

Topias Aittamäki

KUPARITEOLLISUUSPUISTON
LÄMMÖNTALTEENOTTOJÄRJESTELMÄN ENNAKKOHUOLTO

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

KUPARITEOLLISUUSPUISTON LÄMMÖNTALTEENOTTOJÄRJESTELMÄN ENNAKKOHUOLTO

Aittamäki, Topias
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2018
Ohjaaja: Sirén, Pekka
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 2

Asiasanat: ennakkohuolto, kaukolämmitys, lämmöntalteenotto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Pori Energia Oy:n Metallinkylän höyryaseman lämmöntalteenottojärjestelmälle ennakkohuoltosuunnitelma. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään kaukolämmitystä ja ennakkohuoltoa. Työssä oli kolme vaihetta, joista ensimmäinen oli dokumentointi, toinen oli konekorttien luonti ja kolmantena luotiin ennakkohuoltosuunnitelma dokumenttien pohjalta konekorttien laitteille. Ennakkohuoltosuunnitelmaan sisällytettiin lämpökamerakuvaukset varsinaista säännöllistä huoltoa tarvitsevien laitteiden vähäisyyden vuoksi.

THE PREVENTIVE MAINTENANCE OF KUPARITEOLLISUUSPUISTO'S HEAT RECOVERY SYSTEM

Aittamäki, Topias

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

February 2018

Number of pages: 33

Appendices: 2

Keywords: preventive maintenance, district heating, heat recovery

The purpose of this thesis was to create a preventive maintenance plan for heat recovery system of Pori Energia Oy's Metallinkylä steam station. In the theoretical part of the thesis district heating and preventive maintenance are generally covered. There were three steps in this thesis. The first one was documentation, the second step was creating machine cards and the third one was creating a preventive maintenance plan covering devices that have machine cards. Some thermal measurements were also included in the maintenance plan since the number of devices that require regular maintenance is relatively small.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PORI ENERGIA OY.....	6
2.1	Konserni.....	6
2.2	Kaukolämpö.....	7
2.3	Aittaluodon voimalaitos.....	7
2.4	Metallinkylän höyryasema.....	7
2.5	Höyryn toimitus.....	7
3	KAUKOLÄMMITYS.....	8
3.1	Yleistä.....	8
3.2	Kaukolämmitys Suomessa.....	8
4	ENNAKKOHUOLTO.....	9
4.1	Kunnossapidon tietojärjestelmät.....	9
4.2	Voiteluhuolto.....	9
4.3	Lämpötilamittaus.....	10
4.3.1	Lämpötilamittaus lämpökameralla.....	10
4.3.2	Lämpökameran tarkkuus.....	11
5	TIETOJEN TALLENTAMINEN.....	13
5.1	Dokumentointi.....	13
5.2	Konekortit.....	13
5.2.1	Venttiilien konekortit.....	14
5.2.2	Pumppujen konekortit.....	17
5.2.3	Lämmönsiirtimien konekortit.....	18
5.2.4	Putkien konekortit.....	19
5.2.5	Mittalaitteiden konekortit.....	21
6	ENNAKKOHUOLLOT.....	24
6.1	Voiteluhuollot.....	24
6.2	Lämpökuvaukset.....	26
6.2.1	Lämmönsiirtimet.....	27
6.2.2	Kojeistot.....	29
7	YHTEENVETO.....	31
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Pori Energia Oy toimittaa asiakkaalleen höyryä Kupariteollisuuspuistoon Metallinkylän höyryaseman kautta. Höyry otetaan Aittaluodon voimalaitokselta turbiinin väliotosta tai vaihtoehtoisesti tuorehöyrystä reduktioventtiilillä ja siirretään Metallinkylään noin 4,5 kilometriä pitkää tyhjiöeristettyä kaksoisvaippaputkea pitkin. Häiriötilanteissa tai suurilla kuormatasoilla höyry voidaan tuottaa myös öljykäyttöisellä apukattilalla Metallinkylän lämpökeskuksella. Asiakas käyttää omaan prosessiinsa 5,5-6,5 baarin kylläistä höyryä. Höyrystä voidaan tehdä kaukolämpöä ja 2017- 2018 lämmityskaudelle valmistuneella lämmön talteenotolla myös asiakkaalta palaavasta lauhteesta.

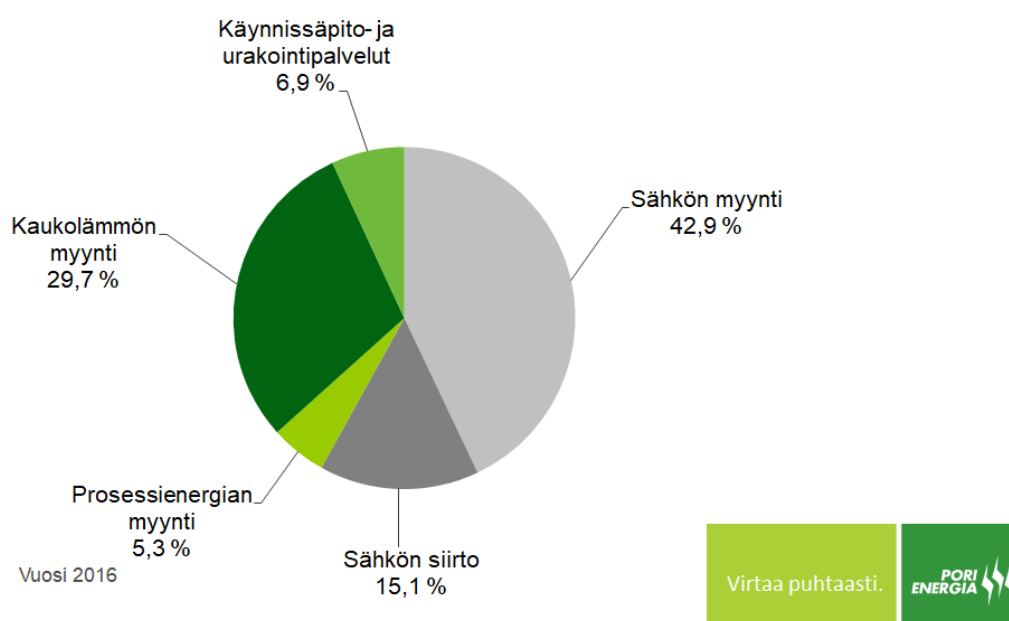
Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Metallinkylän höyryaseman lämmöntalteenottojärjestelmälle ennakkohuoltosuunnitelma laitevalmistajien suositusten mukaisesti. Ennakkohuoltosuunnitelmaan sisällytetään lisäksi myös lämpökuvaukset. Pori Energia Oy käyttää PowerMaint -kunnossapitojärjestelmää, johon laitteiden konekortit sekä ennakkohuollot kirjataan. PowerMaintin kautta tapahtuu huoltojen seuranta sekä vikaraporttien tekeminen. Konekortteja tarvitaan huoltosuunnitelmien tekemiseen ja vikaraportteihin kohteiksi laitteen vikaantuessa. Pori Energialla on muista laitoksista ja järjestelmistä jo olemassa konekortit ja ennakkohuoltosuunnitelmat PowerMaintissa. Opinnäytetyössä luodaan Metallinkylän höyryaseman uusille laitteille konekortit ja ennakkohuoltosuunnitelmat.

2 PORI ENERGIA OY

2.1 Konserni

Pori Energia Oy on Porin kaupungin omistama yhtiö, jonka liiketoiminta-alueita ovat energian tuotanto, sähkön myynti, kaukolämmitys ja -jäähdytys, tuulivoimapalvelut, teollisuuden energiapalvelut sekä kunnossapito- ja urakointipalvelut. Pori Energia Oy muodostettiin vuonna 2006 yhdistämällä Porin Lämpövoima Oy ja Pori Energia-liikelaitos. Konserniin kuuluu emoyhtiö Pori Energia Oy:n lisäksi Pori Energia Sähköverkot Oy. Pori Energia Sähköverkot Oy on keskittynyt sähköverkkoliiketoimintaan. Lisäksi Pori Energia konsernilla on osakkuusyhtiöinä Voimapato Oy, Kolsin Voima Oy sekä Suomen Teollisuuden Energiapalvelut (STEP Oy). (Pori Energia toimintakertomus 2016)

Pori Energia Oy:n liikevaihto vuonna 2016 oli 131,3 miljoonaa euroa, joka oli 3,1 miljoonaa euroa ja 2,3 % vähemmän kuin vuonna 2015. Liikevaihdon lasku selittyy lähinnä sähkönmyynnin sekä palvelu- ja tarvikemyynnin laskulla. Liikevoitto vuonna 2016 oli 11,3 miljoonaa euroa, joka oli 8,7 % ja 0,9 miljoonaa euroa suurempi kuin vuonna 2015. (Pori Energia toimintakertomus 2016)



Kuva 1. Pori Energia Oy:n liikevaihdon jakautuminen vuonna 2016. (Pori Energia Oy:n yritysasettelu 2017)

2.2 Kaukolämpö

Pori Energia Oy tuottaa kaukolämpöä pääasiassa lämmön ja sähkön yhteistuotantona voimalaitoksissa. Lisäksi lämpöä tuotetaan erillisissä lämpökeskuksissa tai teollisuuden jätelämmöstä. Kaukolämpötoiminta aloitettiin Porissa vuonna 1969 ja tällä hetkellä (2017) kaukolämpöverkkoa on jo yli 220 kilometriä. Yli puolet porilaisista asuu kaukolämmitetyssä talossa ja yli 60 % Porin rakennuksista lämmitetään kaukolämmöllä. Pori Energiolla on kaukolämpötoimintaa Porin kantakaupungin lisäksi Reposaassa, Noormarkussa, Laviassa, Harjavallassa sekä Kristiinankaupungissa. (Pori Energia Oy:n www-sivut 2017.)

2.3 Aittaluodon voimalaitos

Aittaluodon voimalaitos sijaitsee Porissa Aittaluodon teollisuusalueella. Voimalaitoksessa tuotetaan sähkön ja kaukolämmön lisäksi prosessihöyryä teollisuuden tarpeisiin. Voimalaitoksella poltetaan pääasiassa kotimaista puuta ja turvetta. (Pori Energian yritysesitys 2017)

2.4 Metallinkylän höyryasema

Pori Energia toimittaa asiakkaalleen höyryä Metallinkylän höyryaseman kautta, joka sijaitsee Metallinkylän lämpökeskuksella. Höyrystä voidaan tehdä myös kaukolämpöä erillisillä lämmönsiirtimillä. Lisäksi 2017-2018 -lämmityskaudeksi valmistuneella lämmöntalteenottojärjestelmällä voidaan asiakkaalta palaavalla lauhteella lämmitellä kaukolämpövettä lämmönsiirtimen avulla.

