



**SAVONIA**

AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# LÄMPÖLAITOSTEN ENNAKKO- HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO- SUUNNITELMA

Opinnäytetyö

TEKIJÄ/T: Tommi Matala

|   |            |
|---|------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala  |            |
| Koulutusohjelma<br>Energiatekniikan koulutusohjelma   |            |
| Työn tekijä(t)<br>Tommi Matala  |            |
| Työn nimi<br>Lämpölaitosten ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelma   |            |
| Päiväys   | 15.11.2016 |
| Sivumäärä/Liitteet  | 41         |
| Ohjaaja(t)<br>Ritva Käyhkö, Heikki Salkinoja  |            |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>Keminmaan Energia Oy   |            |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelmat Keminmaan Energia Oy:n lämpölaitoksille. Keminmaan Energia Oy:llä ei ole ollut aikaisemmin käytössään kunnossapitosuunnitelmia, joten niiden tekemiselle oli tarvetta. Huoltosuunnitelmat tehtiin tutustumalla kirjalliseen aineistoon, joita löytyi laitos- ja laitetoimittajien kansioista. Laitteiden huoltohjeita löytyi myös internetistä laitevalmistajien kotisivuilta. Myös käyttökäytökunnalta saatiin suunnitelmiin sisällytettäviä huolto-ohjeita.</p> <p>Toinen tavoite oli luoda kattava laitelistaus lämpölaitoksissa käytössä olevista laitteista. Laitelistaus tehtiin Excel-taulukkoon johon kerättiin lähes kaikki lämpölaitosten toimintaan kuuluvat laitteet sekä niiden teknisiä tietoja sekä mahdolliset käyttöohjeet tai muu kirjallinen aineisto.</p> <p>Opinnäytetyön kolmas tavoite oli tehdä selvityksiä kunnossapidon tietojärjestelmien sopivuudesta Keminmaan Energia Oy:n käyttöön. Tämä vaihe toteutettiin tutkimalla tietojärjestelmien ominaisuuksia ja niiden hyödyntämistä Keminmaan Energia Oy:n lämpölaitoksissa. Saimme myös esittelytilaisuuksia eri ohjelmistoille ja pääsimme tutustumaan niihin tarkemmin.</p> <p>Lopputuloksena saatiin huoltosuunnitelmat, jotka käsittävät niin voiteluhuoltoa kuin mekaanista huoltoakin. Suurin osa huoltosuunnitelmista koskee Teollisuustien lämpölaitoksen kiinteän polttoaineen kattiloita, koska niillä on suurin rooli kaukolämmön tuotannossa.</p> |            |
| Avainsanat<br>Lämpölaitos, kaukolämpö, kunnossapito, ennakkohuolto, kunnossapidon tietojärjestelmät   |            |

|  |            |                  |    |
|--|------------|------------------|----|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport  |            |                  |    |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Energy Technology  |            |                  |    |
| Author(s)<br>Tommi Matala  |            |                  |    |
| Title of Thesis<br>Preventive Maintenance and Maintenance Plan for Heat Only Boiler Stations   |            |                  |    |
| Date   | 15.11.2016 | Pages/Appendices | 41 |
| Supervisor(s)<br>Ritva Käyhkö, Heikki Salkinoja  |            |                  |    |
| Client Organisation /Partners<br>Keminmaan Energia Ltd   |            |                  |    |
| <p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was to create a preventive maintenance program and a maintenance plan for Keminmaan Energia Ltd's heat only boiler stations. There was demand for these plans because until this thesis there were no maintenance plans in use at Keminmaan Energia Ltd. Many maintenance routines were made from memory and there were hardly any records of previously done preventing maintenance procedures.</p> <p>The second subject of the thesis was to create a list of all the machines and devices used in the boiler stations. The list was made into an Excel-form in which information was gathered from the papers submitted by the plant manufacturer and device manufactures. A lot of information was also found from the internet from the homepages of different machine and device manufacturers. The information included in the Excel sheet was the technical specifications of the devices and manuals or other essential paperwork.</p> <p>The third and last part of the thesis was to inspect different computerized maintenance management systems and find out how they could serve Keminmaan Energia Ltd. This phase was done by looking into domestic CMMS software providers and finding out what features they offer and how they could be utilized in the maintenance of boiler stations. Also a representative of software companies showed the features of the software and they were studied in more detail.</p> <p>As a result maintenance plans were made which included lubrication maintenance and mechanical maintenance. Most of the maintenance plans affect the solid fuel heat only boilers of Teollisuustie because they have the most important role in generating district heating.</p> |            |                  |    |
| <p>Keywords<br/>heat only boiler, district heating, maintenance, preventive maintenance, computerized maintenance management system</p>  |            |                  |    |

