valon kuva

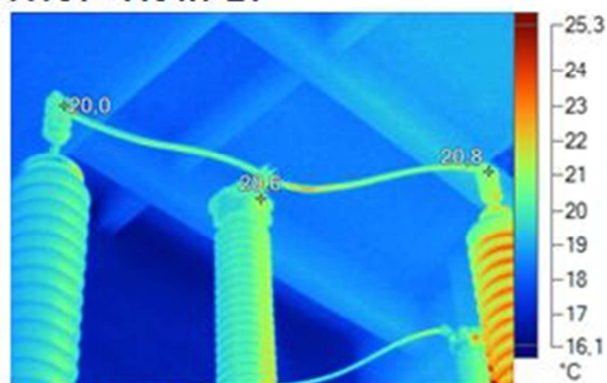
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	16,8°C ... 42,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:25:16
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\Muuntajat\AT01_2.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	4,14m

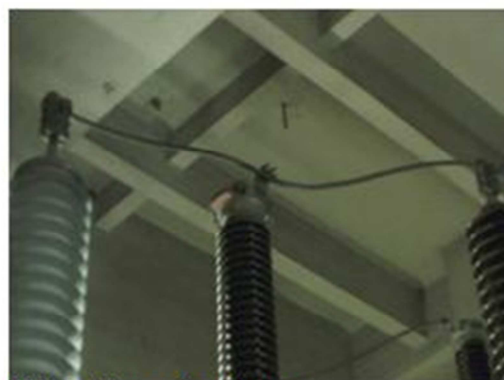
Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	40,0°C	0,95	22,0°C
P0	40,2°C	0,95	22,0°C
P1	41,1°C	0,95	22,0°C
P2	33,3°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:23:04	Sijainti	1.krs muuntajahuone
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT01 5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV
Ympäristön ilmanlämpötila:		Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT01 - 110 kV L1

AT01 L1.IS2

110 kV liitoksissa ei lämpenemää.


Näkyvän valon kuva
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	15,8°C ... 25,5°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:23:04
Tiedoston sijainti	H:\ Janne\ Lämpökuvat\ Muhentajat\ AT01 L1.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	4,27m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	20,6°C	0,95	22,0°C
P0	20,0°C	0,95	22,0°C
P1	20,8°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:21:54	Sijainti	1.krs muuntajahuone
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT01 5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV
Ympäristön ilmanlämpötila:		Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT01 - 110 kV L2



AT01 L2.IS2

110 kV liitoksissa ei lämpenemää.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

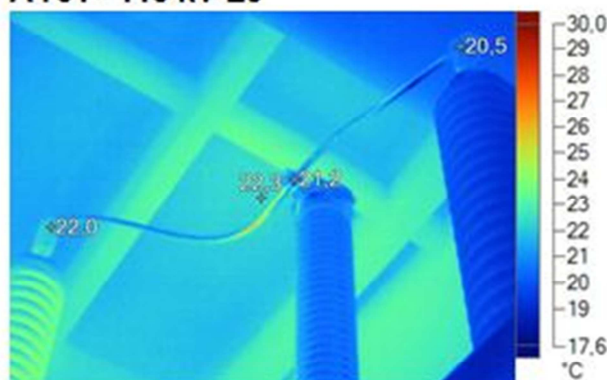
Kuva-asteikko	15,3°C ... 26,9°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:21:54
Tiedoston sijainti	H:\Janne\lämpökuvat\Muhentajat\AT01 L2.IS2
Kalibrintialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	3,49m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	19,6°C	0,95	22,0°C
P0	19,5°C	0,95	22,0°C
P1	21,2°C	0,95	22,0°C

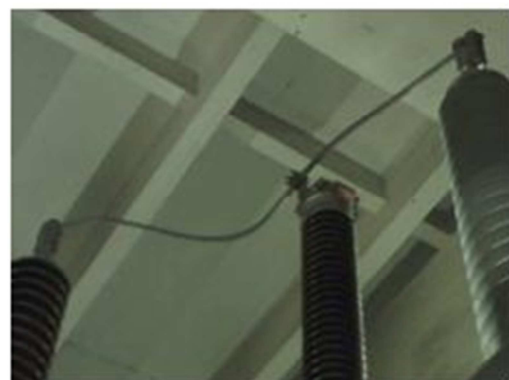
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:24:38	Sijainti	1.krs muuntajahuone
Laitteet		Laitteiston nimi:	AT01 5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV
Ympäristön ilmanlämpötila:		Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelun toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

AT01 - 110 kV L3



AT01 L3.IS2

110 kV liitoksissa ei lämpenemää.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	17,6°C ... 26,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:24:38
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\Muhentajat\AT01 L3.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	4,14m

Pääkuvan merkit

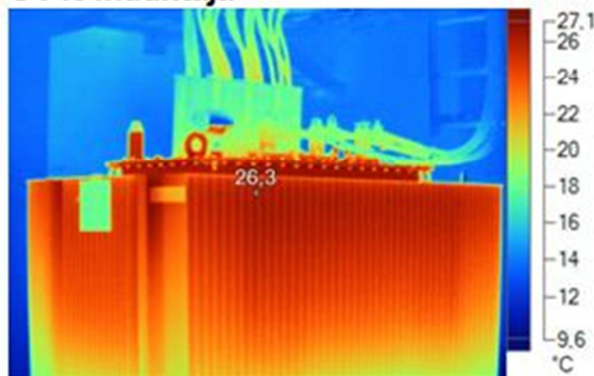
Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	22,3°C	0,95	22,0°C
P0	22,0°C	0,95	22,0°C
P1	21,2°C	0,95	22,0°C
P2	20,5°C	0,95	22,0°C

Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:29:12	Sijainti	1.krs muuntajahuone
Laitteet		Laitteiston nimi:	CT40 20/0,69 kV muuntaja
Ympäristön ilmanlämpötila:		Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CT40 muuntaja



CT40 (3).IS2



Näkyvän valon kuva

Muuntajan lämpötila normaali ja tasainen jokapuolelta.

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	8,9°C ... 27,4°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:29:12
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\ Muhentajat\ CT40 (3).IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	4,47m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	26,3°C	0,95	22,0°C

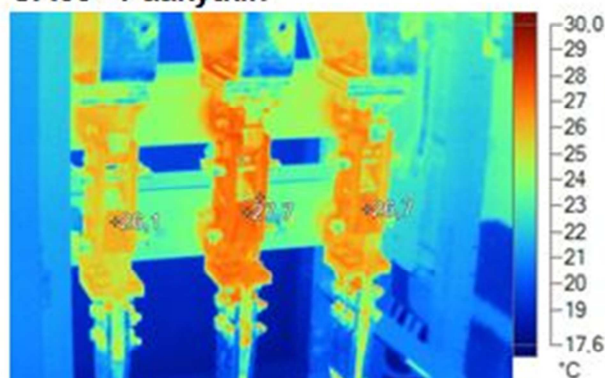


Lämpökuvausraportti

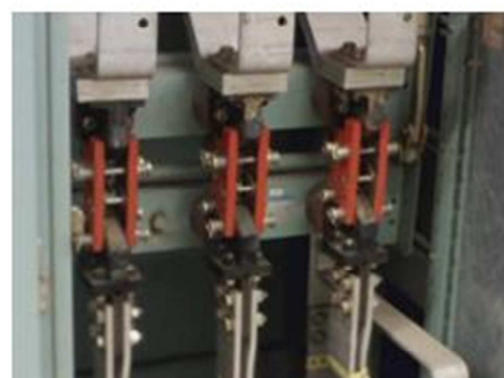
Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 11:09:24	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	600 A	Nimelliskuorma enintään:	2000 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelu toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 - Pääkytkin



IR_00275.IS2



Näkyvän valon kuva

Erottimen vaiheiden lämpötilaerot kahden asteen sisällä.
Paikallinen virranmittaus näyttää n. 600 A/vaihe.

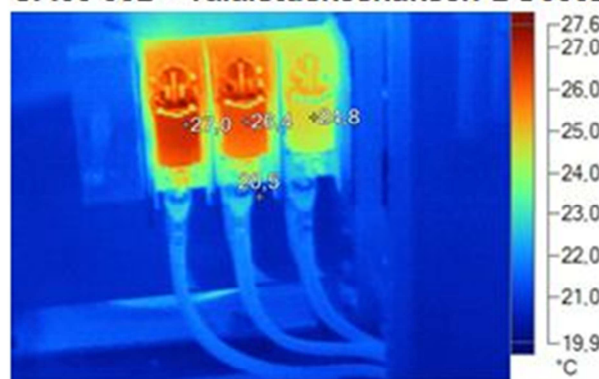
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	17,7°C ... 27,8°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 11:09:24
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00275.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,35m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	26,6°C	0,95	22,0°C
P0	27,7°C	0,95	22,0°C
P1	26,1°C	0,95	22,0°C
P2	26,7°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 11:20:57	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	125 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Vinokuormitus
Suosittelutoimenpide	Kuormitusten tasaus	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 03D - valaistuskuskuksen DU6502 etukoje

IR_00277.IS2

Valaistuskuskuksella epäsymmetrinen kuormitus.