2.5 Höyryn toimitus

Metallinkylään lähtevä höyry voidaan ottaa reduktioventtiilin avulla tuorehöyrystä, jolloin sen painetta ja lämpötilaa lasketaan ja erotettu osuus on pois sähköntuotannosta. Sähkön hinnan ylittäessä sähköntuotannon kustannuksen höyry otetaan turbiinin välitosta. Väliotot syöttävät höyryn 15 baarin jakotukkiin, josta se jaetaan Me-

tallinkylään noin 4,5 kilometriä pitkää tyhjiöeristettyä kaksoisvaippaputkea pitkin. Metallinkylän höyryasemalla höyry kulkee 13/5,5-6,5 baarin höyry/höyry lämmönsiirtimeen, josta lauhde palaa Aittaluotoon lisävedeksi. Asiakas käyttää omaan prosessiinsa 5,5-6,5 baarin kylläistä höyryä. Asiakkaan lauhteella voidaan lämmittää kaukolämpövettä, mutta jos johtokyky ei ole johtokykymittausten rajoissa, menee lauhde lopulta viemäriin, eikä sitä käytetä lisävetenä. (Pori Energia; Setälä sähköposti 26.10.2017.)

3 KAUKOLÄMMITYS

3.1 Yleistä

Kaukolämmitys on rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavan lämmön tuottamista keskitetysti sekä julkista jakelua asiakkaiden kiinteistöille. Kaukolämmitys on usein organisoitu toimimaan liiketoiminnan muodossa. Kaukolämmityksen tyypillisiä asiakkaita ovat asuintalot, teollisuus, liikerakennukset ja julkiset rakennukset. Lämmön siirtoaineena toimii vesi tai höyry. Kaukolämmityksen hyödyt ovat muun muassa sen energiatehokkuus, ympäristöystävällisyys sekä sen käyttövarmuus ja helppokäyttöisyys asiakkaalle. Kaukolämmityksen ongelmia taas ovat suuret kulu- tusvaihtelut vuodenaikojen välillä, siirtohäviöt sekä sen huono soveltuvuus harvaan rakennetuille alueille. (Koskelainen, Saarela & Sipilä 2006, 25.)

3.2 Kaukolämmitys Suomessa

Suomen ensimmäinen kaukolämmitysjärjestelmä rakennettiin vuonna 1940 valmis- tuneeseen Helsingin Olympiakylään. Kaukolämmittämisen idea lähti liikkeelle, kun huomattiin että teollisuuden sähköntuotannossa syntyi hukkaan menevää lauhdeläm- pöä, jota pystyttäisiin hyödyntämään esimerkiksi asuntojen lämmittämiseen. Helsingin kaupungin sähkölaitos teki päätöksen aloittaa kaukolämpötoiminnan vuonna 1953 ja vesikaukolämmitys alkoi vuonna 1957. Espoossa kaukolämmön tuotanto oli

aloitettu jo vuonna 1953. Kaukolämmityksen oli Suomessa alusta saakka tarkoitustapahtua pääasiassa lämmön ja sähkön yhteistuotantona. (Koskelainen ym. 2006, 34.)

Suomessa lähes 80 % kaukolämmöstä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantona. Kaukolämmitys ja erityisesti lämmön ja sähkön yhteistuotanto ovat keskeisessä roolissa ympäristökuormituksen vähentämisessä, sillä kaukolämpöä tuotetaan entistä enemmän uusiutuvilla polttoaineilla, jolloin hiilidioksidipäästöt vähenevät. Lisäksi Suomi on savukaasujen puhdistuksessa maailman johtavia maita. (Koskelainen ym. 2006, 27.)

4 ENNAKKOHUOLTO

4.1 Kunnossapidon tietojärjestelmät

Kunnossapidon toiminnanohjausta ja suunnittelua hoitavat tietojärjestelmät ovat osoittautuneet tarpeellisiksi yritysten muiden tietojärjestelmien rinnalla. Suurissa yrityksissä kunnossapidon tietojärjestelmät ovat merkittävässä asemassa myös liiketoiminnan kannalta. Tietojärjestelmän tarkoitus on helpottaa kunnossapitotoimien hallintaa ja seurantaa sekä jaksottaa kunnossapitoa. Tietojärjestelmään voidaan tallentaa kohteita ja niiden ominaisuuksia, jolloin tietoa voidaan hakea järjestelmästä eri hakuehdoilla. Kohteet voidaan liittää järjestelmän hierarkiassa suurempien kokonaisuusien alaisuuteen. Useimmille laitteille on määritelty huolto-ohje, joka voidaan liittää myös kunnossapitotietojärjestelmään ja laatia huoltosuunnitelma ohjeiden mukaisesti laitekohtaisesti suuremmalle kokonaisuudelle. (Koskelainen ym. 2006, 379.)

4.2 Voiteluhuolto

Voiteluhuolto on tärkein huolto dynaamisille laitteille. Laitoksen käyttövarmuus riippuu eniten juuri dynaamisista laitteista, kuten pumpuista ja niiden moottoreista. Laitetoimittaja antaa suositukset voitelukohteista, voiteluaineista sekä voitelujaksoista. Voiteluaineiden tulee täyttää kohteen vaatimukset, jotta laitteen takuu ja toimi-

vuus säilyy. Voiteluaineiden valikoiman pitää säilyä riittävän yksinkertaisena, jotta ei synny ylimääräisiä varastointikuluja liian monen voiteluainelaadun vuoksi. Lisäksi erilaisten voiteluaineiden vähäinen määrä helpottaa voiteluhuollon tekijää ja nopeuttaa työtä, kun samaa voiteluainetta kyetään käyttämään useampaan laitteeseen. (Koskelainen ym. 2006, 351.)

4.3 Lämpötilamittaus

Useissa laitteissa vikaantuminen näkyy lämpötilan muuttumisena, jolloin syynä saattaa olla kitkasta syntyvä lämpö, jäähdytyksen heikentyminen, sähköisten komponenttien oikosulku, löysä liitos sähköisessä komponentissa, eristeiden kuluminen sähköjohdoissa esimerkiksi läpiviennin kohdalla tai putken taikka sen eristeen vuoto. Lämpömittausmenetelmän määrää kohteen laajuus sekä tavoitettavuus. Erilaisia lämpömittausmenetelmiä ovat pintalämpömittaus pienelle rajatulle alueelle, infrapunalämpömittaus rajattujen alueiden vertailumittaukseen sekä lämpökamerakuvaus hyvinkin laajoihin kohteisiin. (Koskelainen ym. 2006, 355.)

4.3.1 Lämpötilamittaus lämpökameralla

Lämpökamerakuvaus perustuu pintojen lähettämään eli emittoimaan lämpösäteilyyn. Lämpökamera mittaa pinnan kokonaissäteilyä, johon sisältyy myös heijastunutta säteilyä sekä joissakin tapauksissa pinnan läpi tullutta säteilyä. Säteilyn voimakkuus riippuu pintalämpötilasta ja pinnan emissiokertoimesta. Emissiokerroin kuvaa pinnan emissiivisyyttä eli kykyä säteillä infrapunaenergiaa suhteessa täydelliseen säteilijään, jonka emissiokerroin on 1. Emissiokerroin voi olla 0-1. Emissiokertoimen ollessa 0-0,5 on pinta kiiltävä ja heijastava, jolloin suurin osa lämpösäteilystä voi olla ulkopuolisten lämmönlähteiden heijastuksia. Emissiokertoimen ollessa lähellä 1:tä on heijastuksen osuus pieni ja suurin osa lämpösäteilystä on kappaleen itse lähettämää. Emissiivisyyteen vaikuttaa säteilyn aallonpituus, pinnan lämpötila, materiaali sekä kuvauskulma. Taulukossa 1 on esitetty yleisimpien materiaalien emissiokertoimet. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 16-17.)

Taulukko 1. Joidenkin materiaalien emissiokertoimia (Paloniitty & Kauppinen 2006, 104-115.)

Alumiini (kiillotettu)	0,05
Alumiini (voimakkaasti hapettunut)	0,2-0,3
Ihmisen iho	0,98
Kupari (hapettunut)	0,6-0,7
Kupari (kiillotettu)	0,02
Maali	0,9
Rauta ja teräs (hapettunut)	0,74
Rauta ja teräs (Kiillotettu)	0,07

4.3.2 Lämpökameran tarkkuus

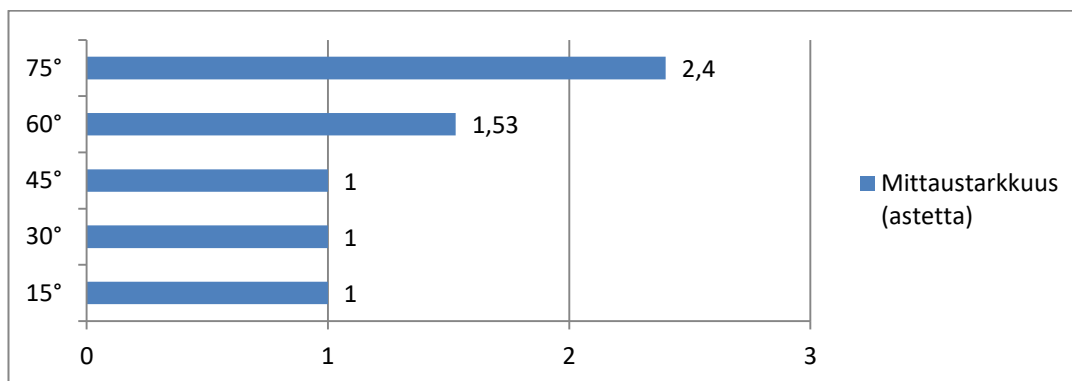
Kaikki lämpökamerat tarvitsevat riittävän lämpenemisajan, joka on useimmissa kameroissa 3-5 minuuttia ja erityistä tarkkuutta vaativia mittauksia tehdessä kannattaa kameran antaa lämmitä 10 minuuttia. Lämpökuvauksia tehdessä on hyvin tärkeää huolehtia, että kameran tarkennus onnistuu, sillä oikea tarkennus takaa infra-punaenergian kohdistumisen kuvakennon kuvapisteille oikein. Tarkennuksen epäonnistuessa kuva voi olla sumea sekä sen radiometriset tiedot voivat olla vääristyneet. Epätarkat kuvat ovat usein käyttökelvottomia tai ainakin käyttöarvoltaan vähäisiä. (Fluke 2013.)

Lämpökuvaajan tehtävä on tarkistaa säännöllisesti kameran toimivuus suorittamalla vertailumittaus kosketuspintalämpötila-anturilla tai pinnasta, jonka lämpötila voidaan määrittää asteen tarkkuudella ja emissiivisyyskerroin 0,05:n tarkkuudella. Lisäksi lämpökamera pitää kalibroida enintään kahden vuoden välein mittatarkkuuden varmistamiseksi. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 49.)

Mittaustuloksiin vaikuttavat olosuhteet, joissa mittaukset suoritetaan sekä mittausasetukset. Mittausasetuksista eniten vaikuttavat kuvattavan pinnan emissiokerroin sekä taustan lämpötila. Lisäksi kuvausetäisyys ja ilman suhteellinen kosteus vaikut-

tavat tuloksiin. Kuvauskulman vaikutusta mittaustarkkuuteen on kuvattu taulukossa 2. Taulukosta voidaan huomata, että kun kuvauskulma on alle 45° pinnan kohtisuorasta, on mittaustarkkuus 1 °C luokkaa. Kuvauskulman ollessa kuvattavan pinnan kohtisuorasta yli 45° alkaa mittatarkkuus kärsiä taustan heijastuksien vuoksi.