## SISÄLTÖ

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | JOHDANTO .....   | 5  |
| 1.1    | Keminmaan Energia Oy .....   | 5  |
| 1.2    | Keminmaan Energia Oy:n lämpölaitokset.....   | 6  |
| 2      | TEOLLISUUSTIEN LÄMPÖLAITOKSEN KPA6-KATTILAN TOIMINTASELOSTUS.....                            | 8  |
| 2.1    | Polttoaineen syöttö kattilaan.....   | 8  |
| 2.2    | Arinan toiminta ja polttoaineen palaminen arinalla .....                                     | 9  |
| 2.3    | Nuohous ja savukaasujen puhdistus.....   | 9  |
| 2.4    | Kaukolämpöverkoston säädöt .....   | 10 |
| 3      | LAITELISTAUS.....  | 11 |
| 4      | HUOLTOSUUNNITELMAT.....  | 12 |
| 4.1    | Teollisuustien lämpölaitos.....  | 13 |
| 4.1.1  | Arina ja kattila .....   | 13 |
| 4.1.2  | Kattilasuojat .....  | 15 |
| 4.1.3  | Kuljettimet.....   | 18 |
| 4.1.4  | Hydrauliikka.....  | 19 |
| 4.1.5  | Puhaltimet .....   | 23 |
| 4.1.6  | Multisykloni.....  | 28 |
| 4.1.7  | Pumput .....   | 29 |
| 4.1.8  | Paisuntajärjestelmä .....  | 30 |
| 4.1.9  | Polttoainevarasto .....  | 30 |
| 4.1.10 | Sivuvirtasuodatin.....   | 31 |
| 4.1.11 | Paineilmakompressorit.....   | 31 |
| 4.1.12 | Happianalysointilaitteet .....   | 32 |
| 4.1.13 | Varavoimageraattori .....  | 32 |
| 4.1.14 | POR6-raskasöljykattila .....   | 33 |
| 4.2    | Sannitien, Koulukeskuksen ja Lassilan lämpökeskukset.....                                    | 33 |
| 5      | KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT .....  | 34 |
| 5.1    | Kunnossapidon tietojärjestelmien ominaisuuksien sopivuus lämpölaitosten kunnossapidolle..... | 35 |
| 6      | YHTEENVETO.....  | 38 |
|        | LÄHTEET .....  | 40 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Keminmaan Energia Oy:n lämpölaitoksille ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelmat. Keminmaan Energia Oy:lla ei ole ollut aikaisemmin käytössään kunnossapitosuunnitelmia lämpölaitoksilleen. Suunnitelmien laatimiselle oli tarvetta, koska esimerkiksi ennakkohuoltotyöt on tehty hyvin pitkälti ulkomuistin varassa. Jo laitosten tulevaisuuden ja toiminnan kannalta on tärkeää, että huollettavat kohteet ja toimenpiteet löytyvät kirjallisena.

Huoltosuunnitelmien lisäksi toinen päävaihe oli tehdä laitelistaus lämpölaitoksissa olevista laitteista. Laitelistaukseen sisällytettiin käytännössä kaikki mahdollinen lämpölaitosten toimintaan kuuluva laitteisto.

Opinnäytetyön edetessä pohdittavaksi tuli myös kunnossapidon tietojärjestelmän soveltuvuus Keminmaan Energia Oy:n käyttöön. Opinnäytetyön pääpaino oli kuitenkin huoltosuunnitelmissa ja laitelistauksessa, joten tietojärjestelmien kartoitus jätettiin esiselvityksen tasolle.

### 1.1 Keminmaan Energia Oy

Keminmaan Energia Oy on kokonaan Keminmaan kunnan omistama energian tuotantoon ja siirtoon keskittyvä yritys. Vuoden 2015 lopulla yritys työllisti 15 vakituista sekä kaksi määräaikaista henkilöä. Yrityksen päätoimialaa ovat sähkön jakelu Keminmaan kunnan alueella ja kaukolämmön tuotanto ja jakelu Keminmaan keskustassa ja teollisuusalueella sekä näiden verkostojen ylläpitoon liittyvä toiminta. Yritys suorittaa myös tilaustyönä Keminmaan kunnalle katu- ja tievalaistuksen asennus- ja ylläpitopalveluja sekä asiakkaiden liittymisjohtojen asennuksia. (Keminmaan Energia Oy.)

Vuoden 2015 lopulla yrityksen sähköverkkoon liitettyjä asiakkaita oli 5224 kappaletta ja kaukolämpöverkkoon liitettyjä asiakkaita oli 210 kappaletta. Kokonaisuudessaan Keminmaan Energia Oy huolehtii noin 9000 henkilön sähkönsaannista, joista suurin osa asuu Keminmaan kunnan alueella. (Keminmaan Energia Oy.)

Vuonna 2015 tuotettiin kaukolämpöä 25 961 MWh, josta tuotettiin 70 % turpeella, 27,5 % metsähakkeella ja 2,5 % raskaalla polttoöljyllä. (Keminmaan Energia Oy.)



KUVA 1. Keminmaan Energia Oy:n sähköverkko (Keminmaan Energia Oy)

## 1.2 Keminmaan Energia Oy:n lämpölaitokset

Suurin osa yhtiön kaukolämmöstä tuotetaan Teollisuustien lämpölaitoksen kahdella KPA-kattilalla (kuva 2). Vanhempi KPA-kattila on valmistunut vuonna 1998. Se on teholtaan 2 MW ja rakenteeltaan mekaaninen kippiarinakattila. Toinen KPA-kattiloista on vuonna 2005 valmistunut mekaaninen viistoarinakattila, joka on teholtaan 6 MW. Molemmat kattilat käyttävät polttoaineenaan haketta sekä palaturvetta. Palaturve on käytössä talviaikana ja hake muuna aikana. Teollisuustien lämpölaitoksessa on myös vuonna 2005 valmistunut 6 MW:n POR-kattila. POR-kattila toimii varatehona sekä huippukuorman tasaajana. (Keminmaan Energia Oy.)



KUVA 2. Teollisuustien lämpölaitos (Keminmaan Energia Oy)

Keminmaan Energia Oy:llä on käytössään myös kolme pienempää lämpökeskusta, jotka toimivat varalaitoksina. Koulukeskuksen lämpökeskus on yhtiön vanhin. Se otettiin käyttöön vuonna 1985 ja siinä on kaksi raskaspolttoöljykattilaa tehoiltaan 1,3 MW ja 2,3 MW. Lämpökeskuksessa on myös 1 MW:n sähkökattila, jota tosin käytetään vain äärimmäisissä tilanteissa. Lassilan lämpökeskuksessa on 1,55 MW:n raskaspolttoöljykattila, joka on valmistunut vuonna 1990. Sannitien lämpökeskus valmistui vuonna 2001 ja siinä on 4 MW:n raskasöljykattila. (Keminmaan Energia Oy.)

