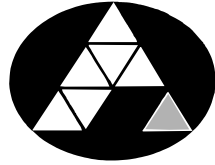


POHJOIS-KARJALA N AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Petri Saarinen

KAUKOLÄMPÖLAITOKSEN
SÄHKÖKUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Opinnäytetyö
Lokakuu 2011



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2011
Sähkötekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6906

Tekijä
Petri Saarinen

Nimeke
Kaukolämpölaitoksen sähkökunnossapitosuunnitelma

Toimeksiantaja
Fortum Power and Heat Oyj / Heat Joensuu

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä sähkökunnossapitosuunnitelma Fortumin omistamalle Käpykankaan kaukolämpölaitokselle Joensuuhun. Kaukolämpölaitoksella on ollut säännöllistä kunnossapitoa, mutta ei sähkökunnossapitosuunnitelmaa, joten opinnäytetyöllä huolloista saatiin tarkempia ja säännöllisesti toistuvia.

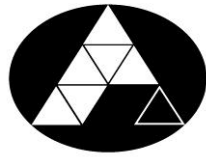
Sähkökunnossapitosuunnitelman laadinnassa täytyi ottaa huomioon sähkölain ja sähköturvallisuusmääräysten antamat määräykset. Turvavalaisin järjestelmän huoltosuunnitelmat toteutettiin sähköturvallisuusohjeiden mukaan. Muissa tapauksissa viranomaisten antamat huoltojen aikavälit olivat liian pitkiä, eivätkä soveltuneet sähkökunnossapitosuunnitelman laadintaan.

Työ toteutettiin keräämällä tiedot lämpökeskuksen kaikista sähkölaitteista. Sähkölaitteet listattiin Excel taulukkoon, jossa näkyi laitteiden nimi, huoltosuunnitelma, huollon aikaväli sekä laitetunnukset. Excel taulukko-ohjelmasta tiedot siirrettiin suoraan Fortumin omaan kunnossapito-ohjelmaan Maximoon.

Kieli
suomi

Sivuja 30
Liitteet 5
Liitesivumäärä 15

Asiasanat
sähkökunnossapitosuunnitelma, sähkölaki, turvavalaisin, kaukolämpökeskus



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
October 2011
Degree programme in Electrical Engineering

Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
tel.+358 (0)13 260 6906

Author
Petri Saarinen

Title
electrical maintenance plan for heating station

Commissioned by
Fortum Power and Heat Oy Joensuu

Abstract

The aim was to make electrical maintenance plan owned by Fortum Käpykangas district center in Joensuu. District heating plant has been a regular maintenance, but not via a maintenance plan, so the thesis work was detailed and serviced regularly repeated.

Electrical Maintenance This plan had to take into account the Law on electricity and electrical safety guidance. Emergency lighting system maintenance plans was carried out for electrical safety instructions. In other cases, the authorities provided by the maintenance intervals were too long, and unsuitable for electrical maintenance plan.

Work carried out by collecting information on all heating and electrical appliances. Electrical equipment was listed in the table of Excel, which was reflected in the name of the equipment, maintenance plan, maintenance intervals and device IDs. Excel spreadsheet program, data was transferred directly to Fortum's own maintenance program.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 5
Pages of Appendices 15

Keywords
electrical maintenance plan, Electricity Act, security lighting, central heating

Sisältö

1	JOHDANTO	5
2	KUNNOSSAPITO	7
2.1	Kunnossapidon määritelmä	7
2.2	Kunnossapitolajit.....	7
2.3	Sähkökunnossapito	8
2.3.1	Sähkökunnossapidon viranomaismääräykset.....	9
3	LÄMPÖKESKUS.....	10
3.1	Kaukolämmön valmistusprosessi.....	10
3.2	Käpykankaan kaukolämpölaitos	11
4	KÄPYKANKAAN LÄMPÖKESKUKSEN SÄHKÖVERKKO	12
5	KÄPYKANKAAN Kaukolämpölaitoksen KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA	13
5.1	Sähkömoottoreiden huolto	14
5.1.1	Värähtelymittaukset	15
5.2	Sähkötilat ja sähkökeskukset.....	15
5.3	Taajuusmuuttajat.....	16
5.4	Kondensaattoripariston huolto	16
5.4.1	Kondensaattoripariston mittaukset.....	17
5.5	Akkujen huolto	18
5.6	Yleisen valaisinjärjestelmän huolto	18
5.6.1	Valaistusvoimakkuutta pienentävät tekijät.....	18
5.6.2	Valaisimien tarkastus- ja vaihtoväli	19
5.6.3	Valaisimen puhdistus- ja huoltotoimenpiteet	20
5.7	Merkki - ja turvavalaisusjärjestelmän huolto	21
5.8	Muuntajan huolto	23
5.9	Lämpökuvaus	24
5.9.1	Lämpökuvaus Käpykankaan kaukolämpölaitoksella.....	25
5.10	Muut huoltokohteet	26
6	LAITETUNNUKSET	26
7	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET.....	29

LIITTEET

Liite 1	Joensuun kaukolämpökartta
Liite 2	Käpykankaan kattila yhden periaatekaavio
Liite 3	Käpykankaan kattila kahden periaatekaavio
Liite 4	Käpykankaan lämpökeskuksen sähkökunnossapitosuunnitelma
Liite 5	Käpykankaan kaukolämpölaitoksen ennakkohuoltosuunnitelman reittipysähdykset

1 JOHDANTO

Opinnäytetyn tarkoituksena oli tehdä sähkökunnossapitosuunnitelma Fortumin omistamalle Käpykankaan kaukolämpölaitokselle, joka tuottaa kaukolämpöä Joensuun kaukolämpöverkkoon. Kunnossapitosuunnitelma laadittiin Excel-taulukko-ohjelmalle, josta se pystyttiin siirtämään suoraan Fortumin omaan kunnossapito-ohjelmistoon Maximoon.

Sähkökunnossapitosuunnitelma tehtiin sähkölain ja sähköturvallisuusmääräysten mukaisesti. Turvavalaistuksen ja vikavirtasuojien huoltosuunnitelmien teossa noudatettiin tarkasti viranomaisten antamia ohjeita. Muissa sähkölaitteissa viranomaisten antamat huoltojen aikavälit olisivat olleet liian pitkiä, eivätkä olisi soveltuneet kunnolla teollisuuskiinteistön sähkökunnossapitoon.

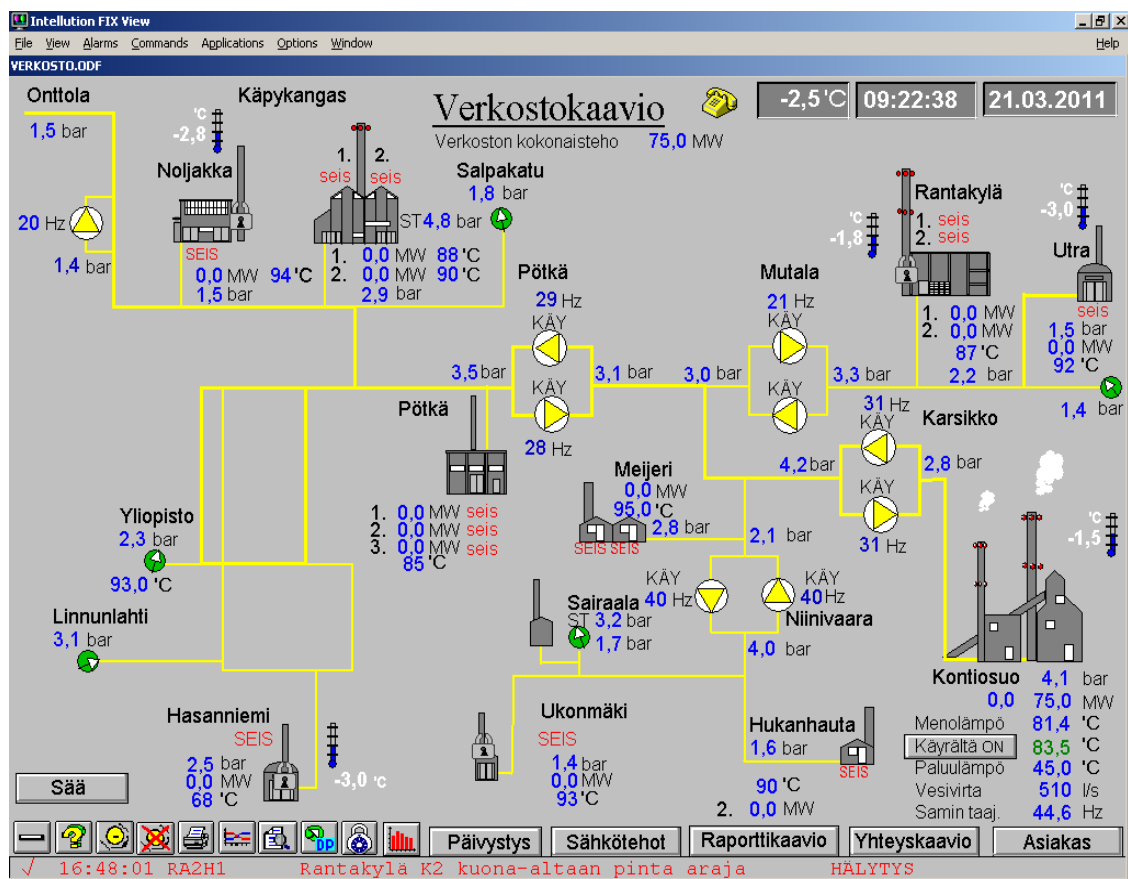
Kunnossapitosuunnitelma sisältää kaikki kaukolämpölaitoksella olevat sähkölaitteet paitsi päämuuntajan ja räjähdysvaarallisten tilojen laitteet, joiden kunnossapitosuunnitelmat on laadittu jo aiemmin. Työssä jokainen sähkölaite käytiin läpi ja jokaiselle laitteelle tehtiin oma huolto-ohjelma, josta ilmenee huollon toimenpiteet, huollon aikavälit sekä laitetunnukset.

Toimeksiantajana tälle työlle oli Fortum Power and Heat Oy, joka on yksi Pohjoismaiden suurimmista energia-alan yhtiöistä. Fortum Power and Heat Oy tuottaa sähköä, lämpöä, höyryä ja kylmää. Joensuun Kontiosuolla sijaitseva voimalaitos tuottaa noin 90 % Joensuun seudun kaukolämmöstä. Loput kaukolämmöstä tuotetaan eri puolilla Joensuuta sijaitsevilla lämpökeskuksissa, joita on yhteensä kymmenen. Kontiosuon voimalaitoksen kaukolämpöteho on 110 megawattia ja lämpökeskusten yhteinen teho on noin 218 megawattia. (Sähkön ja lämmön yhteistuotanto Suomessa, 2011.)