Taulukko 2. Kuvauskulman vaikutus pintalämpötilan tarkkuuteen (Paloniitty & Kauppinen 2006, 21)



Taulukossa 3 on kuvattu 1 %:n emissiivisyysvirheen aiheuttamaa mittausvirhettä eri lämpötiloissa säteilyn eri aallonpituuksilla. Taulukosta huomataan mittausvirheen kasvavan mitattavan kohteen lämpötilan kasvaessa sekä säteilyn aallonpituuden kasvaessa.

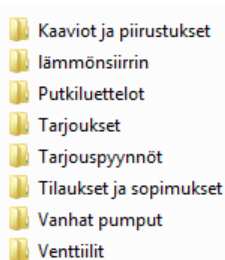
Taulukko 3. 1 %:n emissiivisyysvirheestä johtuva lämpötilavirhe (Weckström 2005, 53)

keskim. aallonpituus/ μm	0,65	0,9	1,64	2,3	3,4	3,9	4,5	5,0	7,9	10,6	0,78 - 1,06
lämpötila (°C)											
-50									1,8	1,3	
0									0,3	0,3	
50				0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
100			0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	
200			0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1	1,2	
300			0,4	0,5	0,8	0,9	1,0	1,1	1,6	1,9	
400		0,3	0,5	0,7	1,1	1,2	1,4	1,5	2,2	2,6	
500		0,4	0,7	1,0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,9	3,3	
750		0,7	1,1	1,7	2,5	2,8	3,1	3,4	4,7	5,3	12,2
1000	0,7	1,1	1,7	2,5	3,7	4,1	4,6	5,0	6,7	7,4	15,3
1500	1,4	1,8	2,7	4,3	6,2	6,7	7,4	7,9	10,1	10,9	21,3
2000	2,3	3,3	4,8	7,6	10,4	11,2	12,1	12,8	15,5	16,5	33,1
2500	3,5	4,9	6,9	10,8	14,3	15,2	16,3	17,1	20,2	21,2	45,4
3000	4,8	6,7	9,3	14,3	18,4	19,5	20,7	21,6	24,9	26,0	59,9

5 TIETOJEN TALLENTAMINEN

5.1 Dokumentointi

Työ aloitettiin keräämällä laitetoimittajilta ja alihankkijoilta sähköpostilla saadut dokumentit kansioihin, jolloin kansiorakenteeksi muodostui kuvan 2 mukainen kansiorakenne.



Kuva 2. Dokumenttikansion rakenne.

Dokumentit tallennettiin M-files dokumenttivarastoon projektia varten tehtyyn projektikansioon. Laitetoimittajilta saaduissa dokumenteissa oli mukana laitevalmistajien laatimat dokumentit, joita käytettiin laitteiden konekorttien tekoon sekä ennakkohoito-suunnitelman laatimiseen PowerMaint -ennakkohoitojärjestelmään.

5.2 Konekortit

Konekorttipohjat ovat eri laitetyppeille erilaisia ja niihin sisällytettävien tietojen määrät vaihtelevat. Korteissa on kuitenkin vakiotietoja, jotka tulee määrittää kaiken-tyyppisille laitteille. Kaikissa konekorteissa esitetään kohteen laitetunnus, joka on laitteen positio, kohdetyyppi, kohteen nimi, hierarkia, kohteen ryhmä sekä ylempi kohde hierarkiassa kuvan 3 mukaisesti. Metallinkylän höyryaseman laitehierarkia aikaisempien laitteiden osalta oli hieman vaillinainen, joten joihinkin laitteisiin jou- duttiin laittamaan kohtaan "Ylempi kohde hierarkiassa" 4N, mikä on määritelty Me- tallinkylän höyryasemaksi PowerMaintissa. Venttiilien kohdalla samaa ongelmaa ei samassa laajuudessa ollut, vaan venttiilien kohdalle voitiin kirjata putken positio ylemmäksi kohteeksi hierarkiassa.

Konekorttien ja laitehierarkian avulla saadaan parempi kuva laitteistosta, kun ei olla paikan päällä, ja näin ollen toimistossa on helpompi hahmottaa, mistä laitteesta on kyse, kun laitteet ovat merkitty positiotunnuksella. Konekortin tiedoissa pyritään osoittamaan tarpeelliset tiedot esimerkiksi uuden laitteen tilaamista varten vanhan rikkoutuessa. Kun laite rikkoutuu tai sen kunto heikkenee, voi ilmenneen vian huomannut ilmoittaa laitteen position ja vian kunnossapitoon, jolloin laitteen tiedot voidaan tarkistaa PowerMaintista kohteen position avulla ja näin ollen tehdä vikaraportin työmääräin laitteen korjauksia varten. Liitteessä 1 on luettelo PowerMaintiin talletetuista putkien konekorteista ja liitteessä 2 on luettelo laitteiden konekorteista.

5.2.1 Venttiilien konekortit

Venttiilit voidaan siirtää PowerMaintiin sieltä tulostettavaa Microsoft Excel -pohjaa käyttäen. Excel-pohjan käyttö helpottaa huomattavasti työtä, varsinkin kun kohteita on paljon. Venttiilitietojen siirto PowerMaintiin ei tuntemattomasta syystä onnistunut Excelistä, mutta venttiilien kohtuullisen määrän vuoksi asiasta ei oltu yhteydessä tekniseen tukeen, vaan venttiilien tiedot syötettiin käsin yksitellen. Kuvassa 3 on esitetty esimerkiventtiilin konekortin kohdesivu PowerMaint -järjestelmässä. Kohdesivulla esitetään myös valmistaja sekä toimittaja, joita ei tässä yhteydessä mainita. "Malli/tyyppi" merkintä sekä sarjanumero löytyvät kohdesivulta. Kohde-korttiin voidaan liittää myös dokumentti tai linkki dokumenttiin sekä hankintaan liittyvät tiedot kuten hankinta-aika. Käyttömäärä kirjataan, jos laitteella on käyntimittari.

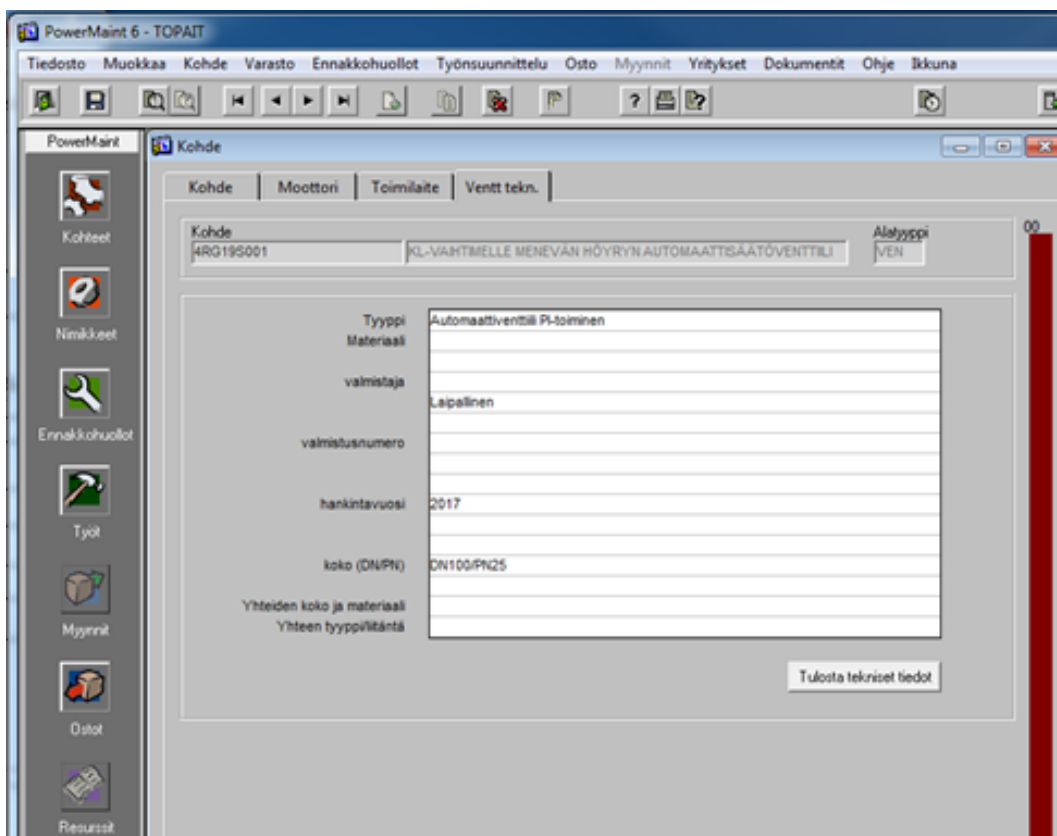
The screenshot shows the 'Kohde' (Object) form in the PowerMaint 6 - TOPAIT application. The form is divided into several sections:

- Identification:** Tunnus (ID) 4RG19S001, Kohdetyyppi (Object Type) DEV, Alatyyppi (Sub-type) VEN.
- Name:** Nimi (Name) KL-VAHTIMELLE MENEVÄN HÖYRYN AUTOMAATTISÄÄTÖVENTTIILI.
- Hierarchy:** Hierarkia (Hierarchy) with fields for Laitehierarkia (Equipment Hierarchy) 4RG19, Kohteen ryhmä (Object Group), and Huone (Room).
- Classification:** Pakka (Pack), Luokka (Class), and Tila (Status).
- Administrative:** Valmistaja (Manufacturer), Toimittaja (Supplier), and Asiakas (Customer).
- Inventory:** Malli/tyyppi (Model/Type), Sarjanumero (Serial Number), and Dokumentit (Documents).
- Purchase:** Ostohinta (Purchase Price), Takuu päättyy (Warranty Expires), Hankinta-aika (Purchase Date), Käyttömäärä (Usage), and Yksikkö (Unit).
- Other:** Etnr (ETNR), Käyttökemat (Usage Conditions), and Automaattinen (Automatic) checkbox.
- Additional:** Lisätiedot (Additional Information) field.

On the right side of the form, there is a vertical red bar with the number '00' at the top. Below the form, there is a sidebar with buttons for various actions: Varaosat (Attachments), Ehdyt (Attachments), Historia (History), Työläusehistoria (Work Order History), Avoimet työt (Open Work Orders), Dokumentit (Documents), Mittaukset (Measurements), Muuta tunnus (Change ID), Kopioi tyyppi-ohde (Copy Type Reference), Kopioi kohde (Copy Object), and Siirä historiaan (Move to History).

Kuva 3. Höyryn automaattisäätöventtiilin konekortin kohdesivu PowerMaintissa.

Kuvassa 4 on esitetty venttiilin tekniset tiedot PowerMaintissa. Venttiilin tyyppi on ilmoitettu automaattiventtiili ja venttiilin kerrotaan olevan paineilmatoiminen. Venttiili on laipallinen ja hankintavuosi on 2017. Lisäksi venttiilin DN-koko on ilmoitettu sekä PN-luokka, koska venttiili on laipallinen.



Kuva 4. Höyryn automaattisäätöventtiilin konekortin venttiilin tekniset tiedot PowerMaintissa.