## 2 TEOLLISUUSTIEN LÄMPÖLAITOKSEN KPA6-KATTILAN TOIMINTASELOSTUS

Tässä luvussa selostetaan Teollisuustien lämpölaitoksen 6 MW:n KPA-kattilan toiminta. Kyseinen kattila valittiin toimintaselostusta varten, koska se on yhtiön uusin, suuritehoisin ja toimintaperiaatteeltaan samantyyppinen 2 MW:n KPA-kattilan kanssa.

### 2.1 Polttoaineen syöttö kattilaan

Lämpölaitos käyttää polttoaineenaan palaturvetta sekä haketta. Palaturpeen käyttöön siirrytään vähitellen marraskuun aikana ja palaturvetta käytetään maaliskuuhun asti. Toukokuun aikana palaturve korvataan hakkeella. Polttoaine toimitetaan rekoilla, jotka purkavat polttoainelastin polttoainevaraston pihalle. Pihalta polttoaine puretaan pyöräkoneella polttoainevarastoon, varastosta tankopurkaimet siirtävät polttoaineen polttoainekuljettimelle.

Tankopurkain on putkipalkki, johon on hitsattu poikittaiset kolat. Tankopurkaimen edestakainen liike mahdollistetaan hydraulikkasyntereillä. Tankopurkaimia on yhteensä 12 ja ne on jaettu kolmeen neljän tankopurkaimen ryhmään. Yksi tankopurkainryhmä siis käsittää neljä hydraulisynteriä. Jokaisella tankopurkainryhmällä on oma ohjauksikkönsä hydraulikkajärjestelmässä, ryhmät vain jakavat saman hydraulikkaöljysäiliön. Järjestelyn ansiosta kaikkien tankopurkainryhmien toiminta ei keskeydy, vaikka jokin tankopurkainryhmistä ei olisi toiminnassa. Tankopurkainten eteen ja taakse liikettä valvotaan induktiivisten rajakytkimien avulla. (Termopoint.)

Polttoainekuljetin kuljettaa polttoaineen varastosta kuljettimen loppupäässä olevaan syöttösuppiloon. Syöttösuppilo on polttoaineen pudotuskuilu, jossa on kaksi hydraulisynteri ohjattua syöttöpeltiä. Syöttöpeltien avulla säädetään kattilaan tulevan polttoaineen määrää. Syöttöpeltien avautuminen ja sulkeutuminen perustuu polttoainepinnan tason mittaukseen arinan yläosassa ja syöttösuppilossa. Pinnan mittaus on toteutettu säteilymittauksena tarkan mittaustuloksen saamiseksi. Kun polttoaineen pinta arinan yläosassa on laskenut alle mittausrajan aukeaa alempi syöttöpelti ja polttoaine putoaa arinan yläosaan. Alemman syöttöpellin sulkeuduttua avautuu ylempi syöttöpelti päästäten polttoaineen syöttösuppiloon. Ylempi syöttöpelti sulkeutuu pinnanmittauksen rajan ylittyessä. Syöttöpellit eivät koskaan ole auki samanaikaisesti. Näin estetään mahdollisen tulipalon leviäminen kattilasta syöttösuppiloon ja sitä kautta polttoainekuljettimelle. Hydraulisynteri toimisten syöttöpeltien kiinni ja auki asentoja seuraavat induktiiviset rajakytkimet. Syöttösuppilo on varustettu yllämpötermostaatilla, joka aiheuttaa hälytyksen, jos lämpötila esimerkiksi tulipalon takia syöttösuppilossa nousee. Lämpötilannoususta aiheutuva hälytys myös avaa kuljettimen yläosassa olevat hätäjähdytysventtiilit. (Termopoint.)



## 2.2 Arinan toiminta ja polttoaineen palaminen arinalla

KPA6 kattila on tyypiltään mekaaninen viistoarinakattila. Se koostuu 16 arinarautavyöhykkeestä, joista joka toinen on kiinteä ja joka toinen liikkuva. Arinarautojen liikkeen mahdollistaa neljä hydraulisylinteriä, joista jokainen sylinteri ohjaa kahta arinavyöhykettä. Liikkuvilla arinarautavyöhykkeillä mahdollistetaan polttoaineen tasaisempi palaminen siirtämällä polttoainetta alaspäin ja liike samalla kohentaa sitä. Liikkuvien arinavyöhykkeiden pituusliike on säädettävissä 100 mm:iin saakka. Arinavyöhykkeiden alapuolella sijaitsevat primääri-ilman tulo-aukot, jotka tuovat kattilaan tarvittavan palamisilman sekä arinarautojen tarvitseman jäähdytysilman. Kattilan tarvitsema primääri-ilman määrä määräytyy kattilasta lähtevän veden lämpötilamittauksen perusteella. Primääri-ilman määrää säädetään muuttamalla taajuusmuuttajaohjatun primääri-ilmapuhaltimen kierrosnopeutta sekä säätöpeltien asentoja. Arinan loppuosassa ei ole erillistä tuhka-arinaa, joka pudottaisi tuhkaksi palaneen polttoaineen tuhka-altaaseen vaan tuhkaa putoaa vapaasti tuhka-altaaseen. (Termopoint.)

Polttoaineen palamiseen kattilassa ja sitä kautta hyötysuhteeseen vaikuttaa kattilassa olevan jäännöshapen määrä. Jäännöshapetta mitataan savukaasukanavassa olevalla kiinteällä happianalysoitsijalla. Tyypillisesti jäännöshapen määrä vaihtelee 3 % - 6 % välillä. Jäännöshappimäärään vaikutetaan kattilaan puhallettavalla sekundääri-ilmalla. Sekundääri-ilmamäärää säädetään jäännöshappimittauksen perusteella muuttamalla taajuusmuuttajaohjatun sekundääri-ilmapuhaltimen kierrosnopeutta ja säätöpeltien asentoja. (Termopoint.)