L1 = 48 A

L2 = 45 A

L3 = 35 A

Vinokuorman suuruus 18% vaihevirtojen keskiarvosta (suurin sallittu 10%). Tarkastettava ja mahdollisuuksien mukaan tasattava kuormat alakeskuksella.


Näkyvän valon kuva
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	19,8°C ... 27,9°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 11:20:57
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00277.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,19m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	20,5°C	0,95	22,0°C
P0	27,0°C	0,95	22,0°C
P1	26,4°C	0,95	22,0°C
P2	24,8°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 12:19:18	Sijainti:	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	250 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide	Varokehytkimen huolto	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 09C - Alakeskus DU6514 etukoje



IR_00278.IS2

Alakeskuksella lievästi epäsymmetrinen kuormitus.
 L1=83 A, L2=93 A, L3=77 A, N=12 A
 Vinokuormituksen suuruus 10%, eli suurin sallittu.
 Varokehytkimen L2-vaiheen koskettimet kuitenkin n. 15
 astetta kuumemmat kuin viereiset koskettimet.
 ->Tarkastetaan koskettimien kunto seuraavassa revisiossa.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

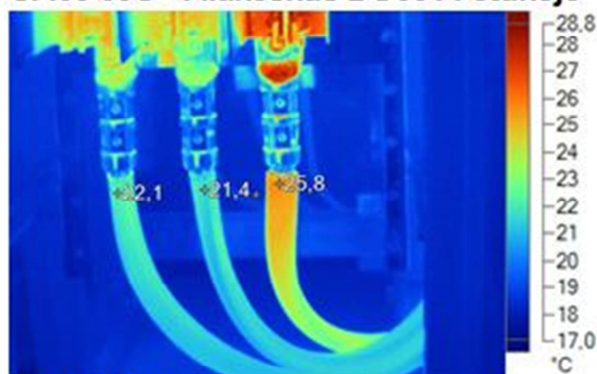
Kuva-asteikko	17,6°C ... 41,6°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 12:19:18
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00278.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,90m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	33,7°C	0,95	22,0°C
Kuuma	41,6°C	0,95	22,0°C
P0	27,1°C	0,95	22,0°C
P1	27,0°C	0,95	22,0°C

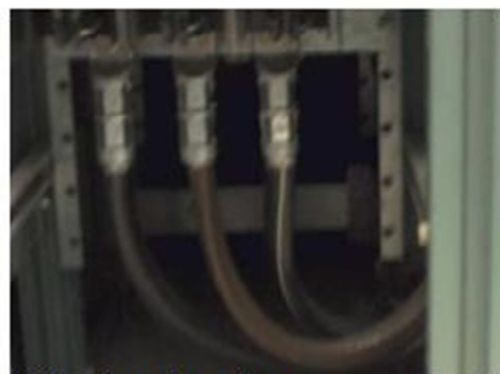
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 12:23:02	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	250 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Löysä liitos
Suosittelun toimenpide	Liitoksen kiristys	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 09C - Alakeskus DU6514 etukoje



IR_00279.IS2

Samassa lähdössä L3-vaihejohdin lähtevällä puolella n. 4 °C kuumempi kuin viereiset vaihejohtimet, vaikka L3-vaiheella selvästi pienin virta.
->Kiristetään mahdollisesti löysä liitos.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	16,8°C ... 29,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 12:23:02
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00279.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,90m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	18,1°C	0,95	22,0°C
P0	25,8°C	0,95	22,0°C
P1	21,4°C	0,95	22,0°C
P2	22,1°C	0,95	22,0°C

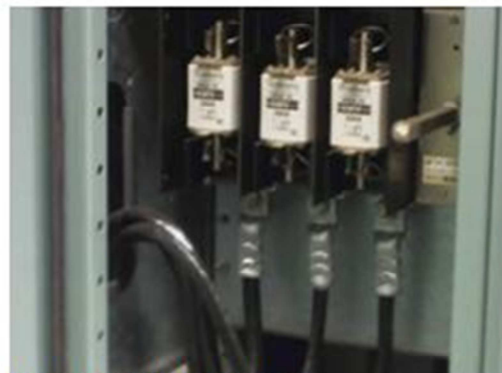
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 12:32:24	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	200 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Vinokuorma
Suosittelutoimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 10B - Alakeskus DU6516 etukoje



IR_00281.IS2

Alakeskuksella epäsymmetrinen kuormitus.
 L1=44 A, L2=51 A, L3=28 A, N=13,6 A
 Vinokuorman suuruus 32% (suurin sallittu 10%).
 Tarkastettava ja mahdollisuuksien mukaan tasattava kuormat alakeskuksella.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	18,5°C ... 26,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 12:32:24
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00281.IS2
Kalibrintialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,02m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	21,3°C	0,95	22,0°C
P0	25,7°C	0,95	22,0°C
P1	22,9°C	0,95	22,0°C
P2	24,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 12:33:45	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	315 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Vinokuorma
Suosittelun toimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 10C - Alakeskus DU6517 etukoje



IR_00282.IS2

Alakeskuksella epäsymmetrinen kuormitus.
 L1=45 A, L2=61 A, L3=44 A, N=15,7 A
 Vinokuorman suuruus 22% (suurin sallittu 10%).
 Tarkastettava ja mahdollisuuksien mukaan tasattava kuormat alakeskuksella.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

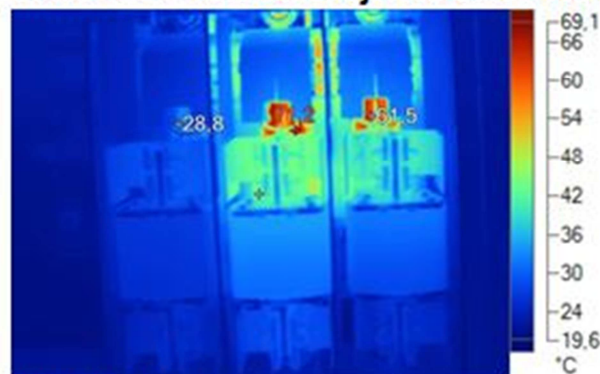
Kuva-asteikko	15,4°C ... 24,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 12:33:45
Tiedoston sijainti	H:\Janne\T\lämpökuvat\CA65\IR_00282.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,99m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	19,6°C	0,95	22,0°C
P0	21,6°C	0,95	22,0°C
P1	23,0°C	0,95	22,0°C
P2	21,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 12:47:14	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	630 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Vinokuorma
Suosittelutoimenpide	Kuormien tasaus, varokeytymisen huolto	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 12C - Valaistuskoeisto CA88 etukoje



IR_00283.IS2

Valaistuskoeistolla epäsymmetrinen kuormitus. L1=116 A, L2=140 A, L3=120 A, N=20 A
 Vinokuorman suuruus 12% (suurin sallittu 10%). Myös varokeytymisen L2 ja L3 koskettimet käyvät melko kuumina. Tarkastetaan koskettimien kunto ja mahdollisuuksien mukaan tasataan kuormat valaistuskoeistolla.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

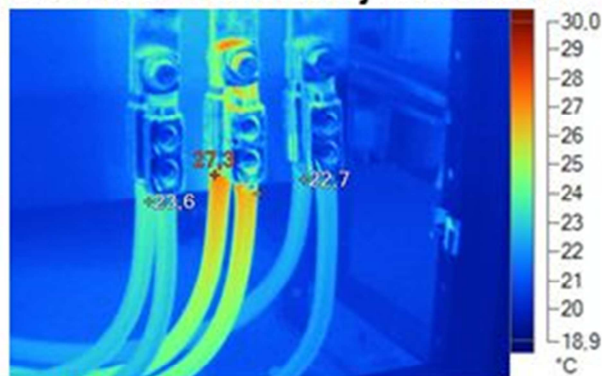
Kuva-asteikko	19,5°C ... 71,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 12:47:14
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00283.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,89m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	42,4°C	0,95	22,0°C
Kuuma	71,2°C	0,95	22,0°C
P0	28,8°C	0,95	22,0°C
P1	61,5°C	0,95	22,0°C

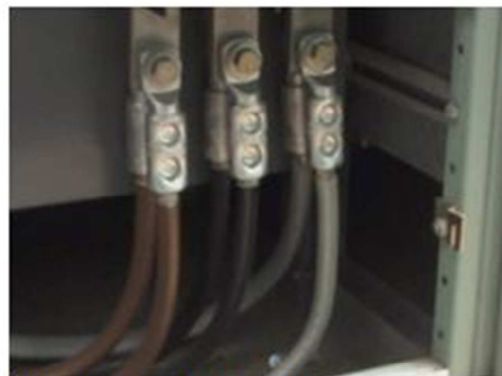
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 14:35:07	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CA65 400V:n omakäyttökojeisto RT-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	630 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Vinokuorma
Suosittelutoimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CA65 12C - Valaistuskojeisto CA88 etukoje