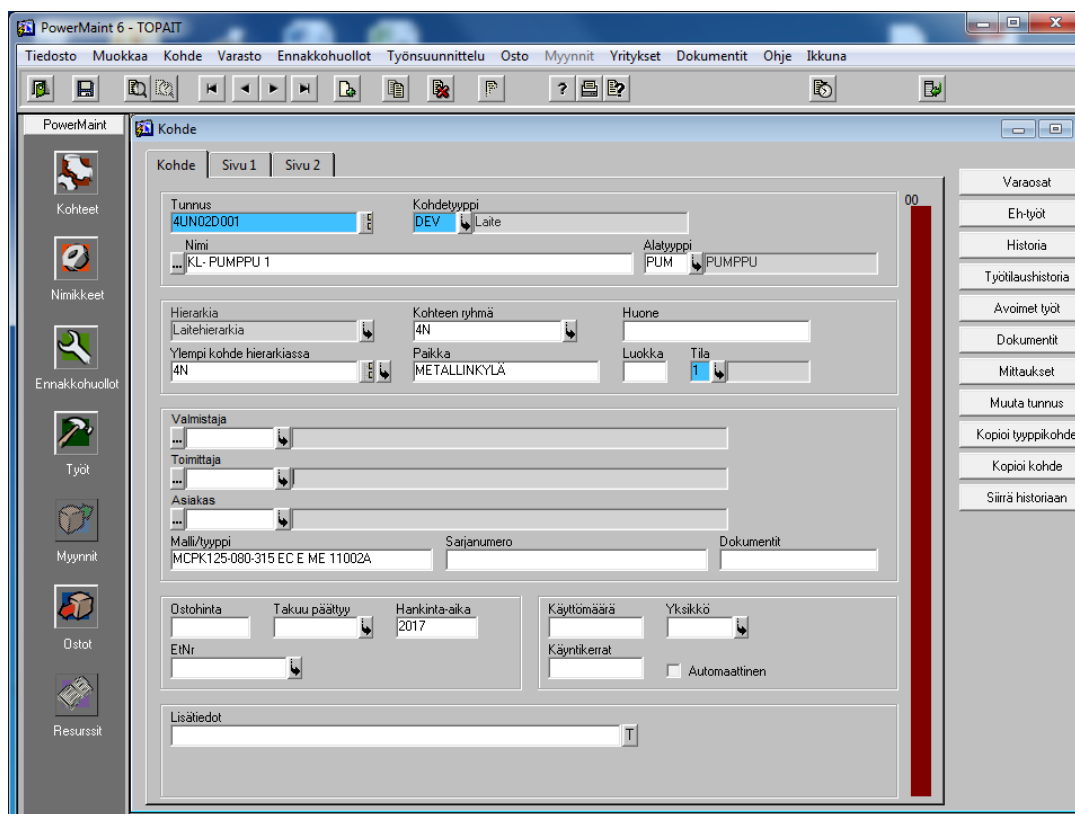
Venttiilien positiotunnuksen kolmanneksi viimeinen numero kertoo venttiilin tyyppin ja kaksi viimeistä ovat järjestysnumeroita. Taulukossa 4 on venttiilien numerokoodien selitykset.

Taulukko 4. Venttiilien numerokoodit

001...099	Säätöventtiili / Reduktioventtiili
101...199	Moottorisulkuventtiili
201...299	Käsiikäyttöinen sulkuventtiili
301...399	Takaiskuventtiili
401...499	Varoventtiili
501...599	Muut. Lauhteenpoistimet ym.
601...699	Mittausyhteen sulkuventtiili
701...799	Ilmanpoistoventtiili
801...899	Tyhjennysventtiili
901...999	Magneettiventtiili

5.2.2 Pumppujen konekortit

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki kaukolämpöpumpun konekortin kohdesivusta. Kohdesivulla ilmoitetaan vakiotietojen lisäksi kohteen alatyyppi eli pumppu sekä pumppun malli.



Kuva 5. Kaukolämpöpumpun 4UN02D001 konekortin kohdesivu PowerMaintissa.

Pumpun konekortissa on teknisille tiedoille sivut 1 ja 2, joihin tiedot on kerätty laite-toimittajan toimittamista dokumenteista kuvan 6 mukaisesti. Aivan kaikkia tietoja ei kuitenkaan konekortteihin lisätty, vaan pyrittiin lisäämään vain tärkeimmät katsoen vanhoista vastaavista korteista mallia. Pumpun tietoihin ensimmäiselle sivulle kirjattiin käyttöpaikka, valmistaja, tilausvuosi, tilavuusvirta, nostokorkeus, kierrosluku, tehontarve sekä pumpattava aine. Sivulla kaksi on juoksupyörän halkaisijan lisäksi ilmoitettu laakerityyppi sekä akselitiiviste.

The image shows two side-by-side screenshots of the PowerMaint software interface, displaying technical data for a pump with ID 4UN02D001.

Left Screenshot (Page 1):

- Kohde:** 4UN02D001
- Alatyyppi:** PUM
- PUMPPU N:o:** Käyttöpaikka, Osasto, Valmistaja, Määräntuoja, Tilaus N:o / Vuosi, Malli, Valmistus N:o, M3/Tunti, Nostokorkeus, Kierrosluku, Tehon tarve, Kiertosuunta, Pumpattava aine, Kokoonpano, Pumpun pesä.
- Metallityyppi:** Metallityyppi
- 2017**
- 202,04 m³/h**
- 125,05 m**
- 2966 rpm**
- 90,68 kW**
- VESI**
- Tulosta tekniset tiedot**

Right Screenshot (Page 2):

- Kohde:** 4UN02D001
- Alatyyppi:** PUM
- LAAKERIPESÄ:** 302,0 mm
- JUOKSUPYÖRÄN HALKAISUA:** OHJAAVA: VUORAUUS: AKSELINHALKAISUA: AKSELIHÖLKKI: KITTIN: LAAKERI: LAAKERI: POKSITIVISTE: AKSELITIVISTEET (STEFAT) KYTKINÖMIT: JUOKSUPYÖRÄN TYYPPI: YHTEIDEN KOKO PAINEMU:
- Puhalluslaitteet**
- Yksitoiminen mekaaninen tiiviste**
- Tulosta tekniset tiedot**

Kuva 6. Pumpun 4UN02D001 konekortin sivut 1 ja 2 PowerMaintissa.

5.2.3 Lämmönsiirtimien konekortit

Kuvan 7 esimerkissä lämmönsiirtimen konekortissa esitetään samat vakiotiedot kuin muissakin laitteissa, ja alatyyppi kertoo laitteen olevan lämmönsiirrin. Kohteen nimellä pyritään kuvaamaan myös käyttötarkoitusta.

The image shows a screenshot of the PowerMaint 6 - TOPAIT software interface, displaying the details for a heat exchanger with ID 4RQ15B001.

PowerMaint 6 - TOPAIT

Tiedosto Muokkaa Kohde Varasto Ennakkokhuollot Työsuunnittelu Osto Myynnit Yritykset Dokumentit Ohje Ikkuna

Kohde Kohde Sivu 1 Sivu 2

Tunnus: 4RQ15B001 **Kohdetyyppi:** DEV Laite

Nimi: LAUHDE JÄÄHDYTIM **Alatyyppi:** LAM LÄMMÖNSIIRTIMET

Hierarkia: Laitehierarkia **Kohteen ryhmä:** 4N **Huone:**

Ylempi kohde hierarkiassa: 4N **Paikka:** METALLINKYLÄ **Luokka:** **Tila:** 1

Valmistaja: **Toimittaja:** **Asiakas:**

Malli/tyyppi: PSHE 3HH-170/5/1 **Sarjanumero:** 46001 **Dokumentit:**

Ostohinta: **Takuu päättyy:** **Hankinta-aika:** **Käyttö määrä:** **Yksikkö:**

EiNr: **Käyntikerrat:** Automaattinen

Lisätiedot:

Varaosat

- Eh-työt
- Historia
- Työlaushistoria
- Avoimet työt
- Dokumentit
- Mittaukset
- Muuta tunnus
- Kopioi tyyppikohde
- Kopioi kohde
- Siirrä historiaan

Kuva 7. Lämmönsiirtimen 4RQ15B001 konekortin kohdesivu PowerMaintissa.

Kuvan 8 mukaisesti konekortin sivulla 1 ilmoitetaan laitteen tyyppimerkintä, vesitilavuus lämmönsiirtimen kylmällä ja kuumalla puolella, suunnittelupaine, lämpötilat lämmönsiirtimen kylmällä ja kuumalla puolella sekä suurin lämpökuormitus kilowatteina. Konekortin sivulla kaksi ilmoitetaan laitteen päämitat, laitteen paino sekä valmistusvuosi.

The image shows two side-by-side screenshots of a technical data interface for a heat exchanger. Both screenshots have a header with 'Kohde' (Object) set to '4RQ15B001' and 'Alatyyppi' (Equipment type) set to 'LAUHDE JAAHDYTIM' (Water-cooled condenser). The left screenshot (Page 1) displays technical specifications, and the right screenshot (Page 2) displays physical dimensions.

Technical Specification	Value
TYYPPI:	PSHE 3HH-170/5/1
TILAVUUS:	13,5 kylmä 20,9 kuuma
PAINE (MPa):	0,1/1,5
LÄMPÖTILA (ast. C):	45/49 kylmä 130/50 kuuma
ERISTYS:	
LÄMMITYSPINTA (m ²):	
LÄMMITYSPUTKIKUUSIEN MÄÄRÄ:	
LÄMMITYSPUTKEN MITAT (mm):	
MAX LÄMPÖKUORMITUS (kW):	905 kW
VEDEN MAX NOPEUS PUTKESSA:	

Physical Dimension	Value
LAITTEEN PÄÄMITAT (mm):	
LAITTEEN PAINO TYHJÄNÄ:	240 kg
RAKENNEAIKANEET:	
VALMISTUSVUOSI:	2017

Kuva 8. Lämmönsiirtimen 4RQ15B001 konekortin sivut 1 ja 2.

5.2.4 Putkien konekortit

Putkien konekortteille piti etsiä ylempi kohde hierarkiassa PI-kaaviosta, jotta uudet putket ja niihin liittyvät laitteet saatiin näkymään laitehierarkiassa oikein. Kohdesivulla on kuvan 9 esimerkin mukaisesti vakiotietoihin määritetty alatyyppi putkisto ja ylempi kohteeksi hierarkiassa putki 4RG05, josta putki 4RG19 alkaa.

The screenshot shows the 'PowerMaint 6 - TOPAAT' application window. The title bar indicates the current object is 'Kohde' and the page is 'Sivu 1'. The menu bar includes options like 'Tiedosto', 'Muokkaa', 'Kohde', 'Varasto', 'Ennakkokhuollot', 'Työsuunnittelu', 'Osto', 'Myyntit', 'Yritykset', 'Dokumentit', 'Ohje', and 'Ikkuna'. The toolbar contains various icons for file operations and navigation.