Tuhkaksi palanut polttoaine putoaa vedellä täytettyyn tuhka-altaaseen, jossa sijaitsee märkälakuljetin. Kuljetin siirtää tuhkan tuhka-lavalle. Tuhka-altaan pinnankorkeus pidetään riittävän korkealla, jotta se peittää kattilan helmat estäen ilmavuotojen syntymisen. Tuhkaallas toimii myös kattilan räjähdysluukkuna. Tuhka-altaan pintaa seuraa pintavahti, joka pinnan laskiessa antaa käskyn tuhka-altaan täytöstä vastaavalle magneettiventtiilille. (Termopoint.)

## 2.3 Nuohous ja savukaasujen puhdistus

Kattilan nuohous tapahtuu kattilan konvektio-osassa vesinuohouksella. Nuohousväli riippuu kuormitusolosuhteista ja käytössä olevasta polttoaineesta. (Termopoint.)

Palamisessa syntyvien savukaasujen puhdistaminen tapahtuu multisykloni-tyyppisessä savukaasunpuhdistimessa. Multisyklonissa savukaasut johdetaan tuloaukosta jakokammioon, jonka sisällä on useita sykloneita. Syklonit on varustettu ohjaussivillä, joita vasten savukaasut törmäävät ja joutuvat pyörivään liikkeeseen ja erottunut lentotuhka sinkoutuu tuhka-kouruun ja sieltä edelleen pudotuskammioon ja tuhka-altaaseen. Savukaasupuhallin imee

savukaasun multisyklonin poistoaukon kautta, jonka jälkeen savukaasut puhalletaan savupiippuun. Osa jäähtyneistä savukaasuista palautetaan tulipesän jäähdytystä varten kierto-kaasupuhaltimen kautta. (Termopoint.)

## 2.4 Kaukolämpöverkoston säädöt

Jotta kaukolämpövesi kulkisi laitokselta käyttökohteisiin ja takaisin ja oikean lämpöisenä, säädetään verkoston lämpötilaa ja painetta eri tavoilla. Verkoston menoveden lämpötila vaihtelee 70 – 115 °C:n välillä, jota säädetään ulkolämpötilan perusteella. Sääto tapahtuu sekoittamalla verkoston paluuvettä menoveden sekaan kaukolämpöpiirin sekoitusventtiilin avulla. Kattilaan palaavan veden lämpötilaa pidetään riittävän korkealla sekoittamalla siihen verkostoon menevää vettä taajuusmuuttajaohjatun sekoituspumpun kierrosnopeutta muuttamalla. Kaukolämmön meno- ja paluuputken välillä tulee olla tietty paine-ero, jotta vesi kaukolämpöverkostossa virtaisi. Paine-eroa säädetään muuttamalla taajuusmuuttajaohjattujen kaukolämpöpumppujen kierrosnopeutta. (Termopoint.) Kaukolämpöverkostossa tulee olla tietty minimipaine, jotta vesi ei pääse höyrystymään. Verkoston paineen lasku johtuu verkoston veden lämpötilan laskusta. Paineenpitopumppujen tehtävä on ylläpitää verkoston painetta yli minimirajan jos verkoston paine yllättäen laskee. Kun paineenpitopumput käynnistyvät, ne pumppaavat vettä lisävesisäiliöstä kaukolämmön paluuputkeen. Paineenpitopumput myös pumppaavat verkostoon lisää vettä, jos vettä poistuu esimerkiksi putkivuodon takia. (Huhtinen, Korhonen, Pimiä ja Urpalainen 2011, 14.)

### 3 LAITELISTAUS

Laitelistauksen tekeminen oli huoltosuunnitelmien ohella opinnäytetyön toinen päävaihe. Laitelistaus tehtiin ennen huoltosuunnitelmien tekoa, koska näin olisi valmiilta listalta helpompi valita huoltosuunnitelmiin sisällytettävät laitteet. Laitelistauksen teko aloitettiin tutkimalla lämpölaitosten PI-kaavioita ja keräämällä löytyneet positiotunnukset Excel-taulukkoon. Laittepositioita kerättiin myös sähkö- ja automaatiokansioissa olevista luetteloista. Positiotunnusten nimeämisissä oli eroavaisuuksia, koska kaikki laitetoimitukset ja asennustyöt eivät luonnollisesti tule yhdeltä taholta. Jos positiotunnuksissa oli ristiriitaisuuksia, päädyttiin käyttämään PI-kaaviossa olevaa tunnusta. Jos PI-kaavion ja kentällä olevassa tunnuskilvessä oli eroavaisuuksia, päädyttiin kentällä olevaan tunnuksen. Laiteluetteloon merkittiin kyseisen laitteen kohdalle erilliseen sarakkeeseen huomautus erilaisista positiotunnuksista.