IR_00286.IS2

Sama epäsymmetrinen kuormitus tilanne näkyy myös varokeytikimen lähtevän puolen johtimissa.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	19,0°C ... 27,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 14:35:07
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\CA65\IR_00286.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,97m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	21,4°C	0,95	22,0°C
Kuuma	27,3°C	0,95	22,0°C
P0	22,7°C	0,95	22,0°C
P1	23,6°C	0,95	22,0°C

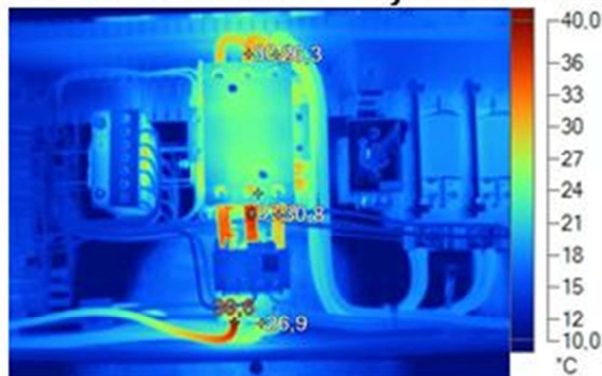


Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	12.1.2016 14:02:04	Sijainti	3.krs R-kattilan sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CH90 500 V omakäyttökojeisto R-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	13 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	14 A	Nimelliskuorma enintään:	80 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Löysä liitos
Suosittelut toimenpide	Liitosten kiristys	Korjausprioriteetti:	Vakava
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CH90 06B - 2NX16D001 Syöttöruuvi etu M1



06B 2NX16D001 syöttöruuvi etu (2).IS2

Lämpörelleiltä lähtevä L1 melkein 15 astetta kuumempi kuin viereiset vaiheet, syynä löysä liitos. Myös muut kontaktorin liitokset tarkastettava lämpötilaerojen vuoksi. Kuormitus 14A joka vaiheella.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	10,0°C ... 40,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	12.1.2016 14:02:04
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\lämpökuvat\CH90\06B 2NX16D001 syöttöruuvi etu (2).IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,80m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	23,4°C	0,95	22,0°C
Kuuma	39,6°C	0,95	22,0°C
P0	37,3°C	0,95	22,0°C
P2	26,9°C	0,95	22,0°C
P3	30,9°C	0,95	22,0°C
P1	30,8°C	0,95	22,0°C
P4	26,3°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	15.1.2016 13:34:30	Sijainti	3.krs R-kattilan sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CH90 500 V omakäyttökojeisto R-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	13 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	14 A	Nimelliskuorma enintään:	80 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CH90 06B - 2NX16D001 Syöttöruuvi etu M1



06B 2NX16D001 jälkitarkastus.IS2

Syöttöruuvien kontaktorilähdön jälkitarkastus. Liitosten kiristämisen jälkeen lämpötilat ovat tasaantuneet selvästi.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	10,0°C ... 40,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.1.2016 13:34:30
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ CH90\ 06B 2NX16D001 jälkitarkastus.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,85m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	20,6°C	0,95	22,0°C
P0	23,1°C	0,95	22,0°C
P1	30,0°C	0,95	22,0°C
P2	29,2°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	12.1.2016 13:37:47	Sijainti	3.krs R-kattilan sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CH90 500 V omakäyttökojeisto R-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	13 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	13,5 A	Nimelliskuorma enintään:	80 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Löysä liitos
Suositteltu toimenpide	Liitosten kirstys	Korjausprioriteetti:	Alhainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

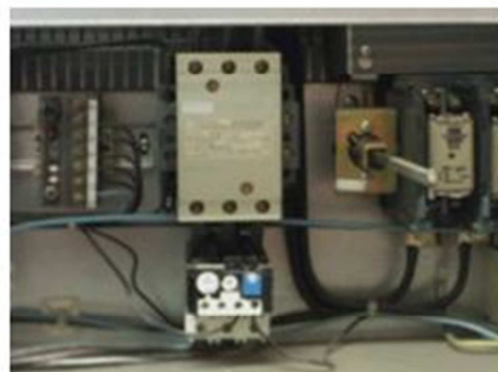
CH90 08B - 2NX18D001 syöttöruuvi taka M1



08B 2NX18D001 syöttöruuvi taka M1 (2).IS2

Kontaktorin johdoissa jonkin verran lämpötilaeroja, virrat kuitenkin 13,5 A joka vaiheella. Mahdollisesti löysiä liitoksia ainakin L2-vaiheella.

-> Tarkastetaan kaikkien liitosten kireys.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

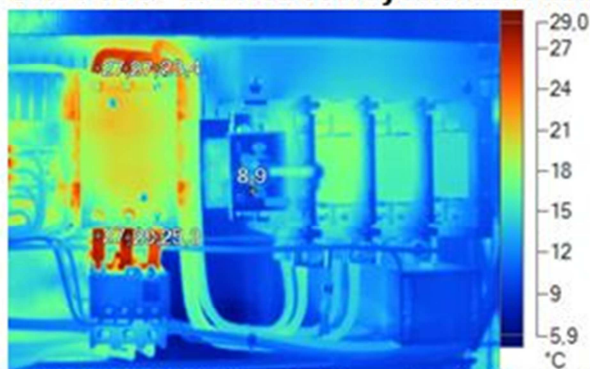
Kuva-asteikko	8,2°C ... 32,6°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	12.1.2016 13:37:47
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ CH90\ 08B 2NX18D001 syöttöruuvi taka M1 (2).IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,70m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	20,8°C	0,95	22,0°C
P0	32,2°C	0,95	22,0°C
P1	25,3°C	0,95	22,0°C
P3	28,2°C	0,95	22,0°C
P4	25,4°C	0,95	22,0°C
P2	26,5°C	0,95	22,0°C
P5	28,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	12.1.2016 13:40:02	Sijainti	3.krs R-kattilan sähkötila
Laitteet		Laitteiston nimi:	CH90 500 V omakäyttökojeisto R-kattila
Ympäristön ilmanlämpötila:	13 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	80 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Löysä liitos
Suosittelun toimenpide	Liitosten kiristys	Korjausprioriteetti:	Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CH90 08C - 2NX19D001 Syöttöruuvi taka M2



08C 2NX19D001 syöttöruuvi taka M2.IS2

Muutaman asteen lämpötilaeroja kontaktorin vaiheiden välillä. L1=14,7 A, L2=13,5 A, L3=13,5 A
Tarkastetaan liitosten kireys.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	5,0°C ... 29,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	12.1.2016 13:40:02
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ CH90\ 08C 2NX19D001 syöttöruuvi taka M2.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,82m

Pääkuvan merkit

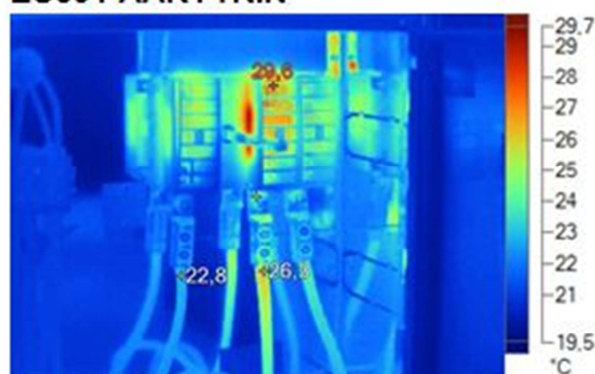
Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	8,9°C	0,95	22,0°C
P0	27,0°C	0,95	22,0°C
P1	27,0°C	0,95	22,0°C
P2	23,4°C	0,95	22,0°C
P3	27,1°C	0,95	22,0°C
P4	29,2°C	0,95	22,0°C
P5	25,3°C	0,95	22,0°C

Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	21.1.2016 15:25:15	Sijainti	2. krs R-ristikytettä
Laitteet		Laitteiston nimi:	EU86 400V dieselvarm. kojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	160 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	Epäsymmetria
Suositeltu toimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

EU86 PAAKYTKIN



IR_00262.IS2

Keskuksella epäsymmetrinen kuormitus vaiheiden välillä.

L1 = 42 A

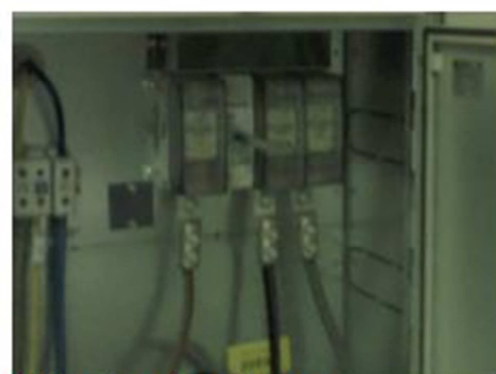
L2 = 50 A

L3 = 34 A

N = 8 A

Vinokuorman suuruus 19% vaihevirtojen keskiarvosta (suurin sallittu 10%).