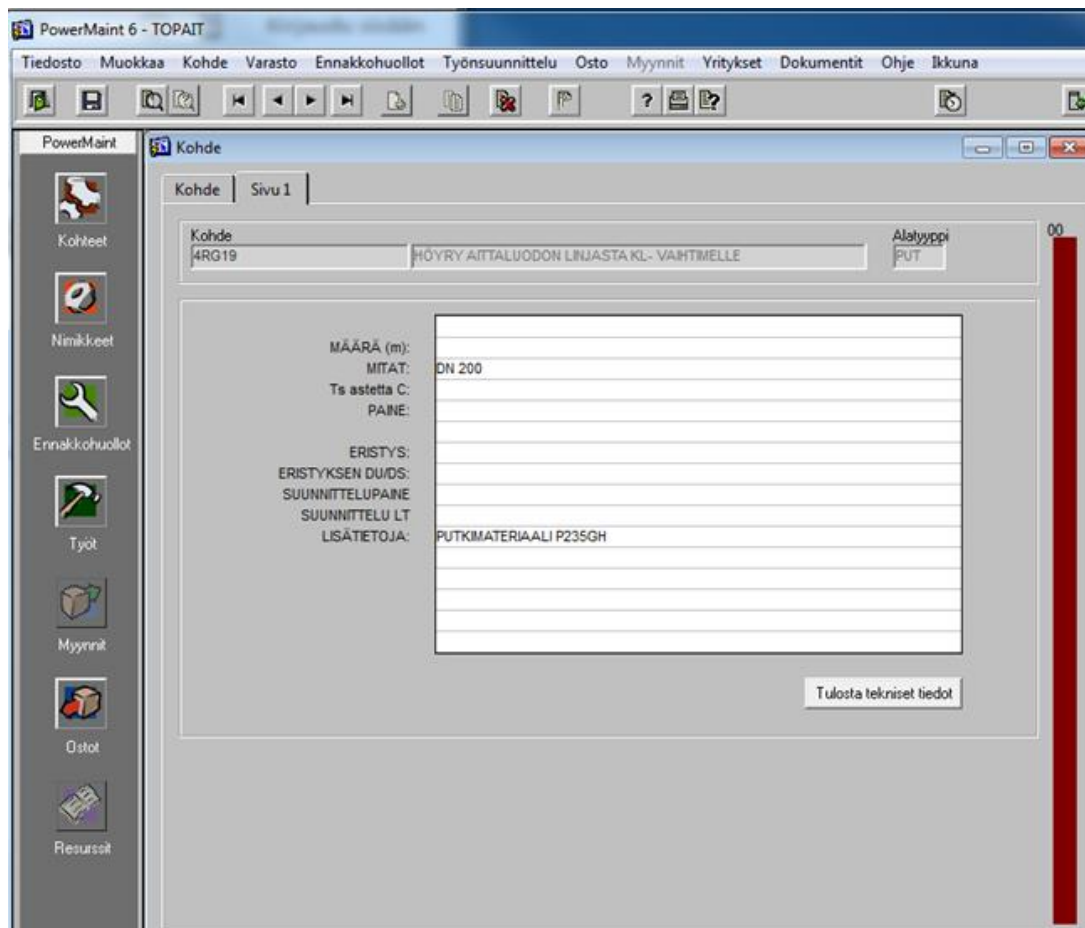
The main data entry area is organized into several sections:

- Object Identification:** 'Tunnus' (ID) is 4RG19, 'Kohdetyyppi' (Object Type) is DEV, and 'Nimi' (Name) is HOYRY AITTALUODON LINJASTA KL- VAHTIMELLE. 'Alatyyppi' (Sub-type) is PUT.
- Hierarchy and Location:** 'Hierarkia' (Hierarchy) is 4RG05, 'Kohteen ryhmä' (Object Group) is empty, 'Huone' (Room) is empty, 'Paikka' (Location) is empty, 'Luokka' (Class) is empty, and 'Tila' (Status) is 1.
- Administrative Fields:** 'Valmistaja' (Manufacturer), 'Toimittaja' (Supplier), and 'Asiakas' (Customer) are all empty.
- Inventory and Purchase:** 'Malli/tyyppi' (Model/Type), 'Sarjanumero' (Serial Number), and 'Dokumentit' (Documents) are empty. 'Ostohinta' (Purchase Price), 'Takuu päättyy' (Warranty Expires), and 'Hankinta-aika' (Purchase Date) are empty. 'Käyttöaika' (Usage Time) is empty, 'Yksikkö' (Unit) is empty, 'Käyntikerrat' (Operating Hours) is empty, and 'Automaattinen' (Automatic) is unchecked.
- Additional Information:** 'Lisätiedot' (Additional Information) is empty.

The right sidebar contains a vertical list of buttons: 'Varaosat' (Spare Parts), 'Eh-työt' (Pre-work), 'Historia' (History), 'Työlaushistoria' (Work Order History), 'Avoimet työt' (Open Work Orders), 'Dokumentit' (Documents), 'Mittaukset' (Measurements), 'Muuta tunnus' (Change ID), 'Kopioi tyypikohde' (Copy Template Object), 'Kopioi kohde' (Copy Object), and 'Siirä historiaan' (Move to History).

Kuva 9. Putken 4RG19 konekortin kohdesivu PowerMaintissa.

Putkiston konekortin sivulla 1 ilmoitetaan kuvan 10 mukaisesti DN-koko ja putkimateriaali sekä lisätiedoissa asennusta ja suunnittelua koskevat tiedot, joita tässä työssä ei esitetä.



Kuva 10. Putken 4RG19 konekortin sivu 1 PowerMaintissa.

5.2.5 Mittalaitteiden konekortit

Mittalaitteiden kohdalla keskusteltiin automaatiokunnossapidon työntekijän kanssa konekortissa esitettävistä tiedoista ja päädyttiin esittämään niissä kohdesivulla vakio-tietojen lisäksi laitteen malli sekä sivulla 1 käyttöalue, jolla mittaus toimii. Mittalaitteiden ennakkohuollot eli kalibroinnit kirjataan eri järjestelmään henkilökunnan toimesta, joten mittalaitteiden osalta PowerMaintin konekortit sisältävät hyvin vähän tietoa. Kuvassa 11 on esimerkkinä höyryn lämpötilamittauksen konekortin kohdesivu, johon on laitteen malliksi määritetty PT-100.

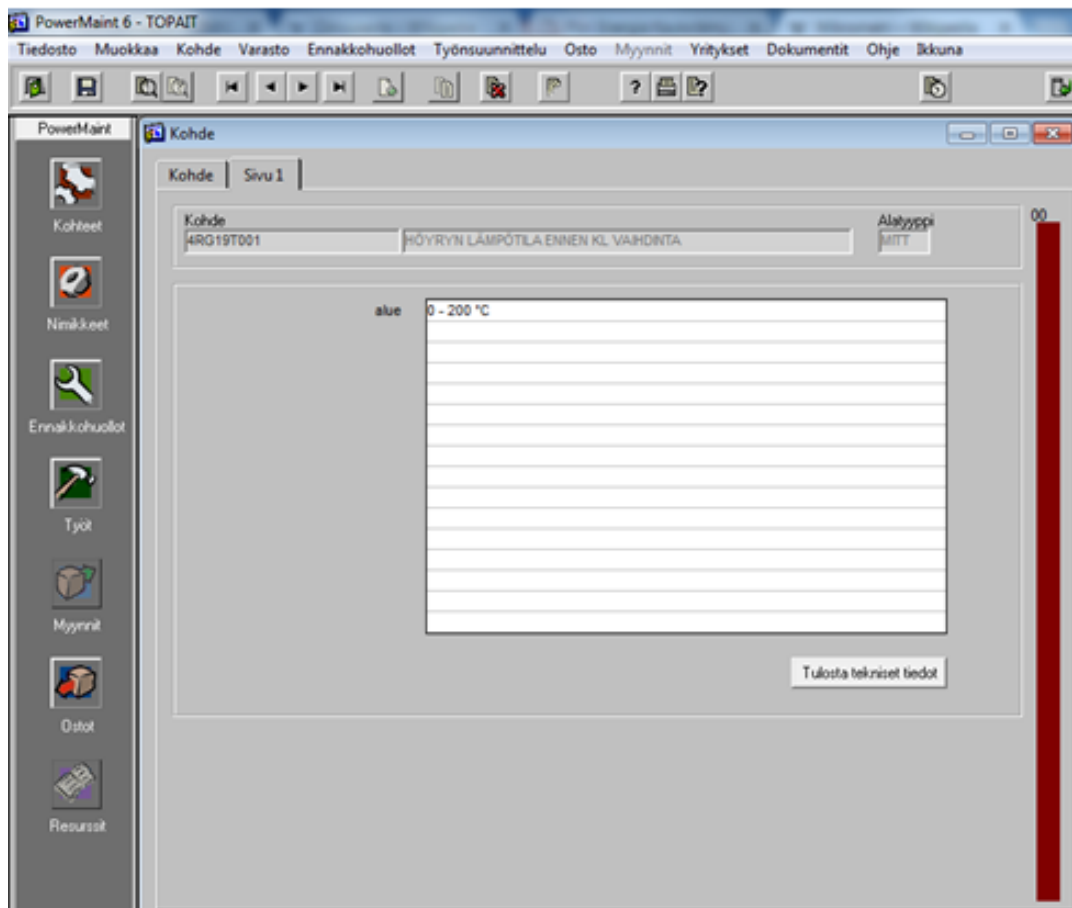
The screenshot shows the 'Kohde' (Object) form in the PowerMaint 6 - TOPAIT application. The form is titled 'Kohde' and 'Sivu 1'. It contains the following fields and sections:

- Tunnus:** 4RG19T001
- Kohdetyyppi:** DEV
- Nimi:** HÖYRYN LÄMPÖTILA ENNEN KL VAHDINTA
- Alatyyppi:** MITT
- Hierarkia:** Latehierarkia
- Kohteen ryhmä:** 4N
- Huone:**
- Ylempi kohde hierarkiassa:** 4RG19
- Pakka:**
- Luokka:** Tila
- Valmistaja:**
- Toimittaja:**
- Asiakas:**
- Malli/tyyppi:** PT-100
- Sarjanumero:**
- Dokumentit:**
- Ostohinta:**
- Takuu päättyy:**
- Hankinta-alku:**
- Käyttöaika:**
- Yksikkö:**
- Esit:**
- Käynnökerrat:**
- Automaattinen:**
- Liitiedot:**

On the right side of the form, there is a vertical red bar with the number '00' at the top. Below the form, there is a sidebar with buttons for 'Varausat', 'Ehtyöt', 'Historia', 'Työlaushistoria', 'Avoimet työt', 'Dokumentit', 'Mittaukset', 'Muuta tunnus', 'Kopioi tyyppi/kohde', 'Kopioi kohde', and 'Siirä historiaan'.

Kuva 11. Lämpötilamittauksen konekortin kohdesivu PowerMaintissa.

Kuvassa 12 on höyryn lämpötilamittauksen konekortin sivu 1. Sivulla 1 ilmoitetaan alue, jolla mittaus toimii sekä yksiköt. Esimerkissä olevan lämpötilamittauksen mittausalue on 0-200 °C. Mittauslaite voi olla myös painemittari tai virtausmittari. Painemittauksessa yksiköt ovat baareina ja virtausmittauksissa kilogrammaa sekunnissa.



Kuva 12. Mittalaitteen konekortin sivu 1 PowerMaintissa.

Mittalaitteen positiotunnuksessa viimeinen kirjain eli neljänneksi viimeinen merkki kertoo mittalaitteen tyyppin: F-kirjain tarkoittaa virtausmittaria, T-kirjain lämpötilamittausta, P paineen mittausta ja A johtokykyymittausta.