Kun PI-kaavioista löytyneet positiotunnukset oli kerätty taulukkoon, aloitettiin kenttäkierros. Kenttäkierroksella verrattiin PI-kaaviossa olevia tietoja kentällä löytyviin laitteisiin. Suurimmilta osin positiotunnukset olivat yhtenäisiä PI-kaavion ja laitteessa olevan positiotunnuksen kanssa. Jokainen laite myös kuvattiin, jotta taulukkoa voitiin täydentää laitteen tuotenimellä, valmistus-/sarjanumerolla ja valmistajan nimellä. Pumpuista ja moottoreista kerättiin taulukkoon yksityiskohtaisemmat tiedot kuten esimerkiksi kierrosnopeus ja nostokorkeus. Hankalimmissa paikoissa olevien laitteiden kohdalle kirjoitettiin myös laitteen sijainti tarkemmin. Erilaisia laitteita on satoja, mutta läheskään kaikkia ei kuvattu esimerkiksi tankopurkainhydrauliikkasyntereiden rajakytkimet ovat samanlaisia, joten riittää että vain yksi rajakytkin kuvattiin. Laitelistauksen tiedonkeruuvaihetta hankaloitti moni eri asia. Työtä hankaloittivat mm. laitosten eri sijainnit, laitteistojen ikä esimerkiksi vanhemmissa pumpuissa arvokilpien tiedot olivat kuluneet pois. Muutamia laitteita olivat myös sijainniltaan niin hankalassa paikassa, ettei ilman erillistä nostolaitetta laitteen luokse ollut mahdollista päästä. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi jäivät tietyt kohdat laitelistauksessa puutteellisiksi.

Kenttäkierroksen avulla löytyi myös kenttälaitteita, joita ei ollut merkitty laitoksen PI-kaavioon. PI-kaavion puutteelliset tiedot kirjattiin ylös ja asiasta laitettiin myös huomautus laiteluetteloon kyseisten laitteiden kohdalle.

Laitelistauksen tarkoitus on myös auttaa laitosten käyttöhenkilöstöä nopeasti löytämään tarvittava tieto eri laitteista. Esimerkiksi laitevian sattuessa laitteen käyttöohje/huolto-ohje on nopeasti löydettävissä sähköisenä valmiista taulukosta. Myös varaosien tai uuden laitteen tilaaminen voi olla helpompaa, kun tarkat tuotetiedot ovat heti näkyvillä. Taulukon tiedot ovat myös esitetty sellaisessa järjestyksessä, josta ne on helppo ajaa esimerkiksi kunnossapidon tietojärjestelmän laitetietokantaan.

#### 4 HUOLTOSUUNNITELMAT

Huoltosuunnitelmien laatiminen aloitettiin, kun tarpeeksi kattava laitekartoitus ja laitelistaus oli tehty. Laitteiden huolto-ohjeita kerättiin laitteiden käyttöohjeista, joita oli saatavilla laitostoitimittajan kansiossa sekä etsimällä laitteiden käyttöohjeita internetistä. Kaikkia huolto-ohjeita ei luonnollisesti löydy laitetoimittajien huolto-ohjeista, vaan huoltokohteita ja huoltotoimenpiteitä selvitettiin myös kysymällä käyttöhenkilöstöltä. Käyttöohjeiden etsiminen internetistä myös synnytti idean kerätä kaikki löytyneet käyttöohjeet jo tehtyyn laitelistaukseen ja liittää ne oikean laitteen kohdalle. Myös paperisena olleet käyttöohjeet ladattiin sähköiseen muotoon.

Lämpölaitoksissa suoritettavat kunnossapitotyöt ovat usein säännöllisin väliajoin suoritettavia ennakkohuoltoja esimerkiksi arinasylintereiden ja arinalaakereiden rasvausta tai vuosittaisessa huoltoseisokissa suoritettavia laajempia korjaus- ja huoltotoimenpiteitä. Lämpölaitoksissa tapahtuva kunnossapito on siis hyvin pitkälti ehkäisevää kunnossapitoa esimerkiksi edellä mainittujen arinalaakereiden ja arinasylintereiden pitkä käyttöikä mahdollistetaan oikeanlaisella voiteluhuollolla (oikea voiteluväli, voiteluaine ja voiteluainemäärä). Laitteet, jotka eivät ole kaukolämmön tuotannon jatkumisen kannalta kriittisiä korjataan tai vaihdetaan kun laite on vikaantunut tai vaurioitunut. Esimerkiksi kattilan alaosissa oleville tärymoottoreille ei suoriteta laakeripesien avaamista ja laakereiden uudelleen rasvausta käyttötuntien ylittyessä vaan tärymoottorin vaurioituessa uusi tärymoottori vaihdetaan tilalle.

Kunnonvalvonta lämpölaitoksissa tapahtuu suurimmilta osin aistinvaraisilla menetelmillä. Moottoreissa ei ole kiinteitä värinänmittauslaitteita eikä käytössä ole kannettavia mittareita, vaan esimerkiksi laakereiden mahdollista vikaantumista voi ennakoida kovasta värinästä tai poikkeuksellisen kovasta melusta. Kannettavalla laserlämpömittarilla voidaan mitata moottoreiden laakeripesien pintalämpötilat. Yli +60 °C:n lämpötila voi ennakoida tulevaa laakerivikaa tai puutteellista voitelua, on tärkeää, ettei laakereissa käytetyn voitelurasvan lämpötilarajaa ylitetä, jotta rasva toimii oikealla tavalla. Pintalämpötilaa mitattaessa tulee mitattavan pinnan olla puhdas sillä likainen pinta voi vääristää mittaustulosta. Myös mittausetäisyyden tulee olla lämpötilamittarin valmistajan ilmoittamissa rajoissa. Kannettavien mittalaitteiden kalibrointi tulee myös pitää ajan tasalla.