Alakeskuksien kuormitukset tarkastettava ja tasattava.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	19,6°C ... 29,6°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	21.1.2016 15:25:15
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ EU86\ IR_00262.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,48m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	24,5°C	0,95	22,0°C
Kuuma	29,6°C	0,95	22,0°C
P0	26,3°C	0,95	22,0°C
P1	22,8°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	26.1.2016 11:21:45	Sijainti	2. krs R-ristikytettä
Laitteet		Laitteiston nimi:	EU86 400V dieselvarm. kojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	125 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

EU86 01C ET8602 ETUKOJE



IR_00266.IS2

Yksi keskuksen vinokuorman aiheuttajista on alakeskus ET8602.

L1 = 13,7 A

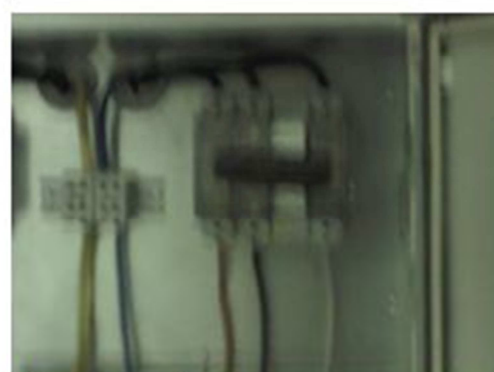
L2 = 16,7 A

L3 = 9 A

N = 3,2 A

Vinokuorman suuruus 31% vaihevirtojen keskiarvosta (suurin sallittu 10%).

ET8602 keskuksen ja sen alakeskusten kuormitukset tarkastettava ja tasattava



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

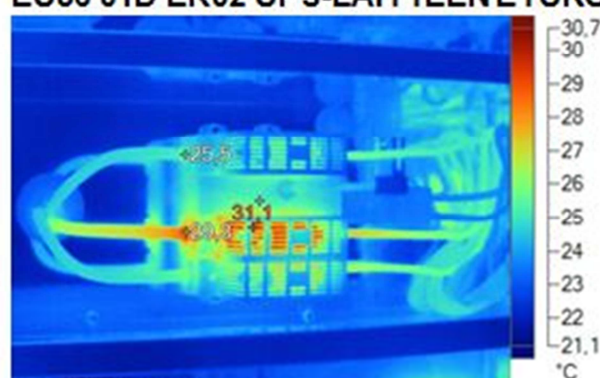
Kuva-asteikko	21,9°C ... 30,4°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	26.1.2016 11:21:45
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\lämpökuvat\EU86\IR_00266.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,06m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	25,7°C	0,95	22,0°C
Kuuma	30,4°C	0,95	22,0°C
P0	28,6°C	0,95	22,0°C
P1	25,4°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	26.1.2016 11:23:06	Sijainti	2. krs R-ristikytettä
Laitteet		Laitteiston nimi:	EU86 400V dieselvarm. kojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	63 A
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide	Liitoksen kiristys	Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

EU86 01D ER02 UPS-LAITTEEN ETUKOJE



IR_00267.IS2

Varokeytimmellä 2-vaihe käy n. 4 astetta kuumempina kuin muut vaiheet. Vaihevirrät tasaisesti 14,5 A joka vaiheella.
-> Tarkastetaan liitoksen kireys.



Näkyvän valon kuva

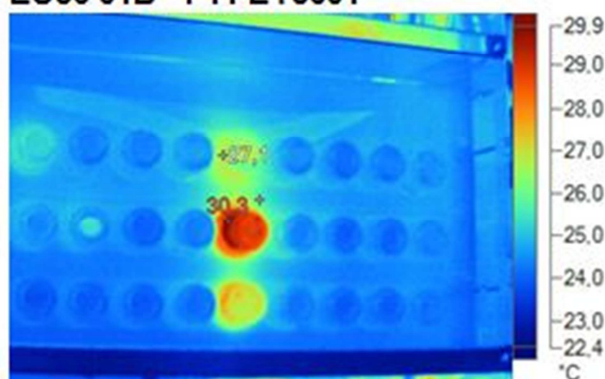
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	21,1°C ... 31,1°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	26.1.2016 11:23:06
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ EU86\ IR_00267.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	0,97m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	25,6°C	0,95	22,0°C
Kuuma	31,1°C	0,95	22,0°C
P0	29,3°C	0,95	22,0°C
P1	25,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	26.1.2016 11:25:25	Sijainti	2.krs R-ristikytkentä
Laitteet		Laitteiston nimi:	EU86 400V dieselvarm. kojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide	Kuormien tasaus	Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

EU86 01B - F11 ET8601

IR_00269.IS2

Varavalaistuskeskusta ET8601 syöttävässä lähdössä vinokuormaa.

L1=7,7 A, L2=13,5 A, L3=10,5 A, N=2 A

Vinokuorman suuruus vaihevirtojen keskiarvosta 28% (suurin sallittu 10%). Tarkastettava ja tasattava varavalaistuskeskuksen kuormitukset.


Näkyvän valon kuva
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	22,4°C ... 30,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	26.1.2016 11:25:25
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ EU86\ IR_00269.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,45m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	25,9°C	0,95	22,0°C
Kuuma	30,3°C	0,95	22,0°C
P0	27,1°C	0,95	22,0°C



Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:15:29	Sijainti	Turbiinisali 3.krs
Laitteet		Laitteiston nimi:	Generaattori 4
Ympäristön ilmanlämpötila:	28 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	20,9 kVA
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	28,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

G4 – Generaattori 4



G4_3.IS2

Generaattorin lämpötilat normaalit.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	22,4°C ... 59,3°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:15:29
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ G4\ G4_3.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	3,88m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	41,9°C	0,95	28,0°C
P0	37,0°C	0,95	22,0°C
P1	36,6°C	0,95	22,0°C

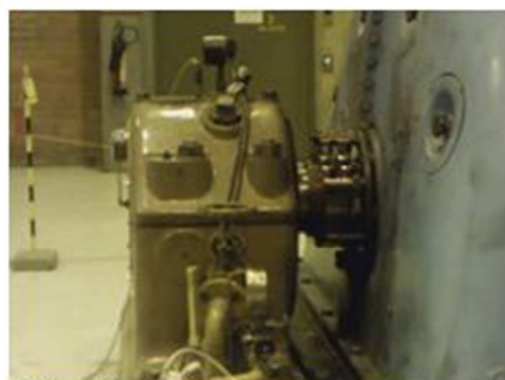
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:12:58	Sijainti	Turbiinisali 3.krs
Laitteet		Laitteiston nimi:	Generaattori 4
Ympäristön ilmanlämpötila:	28 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	20,9 kVA
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	28,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

G4 - Vapaan pään laakeri ja maadoitushiiliharjat



G4_2.IS2

Generaattorin vapaan pään laakeripukin lämpötila on 46 astetta, maadoitushiilien kuumin kohta 68,2 astetta. Lämpötilat normaalit.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	31,2°C ... 67,9°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:12:58
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ G4\ G4_2.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	3,88m

Päätävän merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	42,1°C	0,95	28,0°C
Kuuma	67,9°C	0,95	28,0°C
P0	46,0°C	0,95	22,0°C

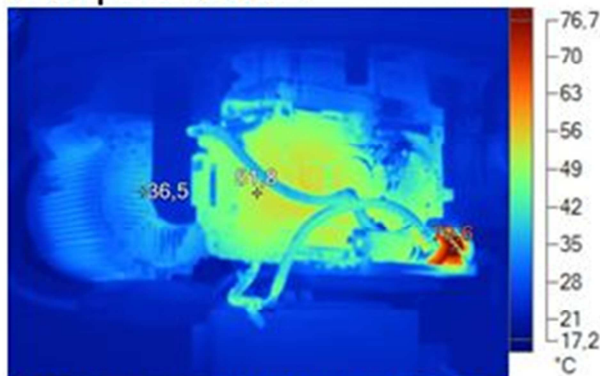


Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

Tarkastuspäivämäärä:	27.11.2015 14:40:20	Sijainti	PA-käsittely
Laitteet		Laitteiston nimi:	PK22 Puusiilon ruuvipurkain
Ympäristön ilmanlämpötila:	20 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelut toimenpide	Moottorin puhdistus	Korjausprioriteetti:	3 - Kohtalainen
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

Ruuvipurkain PK22



PK22 Puusiilon ruuvipurkain.IS2

Ruuvipurkain ja vaihde ok.

Kuvassa oikealla voitelulaitteen sähkömoottori käy kuumana. Syynä moottorin likaisuus ja tuulettimen suojakopan tukkeutuneet reiät jotka estävät jäähdytyksen.
->Moottorin puhdistus.