6 ENNAKKOHUOLLOT

Ennakkohuolloista tehtiin jokaiselle laitteelle PowerMaintiin oma ennakkohuoltotyö, mutta kojeistojen lämpökuvauksiin kohteet lisättiin työvaiheiksi. Näin ollen tärkeää oli määrittää saman huollon tarvitseville laitteille sama aloitusvuosi ja -viikko sekä jakso viikkoina, jotta huollot tulevat esille samaan aikaan ja ne voidaan tulostaa samalle ennakkohuoltolistalle. Ennakkohuoltotyötä suunniteltaessa ja PowerMaintiin kirjatessa on tärkeää ottaa huomioon osasto, jolle ennakkohuoltotyö annetaan sekä huollon ajoitus. Lisäksi laitteen käyntitila huollon aikana pitää ilmoittaa, koska kaikkia laitteita ei voi huoltaa niiden käynnissä ollessa ja toiset ennakkohuoltotyöt pitää tehdä laitteen käydessä, kuten esimerkiksi lämpökuvaukset. Ennakkohuoltoa suunniteltaessa pitää myös osata arvioida työn kesto ja käytettävät työtunnit, jotta ennakkohuoltoon osataan varautua oikealla työntekijämäärällä. Ennakkohuoltotyöhön kirjaetaan myös materiaalit ja niiden määrät, joita työ vaatii. Materiaaleja ovat esimerkiksi varaosat ja voiteluaineet.

6.1 Voiteluhuollot

Kuvassa 13 on esimerkkikuvaus pumpuille tehtävästä öljynvaihtohuollosta. Ennakkohuoltotyössä kerrotaan toimenpide sekä toimenpidetyyppi. Toimenpidetunnus tulee automaattisesti aina numerojärjestyksessä. Kohteen tiedot tulevat konekortin tiedoista, kun kohteen positio on määritetty. Huoltoon määritetään osasto sen mukaan, mille osastolle huolto kuuluu, tässä tapauksessa pumpun öljynvaihtohuolto kuuluu mekaaniselle kunnossapidolle. Henkilöä ennakkohuollon tekijäksi ei määritetä, koska voiteluhuollon tekijät vaihtelevat. Huoltojen aloitusvuodeksi määritettiin 2017, jotta ensimmäinen huolto tulisi vuonna 2018. Ennakkohuollon ajankohdaksi määritettiin viikko 33, jotta Aittaluodon voimalaitoksen revisio ei osuisi samaan aikaan. Käyntitilaksi määritettiin "EI KÄY", koska öljynvaihtoa tehdessä pumppu ei saa olla käynnissä. Ohjeet-kohdassa ilmoitetaan kyseessä olevan öljynvaihto sekä arvioidun työnkeston olevan 0,5 tuntia sekä työlajin olevan ennakkohuolto. Lisäksi materiaaliksi on määritetty Mobilith 46 öljy, jotta huollon suorittaja osaa ottaa oikeaa öljyä mukaan. Huollettavia pumppuja oli kaksi ja niihin tehdään sama huolto samana ajankohtana.

The screenshot shows the PowerMaint 6 - TOPAIT software interface. The main window displays the following information:

- Toimenpide:** PUMPUN VOITELUENNAKKOHOULTO
- Toimenpidetyyppi:** Viikkolistatyö
- Toimenpidetunnus:** 16149
- Kohde:** 4UN02D001 (KL- PUMPPU 1)
- Ryhmä:** 4N
- Huone/tila:**
- Paikka:** METALLINKYLÄ
- Vakiotoimenpidenno:**
- Osasto:** MEK (MEKAANINEN KUNNOSSAPITO)
- Urakoitsija:** VOITELUHU (VOITELUENNAKKOHOULTO)
- ETNr:**
- Täi:**
- Henk:**
- EoNr:**
- Asiakas:**
- Myyntitilaus:**
- Rivi:**
- Aloitusvuosi ja -viikko:** 2017 33
- Jakso viikkoa:** 52
- Poik. ajoitus:**
- Alkaen määrä:**
- Jakso:**
- Huollon tunnus:**
- Käyntitila:** EKAY
- Kalenteriajoitus:**
- Käyntimäärä (kum):**
- Huoltojärjestys:**
- Ajoitus edellisestä suorituksesta:**
- Passiviner:**
- Ohjeet:** ÖLJYN VAIHTO
- Dokumentit:**
- Prioriteetti:**
- Kesto:** 0,5
- Työtunnit:** 0,5
- Työlaji:** EH
- Materiaalit:** MOBILITH 46
- Työpaketti:**
- Seisokkityyppi:**
- Mittaus:**
- Viimeksi tehty:**
- Kuittaaja:**

Kuva 13. Pumpun 4UN02D001 ennakkohuoltotyö PowerMaintissa.

Taulukossa 5 on esitetty pumpun öljynvaihtovälit käyttölämpötilojen mukaan. Pumput ovat kaukolämpöverkon paluu puolella, joten käyttölämpötila on alle 70 °C. Taulukon perusteella määritettiin öljynvaihtoväliksi 52 viikkoa eli yksi vuosi, koska valmistajan ohjeessa oli myös maininta, että öljynvaihdon pitää tapahtua vähintään vuosittain. Tarkkaa käyntiaikaa ei tiedetä, koska pumpeissa ei ole käyntiaikamittareita, mutta oletus on että pumput käyvät koko vuoden.

Taulukko 5. Pumpun öljynvaihtovälit käyttölämpötilan mukaan. (KSB Aktiengesellschaft 2014, 45.)

Temperature at the bearing	First oil change	All subsequent oil changes ¹⁾
up to 70 °C	After 300 operating hours	Every 8500 operating hours
70 °C - 80 °C	After 300 operating hours	Every 4200 operating hours
80 °C - 90 °C	After 300 operating hours	Every 2000 operating hours

6.2 Lämpökuvaukset

Opinnäytetyön aikana käytiin höyryasemalla suorittamassa ensimmäiset lämpökuvaukset, joiden perusteella päätettiin mitkä laitteet otetaan mukaan säännöllisiin lämpökuvauksiin. Mekaanisen kunnossapidon vastuulle määritettiin lämmönsiirtimien lämpökuvaukset ja automaatiokunnossapidon vastuulle kojeistojen lämpökuvaukset. Lämpökuvaukset eivät tuota lisätoimenpiteitä, ellei kuvauksissa paljastu vikoja laitteissa. Vikoja havaittaessa niistä tehdään vikailmoitus PowerMaintiin sekä vikareportti Fluken Smartview -lämpökamerakuvien analysointiohjelmaa käyttäen. Näin ollen kohde voidaan laittaa PowerMaintiin seurantaan tai sille voidaan tehdä korjausta koskeva työmääräin.

Kuvaukset suoritettiin Fluken Ti400-mallisella lämpökameralla. Kamerasta löytyvät muun muassa automaattitarkennus, laserkohdistin ja etäisyyden mittaus, automaattisesti säätävä lämpötilan mittausalue 1200°C:seen asti, 3,5 tuuman LCD-kosketusnäyttö sekä WiFi-yhteys kuvien langatonta siirtoa varten. Ti400 -lämpökameran mittaustarkkuus on ± 2 °C tai 2 % mittaustuloksesta suuremman arvon mukaan. (Fluke 2013.)

Kuvauksissa lämpökameraan oli asetettu emissiokertoimeksi 0,95 ja taustalämpötilaksi 22 °C. Molempia arvoja on helpompi muuttaa kuvien analysointiohjelmassa, varsinkin emissiokerrointa, kun kuvataan useampia kohteita samalla kuvauskerralla. Emissiokerrointa muutettiin kuvien analysoinnin aikana kuvattavan kohteen materiaalin mukaan, mutta taustalämpötilaa ei muutettu kuvien analysoinnin aikana. Emissiokertoimet etsittiin taulukosta ja suurimmalle osalle kuvattavista laitteista voitiin käyttää maalille määritettyä kerrointa 0,9. Fluken Smartview -lämpökamerakuvien analysointiohjelmasta löytyy emissiokertoimet yleisimmille materiaaleille suoraan valikosta. Kuvattujen kohteiden lämpötilojen ollessa noin 60 °C huomattiin emissiokeroimen muuttamisen 0,90:stä 0,95:een vaikuttavan mittaustulokseen noin yhden °C:een verran. Vertailu suoritettiin lämmönsiirtimestä 4RQ13B001 otetussa lämpökamerakuvassa, sillä lämmönsiirrin oli ainoa laite, jonka kuvassa ei taustalla ollut lämpösäteilijöitä, jotka aiheuttaisivat mittausrvirhettä. Kuvattujen kohteiden vaatima mittaustarkkuus ei kuitenkaan ole niin suuri, että 0,05:en ero emissiokertoimessa vaikuttaisi vikojen havaitsemiseen. Emissiokertoimen virheellisen määrittymisen mer-

kitys näkyy suuremmin silloin kun lämpötilat ovat korkeita tai silloin kun halutaan mitata lämpötila tarkasti ja lämpökamera on ainoa, jolla mittaus voidaan suorittaa turvallisesti. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi laitteiden liikkuvat osat tai jännitteessä olevat sähkölaitteet.

Lämpökuvauksia suoritettaessa on tärkeää löytää riittävän hyvä kuvauskulma oikealta etäisyydeltä mittaustarkkuuden takaamiseksi. Höyryasemalla on paljon kuumia putken osia, joiden lämpö saattaa heijastua hyvinkin vahvana kiiltäviä pintoja kuvaessa, joten on tärkeää etsiä sopiva kuvauskulma ja tarkistaa, onko esimerkiksi kuvaajan takana kohteita, jotka saattavat heijastua kuvattavasta kohteesta ja näin vaikuttaa kuvaustuloksiin. Kuvauspaikkana höyryasema on hieman haasteellinen ahtaiden välien vuoksi, ja tiettyjä kohteita kuvatessa voi olla jopa mahdotonta löytää sopivaa kuvauspaikkaa oikealta etäisyydeltä suoraan kohteen edestä niin, että muiden kohteiden heijastukset eivät näkyisi kuvassa. Sähköisten kohteiden kuvauksissa jopa kuvaajan lämpösäteily voi heijastua kohteesta varsinkin, kun kohteen lämpötila on usein hyvin lähellä ympäristön lämpötilaa.

6.2.1 Lämmönsiirtimet

Lämmönsiirtimien toimintaa seurataan painehäviöiden ja lämpöhäviöiden seurannalla. Lämmönsiirtimen molemmilla puolilla on paineanturit ja lämpötila-anturit. Painehäviöitä ja lämpöhäviöitä seurataan lämmönsiirtimeen kertyvän lian vuoksi, joka saattaa aiheuttaa lämmönsiirtimen osittaisen tukkeutumisen. Lämmönsiirtimille laadittiin kuvan 14 mukaiset ennakkohuoltotyöt. Ennakkohuoltotyöhön on määritetty osastoksi mekaaninen kunnossapito, jolle huolto kuuluu. Huollon ajankohdaksi määritettiin viikko numero neljä, jotta olisi todennäköistä, että siirrin on käytössä. Kuvausväliksi määritettiin kolme vuotta, koska tärkein seuranta tapahtuu kiinteästi asennettujen paine- ja lämpötila-antureiden avulla. Käyntitilan tulee olla "KÄY", jotta lämpökuvaukset onnistuvat.