Hydrauliikkajärjestelmät ovat kriittisiä lämpölaitoksen toiminnan kannalta. Hydrauliikkajärjestelmät ohjaavat muun muassa polttoaineen siirtoa varastosta kuljettimelle ja siirtävät polttoainetta eteenpäin kattilassa liikuttelemalla arinarautavyöhykkeitä arinasylintereiden avulla. Hydrauliikkajärjestelmän pienemmät komponentit, esimerkiksi venttiilit ja kytkimet, ovat

huoltovapaita ja niiden vikaantuessa tai vaurioituessa komponentti vaihdetaan. Kyseisten komponenttien vikaantumisen ennakoiminen on hankalaa ja toimivan komponentin vaihtoon tietyin väliajoin on myös kyseenalaista, vaikkakin niiden toiminta on laitoksen kannalta tärkeää. Yhden komponentin vaihto järjestelmään vaatii sen sammuttamista ja siten ohjattavan laitteen pysäyttämistä. Esimerkiksi syötinhydrauliikan sammuttaminen lopettaa polttoaineensyötön arinalle käytännössä kokonaan. Polttoainesyötön sulkupeltien auki jättäminen huollon ajaksi aiheuttaisi liian suuren tulipaloriskin. KPA-6 kattilan arina- ja syöttöhydrauliikkajärjestelmissä hydrauliikkapumppu sijaitsee hydrauliikkaöljysäiliön sisäpuolella, mikä tekee sen korjaamisesta tai vaihtamisesta haastavampaa, puhumattakaan purkamisesta ja kokoamisesta vievän ajan määrästä.

#### 4.1 Teollisuustien lämpölaitos

Tässä luvussa esitellään Teollisuustien lämpölaitoksen laitteet ja niiden toimintaa, jotka sisällytettiin huoltosuunnitelmiin. Molempien KPA-kattiloiden laitteisto on hyvin samankaltaista, joskin laitteiden mittasuhteissa on eroja. Tästä syystä huolto-ohjeet, jotka laitteille on annettu, pätevät molempiin KPA-kattiloihin, ellei asiasta ole erikseen mainittu.

##### 4.1.1 Arina ja kattila

Suurin osa arinalle suoritettavista huolto- ja korjaustöistä tapahtuu kattilan seisonta-aikana, jolloin pääsy kattilan sisälle on mahdollista. Normaalikäytössä arinan huoltokohteita ovat laakereiden ja sylintereiden rasvaus kolmen kuukauden välein. Kattilan asetusarvoja kuten lämpötilaa myös tarkkaillaan, jotta se ei nouse liian korkeaksi ja vaurioita kattilan sisällä olevia arinan mekaanisia osia. Kattilahuoneen lattia puhdistetaan viikoittain palovesiletkujen avulla sekä imuroimalla suurimmat polttoainekasat. Vuosihuollon yhteydessä puhdistetaan perusteellisemmin levinnyt polttoaine esimerkiksi putkistojen päältä. (Termopoint.)

Kattilan sisällä suoritetaan arinalle useita huolto- ja korjaustoimenpiteitä sekä tarkastuksia. Arinaraudat tarkastetaan ja rikkiäiset vaihdetaan uusiin. Arinarautojen alle jäänyt tuhka imuroidaan pois ja kattila siivotaan sisältä päin. Kiinteät arinarautavyöhykkeet on asennettu poikittaisille kannatusputkille, jotka kannattelevat arinarautoja. Kannatusputket ovat asennettu "arinaliukuihin", jotka kaikki tarkastetaan. Rikkiäinen arinaliuku voi pahimmillaan johdattaa arinavyöhykkeen tippumiseen tuhka-altaaseen. (Termopoint.)

Kattilamuurausten kunto tarkastetaan ja korjataan tarvittaessa. Kattilan luukut ja niiden tiivisteiden kunto tarkastetaan. Näkölasit puhdistetaan ja rikkiäiset vaihdetaan uusiin. Molempien KPA-kattiloiden hätä-seis-kytkimien toiminta testataan vuosittain. (Termopoint.)

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta 18.10.1999/953 velvoittaa rekisteröitäville painelaitteille suoritettavan määräaikaistarkastuksia. Keminmaan Energia Oy:n höyrykattilat ylittävät rekisteröintirajat, joten niille tulee suorittaa lain edellyttämät määräaikaistarkastukset.

Turvatekniikan keskuksen (TUKES) julkaisemasta taulukosta (taulukko 1) näkyy tarkastusten sisältö ja aikaväli.

TAULUKKO 1. Painelaitteiden määräaikaistarkastukset (TUKES)

|                                  | Toimenpide   | Tavallinen aikaväli     |                         |
|----------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|
|                                  |  | Painesäiliöt            | Kattilat                |
| Ensimmäinen määräaikaistarkastus | Tarkastetaan, että painelaite voidaan ottaa turvallisesti käyttöön   | Käyttöönoton yhteydessä | Käyttöönoton yhteydessä |
| Käyttötarkastus                  | Käyttöä vastaavissa olosuhteissa tarkastetaan, että painelaitteen ja sen käytön osalta asiat ovat kunnossa | 4 vuotta                | 2 vuotta                |
| Sisäpuolinen tarkastus           | Laite tyhjenetään, puhdistetaan ja sen kunto tarkastetaan perusteellisesti                                 | 4 vuotta                | 4 vuotta                |
| Määräaikainen painekoe           | Tehdään painekoe ja tutkitaan mahdollisia vuotoja ja muodonmuutoksia                                       | 8 vuotta                | 8 vuotta                |
| Muutostarkastus                  | Kunto ja turvallisuus tarkastetaan korjausten ja erilaisten muutosten yhteydessä                           | Tarvittaessa            | Tarvittaessa            |

Ensimmäinen määräaikaistarkastus tulee suorittaa jo kattilan käyttöönoton yhteydessä. Seuraavat tarkastukset tehdään kahden, neljän ja kahdeksan vuoden välein. Kattilat on otettu käyttöön vuosina 1998 ja 2005, joten kattiloille on suoritettu lain vaatimat määräaikaistarkastukset. Molempia KPA-kattiloita sitoo kuitenkin muutostarkastuksen suorittaminen, jonka ehdot on kerrottu asetuksen 16 §:ssa.