Näkyvän valon kuva

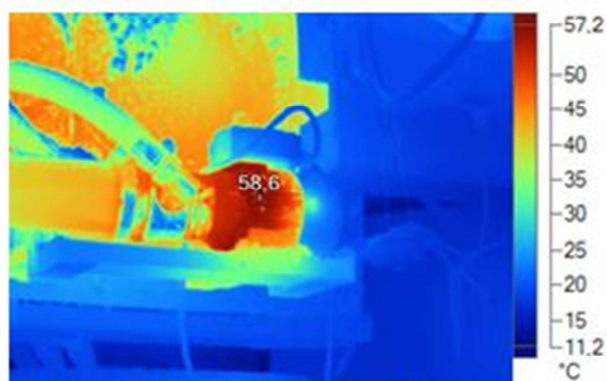
Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	17,9°C ... 79,6°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.11.2015 14:40:20
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\lämpökuvat\Kuljettimet\PK22 Puusiilon ruuvipurkain.IS2
Kalibrintialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	4,64m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	51,8°C	0,95	22,0°C
Kuuma	79,6°C	0,95	22,0°C
P0	36,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	15.1.2016 13:42:26	Sijainti	PA-käsittely
Laitteet		Laitteiston nimi:	PK22D004 voitelulaitteen sähkömoottori
Ympäristön ilmanlämpötila:	20 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelun toimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210



PK22D004 jälkitarkastus.IS2

Nopean käynnin aikaisen puhdistuksen jälkeen voitelulaitteen moottorin lämpötila laski jo yli 20 °C. Seuraavassa revisiossa perusteellisempi puhdistus.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	10,6°C ... 58,8°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.1.2016 13:42:26
Tiedoston sijainti	E:\ Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ Kuljettimet\ PK22D004 jälkitarkastus.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,83m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	58,6°C	0,95	22,0°C

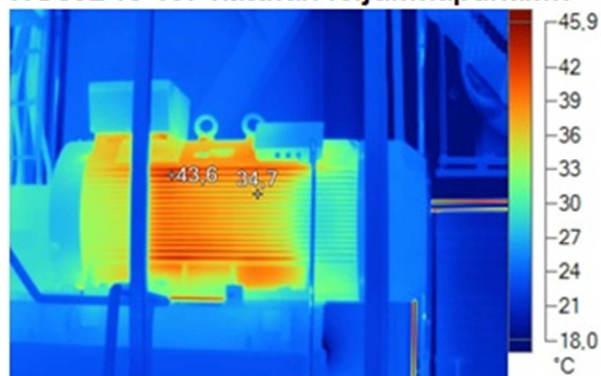


Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

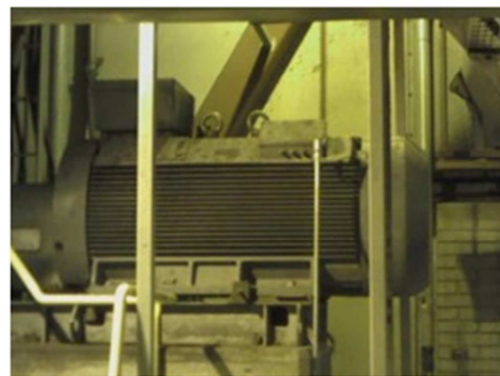
Tarkastuspäivämäärä:	27.1.2016 15:04:23	Sijainti	RT-kattila 1.krs
Laitteet		Laitteiston nimi:	NG89D10 RT leijuilmapuhallin
Ympäristön ilmanlämpötila:	22°C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	130 A	Nimelliskuorma enintään:	560 kW
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

NG89D10 RT-kattilan leijuilmapuhallin



RT leijupuhallin.IS2

Moottorin lämpötila normaali.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

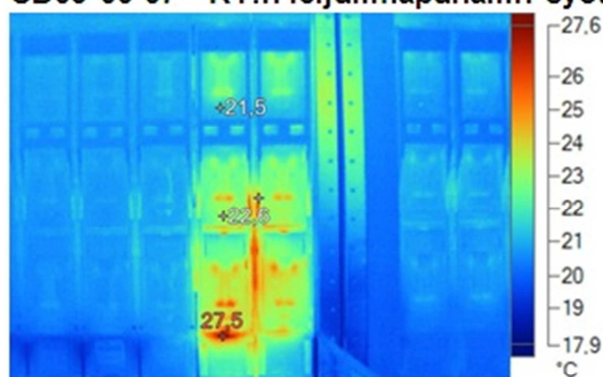
Kuva-asteikko	10,1°C ... 45,6°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	27.1.2016 15:04:23
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\lämpökuvat\ RT leijupuhallin NÄISTÄ RAPORTTI\ RT leijupuhallin.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	7,40m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	34,7°C	0,95	22,0°C
P0	43,6°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	23.12.2015 12:49:31	Sijainti	RT-kattila 1.krs:n sähkötila länsiseinä
Laitteet		Laitteiston nimi:	CD63 690 V omakäyttökojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22°C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CD63 06-07 - RT:n leijuilmapuhallin syöttö



CD63 06-07 RT leijupuhallin.IS2

Jonovarokelähdön 3-vaihe jostain syystä n. 5 astetta lämpempi kuin muut vaiheet. Kuormitus 130 A joka vaiheella. Mahdollisesti huono kontakti sulakkeessa tai löysä liitos kaapeleissa. Tarkastetaan varokkeen kunto ja liittosten kireys seuraavassa revisiossa.

Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	18,0°C ... 27,5°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	23.12.2015 12:49:31
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\ lämpökuvat\ RT leijupuhallin NÄISTÄ RAPORTTI\ CD63 06-07 RT leijupuhallin.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	2,04m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	25,6°C	0,95	22,0°C
Kuuma	27,5°C	0,95	22,0°C
P0	22,6°C	0,95	22,0°C
P1	21,5°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	13.1.2016 13:32:59	Sijainti	RT-kattila 1.krs:n sähkötila länsiseinä
Laitteet		Laitteiston nimi:	CD63 690 V omakäyttökojeisto
Ympäristön ilmanlämpötila:	22°C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)		Nimelliskuorma enintään:	
Poikkeava lämpötila:		Mahdollinen ongelma	
Suosittelutoimenpide		Korjausprioriteetti:	
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

CD63 06-07 - RT:n leijuilmapuhallin syöttö



RT leijupuhallin varokelähtö.IS2

Jonovarokelähdön vaiheista yksi viitisen astetta lämpempi kuin muut. Kuormitus 130 A joka vaiheella. Mahdollisesti löysä liitos tai huono kontakti sulakkeella. Tarkastetaan varokkeen kunto ja liitosten kireys seuraavassa revisiossa.

Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	10,4°C ... 35,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	13.1.2016 13:32:59
Tiedoston sijainti	E:\Opinnäytetyö\lämpökuvat\ RT leijupuhallin NÄISTÄ RAPORTTI\ RT leijupuhallin varokelähtö.IS2
Kalibrintialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,04m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	25,8°C	0,95	22,0°C
Kuuma	35,2°C	0,95	22,0°C
P0	30,9°C	0,95	22,0°C
P1	26,2°C	0,95	22,0°C

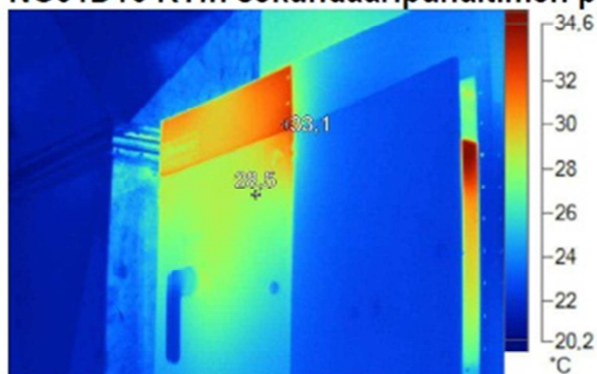


Lämpökuvausraportti

Tarkastaja: Janne Tuominen

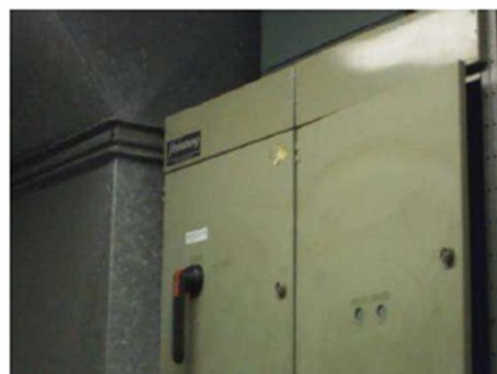
Tarkastuspäivämäärä:	15.2.2016 9:58:40	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet	Kuormakytin OETL 800	Laitteiston nimi:	NG01D10 RT Kokonaissekundääripuhallin
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	164 A	Nimelliskuorma enintään:	800 A
Poikkeava lämpötila:	+33,1	Mahdollinen ongelma	Kuormakytin viallinen
Suosittelut toimenpide	Kuormakytin vaihto	Korjausprioriteetti:	1 – Erittäin vakava
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

NG01D10 RT:n sekundääripuhallimen pääkytkin



IR_00309.IS2

Lähdetty lämpökuvauksella etsimään vikaa sähkötilasta, jossa leijui palaneen muovin käry. Sek. puhaltimen syöttökojeiston lämmin kansi paljasti sisällä olevan vian.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