Käpykankaan kaukolämpölaitos on yksi kymmenestä Joensuun kaupungilla sijaitsevasta lämpölaitoksesta. Laitoksessa on kaksi 40 megawatin raskasöljykattilaa, jotka toimivat kaukokäytöllä tai paikallisohjauksella. Niiden

kauko-ohjaus sijaitsee Kontiosuon voimalaitoksella. Laitos on yleensä käytössä vain talvella huippukuormien aikaan ja Kontiosuon voimalaitoksen häiriötilanteiden aikana, joten kunnossapitosuunnitelmassa täytyi ottaa huomioon sähkölaitteiden vähäiset vuosittaiset käyttömäärät. Toisaalta laitteiden täytyy olla kunnossa juuri silloin, kun laitosta tarvitaan lämmön tuottamiseen.

Kuvassa 1 nähdään Joensuun kaupungin kaukolämpöverkon verkostokaavio, jossa on kaikki kaupungilla olevat lämpölaitokset ja kaukolämpöpumppaamot. Kuvan oikeassa alalaidassa näkyvä Kontiosuon voimalaitos on kaupungin pääasiallinen kaukolämmön tuottaja.



Kuva 1. Verkostokaavio kuva Joensuun kaukolämpöverkon rakenteesta. (Fortumin Joensuun kaukolämpöverkon ohjausohjelmisto, 2011.)

2 KUNNOSSAPITO

2.1 Kunnossapidon määritelmä

Nykykäsityksen mukaan kunnossapidon ensisijainen tarkoitus on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Standardi PSK 6201 määrittää kunnossapidon seuraavasti:

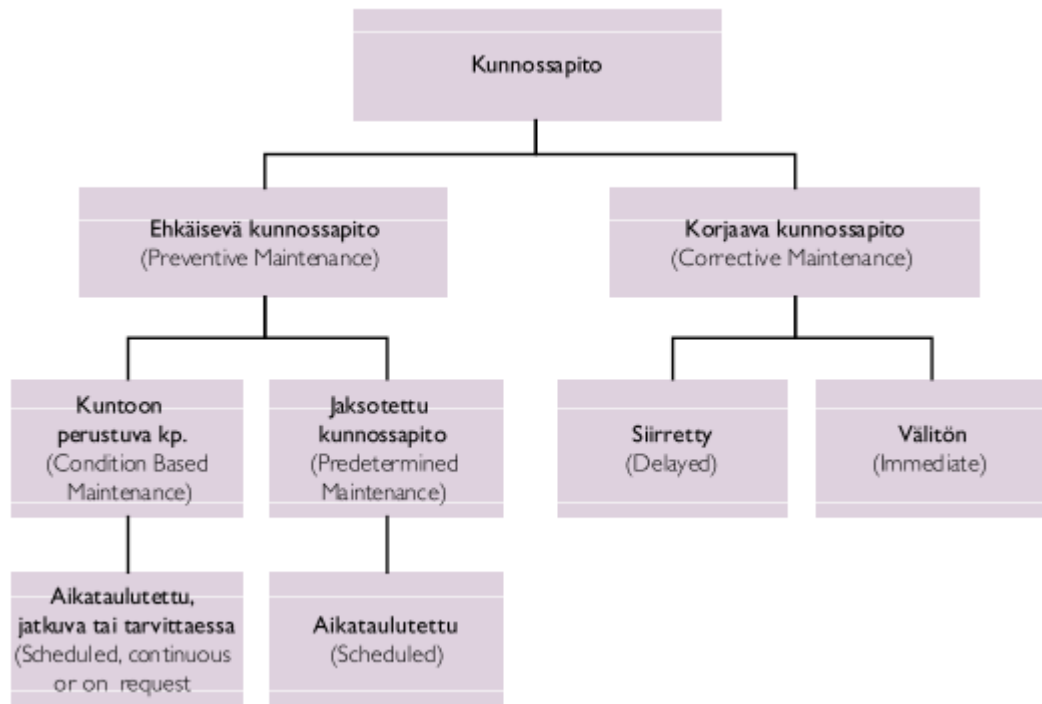
”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

Kunnossapidossa tehdään toistuvien aikavälein huolto- ja korjaustöitä, joilla pyritään pitämään kunnossapidon kohde lähes alkuperäisessä tilassa. (Mikkonen 2009, 25–26.)

2.2 Kunnossapitolajit

Kansainvälisen standardin, SFS-EN 13306:n mukaan kunnossapito voidaan jakaa ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevässä kunnossapidossa huollot tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoitteena on vähentää laitteen rikkoontuminen tai toimintakyvyn heikkeneminen. Korjaavassa kunnossapidossa laite korjataan heti vian ilmettyä ja tavoitteena on palauttaa laite toimintakuntoon. (Mikkonen 2009, 98–99.)

Kuvan 2 kaaviosta näkyy kunnossapidon lajit. Opinnäytetyö keskittyy ehkäisevään kunnossapitoon ja sen lajeihin.



Kuva 2. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306).

2.3 Sähkökunnossapito

Sähkökunnossapidolla niin kuin muullakin kunnossapidolla pyritään pitämään laitteistot käyttökunnossa ja turvallisena. Sähkölaitteistojen kuntoa ja turvallisuutta pitää tarkkailla säännöllisesti ja mahdolliset puutteet pitää korjata. Kiinteistöjen sähkölaitteistoille täytyy tehdä määräaikaistarkastuksia. Tarkastukset eivät koske asuinrakennuksia. Sähköturvallisuuslaki määrää, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on tehtävä ennakolta kunnossapitosuunnitelma. (Tukes 2011) Taulukko 1:ssä nähdään laitteistoluokkiin 3 ja 2 kuuluvat laitteistot.

Taulukko 1. Sähkökunnossapidon laitteistoluokat 3 ja 2 (Tukes 2011).

Laitteistoluokka	Laitteisto
Luokka 3	<ul style="list-style-type: none"> • kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat • lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla

	<ul style="list-style-type: none"> • verkkoyhtiöiden sähköverkot
Luokka 2	<ul style="list-style-type: none"> • yli 1000 V osia sisältävät sähkölaitteistot rakennuksissa tai rakennusten ulkopuolella (suurjänniteliittyjät) ja teholtaan yli 1600 kVA:n pienjänniteliittyjät • lääkintätilat leikkaussaleja sisältämättömissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla

Kiinteistön sähköjärjestelmät ja laitteet voidaan jakaa pääpiirteittäin toiminnan perusteella seuraaviin osiin:

- tehomuuntajat
- katkaisijat
- sähkötilat ja kojeistot
- relesuojaus
- sähkömoottorit
- rakennussähköistys kuten valaistus ja huoltosähköverkko
- akut ja varavoima
- sähkölaitteistot kuten hissit, nosto-ovet ja nosturit (Etto J, 2003).

2.3.1 Sähkökunnossapidon viranomaismääräykset

Säköturvallisuuslaki määrää, että sähkölaitteiston haltijan on tarkkailtava sähkölaitteiston kuntoa ja turvallisuutta. Havaitut puutteet ja viat pitää korjata mahdollisimman nopeasti.

Kauppa ja teollisuusministeriön asettama päätös sähkölaitteiden käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 11. § antaa seuraavanlaisen määräyksen sähkölaitteistojen huolloista:

”Sähkölaitteiston suoja, -turva- ja vastaavien järjestelmien määräväleihin tehtävää huoltoa vaativien laitteistojen osia varten on laadittava ennalta huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Jos tällaisia huollettavia laitteiston osia on enintään 1000 voltin nimellisjännitteisen liittymän sähkölaitteistossa vain muutama, voidaan erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma korvata laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeilla.” (517/1996, 11§.)

Viranomaismääräykset eivät anna kunnossapitosuunnitelman tekoon kovin tarkkoja laitekohtaisia määräyksiä ja ohjeita. Myös huoltojen aikavälit tulevat olemaan viranomaismäärityksiä lyhyempiä, joten määräyksistä ei ole suurta apua lämpölaitoksen sähkökunnossapitosuunnitelman laadinnassa. Viranomaismäärityksiä noudatettiin suoja- ja turvavalaisinjärjestelmien huolloissa, joissa viranomaismääritykset olivat tarpeeksi tarkkoja ja huoltojen aikavälit tarpeeksi lyhyitä. Muissa huoltokohteissa huoltojen aikavälit suunniteltiin Fortumin Joensuun voimalaitoksen sähkötöidenjohtaja Arsi Näkin kanssa.

3 LÄMPÖKESKUS

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto ja suurissa kaupungeissa sen markkinaosuus on yli 90 prosenttia. Kaukolämpöä tuotetaan joko sähköntuotannon yhteydessä vastapainevoimalaitoksella tai pelkkää kaukolämpöä tuottavissa lämpökeskuksissa. Lämpökeskusten polttoaineina käytetään puupohjaisia polttoaineita, turvetta, öljyä, kivihiltä tai maakaasua. (Energiateollisuus 2011.)

3.1 Kaukolämmön valmistusprosessi

Lämpökeskuksessa käytettävä polttoaine kuljetetaan lämpökeskuksessa olevan kattilan palotilaan, jossa polttoaine palaessaan lämmittää kattilassa kiertävän veden. Veteen varastoitunut lämpöenergia siirretään kaukolämmönvaihtimilla

kaukolämpöverkossa kiertävään kaukolämpövedeen. Kaukolämpövesi kierrätetään kaukolämpöverkossa kaukolämpöpumpuilla. Kiertävä kaukolämpövesi lämmittää puolestaan muun muassa kiinteistöjä ja käyttövettä.

Kaukolämpöasiakkaiden lämmönsiirtimistä palaava kaukolämpövesi lämmittää käyttöveden lämmönsiirtimen välisyötön avulla. Tämän jälkeen kaukolämpövesi palaa takaisin kaukolämpökeskukselle uudelleen lämmitettäväksi. Kaukolämpökeskukselta lähtevän veden lämpötila on n. 75–115 °C ulkoilman lämpötilasta riippuen ja paluuvesi on n. 40–50 °C.

3.2 Käpykankaan kaukolämpölaitos

”Käpykankaan kaukolämpölaitos on tärkein eli kriittisin korvaava varalämpölaitos” (Kaakinen J 2002, 9). Laitos ja sen laajennusosat on rakennettu vuosien 1983 - 89 aikana. 40 megawatin ykköskattila k1 valmistui vuonna 1983 ja 40 megawatin kakkoskattila k2 valmistui vuonna 1989 (Kaakinen J 2002, 9). Laitos jakautuu kolmeen eri kerrokseen ja tasoon kattilahallin puolella ja kahteen kerrokseen valvomo- ja sosiaalitilojen puolella.

Käpykankaan kattila k1 on alhaalta tuettu höyrylieriöllä varustettu vesiputkikattila, joka on lämmönvaihtimen avulla kytketty kaukolämpöverkkoon. Kattila k2 on yhdistetty vesiputki-tuliputkikattila, jota voidaan käyttää lämmin- tai kuumavesikattilana. Molempien kattiloiden tehoalueet ovat 8–40 MW ja kummatkin toimivat raskaalla polttoöljyllä (Kaakinen J 2002, 12). Kattilan k1 ja k2 periaatekaaviot löytyvät liitteistä kaksi ja kolme.