#### *”16 §*

##### *Muutostarkastus*

*Muutostarkastus tehdään tarkastuslaitoksen arvioiman tarpeen mukaan ennen uutta käyttöönottoa:*

*1) painelaitteelle,*

*a) joka on saattanut vahingoittua;*

*b) jonka käyttöturvallisuuteen vaikuttavia laitteita tai laitejärjestelmiä on merkittävästi muutettu; tai*

*c) jonka käyttötarkoitusta tai sallittuja käyttöarvoja on tarkoitus muuttaa;*

*2) rekisteröitävälle painelaitteelle,*

*a) joka on asennettu uuteen paikkaan;*

*b) joka on siirretty tai jota on muutettu siten, että hyväksyttyä sijoitussuunnitelmaa ei voida noudattaa; tai*

*c) joka on ollut valvontaviranomaiselle ilmoitettuna poissa käytöstä yli vuoden ja otetaan uudelleen käyttöön.*

*Muutostarkastus on tehtävä 1 momentissa säädetyn lisäksi myös rekisteröitävälle höyry- ja kuumavesikattilalle, joka on tarkoitus siirtää 28 §:ssä säädettyyn jaksottaiseen käytön valvontaan. Painelaitteen muutostarkastuksessa on tarkastettava, että muutos on tehty asianmukaisesti. Lisäksi muutostarkastukseen noudatetaan soveltuvin osin 11 §:ssä säädettyä. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta 953/1999 16§.)*

#### 4.1.2 Kattilasuojat

Kattilasuojat ovat kenttälaitteita, joilla varmistetaan kattilan turvallinen alasajo tilanteissa, jossa kattila voisi vaurioitua, jos laitos jatkaisi toimintaansa normaalisti syöttäen polttoainetta arinalle. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi veden pinnan äkillinen laskeminen putkistossa tai paineen nousu kattilaan menevän veden putkistossa. Lauetessaan kattilasuojat pysäyttävät lähes kaikki laitteet savukaasupuhallinta lukuun ottamatta. (Termopoint).

##### 4.1.2.1 Kuivakiehuntasuoja

Kuivakiehuntasuojan tehtävä on tarkkailla kattilaveden pinnan korkeutta elektrodin avulla (kuva 3). Jos veden pinta putkistossa laskee ja vesi ei kierrä kattilan tulipesässä olevissa putkistoissa voivat putket ja kattilan seinämät vaurioitua pahoin, koska vesi jäähdyyttää kattilan sisälle olevia putkistoja ja tulipesää. Laitteen vihreä käyttövalo palaa, kun elektrodi on kosketuksissa veden kanssa, ja tällöin virtaviesti välittyy laitteen keskusyksikölle. Kuivakiehuntasuoja laukeaa, jos jännitekatkos elektrodin ja keskusyksikön välillä kestää yli kymmenen sekuntia tai veden pinta alenee alle alarajan. (Kokko Control Oy). Kuivakiehuntasuojasta lähtevä hälytys pysäyttää kaikki kattilalaitteet lukuun ottamatta savukaasupuhallinta. (Termopoint). Laitteen käyttöohjeissa annetaan koestusohjeet elektrodille, toimintakoestukselle sekä käytönaikaiselle koestukselle. Laitteen kriittisestä tehtävästä johtuen kaikki koestustavat tehdään säännöllisesti.

Veden pintaa tunnusteleva elektrodi koestetaan mittaamalla siitä jännite elektrodin ja elektrodikaapelin välillä. Kun elektrodi on kosketuksissa veteen, tulee jännitelukeman olla 0 – 5 V:n välillä. Elektrodin ollessa vapaana tulee jännitteen olla 15 – 35 V:n välillä. Jännitelukeman perusteella voidaan nopeasti havaita, onko laite toimintakunnossa. Elektrodi myös puhdistetaan kerran vuodessa. (Kokko Control Oy.)

Toimintakoestus suoritetaan painamalla laitteen koestus-painiketta kymmenen sekunnin ajan. Polttimen tulee sammua ja aiheuttaa hälytys. Laite käynnistetään uudelleen painamalla palautus-painiketta. Toimintakoestus suoritetaan kerran kuukaudessa. (Kokko Control Oy).

Käytönaikainen koestus suoritetaan alentamalla veden pintaa kunnes laite aiheuttaa hälytyksen. Laite käynnistyy uudelleen, kun veden pinta on palautunut normaaliksi ja palautuspainiketta on painettu. Käytönaikainen koestus tehdään kerran vuodessa. (Kokko Control Oy.)



KUVA 3. Hydroset K100F kuivakiehuntasuoja

#### 4.1.2.2 Varoventtiilit

Höyrykattilat mitoitetaan tietylle maksimikäyttöpaineelle, esimerkiksi KPA6-kattilan maksimikäyttöpaine on 10 bar. Kattilan menoveden paineenmittauksen mitattaessa paineen nousun yli maksimikäyttöpaineen suorittaa automaatiojärjestelmä kattilalaitteiden alasajon. Jos paine putkistossa ei kuitenkaan laske, laukeavat kattilan varoventtiilit purkaen ylipaineisen väliaineen turvallisesti ulospuhallutusputkien kautta ulos rakennuksesta. Varoventtiili on siis järjestelmän viimeinen varokeino, jos paine kattilassa ei laske alle turvallisen rajan. Varoventtiilit mitoitetaan laukeamaan, kun maksimikäyttöpaine on yli 10 % sallitusta rajasta. Varoventtiileitä on tyypillisesti kaksi kappaletta ja rakenteeltaan ne erotetaan korkea- ja matalanousuisiin malleihin. Korkeanousuisia käytetään höyrylle ja matalanousuisia käytetään nesteille ja ilmalle. Toiminnaltaan varoventtiilit ovat joko jousi- tai painokuormitteisia tai ne ovat apulaiteohjattuja. Keminmaan Energian Oy:n höyrykattilat ovat varustettu jousikuormitteisillä varoventtiileillä (kuva 4). Jousikuormitteisen varoventtiilin tunnistaa helposti siinä olevasta kahvasta. Jousikuormitteisten varoventtiilien etuja ovat muun muassa sopivuus korkeisiin paineisiin, hyvät ulospuhalluspaineen säätömahdollisuudet ja hyvä toimintavarmuus. (Huhtinen, Kettunen, Nurminen ja Pakkanen 2000, 236.)