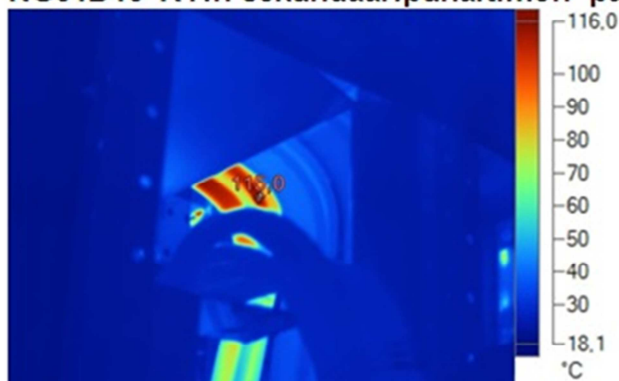
Kuva-asteikko	20,1°C ... 35,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.2.2016 9:58:40
Tiedoston sijainti	H:\ JanneT\ lämpökuvat\ RT sekundääripuhallin VIKA\ IR_00309.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 80,0°C
Etäisyys kohteeseen	2,26m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	28,5°C	0,95	22,0°C
P0	33,1°C	0,95	22,0°C

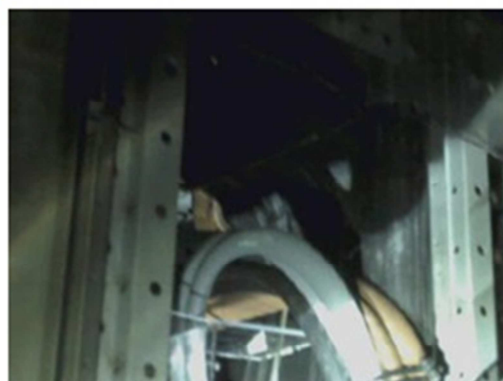
Tarkastuspäivämäärä:	15.2.2016 9:50:14	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet	Kuormakytkin OETL 800	Laitteiston nimi:	NG01D10 RT Kokonaissekundääripuhallin
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	164 A	Nimelliskuorma enintään:	800 A
Poikkeava lämpötila:	115,0	Mahdollinen ongelma	Kuormakytkin viallinen
Suosittelu toimenpide	Kuormakytkimen vaihto	Korjausprioriteetti:	1 – Erittäin vakava
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

NG01D10 RT:n sekundääripuhalltimen pääkytkin



IR_00308.IS2

Viereisen kennon kautta kuvattuna näkyy pääkytkimen 1-vaiheen kuumentunut kisko.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

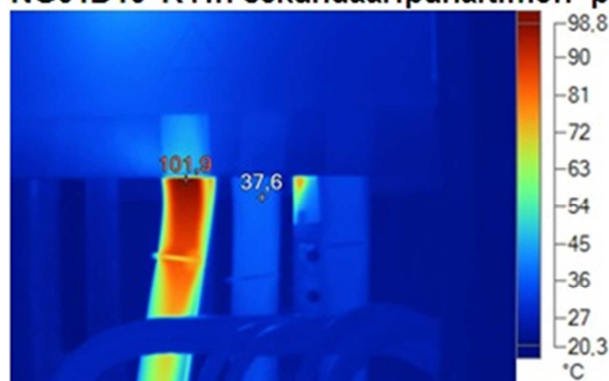
Kuva-asteikko	19,1°C ... 115,0°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.2.2016 9:50:14
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\ RT sekundääripuhallin VIKA\ IR_00308.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 250,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,08m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	110,3°C	0,95	22,0°C
Kuuma	115,0°C	0,95	22,0°C

Tarkastuspäivämäärä:	15.2.2016 10:02:24	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet	Kuormakytin OETL 800	Laitteiston nimi:	NG01D10 RT Kokonaissekundääripuhallin
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	164 A	Nimelliskuorma enintään:	800 A
Poikkeava lämpötila:	101,9	Mahdollinen ongelma	Kuormakytin viallinen
Suosittelut toimenpide	Kuormakytin vaihto	Korjausprioriteetti:	1 – Erittäin vakava
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

NG01D10 RT:n sekundääripuhallimen pääkytkin



IR_00310.IS2

Kosketussuoja häiritsee kuvaamista, mutta näkyvätkin osalta kiskon eristeen lämpötila on yli sata astetta ja eriste on alkanut sulaa. Kuormitus tasainen, n. 95 A joka vaiheella.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

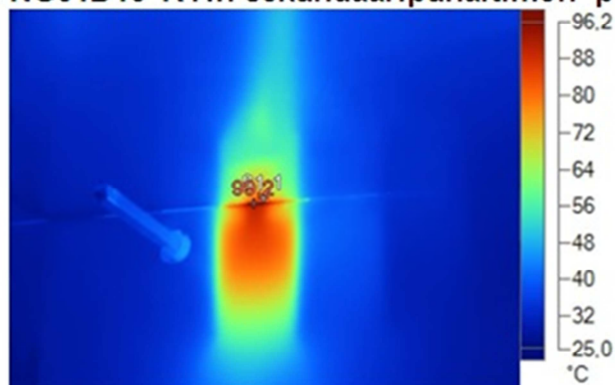
Kuva-asteikko	20,2°C ... 101,9°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.2.2016 10:02:24
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\lämpökuvat\ RT sekundääripuhallin VIKA\ IR_00310.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 250,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,14m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	37,6°C	0,95	22,0°C
Kuuma	101,9°C	0,95	22,0°C

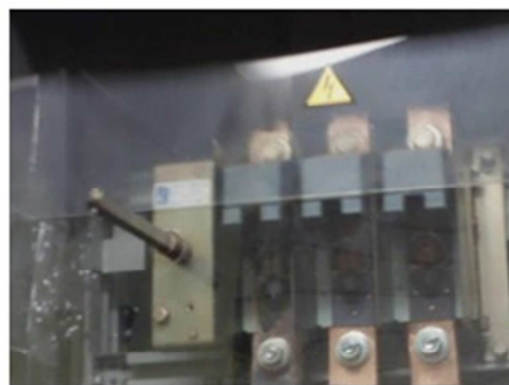
Tarkastuspäivämäärä:	15.2.2016 10:02:42	Sijainti	RT 2.krs sähkötila
Laitteet	Kuormakytkin OETL 800	Laitteiston nimi:	NG01D10 RT Kokonaissekundääripuhallin
Ympäristön ilmanlämpötila:	22 °C	Tuulen nopeus	
Kuormitus (%)	164 A	Nimelliskuorma enintään:	800 A
Poikkeava lämpötila:	99,2	Mahdollinen ongelma	Kuormakytkin viallinen
Suosittelut toimenpide	Kuormakytkimen vaihto	Korjausprioriteetti:	1 – Erittäin vakava
Emissiokerroin:	0,95	Heijastunut lämpötila:	22,0 °C
Kameran valmistaja	Fluke Thermography	Kamera:	Ti400-14120210

NG01D10 RT:n sekundääripuhallimen pääkytkin



IR_00311.IS2

Pääkytkin. Kosketussuojan takia lämpötila on virheellinen ja kuva vain suuntaa antava, mutta selvästi kuumenemisen aiheuttaa kuormakytkimen 1-vaiheen palaneet koskettimet.



Näkyvän valon kuva

Kuvan tiedot

Kuva-asteikko	25,2°C ... 99,2°C
Kameramalli	Ti400
IR-anturin koko	320 x 240
Kuvan aika	15.2.2016 10:02:42
Tiedoston sijainti	H:\JanneT\ lämpökuvat\ RT sekundääripuhallin VIKA\ IR_00311.IS2
Kalibrointialue	-20,0°C ... 250,0°C
Etäisyys kohteeseen	1,14m

Pääkuvan merkit

Nimi	Lämpötila	Emissiivisyys	Tausta
Keskipiste	81,1°C	0,95	22,0°C
Kuuma	99,2°C	0,95	22,0°C