Käpykankaan lämpölaitos ei ole jatkuvassa käytössä, vaan se on varalämpölaitoksena. Talvisin kaukolämmön huippukuormien aikaan laitos on yleensä toiminnassa. Kesäisin, kun Joensuun voimalaitos on huoltoseisokissa, ajetaan Käpykankaan kaukolämpökeskusta tarpeen mukaan, kuitenkin melko

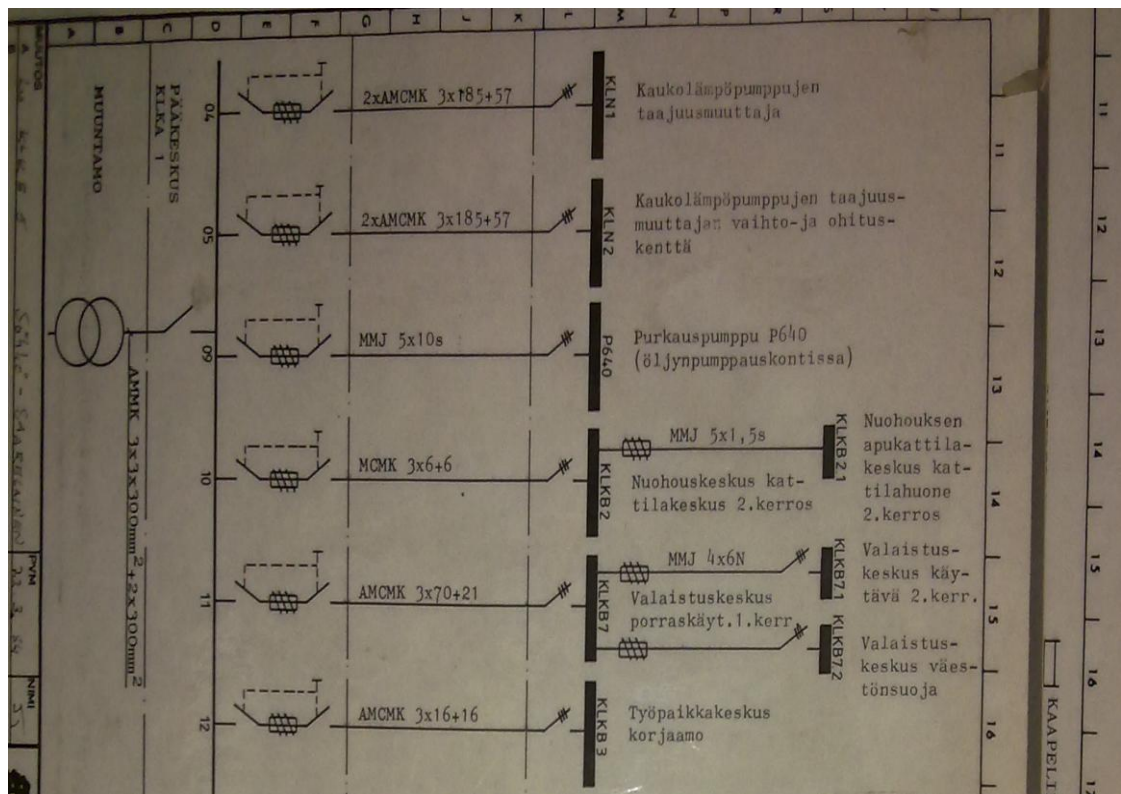
harvoin. Laitosta voidaan ajaa myös silloin, kun Kontiosuon voimalaitos on häiriötilanteessa.

Käpykankaan kaukolämpölaitoksella pyritään pitämään huoltoseisokki, jolloin kunnossapitotyöt pääosin tehdään. Laitoksen vuosihuoltotyöt tehdään käytön ulkopuolella, mutta kuitenkin mahdollisimman nopeasti jatkuvan käyttövalmiuden saavuttamiseksi.

4 KÄPYKANKAAN LÄMPÖKESKUKSEN SÄHKÖVERKKO

Käpykankaan kaukolämpölaitokselle sähkö tulee 20 kv:n sähkölinjaa pitkin muuntajalle, jossa jännite muunnetaan 400 volttiin. Muuntajalta sähkö menee kahdelle sähköpääkeskukselle, joista sähkö lähtee lämpökeskuksen eri laitteille. Käpykankaan kaukolämpölaitoksen sähköverkon rakenne on melko yksinkertainen, eikä siellä ole teollisuuskiinteistöille tyypillistä kytkinsaleja, ja muuntajakin on vain yksi. Loistehon kompensointi toteutetaan sähköpääkeskuksissa sijaitsevilla Norelcon estokelaparistoilla.

Kuvassa 3 nähdään osa Käpykankaan kaukolämpölaitoksen sähköpääkeskus 1:n sähkökaaviosta. Kuvasta nähdään, kuinka sähkösyöttö tulee suoraan muuntajalta pääkeskus yhden katkaisijalle ja lähtee siitä eri alakeskuksille.



Kuva 3. Sähköpääkeskus yhden sähkökaavio.

5 KÄPYKANKAAN KAUKOLÄMPÖLAITOKSEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAN LAADINTA

Sähkökunnossapitosuunnitelman tekeminen aloitettiin tutustumalla Käpykankaan kaukolämpölaitokseen ja sen eri tiloihin. Kun kaukolämpölaitos tuli tutuksi ja siellä liikkuminen oli helppoa, aloitettiin sähkölaitteiden listaaminen ylös. Kaukolämpölaitoksen jokainen sähkölaitte merkattiin ylös. Kattila k1 ja k2 sähkölaitteet merkattiin erikseen. Listaamisessa erilaiset sähkölaitteet merkattiin omiin ryhmiin, esimerkiksi sähkömoottorit olivat yksi ryhmä ja taajuussuuntajat yksi ryhmä.

Kun jokainen sähkölaitte oli merkattu paperille ylös, siirrettiin tiedot Excel-tilukoon. Excel-tilukossa tehtiin kaksi eri sivua. Ensimmäiselle sivulle tehtiin ennakkohuoltosuunnitelmat, joihin merkattiin jokainen sähkölaiteryhmä sekä

huoltojen aikavälit ja huollon pintapuolinen kuvaus. Taulukosta ilmenee myös tuleeko laitteen olla pysähdyksissä vai käynnissä huollon aikana sekä seisokin tyyppi, josta ilmenee voiko huollon suorittaa laitoksen ollessa käyntitilassa. Toiselle sivulle tehtiin ennakkohuoltojen reittipysähdykset, joista löytyvät sähkölaiteryhmien eri sähkölaitteet sekä laitteiden tarkat huoltokuvaukset. Taulukosta löytyvät myös laitteiden laitetunnukset laitteille, joilla semmoinen on sekä laitteiden prosessipaikka. Liitteessä neljä näkyy ennakkohuoltosuunnitelma ja liitteessä viisi ennakkohuoltojen reittipysähdykset.

Huoltojen suunnittelu tapahtui sähköturvallisuuslakien ja määräyksien mukaan. KTM:n 517/1996 sähkölaissa huoltojen aikavälit ovat liian pitkiä teollisuuskiinteistön sähkökunnossapidolle, joten huoltoaikavälit ovat huoltosuunnitelmassa lyhyempiä kuin lain määräämät aikavälit. Turvavalistus ja muiden turvalaitteiden huolloissa ja koekäytöissä noudatetaan tarkasti laissa olevia määräyksiä.

5.1 Sähkömoottoreiden huolto

Sähkömoottoreilla on suuri merkitys Käpykankaan kaukolämpölaitoksen toimintaan. Kaikki tärkeät pumput ja tuulettimet toimivat siellä sähkökäyttöisillä oikosulkumoottoreilla. Myös kattilan nuohoimet ja monet venttiilit toimivat sähkömoottoreilla. Sähkömoottoreiden oikea toiminta on tärkeä osa tuotannon toimivuutta, ja siksi sähkömoottoreiden huolto ja huollonsuunnittelu on syytä tehdä hyvin. Käpykankaan kaukolämpölaitoksella huollot kannattaa tehdä keväisin tai syksyisin, koska silloin kaukolämpökuormat ovat pieniä ja Kontiosuon voimalaitos ei ole silloin huollossa.

Sähkömoottori on oikein hoidettuna pitkäikäinen ja sen käyttöikä on noin 30 vuotta. Sähkömoottorin suurin hajoamisen syy on yllämpö, joten on tärkeää, että moottorin jäähdytysrivat pidetään puhtaina ja tuuletusroottorien kunto tarkastetaan määräajoin. Moottorin yllämpö aiheuttaa ongelmia eristysaineille ja laakerin voitelulle. (Randell & Kujala 2010, 46–47.) Käpykankaan

kaukolämpölaitoksella sähkömoottoreiden huollossa moottorien jäähdytysrivat ja tuuletusrootorit puhdistetaan liasta, kaapeleiden liitännät tarkastetaan sekä samassa huollossa tarkastetaan myös turvakytkimen toiminta.

5.1.1 Värähtelymittaukset

Värähtelymittauksella voidaan löytää sähkömoottorista monia vikoja, joita ei voida havaita aistinvaraisesti. Värähtelymittauksella havaittuja vikoja ovat mekaaninen epätasapaino, linjausviat, laakeriviat ja erilaiset sähköiset viat. Mittaukset suoritetaan siirtymä-, nopeus tai kiihtyvyyssantureilla, jotka voivat olla sijoitettu paikalleen kiinteästi, tai antureiden mittauspisteet on selvästi merkitty, kun mittaus tehdään kannettavalla mittalaitteella. (Randell & Kujala, 46–47.)

Värähtelymittauksella on hyvä selvittää sähkömoottoreiden vikoja ennen kuin ne ovat edenneet liian pitkälle. Värähtelyn kasvulla voidaan seurata vian kasvamista. Värähtelyviat näkyvät yleensä myös moottorin käyntilämpötiloissa. Suurissa sähkömoottoreissa on nykyisin jatkuva värähtelyn ja lämpötilan seuranta. (Randell & Kujala, 46–47.) Käpykankaalla värähtelymittaukset suorittavat konekunnossapito.

5.2 Sähkötilat ja sähkökeskukset

Käpykankaan kaukolämpölaitoksella on kummallekin kattilalle omat sähkötilat ja kummassakin tilassa sijaitsee sähkökeskus. Sähkötiloissa sijaitsee myös kondensaattoriparistot, taajuusmuuttajat, akut ja automaation eri laitteita. Sähkötilojen ja keskuksien tarkastukset tulee tehdä määräajoin ja tarkastuksissa kannattaa tarkastaa sähkötilan kaikki sähkölaitteet samanaikaisesti.

Sähkötilalle tehdään yleinen tarkastus, jossa tarkastetaan tilan siisteys, ovet ja lukot, ilmastoinnin toimivuus sekä lämpötila. Sähkökeskuksista tarkastetaan keskusten arvokilvet, kotelointi, ovien kunto, sulakkeiden kunto, keskusten

sisäosien siisteys, kiskosto ja eristimet sekä maadoitusten ja maadoituserottimien kunto.