Ennakkohuoltotyössä lämmönsiirtimen yhteet kuvataan lämpökameralla niin, että kaikki 4 yhdettä näkyvät samassa kuvassa. Lämmönsiirtopintojen likaantuminen näkyy lämmönsiirtimen tehon laskuna, jolloin sisään menevä lämmin vesi ei luovuta

lämpöä lämmitettävään veteen. Lämpökamerakuvien ja putken sisältä mittaavien kiinteästi asennettujen lämpötila-anturien lämpötiloja ei voida suoraan verrata toisiinsa, sillä putken sisältä mitattu lämpötila on putkessa virtaavan nesteen lämpötila ja lämpökamerakuvan lämpötila on putken lähettämää lämpösäteilyä, joten lämpötilat poikkeavat varmasti toisistaan eri mittausmenetelmissä. Lämpötilamittauksissa vika huomataan tarkkailemalla lämpötilaeroja kuuma sisään ja kuuma ulos -yhteiden tai kylmä sisään ja kylmä ulos -yhteiden välillä. Lämmönsiirtimen kuumalla puolella virtaa lauhde, jolla lämmitetään kylmällä puolella virtaavaa kaukolämpövedettä. Jos lauhde ei jäähydy riittävästi lämmönsiirtimessä on kuuma sisään ja kuuma ulos -yhteiden lämpötilaero pieni. Lämpötilaeron ollessa vähäinen on syytä epäillä, että lämmön siirtopinnoille on kertynyt likaa, mikä heikentää lämmön siirtymistä. Lämmönsiirtotehon oleellisesti laskettua on lämmönsiirtimen pesua syytä alkaa suunnitella, jotta suurilta energia häviöiltä vältytään. Lisäksi lämpökameralla otetusta kuvasta voidaan huomata eristeiden vauriot. Kuvattavia lämmönsiirtimiä oli kolme.

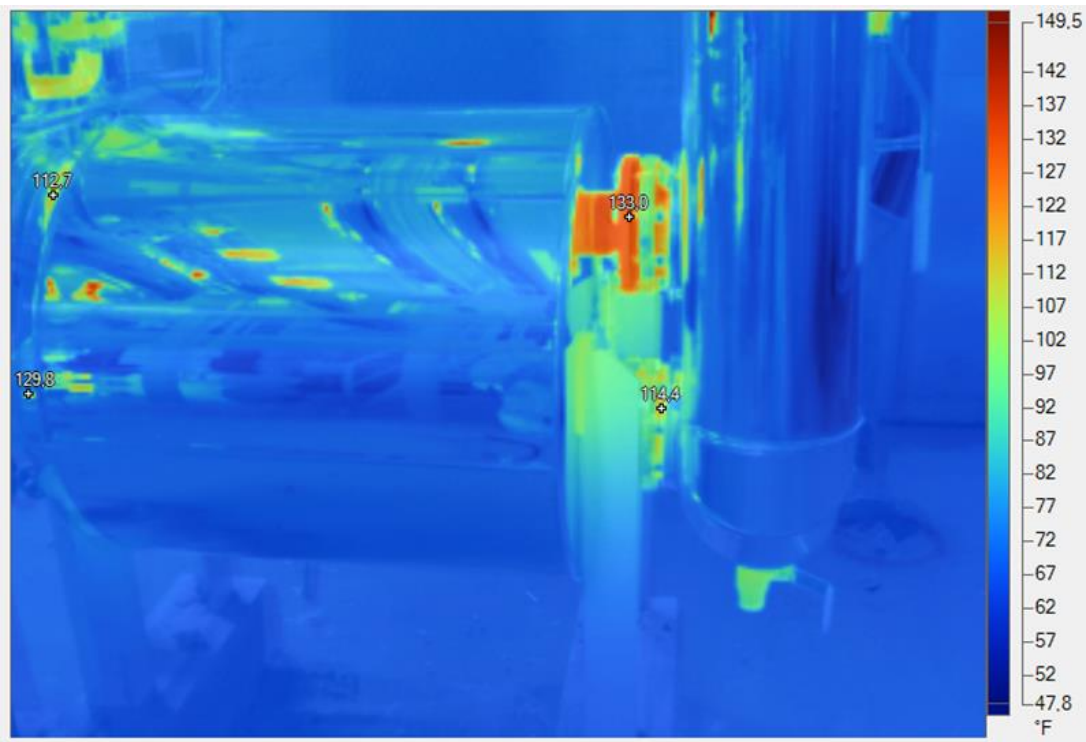
The screenshot displays the 'Ennakkohuoltotyö' (Pre-maintenance work) form in the PowerMaint 6 - TOPAIT application. The form is organized into several sections:

- Header:** Toimenpide (LÄMMÖNSIIRTIMEN LÄMPÖKAMERAKUVAUS), Toimenpidetyyppi (Viikkokästätyö), Toimenpidetunnus (16152).
- Kohde (Location):** 4RQ13B001, KL- LÄMMITIN, Ryhmä (4N), Huone/tila, Paikka (METALLINKYLÄ), Vakiotoimenpiderio.
- Osasto (Department):** MEK, MEKAANINEN KUNNOSSAPITO.
- Urakoitsija (Contractor):** Fields for EINr, Täi, Henk, EoNr.
- Astakas (Customer):** Fields for Myyntitilaus, Rivi.
- Scheduling:** Aloitusvuosi ja -viikko (2017 | 04), Jakso viikko (156), Poik. ajoitus, Alkaen määrä, Jakso, Huollon tunnus, Käyntitila (KAY), Käyntimäärä (kum), Huoltojärjestys, Passiiviner.
- Ohjeet (Instructions):** KUVAA YHTEET, Dokumentit, Prioriteetti.
- Additional Fields:** Kesto (2), Työtunnit (2), Työlaji (EH), Materiaalit (LÄMPÖKAMERA), Työpaketti, Seisokkityyppi, Mittaus, Viimeksi tehty, Kultaaja.

Kuva 14. Lämmönsiirtimen 4RQ13B001 ennakkohuolto työ PowerMaintissa.

Kuvassa 15 on Fluke Smartview 4.3 -ohjelmalla analysoitu lämpökamerakuva lämmönsiirtimestä, johon on lisätty pisteet yhteiden laippoihin, jotta niiden lämpötilat on

saatu näkyviin. Kuvassa vasemmalla ylhäällä oleva piste on kylmä sisään, vasemmalla alhaalla on kuuma ulos, oikealla ylhäällä on kuuma sisään ja oikealla alhaalla kylmä ulos. Kuvassa ei kuuma ulos -yhteestä näy kuin aivan pieni osa laippaa, eli oikean kuvauskulman valinta on hyvin tärkeää onnistuneen kuvan saamiseksi.



Kuva 15. lämpökamerakuva lämmönsiirtimestä 4RQ13B001 Fluke Smartview 4.3 ohjelmasta.

6.2.2 Kojeistot

Sähkökeskusten lämpökuvauksia varten tehtiin ennakkohuolto, johon kohteeksi määritettiin 4N eli Metallinkylän höyryasema. Keskukset laitettiin ennakkohuoltotyöhön työvaiheiksi. Sen vuoksi toimenpidetyyppiä piti määrittää kiinteä reitti kuvan 16 mukaisesti. Kojeistojen lämpökamerakuvaukset kuuluvat automaatiokunnossapidon osastolle ja kuvausväleiksi on määritetty yleensä yksi tai kaksi vuotta laitteiden kriittisyyden perusteella. Höyryaseman kojeistojen kuvausväleiksi määritettiin 104 viikkoa eli kaksi vuotta, koska ne ovat kokonaistuotannossa hyvin pienessä roolissa, mutta kuitenkin kuvaukset pitää suorittaa, koska niistä myös riippuu esimerkiksi pumppujen ja muiden laitteiden toiminta. Aloitusvuodeksi määritettiin 2018, koska opinnäytetyön aikana käytiin ensimmäiset kuvaukset tekemässä. Viikoksi määritettiin viikko 12, jolloin oletettavasti lämmön tarvetta on, ja näin ollen järjestelmä on

käytössä. Käyntitilaksi määritettiin "JÄNNITTEESSÄ", koska muutoin sähkölaitteiden lämpökamerakuvauksista ei ole hyötyä. Prioriteetiksi asetettiin neljä eli työajalla tapahtuva huolto.

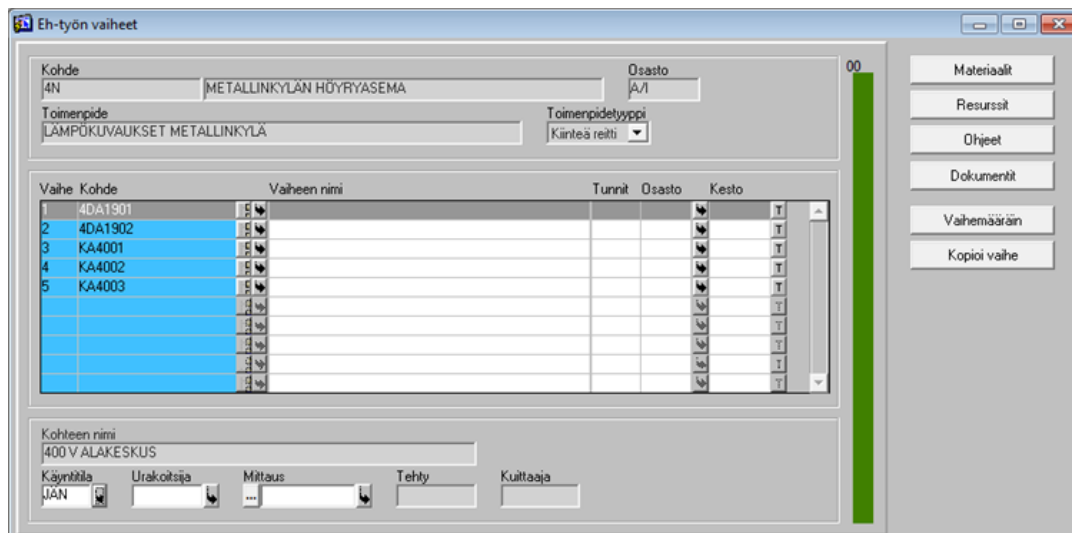
The screenshot shows the PowerMaint 6 - TOPAIT software interface. The main window displays a maintenance order form for 'LÄMPÖKUVAUKSET METALLINKYLÄ'. The form is organized into several sections:

- Toimenpide:** LÄMPÖKUVAUKSET METALLINKYLÄ, Toimenpidetyyppi: Kierteä reitti, Toimenpidetunnus: 16153.
- Kohde:** METALLINKYLÄN HÖYRYASEMA, Ryhmä: 4N, Huone/tila, Paikka, Vakiotoimenpidero.
- Osasto:** A/I, AUTOMAATIOKUNNOSSAPITO, Urakoitsija, Elnr, Tä, Henk, EoNr.
- Asiakas:** Myyntitilaus, Rivi.
- Aloitusvuosi ja -viikko:** 2018, 12, Jakso viikkoa: 104, Poik. ajoitus, Alkaen määrä, Jakso, Huollon tunnus, Käyntitila: JAN, Käyntimäärä (kum), Huoltoajajärjestys, Passiviner.
- Ohjeet:** LÄMPÖKUVATAAN KESKUKSET JA TARVITTAESSA MITATAAN, Dokumentit, Prioriteetti: 4.
- Kesto:** 2, Työtunnit: 2, Työläji: EH, Materiaalit, Työpaketti, Seisokkityyppi, Mittaus, Viimeksi tehty, Kuittaaja.