RYHMÄ 1 - KESÄKUU - VEDENKÄSITTELY				
	TUNNUS	LAITTEISTON NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
	CA50	400V kojeisto	Rantapumppaamo	1
	DA5001	400V keskus	Rantapumppaamo	1
	CA51	400V kojeisto	Rantapumppaamo	1
	CD20	690V kojeisto vesilaitos	Vesilaitos keskushuone 1. krs	1
	DM20	690V alakeskus vesilaitos	Vesilaitos keskushuone 1. krs	1
	CD40	690V Syveppu 2 TAMU	20kV kytkinlaitoshuone (AJ01)	1
RYHMÄ 2 - ÖLJYAJOVIIKKO (ELOKUU) - APUKATTILA				
	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
	CA35	400 V kojeisto apukattila	APK 2.krs keskushuone	1
	DA3501	400V keskus	Apukattilalaitos eteläpää 2.krs	1
	CA3502	400V UPS-varmennettu keskus	Apukattilal. keskushuone 2.krs	1
	CD30	690V kojeisto apukattila	Apukattilal. keskushuone 2.krs	1
RYHMÄ 3 - SYYSKU - VALAISTUS				
VANHA TUNNUS	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
	CA88	400V valaistuskojeisto	R-katt. keskushuone	2
88B	DA8801	400V alakeskus	R-katt. 1. krs itäseinä, hissinvieressä	2
88C	DA8808	400V alakeskus	Vesiosasto 2. krs	2
88D	DA8809	400V alakeskus	R-katt. 3. krs hissinvieressä	2
88E	DA8810	400V alakeskus	Vesiosasto 5. krs itäseinä	2
88F	DA8811	400V alakeskus	Vesiosasto 6. krs	2
88G	DA8812	400V alakeskus	Vesiosasto 7. krs	2
88H	DA8802	400V alakeskus	R-katt. 1. krs öljybunkkerin vieressä	2
88I	DA8813	400V alakeskus	Kattilahuone 3. krs valvomon vieressä	2
88J	DA8814	400V alakeskus	Kattilahuone 4. krs pohjoisseinä	2
88J.A	FA8810	400V alakeskus	Vanha kuljetintunneli 4. krs	2
88K	DA8815	400V alakeskus	Kattilahuone 6. krs	2
88L	DA8803	400V alakeskus	R-katt. 1. krs itäseinä varaston puoli	2
88M	DA8818	400V alakeskus	R-katt. 2. krs itäseinä ruokalaa vastap.	2
88N	DA8816	400V alakeskus	Turbiinitali länsiseinä	2
88O	DA8804	Kaukolämpökeskus	Vanha katt.huone 1. krs keskiosa	2
88P	DA8805	400V alakeskus	Vanha katt.huone 2. krs tarviketarasto	2
88Q	FA8804	400V alakeskus	Vanha katt.huone 1.krs mek.korjaamo	2
88R	DA8806	400V alakeskus	Vanha katt.huone 1. krs mek.korjaamo	2
88S	FA8802	400V alakeskus	Vanha katt.huone 1.krs mek.korjaamo	2
88S	DA8807	400V alakeskus	Käyttöhenkilökunnan sos.tilat 3. krs	2
88T	FA8806	400V alakeskus	Vanha sosiaalitali 2. krs	2
88U	FA8805	400V alakeskus	Vanha katt.huone 1. krs mek.korjaamo	2
88V	DA8817	400V alakeskus	R-kattilan keskushuone	2
88X	FA8803	400V alakeskus	Vanha katt.huone 1. krs mek.korjaamo	2
88Y	FA8809	400V alakeskus	Tuhkatykkihuone	2
96I	FA8801	400V alakeskus	Uusi vesilaitos	2
	FA8811	400V alakeskus	Vuoromestarien toimisto 3. krs	2
	DA8819	400V Valaistuskeskus	Meesapumppaamo	2
RYHMÄ 4 - MARRASKUU - DC & VARMENNETTU JAKELU				
VANHA TUNNUS	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
86C	EA86	220V DC pääkeskus	R-katt. pohjataso varaajahuone	1
86D	EN8601	220V DC alakeskus	R-kattila 2. krs ristiytkentä	1
EN01A	EN8602	220V DC alakeskus	70 kV vanha halli eteläpää	1
86A	EU86	400V dieselvarmennettu kojeisto R-kattila	R-katt. 2.krs ristiytkentä	1
86AA	ET8601	400V dieselvarmennettu keskus	RT-katt. 5. krs vesiosasto	1
86AB	ET8602	400V dieselvarmennettu keskus R-kattila	R-katt. 2. krs ristiytkentä	1
86AC	FT8601	400V dieselvarmennettu valaistuskeskus R-katt.	R-katt. 2. krs ristiytkentä	1
86B	EW86	400V erikoisvarmennettu kojeisto R-kattila	R-katt. 2. krs ristiytkentä	1
K551	DW8601	400V erikoisvarmennettu alakeskus	TGS 2. krs Damatic- huone	1
	ED01	24V DC pääkeskus	RT-katt. pohjataso	1
	FD01	24V DC Alakeskus	RT-katt. pohjataso	1
	ED02	24V DC Pääkeskus	RT-katt. pohjataso	1
	FD02	24V DC Alakeskus	RT-katt. pohjataso	1
	EG01	220 V AKUSTO 1	R-KATT.POHJAT.AKKUHUONE	1
	EH11	24 V PLUS - AKUSTO 1	R-KATT.POHJAT.AKKUHUONE	1
	EH21	24 V PLUS - AKUSTO 2	R-KATT.POHJAT.AKKUHUONE	1
	EY65	RT DIESEL-VARAVOIMAKONE AKUSTO	R-KATTILALAITOS POHJAKERROS	1
	UX10	ESMI PALOILMOITUSKESKUS AKUSTO		1

	EK01	110 V AKUSTO 1	20kV kytkinlaitoshuone (AJ01)	1
RYHMÄ 5 - JOULUKUU - GENERAATTORIT & TAAJUUSMUUTAJAT & OMAKÄYTTÖKOJEISTOT				
	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
ZSP01	G4	Generaattori 4	Turbiinisali	1
SP10	G5	Generaattori 5	Turbiinisali	1
TAMU	2NR12D001	R Savukaasupuhallin	Vesilaitos takaseinä	1
TAMU	UN31D001	Kaukolämpöpumppu 3	Vanha venttiilikeskus	1
TAMU	UZ04D002	Mekaanisen veden pumppu 1 ja 2	Vesilaitos takaseinä	1
TAMU	NR10D10	RT Savukaasupuhallin 1	RT 2 krs.	1
TAMU	NG01D10	RT kokonais-sekundääri-puhallin	RT 2 krs.	1
TAMU	NR20D10	RT Savukaasupuhallin 2	DM63	1
TAMU	NG89D10-U1	RT LEIJUPUHALLIN	DM63	1
TAMU	PK22D001	Ruuvipurkain	CD10	1
	CD69	690V kojeisto kaukolämpöpumppu 4	R-katt. 1.krs muuntajahuone	1
89A	CH89	500V omakäyttökojeisto R-kattila	R-katt. keskushuone	1
	CH90	500V omakäyttökojeisto R-kattila	R-katt. keskushuone	1
	CD63	690V omakäyttökojeisto RT-kattila	RT-katt. Keskushuone pohjataso	1
64A	CH64	500V omakäyttökojeisto RT-kattila	RT-katt. 2.krs keskushuone	1
65A	CA65	400V omakäyttökojeisto RT-kattila	RT-katt. 2.krs keskushuone	1
RYHMÄ 6 - TAMMIKUU - OMAKÄYTTÖKESKUKSET				
VANHA TUNNUS	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
	DM70	690V kojeisto	R-katt. 2.krs ristikytkentä	2
90E	DH8902	500V omakäyttökeskus R-kattila	R-katt. 4. krs itäseinä	2
90F	DH8903	500V omakäyttökeskus R-kattila	R-katt. 1. krs itäseinä verstaan puoli	2
90G	DH8904	500V omakäyttökeskus R-kattila	R-katt. 2. krs ristikytkentähuone	2
90H	FH8901	500V omakäyttökeskus R-kattila	Vesiosasto 5. krs länsiseinä	2
90J	DH8905	500V Alakeskus	R-katt. 2. krs ristikytkentähuone	2
90K	DH8906	500V omakäyttökeskus R-kattila	R-katt. 2. krs ristikytkentähuone	2
90T	DH8907	500V Sprinkler keskus	Sprinklerpumppaamo	2
				2
63B	DM6302	690V alakeskus	RT-katt. 2. krs länsiseinä	2
63C	DM6303	690V alakeskus	RT-katt. 2. krs länsiseinä	2
				2
64AC	FV6401	500V venttiilikeskus R- kattila	R-katt. 2. krs ristikytkentä	2
64B	DH6401	500V sähkösuodin RT-kattila	RT-katt. 9. krs länsiseinä	2
64C	DH6402	500V RT- sähkösuodin apulaitteet	RT-katt. 9. krs itäseinä	2
64D	DH6403	500V ilmastointikeskus RT-kattila	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
64H	DH6404	500V omakäyttökeskus RT-kattila	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
64K	DH6405	500V ilmastointikeskus RT-kattila	RT-katt. 9. krs eteläseinä	2
64M	DH6407	500V ilmastointikeskus RT-kattila	RT-katt. 6. krs itäseinä	2
64S	EV6401	500V dieselvarmennettu venttiilikesk.	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
DH	DH6410	500V omakäyttökeskus turbiini 5	70 kV vanha halli eteläpää	2
				2
				2
65AB	ET6501	400V dieselvarmennettu keskus RT-kattila	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
65AD	FT6502	400V dieselvarmennettu keskus	Turveasema kairat. eteläpää	2
65C	DU6502	400V valaistuskeskus RT- kattila	RT-katt. 6. krs itäseinä	2
65D	DU6503	400V valaistuskeskus RT-kattila	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
65E	FT6503	400V dieselvarmennettu valaistuskeskus	RT-katt. 3. krs valvomon käytävä	2
65F	DU6511	400V valaistuskeskus	Turveasema	2
65I	DU6509	400V omakäyttökeskus	RT-katt. 1. krs itäseinä	2
65J	DU6510	400V valaistuskeskus	RT-katt. 6. krs itäseinä	2
65K	FU6501	400V valaistuskeskus RT-kattila	RT-katt. 9 krs eteläseinä	2
65L	FU6503	400V alakeskus	Turveasema	2
65M	DU6507	400V LVI-keskus	RT-katt. 6. krs itäseinä	2
65M	FU6540	400V alakeskus	Kuljetintunneli 4. krs	2
65N	DU6512	400V omakäyttökeskus RT-kattila	R-katt. 4. krs itäseinä	2
95L	FU6554	400V alakeskus	Polttoöljypumppaamo	2
97C	FU6518	400V alakeskus	2.krs laboratorio	2
97D	FU6519	400V alakeskus	2.krs ilmastointikonehuone	2
97E	FU6520	400V alakeskus	2.krs ilmastointikonehuone	2
97F	FU6523	400V alakeskus	Sprinklerpumppaamo	2
99M	FU6541	400V alakeskus	70 kV vanha halli eteläpää	2
DD01	DU6515	400V omakäyttökeskus turbiini 5	70 kV vanha halli eteläpää	2
EW01	FT6504	400V dieselvarmennettu keskus turbiini 5	70 kV vanha halli eteläpää	2
KSS2	FT6505	400V dieselvarmennettu alakeskus	TGS 2. krs Damatic- huone	2
RK2	DU6514	Valaistuskeskus	Vastaanottoasema alakerta	2
	DU6504	400V alakeskus	R-katt. 1. krs polttoöljyhuone	2
	FU6542	400V alakeskus	Kilpikonna	2
RYHMÄ 7 - HELMIKUU - MOOTTORIT				
JÄNNITE (V)	TUNNUS	NIMI	TEHO (kW)	KUVAUSVÄLI (v)