Sähkökeskusten eri lähdöt tarkastetaan yksitellen. Eri lähtöjä ovat muun muassa moottori-, lämmitys-, valaistus- ja alakeskuslähdöt. Keskuksista tarkastetaan yleinen siisteys ja kunto, keskuslähtöjen kilpien merkinnät, maadoituksen kunto sekä sulakkeiden ja sulakepohjien kunto. Keskusten kaapeloinnista tarkastetaan kaapeleiden merkinnät, liitokset, riviliittimet sekä maadoitukset.

5.3 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajia Käpykankaan kaukolämpölaitoksella on vain kaksi kappaletta. Kaukolämpöpumppujen moottorien nopeuden säätö toimii taajuusmuuttajien avulla. Kattila k1 sähkötilan taajuusmuuttaja on vanha Strömbergin valmistama taajuusmuuttaja ja se tullaan lähiaikoina vaihtamaan uuteen. Kattila k2 olevan sähkötilan taajuusmuuttaja on uudempi ABB:n valmistama taajuusmuuttaja.

Taajuusmuuttajien tarkastus aloitetaan yleisellä tarkastuksella, jossa todetaan yleinen puhtaus ja jäädytyksen toimivuus. Taajuusmuuttajien jäädytys-elementit tarkastetaan ja puhdistetaan vuoden välein. Jäädytys-elementteihin kuuluvat jäädytyspuhallin, ilmansuodatin sekä ilmanotto-kanavat ja -ritilät. Jäädytyspuhallimet vaihdetaan kuuden vuoden välein.

5.4 Kondensaattoripariston huolto

Osa kiinteistöjen sähkölaitteista, esimerkiksi loisteputkivalaisimet ja sähkömoottorit, tarvitsevat pätötehon lisäksi loistehoa toimiakseen. Sähkönjakeluyhtiöt perivät suurista loistehokuormista maksua kuluttajilta ja joillakin jakeluyhtiöillä ilmaisen loistehon osuus on vain 16 prosenttia pätötehosta. Tällä tavoin jakeluyhtiöt ohjaavat kuluttajia hankkimaan loistehon

kompensointilaitteita, jolla loistehon tuottaminen tulee halvemmaksi kuin sen ostaminen jakeluyhtiöltä. Loistehonkompensoinnilla voidaan myös pienentää kaapeleiden poikkipintaa, sulakkeiden kokoa ja moottoreiden käynnistysvirtaa. Yleisesti ottaen loistehonkompensointi pienentää verkon mitoitusta sekä häviöitä ja niistä aiheutuvia kustannuksia (Männistö, Hietalahti, Seesvuori & Wilen 2006, 81.)

Käpykankaan kaukolämpölaitoksella on kaksi Norelcon automaattista kompensointiparistoa. Ne sijaitsevat kattilahalli yhden ja kahden sähkötiloissa. Kondensaattoriparistojen huolto aloitetaan silmämääräisellä tarkastuksella, jossa tarkastetaan kytkinlaitteiden, sulakkeiden sekä pariston kunto ja yleinen puhtaus. Ulkoisesti näkyviä vaurioita voivat olla esimerkiksi rikkiäinen astia ja palaneet sulakkeet lattialla. Ympäristön lämpötila ja kondensaattorin jäähdytyksen toiminta pitää myös tarkastaa, koska kondensaattorit ovat arkoja yllilämmölle. (Männistö ym. 2006, 108.) Havaitut puutteet korjataan ja likaantunut kondensaattoriparisto puhdistetaan paineilmalla.

5.4.1 Kondensaattoripariston mittaukset

Kondensaattoripariston mittaaminen voidaan tehdä esimerkiksi pihtiampeerimittarilla, jolla mitataan jokaisen kondensaattoriyksikön ottama virta, jota verrataan tyyppikilvessä olevaan virta-arvoon. Jos virta-arvot poikkeavat paljon toisistaan, se voi olla merkinä kondensaattoriyksikön tehon alenemisesta. Tällä tavoin havaitaan myös palaneet sulakkeet. Myös koko pariston virta kannattaa mitata ja verrata tuloksia tyyppikilven arvoihin. Kompensoinnin symmetrinen toiminta havaitaan vertailemalla eri vaiheiden virtoja keskenään. Kapasitanssimittaus on tarkempi tapa todeta kondensaattoriyksikön kunto kuin virtamittaus. Kapasitanssimittauksessa mitattavassa yksikössä ei saa olla jännitettä (Männistö ym. 109, 2006).

5.5 Akkujen huolto

Akut sijaitsevat kattila k1 ja k2 sähkötiloissa. Akkujen tarkoitus on antaa varavoimaa lämpökeskuksen automaatiolaitteille sähkökatkojen sattuessa. Akkujen huollossa suoritetaan napajännitteiden mittaus, kennojännitteiden mittaukset sekä tarvittaessa puhdistetaan ja vesitetään akkujen kennot. Akkujen huolto tapahtuu 12 kuukauden välein.

5.6 Yleisen valaisinjärjestelmän huolto

Käpykankaan kaukolämpölaitoksen valaisinjärjestelmät jaetaan yleiseen valaisinjärjestelmään sekä merkki- ja turvalaisinjärjestelmään. Kunnossapitosuunnitelma täytyy tehdä kummallekin valaisinjärjestelmälle. Valaisinhuollossa valaisimet on ryhmitelty lämpölaitoksen tilojen mukaan ja huolto tehdään ryhmä kerrallaan. Eri valaisinryhmiä ovat esimerkiksi kattilahalli yhden valaisimet, sähkötila yhden valaisimet ja ulkovalaisimet.

5.6.1 Valaistusvoimakkuutta pienentävät tekijät

Lamppujen valovirta heikkenee iän myötä. Valovirran heikkenemiseen vaikuttaa ratkaisevasti lampun laji. Halogeenilampun valovirta pysyy melkein samana koko lampun käyttöiän. Hehkulamppujen valovirta pienenee hehkulamppu tyypistä riippuen 5–15 % polttoiän aikana. Loiste- ja muiden purkauslamppujen valovirta pienenee lampputyypistä riippuen 10–40 % polttoiän aikana. (ST 96.35.)

Lamppujen loppuun palaminen pienentää myös valaistusvoimakkuutta. Valaistusvoimakkuuden pienentyminen ja lamppujen loppuun palaminen kiihtyy huomattavasti, kun 15–20 prosenttia lamppuista on palanut loppuun. Tilan valaistusvoimakkuus vähenee samassa suhteessa palaneiden lamppujen lukumäärän kanssa, ellei palaneita lamppuja vaihdeta välittömästi uusiin. Palaneet lamput voivat vioittaa myös sytytintä ja liitäntälaitteita. (ST 96.35.)

Valaisimien ja lamppujen likaantuminen vaikuttaa myös voimakkaasti valaistusvoimakkuuden laskuun. Puhtaissakin teollisuustiloissa valaistusvoimakkuuden voidaan antaa pienentyä kolmasosaan verrattuna uutena oleviin arvoihin, joten likaisissa teollisuustiloissa valaistusvoimakkuus voi olla vain noin kuudesosa uuden lampun uusarvoista. Lamppujen valaisimen rakenne vaikuttaa paljon valaisimen likaantumiseen. Alta avoimet ja päältä suljetut valaisimet likaantuvat helpommin kuin läpituuletettavat valaisimet. Läpituuletettavissa valaisimissa ilmavirrat vievät pölyn pois enne kuin se ehtii tarttumaan lampun ja valaisimen pinnoille. (ST 96.35.)

5.6.2 Valaisimien tarkastus- ja vaihtoväli

Käpykankaan kaukolämpölaitoksella valaisimet tarkistetaan silmämääräisesti kerran vuodessa ja palaneet lamput vaihdetaan uusiin. Vaihdon yhteydessä myös likaiset valaisimet puhdistetaan. Valaisimet tarkistetaan ja huolletaan valaisinryhmä kerrallaan. Valaisimien ryhmävaihdon tekeminen Käpykankaan lämpökeskukselle ei ole järkevää, koska jo yhden lampun palaminen aiheuttaa huomattavaa valovirran heikkenemistä.

Valontuoton ja taloudellisuuden kannalta lamppuille kannattaisi tehdä ryhmävaihto, kun 20 prosenttia lamppuista on palanut loppuun. Kuitenkin nykyisten loiste- ja muiden purkauslamppujen polttoajat ovat niin pitkät, että niiden vaihtaminen on taloudellisesti kannattavaa vaihtaa hyötypolttoian mukaan. Jos hyötypolttoikää ei tiedetä, kannattaa ryhmävaihto suorittaa, kun valaistusvoimakkuus on pienentynyt noin 30 %. Lamppujen ryhmävaihdon kanssa samalla kertaa kannattaa aina tehdä myös valaisimien puhdistus ja muut huoltotyöt. (ST 96.36.) Taulukko 2:ssä nähdään valaisinjärjestelmien huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet sekä lamppujen vaihtovälit.

Taulukon lyhenteiden selitteet:

EV, T, K = sähkölaitteiston vaativuustaso (EV = erittäin vaativa taso, T = tavanomainen taso, K = kevyt taso)

a = aikaväli vuosina

TE = toimenpiteen suorittaja

SÄ = sähköammattilainen

ER = erikoisammattihenkilö

M = ohjeistettu maallikko. (ST 96.03.01)

Taulukko 2. Valaistusjärjestelmien huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet teollisuusrakennuksessa (ST 96.03.05 2006, 3).

	EV	T	K	TE
suoja- ja turvajärjestelmien toiminnan tarkastus	1a	3a	6a	SÄ
mekaaninen kunto ja kiinnitykset	5a	10a	15a	M
valaisimen puhdistus	5a	10a	15a	SÄ/ M
valaistuksen ohjauksen tarkastus	1a	1a	1a	SÄ
lamppujen ja sytyttimien ryhmävaihto ja puhdistus (ryhmävaihto ja puhdistukset samanaikaisesti)	4a	6a	8a	SÄ/ M

5.6.3 Valaisimen puhdistus- ja huoltotoimenpiteet

Huoltotoimien ajaksi valaisin on kytkettävä jännitteettömäksi. Huolto- ja puhdistustoimenpiteet voidaan suorittaa ylhäällä valaisimen luona tai alhaalla, jos valaisin on helppo irrottaa. Jos puhdistus tehdään alhaalla, on huoltotoimien ajaksi valaisin hyvä korvata vaihtovalaisimella. (ST 96.35.)

Täydellisessä valaisinhuollossa olisi hyvä, että valaisimet olisi helppo irrottaa ja puhdistaa alhaalla. Syöpyneet heijastimet ja muut vaurioituneet osat vaihdetaan huollossa uusiin. Myös ritilät ja muut valaisimen häikäisyuojat on syytä

puhdistaa. Valaisimien puhdistus tapahtuu haalealla saippuavesiliuoksella, mutta vettä ei tarvitse käyttää kovin paljon puhdistuksessa. (ST 96.35.)