The interface also features a sidebar with navigation icons for Kohkeet, Nimikkeet, Ennakkohuollot, Työt, Myynnit, Ostot, and Resurssit. A vertical toolbar on the right contains buttons for Vaiheet, Materiaalit, Resurssit, Ohjeet, Dokumentit, Generoi työtilaus, Kalenteriajoitus, Suoritusjärjestys, Kohteen eh-työt, and Kopioi eh-työt.

Kuva 16. Metallinkylän sähkökeskusten lämpökuvaukset PowerMaintissa.

Kuvassa 17 on lämpökuvauksen vaiheet, johon 400 voltin alakeskukset on määritetty työvaiheiksi. Työvaiheille ei määritetty erikseen kestoa joka kohteelle, koska 4DA1901 ja 4DA1902 kohteet ovat suurempia kokonaisuuksia ja KA4001, KA4002 ja KA4003 taas ovat niin pieniä, että kuvaukseen ei kulu edes minuuttia hyvän kuvakulman löydyttyä. Kojeistojen kuvauksia vaikeuttaa kiiltävä takaseinä, joka heijastaa lämpöä jo esimerkiksi kuvaajasta. Kojeistoja oli 5, eli kuvausvaiheita tuli viisi.



Kuva 14. Lämpökuvausten vaiheet PowerMaintissa.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Metallinkylän höyryaseman lämmöntalteenottojärjestelmälle ennakkohuoltosuunnitelma sekä luoda konekortit laitteista yrityksen kunnossapitojärjestelmään. Opinnäytetyö aloitettiin keräämällä laitetoimittajien toimittamat dokumentit dokumenttikansioihin.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytiin läpi kaukolämmitystä ja ennakkohuoltoa. Teoriaosuus pohjautuu ammattikirjallisuudesta löytyviin tietoihin.

Työn aikana kaikille laitteille luotiin konekortit huomioiden vanhatkin laitteet, joiden tiedot puuttuivat järjestelmästä. Suurin työ oli selata dokumentit, joista tiedot haettiin konekortteille sekä luoda konekortit, koska ne jouduttiin luomaan yksitellen. Lopuksi luotiin ennakkohuoltosuunnitelmat laitteille laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti sekä Pori Energia Oy:n kunnossapidon työntekijöiden haluamalla tavalla Power-Maint -kunnossapitojärjestelmään. Työn aikana suoritettiin myös ensimmäiset lämpökamerakuvaukset höyryasemalle.

Tulevaisuudessa kunnossapidon työntekijät voivat päivittää konekortteihin tarpeelliseksi kokemiaan tietoja sekä lisätä kohteita tai huomautuksia ennakkohuoltosuunni-

telmaan. Tarpeen vaatiessa myös huoltojen ajoituksia voidaan muuttaa, jos kokemuksen perusteella löydetään parempi ajankohta huollolle.

LÄHTEET

Fluke Corporation. 2013. Ti400 Thermal Imagers käyttöohje.

Koskelainen L., Saarela R. & Sipilä K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Libris Oy.

KSB Aktiengesellschaft. 2014. Installation/Operating Manual, pdf -tiedosto.

Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2006. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.

Pori Energia Oy. 2017. Yritysesittely. PowerPoint-esitys.

Pori Energia Oy:n toimintakertomus. 2016. Viitattu 24.10.2017.

https://www.porienergia.fi/Global/Vuosiraportit/PoriEnergia_TOIMINTAKERTOMUS_2016_web.pdf

Pori Energia Oy:n www-sivut. 2017. Viitattu 9.12.2017.

<https://www.porienergia.fi/Tuotteet-ja-palvelut/Kaukolampo/#.Wiu-2h4UIZQ>

Setälä, M. Pori Energia. Vastaanottaja: Aittamäki Topias. Lähetetty 26.10.2017 klo 09.10.00

Weckström, T. 2005. Lämpötilan mittaus. Helsinki: MIKES. Viitattu 18.2.2018.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/MIKES/2005-J4.pdf>

LUETTELO PUTKIEN KONEKORTEISTA

Nimi	Tunnus	Tyyppi
HÖYRY AITTALUODON LINJASTA KL- VAIHTIMELLE	4RG19	PUT
KL- VAIHTIMEN LINJA AUTOMAATTIVENTTIILIN OHITUS	4RG20	PUT
ÖLJYHÖYRYVAIHTIMELTA KL-VAIHTIMEN LINJAAN	4RG21	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ11B002 JÄÄHDYTTIMELLE 4RQ13B001	4RM10	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ13B001 AITTALUODON LINJAAN	4RM11	PUT
LAUHDE KL- VAIHTIMELTA JÄÄHDYTTIMELLE 4RQ15B001	4RM12	PUT
LAUHDE JÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ15B001 AITTALUODON LINJAAN	4RM13	PUT
LAUHDE JÄÄHDYTTIMILTÄ AITTALUOTOON	4RM14	PUT
LAUHDE JÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ11B002 SYVESÄILIÖÖN LINJAAN 4UA02	4RM15	PUT
LAUHDELINJA ENNEN JÄÄHDYTINTÄ 4RQ13B001 JUP-SÄILIÖN VIEMÄRII	4RT57	PUT
KL-LINJA ENNEN JÄÄHDYTINTÄ 4RQ13B001 JUP-SÄILIÖN VIEMÄRII	4RT58	PUT
KL-LINJA KL-LÄMMITTIMEN JÄLKEEN JUP-SÄILIÖÖN	4RT59	PUT
KL-PALUUSTA KL-LÄMMITTIMELLE	4UN01	PUT
KL-PALUUSTA KL-PUMPULLE	4UN02	PUT
KL-PUMPULTA LAUHDEJÄÄHDYTTIMELLE	4UN03	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ15B001 KL- LÄMMITTIMELLE 4RQ14B001	4UN04	PUT
KL-LÄMMITTIMELTÄ 4RQ14B001 KL MENOLINJAAN	4UN05	PUT
KL-PALUUSTA KL-PUMPULLE	4UN06	PUT
KL-PUMPULTA LAUHDEJÄÄHDYTTIMILLE 4RQ13B001, 4RQ11B002	4UN07	PUT
KL-VESI LAUHDEJÄÄHDYTTIMELLE 4RQ13B001	4UN08	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMELTÄ 4RQ13B001 KL-MENOLINJAAN 4UN12	4UN09	PUT
KL-VESI LAUHDEJÄÄHDYTTIMELLE 4RQ11B002	4UN10	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMELYÄ 4RQ11B002 KL-MENOLINJAAN 4UN12	4UN11	PUT
LAUHDEJÄÄHDYTTIMILTÄ KL-MENOLINJAAN	4UN12	PUT
KL-VESI RUNKOLINJAAN	4UN13	PUT
KL-PUMPULTA 4UN06D001 LAUHDEJÄÄHDYTTIMELLE 4RQ15B001	4UN14	PUT
KL-MENOLINJASTA RAKENNUSLÄMMÖNVAIHTIMELLE	4UN15	PUT
KL-MENOLINJASTA RAKENNUSLÄMMÖNVAIHTIMELLE	4UN16	PUT

LUETTELO LAITTEIDEN KONEKORTEISTA

Tunnus	Tyyppi		Tunnus	Tyyppi		Tunnus	Tyyppi
4RG19S001	VEN		4VF01S203	VEN		4UN15S201	VEN
4RG19S101	VEN		4VF02S201	VEN		4UN16S201	VEN
4RG19S201	VEN		4VF02S202	VEN		4RG21S001	VEN
4RG19S202	VEN		4VF02S301	VEN		4RG21S101	VEN
4RG19S203	VEN		4UN01S201	VEN		4RG19F001	MIT
4RG19S204	VEN		4UN01S202	VEN		4RG19P001	MIT
4RG19S205	VEN		4UN01S203	VEN		4RG19T001	MIT
4RG19S601	VEN		4UN01S204	VEN		4RG21F001	MIT
4RG19S401	VEN		4UN01S205	VEN		4RG21P001	MIT
4RG20S201	VEN		4UN01S601	VEN		4RG21T001	MIT
4RG21S201	VEN		4UN01S602	VEN		4RL07F001	MIT
4RG21S202	VEN		4UN01S603	VEN		4RL09F001	MIT
4RG21S301	VEN		4UN01N501	VEN		4RM07F001	MIT
4RG21S601	VEN		4UN02S201	VEN		4RM11P001	MIT
4RL07S001	VEN		4UN02S202	VEN		4RM11T001	MIT
4RL07S202	VEN		4UN02S203	VEN		4RM13F001	MIT
4RL07S601	VEN		4UN02S204	VEN		4RM13P001	MIT
4RM07S001	VEN		4UN03S201	VEN		4RM14A001	MIT
4RM07S002	VEN		4UN03S202	VEN		4RM14T001	MIT
4RM07S201	VEN		4UN03S301	VEN		4RQ14L001	MIT
4RM10S401	VEN		4UN03S601	VEN		4RQ20A001	MIT
4RM11S201	VEN		4UN04S201	VEN		4RQ20L001	MIT
4RM11S202	VEN		4UN05S201	VEN		4RR10T001	MIT
4RM11S203	VEN		4UN05S202	VEN		4RT11A001	MIT
4RM11S301	VEN		4UN05S203	VEN		4RT23F001	MIT
4RM12S201	VEN		4UN05S401	VEN		4UA01T001	MIT
4RM12S601	VEN		4UN06S201	VEN		4UA01T002	MIT
4RM13S001	VEN		4UN06S201	VEN		4UA02F001	MIT
4RM13S201	VEN		4UN06S203	VEN		4UG01T001	MIT
4RM13S202	VEN		4UN06S204	VEN		4UG02T001	MIT
4RM13S203	VEN		4UN07S301	VEN		4UN01F001	MIT
4RM13S204	VEN		4UN07S201	VEN		4UN01P001	MIT
4RM13S205	VEN		4UN07S601	VEN		4UN01T001	MIT
4RM13S206	VEN		4UN07S602	VEN		4UN05T001	MIT
4RM13S207	VEN		4UN08S201	VEN		4UN07F001	MIT
4RM13S301	VEN		4UN08S202	VEN		4UN07P001	MIT
4RM13S302	VEN		4UN08S401	VEN		4UN11T001	MIT
4RM13S303	VEN		4UN09S201	VEN		4UN12T001	MIT
4RM13S601	VEN		4UN09S202	VEN		4UN13P001	MIT
4RM13S602	VEN		4UN09S001	VEN		4UN13T001	MIT
4RM14S201	VEN		4UN10S202	VEN		4UP01A001	MIT
4RM14S202	VEN		4UN11S202	VEN		4UP01A002	MIT
4RM14S601	VEN		4UN11S001	VEN		4UP01F002	MIT
4RM15S301	VEN		4UN12S201	VEN		4RQ13B001	LÄM
4RT23S101	VEN		4UN13S201	VEN		4RQ14B001	LÄM
4RT61S201	VEN		4UN13S601	VEN		4RQ15B001	LÄM
4RT61S101	VEN		4UN13S602	VEN		4UN02D001	PUM
4RT62S101	VEN		4UN14S001	VEN		4UN06D001	PUM
4RT62S201	VEN		4UN14S201	VEN			
4UA01S301	VEN		4UN15S201	VEN			