3kV	2NG01D010	R-kokonaiskondääripuhallin	350	1
3kV	2NG89D10	R-leijuilmapuhallin	355	1
500	2NR12D001	R savukaasupuhallin	673	1
500	2NX16D001	R syöttöruuvi etu 1	22	1
500	2NX17D001	R syöttöruuvi etu 2	22	1
500	2NX18D001	R syöttöruuvi taka 1	22	1
500	2NX19D001	R syöttöruuvi taka 2	22	1
500	2NX24D001	R sulkusyötin taka	22	1
500	2NX28D001	R sulkusyötin etu	22	1
690	2RM10D001	Lauhdepumppu 1	75	1
500	2RM12D001	Lauhdepumppu 3	75	1
500	NG02D001	RT-kokonaiskondääripuhallin	500	1
690	NG89D001	RT-leijuilmapuhallin	560	1
500	NR10D001	RT-savukaasupuhallin 1	500	1
500	NR12D01	RT-kiertokaasupuhallin	55	1
690	NR20D001	RT-savukaasupuhallin 2	627	1
500	NX12D020	RT syöttöruuvi vasen etu 1	22	1
500	NX12D030	RT syöttöruuvi vasen etu 2	22	1
500	NX13D020	RT syöttöruuvi vasen taka 1	22	1
500	NX13D030	RT syöttöruuvi vasen taka 2	22	1
500	NX16D10	RT sulkusyötin vasen etu	22	1
500	NX17D10	RT sulkusyötin vasen taka	22	1
500	NX22D20	RT syöttöruuvi oikea etu 1	22	1
500	NX22D30	RT syöttöruuvi oikea etu 2	22	1
500	NX23D20	RT syöttöruuvi oikea taka 1	22	1
500	NX23D30	RT syöttöruuvi oikea taka 2	22	1
690	NX45D001	RT purkausruuvi	37	1
690	PJ12D001	Purkauskuljetin	22	1
690	PJ20D001	Magneetin matto	7,5	1
690	PJ24D001	Murskain	90	1
690	PJ26D001	Kolakuljetin	75	1
690	PK05D001	Turpeen purkuruuvi	132	1
690	PJ32D001	Kuljetin puusiiloon	22	1
400	PJ33D001	Seikun kuljetin	22	1
690	PK20D001	Kairatunnelin matto	5,5	1
690	PK22D001	Puun purkuruuvi	250	1
690	PK24D001	Kolakuljetin	22	1
500	PK30D001	Nousukuljetin	18,5	1
500	PK60D001	Kolakuljetin	50	1
500	PK80D003	Tankopurkain etu öljykoneikko	45	1
500	PK80D004	Tankopurkain taka öljykoneikko	45	1
3kV	RL05D005	Syöttövesipumppu 1	810	1
690	RL08D001	Syöttövesipumppu 2	1100	1
500	RM01D001	TG5 lauhdepumppu 1	90	1
500	RM02D001	TG5 lauhdepumppu 2	90	1
690	UK03D001	Saostetun veden pumppu 1	55	1
690	UK03D002	Saostetun veden pumppu 2	55	1
690	UN04D001	Kaukolämpöpumppu 4	560	1
690	UN05D001	Kaukolämpöpumppu 5	560	1
690	UN08D001	Seikun kiertovesipumppu 1	90	1
690	UN08D002	Seikun kiertovesipumppu 2	90	1
690	UN31D001	Kaukolämpöpumppu 3	500	1
400	UZ01D001	Raakavesipumppu 1	50	1
400	UZ01D002	Raakavesipumppu 2	50	1
400	UZ01D003	Raakavesipumppu 3		1
500	UZ04D001	Mekaanisestipuhd.veden pumppu 1	160	1
500	UZ04D002	Mekaanisestipuhd.veden pumppu 2	160	1
690	UZ04D003	Mekaanisestipuhd.veden pumppu 3	55	1
500	UZ15D001	Vanha pesurin pumppu	75	1
500	VF80D001	Apujäähd. jäähdytysvesipumppu	90	1
500	VG01D001	Sis.jäähdytyskierto.kiertovesipumppu1	55	1
500	VG02D001	Sis.jäähdytyskierto.kiertovesipumppu2	55	1

RYHMÄ 8 - MAALISKUU - MUUNTAJAT & 20kV KOJEISTOT

	TUNNUS	NIMI	SIJAINTI	KUVAUSVÄLI (v)
	AT	Suurjännitemuuntajat		
	AT01	5-generaattorin blokkimuuntaja 110/10,5 kV	Muuntajaselli perustaso	1
	AT02	4-generaattorin blokkimuuntaja 20/10,5 kV	Muuntajaselli perustaso	1
Laskutus PESV:lle	AT03	Päämuuntaja 110/20 kV	110 kV kytkinkenttä	1
	BT	Suurjännite haara- ja käynnistysmuuntajat		
	BT01	Omakäyttömuuntaja 1 10,5/3 kV	Muuntajaselli perustaso	1
	BT02	Omakäyttömuuntaja 2 20/3 kV	Muuntajaselli perustaso	1

	CT	Alle 1 kV omakäyttömuuntajat		
	CT10	PA-käsittely omakäyttömuuntaja 690 V	Muuntajahuone	1
	CT20	Vesilaitoksen omakäyttömuuntaja 690 V	Vesilaitos 1. krs	1
	CT30	Apukattilan omakäyttömuuntaja 690V	Apukattila alakerta	1
	CT35	Apukattilan omakäyttömuuntaja 400V	Apukattila alakerta	1
	CT40	Syvepumppu 2 omakäyttömuuntaja 690 V	Vanha 70 kV halli	1
	CT50	Rantapumppaamo omakäyttömuuntaja 400 V	Rantapumppaamo kojeistohuone	1
	CT51	Rantapumppaamo omakäyttömuuntaja 400 V	Rantapump. 20kV kojeistohuone	1
	CT63	RT-kattilan omakäyttömuuntaja 690 V	RT-katt. muuntajahuone	1
	CT64	RT-kattilan omakäyttömuuntaja 500 V	RT-katt. muuntajahuone	1
	CT65	RT-kattila dieselvarm. omakäyttömuuntaja 400 V	RT-katt. muuntajahuone	1
	CT66	500 V/400 V välimuuntaja RT-kattila	RT-katt. kojeistohuone pohjataso	1
	CT69	Kaukolämpöpumpun omakäyttömuuntaja 690V	R-katt. muuntajahuone 1.krs	1
	CT90	R-kattilan omakäyttömuuntaja 500 V	R-katt. muuntajahuone 1.krs	1
	AJ	Suurjännitejakelu 20 kV		
	AJ01	20 kV kojeisto 1	20 kV kytkinl. huone	1
	AJ11	20 kV kojeisto 11	R-katt. muuntajahuone CT90	1
	AJ12	20 kV kojeisto 12	BT02 muuntajaselli	1
	AJ13	20 kV kojeisto 13	Polttoaineen vastaanotto	1
	AJ15	20 kV kojeisto 15	TG4 1.krs	1
	AJ16	20 kV kojeisto 16	Apukattilan alakerta	1
	Y1005	20 kV kojeisto	Rantapump. 20kV kojeistohuone	1
	Y1005.1	20 kV kojeisto	Rantapump. 20kV kojeistohuone	1

Yht. 206 kohdetta