5.7 Merkki - ja turvavalistusjärjestelmän huolto

Käpykankaan lämpökeskuksella merkki- ja turvalaisinjärjestelmän huolto tehdään sisäasiainministeriön asetuksen Sma 805/2005 mukaan, joka määrää seuraavaa poistumisreittien huolloista:

”Sisäasiainministeriön asetuksessa Sma 805/2005 rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta edellytetään, että poistumisreittien valaistuksen toimintakunnossa pysyminen varmistetaan säännöllisellä kunnossapidolla (ST96.48).”

Käpykankaan kaukolämpölaitos noudattaa sisäasiainministeriön asetusta Sma 805/2005. Kaikki poistumisreitit ovat merkitty ja niillä on asetusten mukainen valaistus.

Tärkeimmät huoltotoimenpiteet ovat akkujen ja lamppujen vaihto sekä valaisinten puhdistus. Lamppujen vaihto kannattaa tehdä ryhmävaihtona, mutta ryhmävaihtovälin aikanakin täytyy huolehtia, että palaneet lamput vaihdetaan uusiin. Lamppujen ryhmävaihtoväli pidetään 15–18 kuukaudessa. Yksikköturvavalaisinakkujen vaihtoväli on jatkuvatoimisilla valaisimilla yleensä noin 4–5 vuotta ja ajoittain toimivissa valaisimissa noin kuusi vuotta. Keskusakkujärjestelmien vaihtoväli on yleisesti 4–5 vuotta. (ST96.48.)

Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmien huolloista ja tarkastuksista täytyy pitää lokikirjaa, jossa esitetään seuraavat tiedot:

- järjestelmän käyttöönottopäivä mukaan lukien kaikki muutoksiin liittyvät todistukset
- jokaisen määräaikaistarkastuksen ja testin päivämäärä

- jokaisen suoritettun huollon, tarkastuksen tai testin päivämäärä ja lyhyet yksityiskohdat
- kaikkien vikojen ja suoritettujen korjaustoimien päivämäärät ja lyhyet yksityiskohdat
- kaikkien vikojen ja suoritettujen korjaustoimien päivämäärät ja lyhyet yksityiskohdat
- turvalaistusrakenteiden kaikkien muutosten päivämäärä ja lyhyet yksityiskohdat
- jos käytössä on jokin automaattinen testauslaite, kyseisen laitteen pääominaisuudet ja käyttötoiminnan toimintatapa on esitettävä (ST96.48).

Turva- ja poistumistievalaistukselle on tehtävä seuraavat päivittäiset, kuukausittaiset ja vuotuiset testit, joiden tulokset merkataan ylös lokikirjaan.

Päivittäisessä tarkastuksessa todetaan silmämääräisesti, että lamput ovat toimintakunnossa ja keskitetyn tehonsyötön merkinantolaitteet toimivat. Päivittäiseksi tarkastukseksi riittää, että normaalien huoltokierrosten ja -käyntien yhteydessä katsotaan lamppujen toimintakunto. Ohjetta ei tarvitse ottaa kirjaimellisesti, joten yksittäisessä rakennuksessa ei tarvitse tehdä joka päivä erillistä valaisinhuoltokierrosta.

Kuukausittain jokainen valaisin ja jokainen sisäpuolelta valaistu uloskäytäväkilpi kytketään päälle valaistuksen akusta. Tarkastuksella testataan, että jokainen turvalaistuksen palaa normaalin valaistuksen syötön vioittuessa. Testin tulisi kestää riittävän pitkään, mutta siinä pitää ottaa huomioon järjestelmän komponenttien vioittumisen minimointi. Testissä jokaisen valon ja kilven toimintakunto tarkastetaan. Testin lopuksi syöttö palautetaan normaalille valaistukselle, minkä jälkeen tarkastetaan merkinantolamput, jolla todetaan syötön palautuminen normaalitilaan.

Vuosittaisessa testissä turva- ja poistumistievalaistus tarkastetaan samalla tavalla kuin kuukausittain tapahtuvassa testissä, mutta nyt testi suoritetaan valmistajan antamien ohjeiden mukaan. Testin lopuksi tarkastetaan taas jokainen merkinantolamppu, josta voidaan todeta syötön palautuminen normaalitilaan. Testin tulokset ja päivämäärät on kirjattava järjestelmän lokikirjaan. (ST 96.48.)

5.8 Muuntajan huolto

Muuntajan huolto ei kuulu Käpykankaan kaukolämpölaitoksen huoltosuunnitelmaan, vaan sen tekee sähköverkkoyhtiö. Muuntaja on teollisuuskiinteistön tärkeimpiä yksittäisiä komponentteja, ja muuntajan oikeanlainen toiminta on edellytyksenä tuotannon toiminnalle. Muuntajan huollot on siksi syytä tehdä ja suunnitella huolella.

Muuntajat voidaan jakaa jakelu- ja suurtehomuuntajiin. Jakelumuuntajia ovat 6–20 kilovoltin yläjännitepuolen ja 400–690 voltin alajännitepuolen olevia muuntajia. Yli 20 kilovoltin yläjännitepuolen suuremmat muuntajat ovat suurtehomuuntajia. (Etto 2003, 12). Käpykankaalla oleva muuntaja on siis jakelumuuntaja.

Jakelumuuntajan tarkastukset tehdään teollisuudessa yleensä kaksi kertaa vuodessa. Tarkastukset olisi hyvä tehdä sekä talvi - ja kesäaikaan. Muuntajan tarkastuksessa tarkastetaan seuraavat asiat:

- muuntajan öljymäärä sekä öljyvuo-dot
- jäähdytyspuhaltimien kunto
- eristimien kunto
- kaapeleiden, eristimien ja alajännitekiskoston kunto
- ilmankuivaimen kunto
- muuntajahuoneen yleinen siisteys ja kunto
- muuntaja huoneen lukitus (Etto 2003, 12.)

Jakelumuuntajalle tehdään määräaikaishuolto 3–5 vuoden välein, jossa huolletaan suojalaitteet ja mahdollinen käämikytkin. Määräaikaishuolto tehdään muuntajan ollessa jännitteetön. (Etto, 12, 2003)

5.9 Lämpökuvaus

Lämpökameran käyttö kunnossapidon mittaustehtävissä on yleinen ja helppo tapa tehdä vikamittauksia eri laitteille. Lämpökuvausta käytetään muun muassa mekaanisessa kunnossapidossa ja sähkökunnossapidossa vikojen etsimisessä sekä kaukolämpöverkon vuotokohtien etsimisessä. Mekaanisessa kunnossapidossa lämpökameran yksi yleisimmistä käyttökohteista on laakerivikojen etsiminen. Sähkökunnossapidossa lämpökameralla voidaan kuvata melkein kaikki sähkölaitteet. (Lämpökamera kunnossapidon työkaluna, 2004)

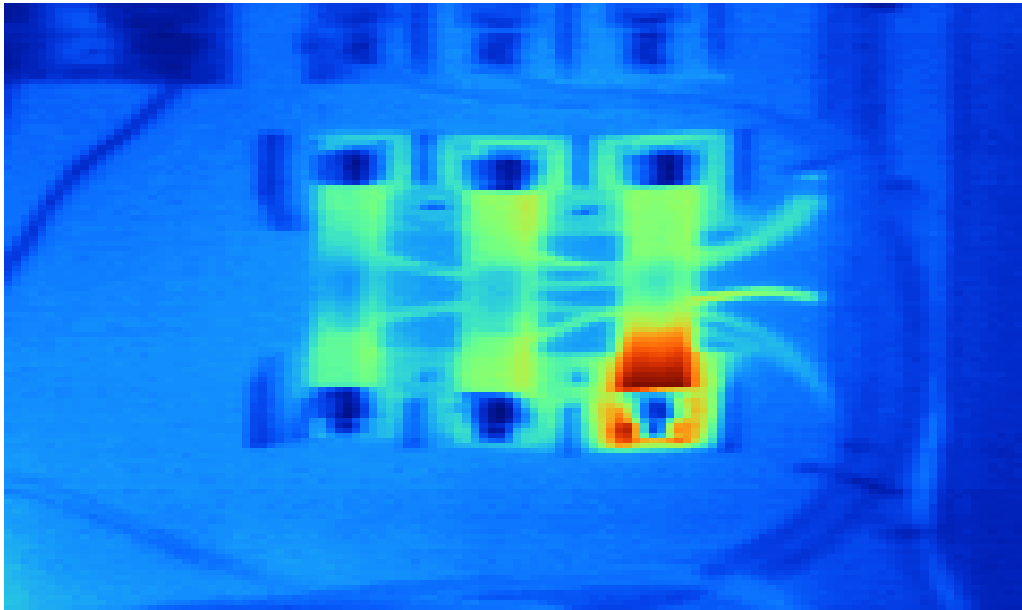
Monet sähköjärjestelmissä aiheutuvat viat johtuvat liian korkean vastuksen ja liian korkean virran aiheuttamasta ylikuumentumisesta. Lämpökuvauksella liiallinen lämpö voidaan havaita ennen suurien vaurioiden syntymistä. Virran kulkiessa sähköpiireissä osa sähköenergiasta muuttuu lämpöenergiaksi, joka on normaalia. Jos sähkölaitteessa on jokin vika, voi lämpötila nousta liian suureksi ja aiheuttaa laitteen vikaantumisen. (Fluke, 2011)

Yleisiä vian aiheuttajia sähkökeskuksissa, taajuusmuuttajissa ja kondensaattoriparistoissa ovat löysät liittimet, alimitoitettut johtimet tai liiallinen virta. Muuntajissa kuumentumista voi aiheuttaa esimerkiksi jäähdytysöljyn vuoto, joka on saanut käämit kuumentumaan. Sähkömoottoreissa kuumentumista voivat aiheuttaa seuraavat viat:

- Huono jäähdytys vähentyneen ilmavirtauksen vuoksi
- Sähkönlaatuongelmat, kuten epäsymmetria, ylikuormitus tai 5. harmoninen yliaalto, aiheuttavat lämmön hajaantumista

- Eristysongelmat moottorin käämityksissä
- Laakeriongelmat – voitelu, kuluminen jne.(Fluke, 2011).

Kuvassa 4 on 3-vaihesulake, jossa sulakkeen heikko sähkökosketus piiriin aiheuttaa yllämpöä punaisella näkyvässä kohdassa.



Kuva 4. 3-vaihesulake (Fluke, 2011)

5.9.1 Lämpökuvaus Käpykankaan kaukolämpölaitoksella

Käpykankaan kaukolämpölaitoksella lämpökuvaus tehdään sähköpääkeskuksille, taajuusmuuttajille ja kondensaattoriparistoille. Sähkömoottoreiden lämpökuvausta ei ole merkitty huoltosuunnitelmaan, mutta tarpeen vaatiessa myös sähkömoottoreille voidaan suorittaa kyseinen toimenpide. Lämpökuvaus tehdään kolmen vuoden välein lämpökameralla. Lämpökuvaus täytyy suorittaa silloin, kun lämpökeskus on käytössä eli kuvattavilla laitteilla on sähkökuormaa. Lämpökuvauksessa pitää myös muistaa aukaista laitteiden suojakoteloiden ovet, jotta kuvaukset voidaan tehdä ilman esteitä.

5.10 Muut huoltokohteet

Muita pienempiä huoltokohteita ovat lämmitysvastuksien toiminnan tarkastaminen, pistorasia- ja sulakekeskusten kunnan tarkistaminen sekä autolämmitystolppien kunnan ja vikavirtasuojien tarkastaminen.

Lämmitysvastuksilla Käpykankaalla toimivat sadevesikourujen ja kaivojen lämmitykset sekä öljyn esi- ja saattolämmitykset. Käpykankaan kaukolämpölaitoksella käytetään vakiovastus – ja itsesäätyväälämpökaapelia. Lämmitysvastuksille tehdään vikavirtasuojan toiminnan tarkastus. Tarkastus tehdään sähkötilassa vikavirtasuojan testipainiketta painamalla.

Pistorasia- ja sulakekeskuksista tarkastetaan silmämääräisesti niiden yleinen kunto ja siisteys. Sulakekeskuksista tarkastetaan sulakkeiden kunto ja vaihdetaan rikkiäisten sulakkeiden tilalle ehjät. Myös sulakkeiden oikea koko pitää tarkistaa. Pistorasiakeskukset puhdistetaan tarvittaessa ja vikavirtasuojat koestetaan testipainikkeella, jos pistorasiakeskuksessa on vikavirtasuojia.

Autolämmitystolpat täytyy tarkastaa vuoden välein ja niistä tarkastetaan silmämääräisesti yleinen kunto sekä testataan vikavirtasuojan toiminta testipainikkeella. Vikavirtasuojan toiminnan aika tarkastetaan joka toisessa huollossa.

6 LAITETUNNUKSET

Sähkökunnossapitosuunnitelmassa kaikille sähkölaitteille on laitetunnukset, joista ilmenee laitteen sijainti ja laitteen ryhmä. Koska Käpykankaan lämpölaitokselle ei ole ennen tehty sähkökunnossapitosuunnitelmaa, ei kaikille laitteille ole vielä laitetunnuksia.

Sähkökunnossapitosuunnitelmaan lisättiin jo olemassa olevat laitetunnukset, mutta ilman tunnuksia oleville laitteille ei alettu tekemään enää uusia tunnuksia, koska laitteiden määrä Käpykankaan kaukolämpölaitoksella on niin vähäinen ja kiinteistö on muutenkin pieni. Ilman tunnuksia oleville laitteille annettiin pelkät prosessipaikka tunnuksset, joista näkyvät missä tilassa laite sijaitsee Käpykankaalla.

7 POHDINTA

Kaukolämpölaitokselle tehtävän kunnossapitosuunnitelman laadinta oli hankalaa, koska aiheesta ei löytynyt aikaisempaa kirjallista tietoa. Myös laissa määritellyt yleiset teollisuuskiinteistöjen sähkökunnossapito määräykset antoivat laitteille liian lyhyet huoltovälit.

Huoltojen aikavälien määrittäminen oli muutenkin hankalaa, koska lämpökeskuksen vuotuiset käyttötunnit ovat vähäiset. Huoltojen aikavälit käytiin läpi Fortumin Joensuun voimalaitoksen sähkötoidenjohtaja Arsi Näkin kanssa, jonka kanssa katsoimme jokaiselle laitteelle parhaan mahdollisen huollon aikavälin.

Tuloksista käy ilmi, että lialle herkät laitteet täytyy huoltaa useammin kuin muut sähkölaitteet. Myös laitteiden puhdistaminen pölystä tarpeeksi usein lisää niiden käyttöikä. Työn tuloksena syntyi toimiva sähkökunnossapito suunnitelma, joka huomioi sähkölaissa olevat määräykset. Kunnossapitosuunnitelma myös noudattaa turvavalaisimille ja muille turvalaitteille annettuja lakeja ja määräyksiä.

Oma tietämys kunnossapidosta oli vähäistä ennen opinnäytetyön tekoa. Opinnäytetyön teon aikana tietämys kunnossapidosta ja sen käsitteistä kasvoi paljon. Sähkökunnossapitoon liittyvät lait ja määräykset tulivat myös hyvin tutuiksi opinnäytetyötä tehdessä. Työn merkitys ammatillisesti oli suuri, koska sitä tehdessä oppi paljon uutta asiaa niin yleisestä kunnossapidosta kuin sähkökunnossapidostakin.

Tieteellisesti työ ei ole merkittävä, koska siinä ei tullut esille mitään uutta tietoa sähkökunnossapidosta. Kaukolämpölaitoksille tehtävästä sähkökunnossapidosta työstä voi olla hyötyä, koska aiheesta ei löytynyt aiempaa kirjallisuutta ja näin ollen opinnäytetyötä voi pitää esimerkiksi pohjana kaukolämpölaitoksille tehtävästä kevyestä sähkökunnossapidon suunnittelusta.

Jatkotutkimuskohdetta suoraan opinnäytetyöhön on hankala tehdä, koska Käpykankaan kaukolämpölaitos on melko pieni ja se ei sisällä kovin paljoa sähkölaitteita. Myös lämpökeskuksen vähäinen käyttömäärä hankaloittaa jatkotutkimuksia ja esimerkiksi opinnäytetyössä olevan sähkökunnossapitosuunnitelman vaikutus laitteiden käyttöikään näkyisi vasta monen vuoden päästä.

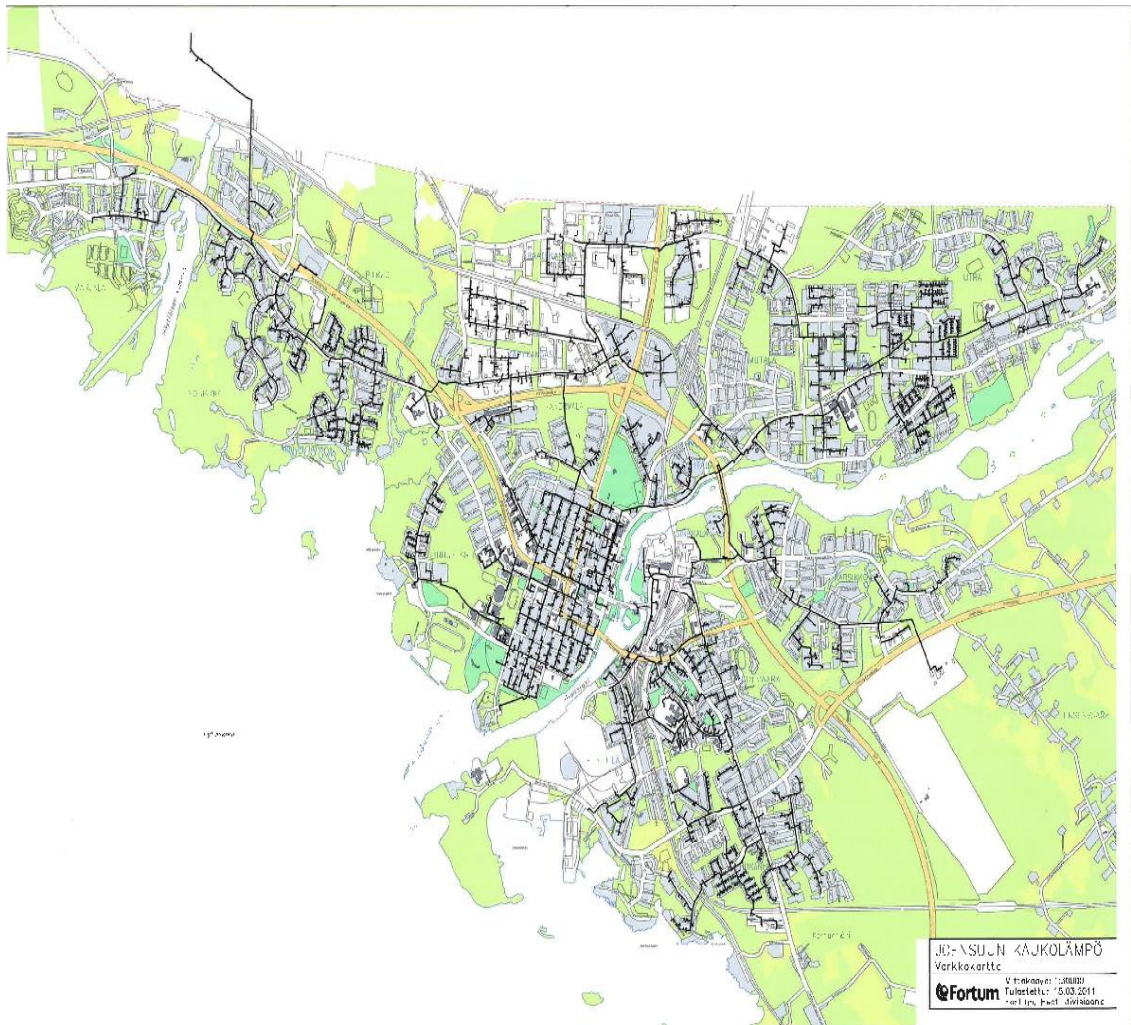
LÄHTEET

- Etto J. 2003. Prosessisähköistyksen kunnossapito osa 1.
http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=711દ. 15.12.2010
- Etto J. 2003. Prosessisähköistyksen kunnossapito osa 2
http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=711દ 16.12.2010
- Fortumin Joensuun kaukolämpöverkon ohjausohjelmisto. 2011.
- Kaakinen J. 2002. Kaukolämpökattilalaitoksen vaaran arviointi selvitys
 Kaukolämpö <http://www.energia.fi/fi/kaukolampo/kaukolampo>
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19960517>
- Käyttö, kunnossapito ja muutokset, 2011. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Kaytto-kunnossapito-ja-muutokset>
- Lämpökamera kunnossapidon työkaluna
http://www.promaint.net/alltypes.asp?d_type=1&menu_id=110P
- Lämpökuvaus sähkömekaniikassa
<http://www.fluke.com/Fluke/fifi/sovellukset/lampokuvaus/sahkomekaniikka.htm>
- Mikkonen H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Kerava, Savon kirjapaino Oy.
- Männistö, Hietalahti, Seesvuori & Wilen. 2006. Yliaallot ja kompensointi. Tampere, Tammer-paino Oy.
- Randell, Kujala 2010, 46–47, Promaint Kunnossapidon lehti 24. vsk 5.2010
 ST-kortti 96.35
<http://www.sahkoinfo.fi.tietopalvelu.ncp.fi:8080/severi/Viewer.aspx?id=321&search=96.35&file=321/1/9635.pdf> (vaatii salasanan)
- ST-kortti 96.36
<http://www.sahkoinfo.fi.tietopalvelu.ncp.fi:8080/severi/Viewer.aspx?id=320&search=96.36&file=320/1/9636.pdf> (vaatii salasanan)
- ST-kortti 96.03.01
<http://www.sahkoinfo.fi.tietopalvelu.ncp.fi:8080/severi/Viewer.aspx?id=260&search=96.03.01&file=260/1/960301.pdf> (vaatii salasanan)
- ST-kortti 96.03.05
<http://www.sahkoinfo.fi.tietopalvelu.ncp.fi:8080/severi/Viewer.aspx?id=264&search=96.03.05&file=264/1/960305.pdf> (vaatii salasanan)
- ST-kortti 96.48
http://www.sahkoinfo.fi.tietopalvelu.ncp.fi:8080/severi/Viewer.aspx?id=3221&search=96.48&file=3221/2/96.48_p1.pdf (vaatii salasanan)

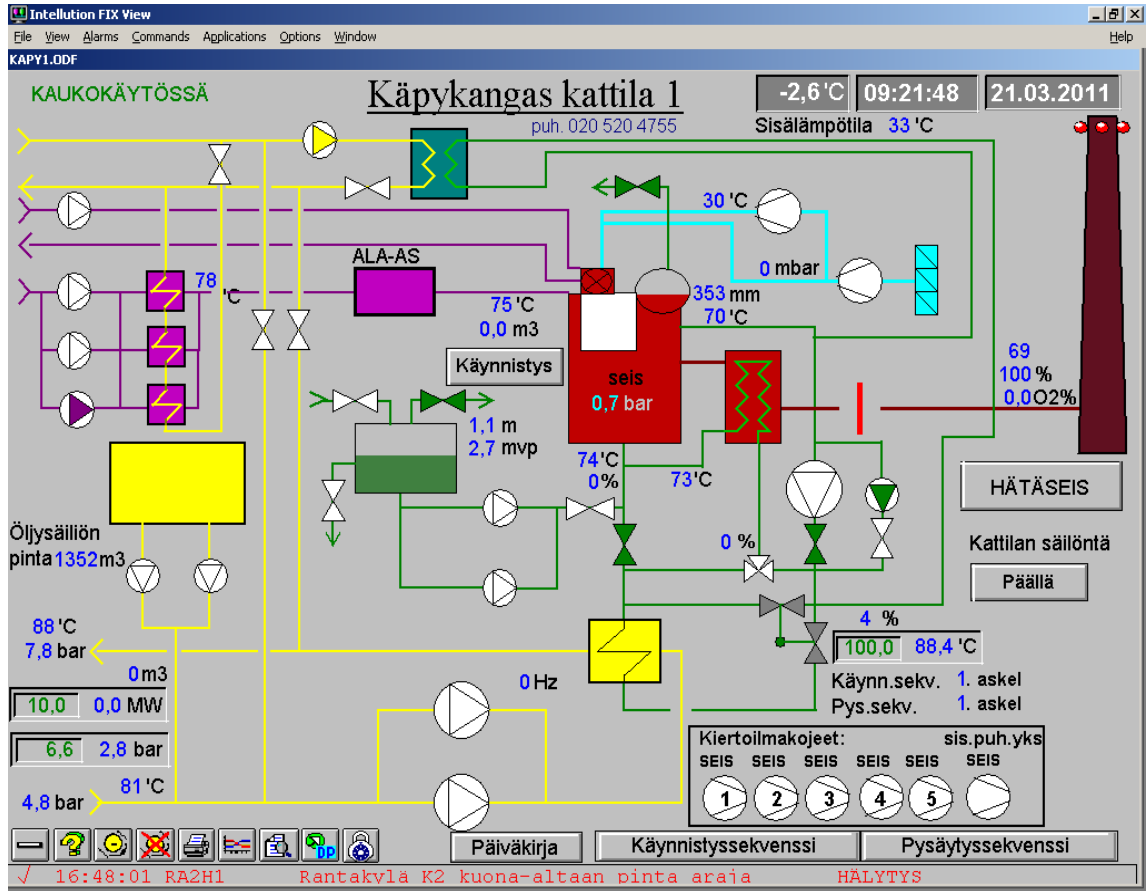
Sähkön ja lämmön yhteistuotanto Suomessa, 2011.

<http://fortum.fi/fi/energiantuotanto/sähkön-ja-lämmön-yhteistuotanto/suomessa/pages/default.aspx>

Joensuun kaukolämpökartta

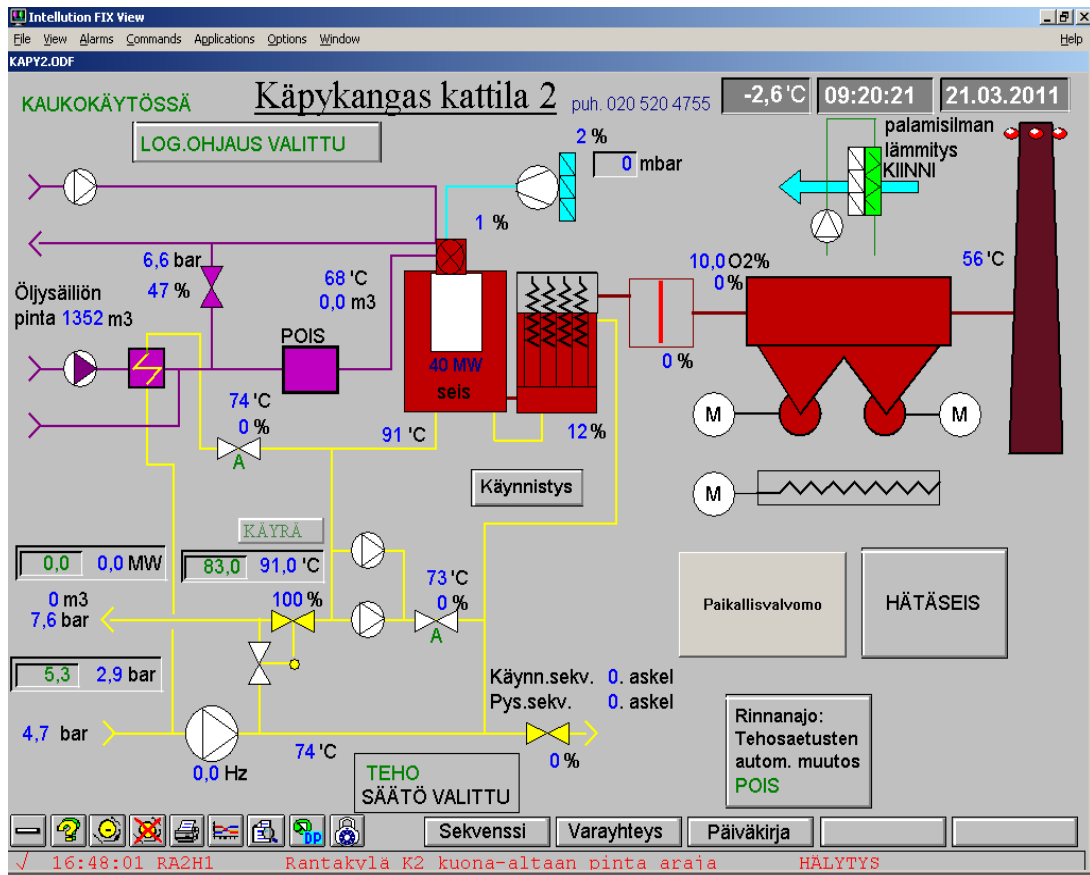


Käpykankaan kattila yhden periaatekaavio



(Fortumin Joensuun kaukolämpöverkon ohjausohjelmisto, 2011)

Käpykankaan kattila kahden periaatekaavio



(Fortumin Joensuun kaukolämpöverkon ohjausohjelmisto, 2011)

Käpykankaan kaukolämpölaitoksen ennakkohuoltosuunnitelma

Nimi	Toimin tapaik ka	Reit ti	J a k s o t u s	Jaksotus yksikkö	Huollon kuvaus	Seisokki tyyppi	Käy ntiti la	Pas siivi nen	O s a s t o
Kattilahalli yhden sähköpääke skus 1 huolto	KÄPYK ANGA S1		1	YEARS	Puhdistus, maadoituksen kunnan tarkastus visuaalisesti, kiskostojen liitosten tarkastus	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Kattilahalli kahden sähköpääke skus 2 huolto	KÄPYK ANGA S2		1	YEARS	Puhdistus, maadoituksen kunnan tarkastus visuaalisesti, kiskostojen liitosten tarkastus	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Automaattis en kondensaattoriparistoje n huolto kattila 1	KÄPYK ANGA S1		2	YEARS	Kondensaattoripariston visuaalinen tarkistus, puhdistus, kondensaattoriyksiköiden tarkistus kapasitanssimittauksella	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Automaattis en kondensaattoriparistoje n huolto kattila 2	KÄPYK ANGA S2		2	YEARS	Kondensaattoripariston visuaalinen tarkistus, puhdistus, kondensaattoriyksiköiden tarkistus kapasitanssimittauksella	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Automaattis en kondensaattoriparistoje n huolto kattila 1	KÄPYK ANGA S1		6	YEARS	Jäähdytyspuhaltimen vaihto	Seis	Seis	EI	S ä h k ö

Automaattisen kondensattoriparistojen huollon kattila 2	KÄPYK ANGA S2		6	YEARS	Jäähdytyspuhaltimen vaihto	Seis	Seis	Ei	S ä h k ö
Taajuusmuuttajan huolto sähköpääkeskus 1 kattila 1	KÄPYK ANGA S1		6	YEARS	Jäähdytyspuhaltimen vaihto	Seis	Seis	Ei	S ä h k ö
Taajuusmuuttajan huolto sähköpääkeskus 2 kattila 2	KÄPYK ANGA S2		6	YEARS	Jäähdytyspuhaltimen vaihto	Seis	Seis	Ei	S ä h k ö
Taajuusmuuttajan huolto sähköpääkeskus 1 kattila 1	KÄPYK ANGA S1		1	YEARS	Jäähdytys-elementtien puhdistus, jäähdytyspuhaltimen tarkistus, visuaalinen tarkistus mm. maadoitusten kunto	Seis	Seis	Ei	S ä h k ö
Taajuusmuuttajan huolto sähköpääkeskus 2 kattila 2	KÄPYK ANGA S2		1	YEARS	Jäähdytys-elementtien puhdistus, jäähdytyspuhaltimen tarkistus, visuaalinen tarkistus mm. maadoitusten kunto	Seis		Ei	S ä h k ö
Akuston huolto sähköpääkeskus 1	KÄPYK ANGA S1		1 2	MONTH	Napajännitteen mittaukset, kennojännitteiden mittaukset, kennojen vesitys tarvittaessa, akuston puhdistus tarvittaessa	Käynnissä/Seis	Päällä	Ei	S ä h k ö

Akuston huolto sähköpääkeskus 2	KÄPYK ANGA S2		1 2	MONTH	Napajännitteen mittaukset, kennojännitteiden mittaukset, kennojen vesitys tarvittaessa, akuston puhdistus tarvittaessa	Käynnissä/Seis	Päällä	EI	S ä h k ö
Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen tarkistus ja huolto	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 001	1	YEARS	Puhdistetaan ja tarkastetaan keskusten kunto silmämääräisesti mm. maadoitusten kunto, kaapeloinnin kunto jne. ja korjataan löytyvät puutteet	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Sähkömoottoreiden huolto kattila 1	KÄPYK ANGA S1	S00 002	1	YEARS	Puhdistetaan sähkömoottoreiden jäähdytysrivat ja puhaltimen ritilä, tarkistetaan roottorin kunto sekä tarkastetaan kaapeloinnit ja maadoituksen kunto, tarkastetaan myös turvakytkimien kunto ja liitosten kireys	Seis	Seis	EI	S ä h k ö

Sähkömoottoreiden huolto kattila 2	KÄPYK ANGA S2	S00 003	1	YEARS	Puhdistetaan sähkömoottoreiden jäähdytysrivat ja puhaltimen ritilä, tarkistetaan roottorin kunto sekä tarkastetaan kaapeloinnit ja maadoituksen kunto, tarkastetaan myös turvakytkimen kunto ja liitosten kireys	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Valaistuksen tarkastus	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 004	1	YEARS	Tarkastetaan valaisimet silmämääräisesti, vaihdetaan palaneet lamput ja puhdistetaan tarvittaessa valaisimet	Käynnissä/Seis	Käynnissä/Seis	EI	S ä h k ö
Öljypumppujen moottorien huolto	KÄPYK ANGA S	S00 005	1	YEARS	Puhdistetaan sähkömoottoreiden jäähdytysrivat ja puhaltimen ritilä	Seis	Seis	EI	S ä h k ö
Lämpökuvaus	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 006	3	YEARS	Kuvataan sähkökeskukset, kondensaattoriparistot ja taajuusmuuttajat, kun kuorma on päällä	Käynnissä	Käynnissä	EI	S ä h k ö
Lämmitysvastuksien toiminnan tarkastaminen	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 007	1	YEARS	Toiminnan tarkastus	Käynnissä/Seis	Käynnissä	EI	S ä h k ö
Vikavirtasuojien koestus	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 008	1	YEARS	Koestetaan lämmitysvastuksien vikavirtasuojat	Käynnissä/Seis	Käynnissä	EI	S ä h k ö

Liite 4 5(5)

Autopaikkojen lämmitystolppien sulakkeiden tarkastus 11 kpl	KÄPYK ANGA S		2	YEARS	Tarkastetaan lämmitystolppien sulakkeet (16A) sekä lämmitystolppien yleinen kunto silmämääräisesti	Käynnissä/Seis	Käynnissä	Ei	Sähkö
Poistumistien ja hätävalaisinten toiminnan tarkastus	KÄPYK ANGA S1 ja 2	S00 009	6	MONTH	Valojen koetus akkujännitteellä verkkosyöttö katkaistuna	Seis	Käynnissä	Ei	Sähkö

Käpykankaan kaukolämpölaitoksen ennakkohuoltosuunnitelman reittipysähdykset

Reittin umero	Erikoisjakso					
Reittitunnus	Reitinkuvaus	Reitin pysähdys	Reittipysähdyksen kuvaus	Reittipysähdyksen pitkäkuvaus	Laitetus	Prosessipaikka
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	10	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Kattila 1 ylinkerros KLKA 10802 W-1		KÄPYK ANGAS 1
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	20	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Ylinkerros varaston työmaakeskus JK 21		KÄPYK ANGAS 1
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	30	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Kattila 2 Työmaakeskus 380V/16A		KÄPYK ANGAS 2
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	40	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Kattila 2 ylinkerros Työmaakeskus 380V/16A		KÄPYK ANGAS 2
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	50	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Verstas työmaasähkökeskus ja työkonekeskus		KÄPYK ANGAS 1
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	60	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Valaistuksen ja pistorasioiden sulakekeskus KLKB7		KÄPYK ANGAS 1
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	70	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Valaistuksen ja pistorasioiden sulakekeskus KLKB71		KÄPYK ANGAS 1
S00001	Pistorasiakeskusten ja sulaketaulujen huolto	80	Huolto, tarkastus, puhdistus ja sulakkeiden tarkistus	Tuloilma- ja poistoilmapuhaltimien sulakekeskus KLKB10		KÄPYK ANGAS 1

S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	10	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kaukolämpöpumpun moottori	6A1NDC1 0AP003	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	20	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kaukolämpöpumpun moottori	6A1NDC1 0AP002	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	30	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kaukolämpöpumpun moottori	6A1AND C10AP00 1	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	40	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kattilapiiripumpun moottori	6A1HAE1 0AP001	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	50	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Paineenpitopumpun moottori	6A1NDK2 0AP002	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	60	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Paineenpitopumpun moottori	6A1NDK1 0AP002	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	70	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kuppimoottori	6A1HHA1 0AV001	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	80	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Palamisilmapuhaltimen moottori	6A1HLB1 0AN001	KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	90	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Omakäyttölämmityspumpun moottori P2		KÄPYK ANGAS 1
S0000 2	Sähkömoottorin puhdistus	100	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Öljyesilämmityksen suljetun kierron pumpun moottori		KÄPYK ANGAS 1

S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	1 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Omakäyttökiertopumpun moottori	6B1SBH10AA 001	KÄPYKANG AS2
S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	2 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Savukaasupellin moottori	6B1HNA10AA 002	KÄPYKANG AS2
S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	3 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Sekundaäri ilmapuhaltimen moottori	6B1HAE10AP 002	KÄPYKANG AS2
S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	4 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Shunttipumpun moottori 1	6B1HAE10AP 002	KÄPYKANG AS2
S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	5 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Shunttipumpun moottori 2	681HAE10P00 1	KÄPYKANG AS2
S000 03	Sähkömoottorin puhdistus	6 0	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Kuppimoottori	6B1HHA10AV 001	KÄPYKANG AS2

S00003	Sähkömoottorin puhdistus	70	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Tuhkaruuvimoottori	6B1ETH10AF001	KÄPYKANGAS2
S00003	Sähkömoottorin puhdistus	80	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Sulkusyöttimen moottori 1	6B1ETH10AF002	KÄPYKANGAS2

S00003	Sähkömoottorin puhdistus	90	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen toiminnan ja liitosten tarkastus	Sulkusyöttimen moottori 2	6B1ETH10AF002	KÄPYKANGAS2
S00004	Valaistuksen tarkastus	10	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Kattilahalli 1		KÄPYKANGAS1
S00004	Valaistuksen tarkastus	20	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Kattilahalli 2		KÄPYKANGAS2
S00004	Valaistuksen tarkastus	30	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Sähköpääkeskus 1		KÄPYKANGAS1
S00004	Valaistuksen tarkastus	40	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Sähköpääkeskus 2		KÄPYKANGAS2
S00004	Valaistuksen tarkastus	50	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Varasto ylinkerros		KÄPYKANGAS1
S00004	Valaistuksen tarkastus	60	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Varasto maataso		KÄPYKANGAS1

S000 04	Valaistuksen tarkastus	70	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Verstaan valaistus maataso		KÄPYKANG AS1
S000 04	Valaistuksen tarkastus	80	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Palamisilma puhallin huoneen valaistus		KÄPYKANG AS2
S000 04	Valaistuksen tarkastus	90	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Ulkovalaistuksen tarkistus		KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 04	Valaistuksen tarkastus	10 0	Tarkastus, vaihdetaan palaneet lamput uusiin	Toimistotilat ja kahvihuone		KÄPYKANG AS
S000 05	Sähkömoottorin puhdistus	10	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen ja liitosten tarkastus	Kevyt öljypumpun moottori P644		KÄPYKANG AS
S000 05	Sähkömoottorin puhdistus	20	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen ja liitosten tarkastus	Raskasöljypumpun moottori P641 ja P642		KÄPYKANG AS
S000 05	Sähkömoottorin puhdistus	30	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen ja liitosten tarkastus	Pumpun moottori	6A1ECG10AP 001	KÄPYKANG AS
S000 05	Sähkömoottorin puhdistus	40	Puhdistus ja tarkastus sekä turvakytkimen ja liitosten tarkastus	Purkauspumpun moottori P640	6A1EGA10AP 001	KÄPYKANG AS

S000 06	Lämpökuvaus	10	Lämpökuvaus	Sähköpääkeskus 1		KÄPYKANG AS1
S000 06	Lämpökuvaus	20	Lämpökuvaus	Sähköpääkeskus 2		KÄPYKANG AS2
S000 06	Lämpökuvaus	30	Lämpökuvaus	Kondensaattorip aristo 1		KÄPYKANG AS1
S000 06	Lämpökuvaus	40	Lämpökuvaus	Kondensaattorip aristo 2		KÄPYKANG AS2
S000 06	Lämpökuvaus	50	Lämpökuvaus	Taajuusmuuttaj a 1		KÄPYKANG AS1
S000 06	Lämpökuvaus	60	Lämpökuvaus	Taajuusmuuttaj a 2		KÄPYKANG AS2
S000 07	Lämmitysvast uksen toiminnan tarkastus	10	Toiminnan tarkastus	Sadevesikaivoje n saattolämmitys		KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 07	Lämmitysvast uksen toiminnan tarkastus	20	Toiminnan tarkastus	Raskasöljyputkis ton saattolämmitys		KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 07	Lämmitysvast uksen toiminnan tarkastus	30	Tarkastus virtamittauksell a, toiminnan tarkastus	Öljyn sähköesilämmiti n	6BIEGC10A C001	KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 07	Lämmitysvast uksen toiminnan tarkastus	40	Tarkastus virtamittauksell a, toiminnan tarkastus	Raskasöljyn sähköesilämmity s		KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 08	Vikavirtasuojie n koestus	10	Tarkastetaan vikavirtasuojan toiminta testipainikkeella	Sadevesikouruje n saattolämmityks en vikavirtasuojaus		KÄPYKANG AS1 ja 2
S000 09	Poistumistie- ja häätävalaisinte n toiminnan tarkastus	10	Valojen koestus verkköjännite katkaistuna akkujännitteellä	Kattilahalli 1		KÄPYKANG AS1

S0000 9	Poistumistie- ja häätävalaisinte n toiminnan tarkastus	20	Valojen koestus verkkojännite katkaistuna akkujännitteellä	Kattilahalli 2		KÄPYK ANGAS 2
S0000 9	Poistumistie- ja häätävalaisinte n toiminnan tarkastus	30	Valojen koestus verkkojännite katkaistuna akkujännitteellä	Varasto ensimmäinen kerros		KÄPYK ANGAS 1
S0000 9	Poistumistie- ja häätävalaisinte n toiminnan tarkastus	40	Valojen koestus verkkojännite katkaistuna akkujännitteellä	Verstas ensimmäinen kerros		KÄPYK ANGAS 1
S0000 9	Poistumistie- ja häätävalaisinte n toiminnan tarkastus	50	Valojen koestus verkkojännite katkaistuna akkujännitteellä	Käytävä		KÄPYK ANGAS 1