Varoventtiilit ovat huoltovapaita, mutta niiden kriittisen tehtävän vuoksi niille suoritetaan toimintakoestus vuosittain. Samalla tarkastetaan ulospuhallutusputkien kunto. Päivittäisen kierroksen aikana tarkastetaan, että varoventtiilit eivät vuoda. (Termopoint.)





KUVA 4. Jousikuormitteisia varoventtiileitä

#### 4.1.2.3 Paine- ja lämpötilatermostaatit

Kattila on varustettu menoveden paine- ja lämpötilatermostaateilla, jotka tarkkailevat asetettua paineen minimi- ja maksimiarvoa ja asetettua lämpötilan maksimirajaa. Kuvassa 5 on yliämpötermostaatteja. Suojat laukeavat, jos paine alittaa asetetut rajat tai lämpötila ylittää asetetun rajan. Termostaatit voidaan testata muuttamalla niiden asetusarvoa säätönupista hälytyksen aiheuttaville rajoille. (Termopoint.)



KUVA 5. Yliämpötermostaatteja

### 4.1.3 Kuljettimet

Kuljettimia käytetään Teollisuustien lämpölaitoksessa KPA-kattiloiden polttoaineen ja tuhkan siirtelyyn. Kaikki kuljettimet ovat ketjuvetoisia ja niiden voimansiirto on toteutettu sähkömoottorikäyttöisillä planeettavaihteilla. (Termopoint.)

#### 4.1.3.1 Tuhkakolakuljetin

Tuhkakolakuljettimen tehtävä on kuljettaa polttoaineen palamisesta syntynyt tuhka tuhkalavalle. Tuhkakuljetin on tyypiltään märkäkolakuljetin, joka sijaitsee vedellä täytetyssä tuhkaaltaassa heti kattilan alapuolella. Tuhka putoaa kattilan alaosaan olevien tuhkasuppiloiden kautta tuhka-altaaseen. Lentotuhka putoaa multisyklonin kautta tuhkasuppiloon ja sieltä tuhka-altaaseen. Kattilan nuohous tapahtuu vesinuohouksella. Tuhka-altaan veden pintaa tarkkailee pintavahti, joka pinnan laskiessa alle alarajan antaa käskyn magneettiventtiilille, joka laskee altaaseen uutta vettä. Tuhka-altaan pinta pidetään riittävän korkealla, jotta se peittää kattilan helmat estäen ilmapuotojen syntymisen kattilaan. Tuhka-allas toimii myös kattilan räjähdysluukkuna. Molempien KPA-kattiloiden tuhkakuljettimet ovat rakenteeltaan märkäkolakuljettimia. (Termopoint.)

Kerran vuodessa tuhka-allas lasketaan tyhjäksi ja sen kunto tarkistetaan. Samalla tarkastetaan ketjun kireys ja kunto ja suoritetaan ketjun voitelu. Kuljettimen sisäpuoli ja pohjakolien kunto tarkastetaan. (Termopoint).

Säännöllisiä huoltoja ja tarkastuksia ovat kuljettimen laakereiden ja pyörintävahdin rasvaus kolmen kuukauden välein, sekä KPA6-kattilan tuhka-altaan pintavahdin antureiden puhdistus. KPA6-kattilan tuhka-altaan pintavahti tunnustelee altaan veden pintaa kahdella anturilla. Antureiden ympärille kertyy tuhka-ainesta, joka tulee poistaa oikosulkuvaaran takia ennen kuin anturit koskettavat toisiaan tuhka-aineksen välityksellä. Kuljettimen sähkömoottorin voimansiirrosta vastaavalle planeettavaihteelle suoritetaan öljynvaihto kolmen vuoden välein. (Termopoint.)

#### 4.1.3.2 Polttoainekuljetin

Tankopurkaimet siirtävät polttoaineen polttoainevarastosta polttoainekuljettimelle. Polttoainekuljetin siirtää polttoaineen kattilan ylimmälle syöttöpellille tai jakokuljettimelle. (Termopoint.)

Kuljettimen sisäpuoli tarkastetaan säännöllisesti sinne kertyvien vieraiden esineiden varalta. Poikkeuksellisen suuret ja kovat esineet, esimerkiksi kivet, voivat rikkoa kuljettimen kom-

ponentteja kuten kuljettimen yläpäässä olevan ruuhkarajan. Talvikautena on tärkeää tarkastaa kuljettimen sisäpuoli säännöllisin väliajoin, koska jäänyt turve voi aiheuttaa tukoksia kuljettimessa. Kuljettimen laakerit ja pyörintävahdit rasvataan kolmen kuukauden välein. (Termopoint.)

Kerran vuodessa kuljetin ajetaan tyhjäksi ja sen kunto tarkistetaan. Ketjun kireys tarkastetaan ja ketju voidellaan. Pyörintävahdien, ruuhkarajojen ja köysirajatyypisten hätäseis-kytkimien toiminta testataan. Polttoainekuljettimet on varustettu tulipaloriskin vuoksi hätäjähdytyksellä. KPA2-kattilan polttoainekuljetin on varustettu kuljettimen yläpuolen lämpötila mittaavalla palosammuttimella. Palosammuttimen huoltaa sammutinhuolto liike säännöllisesti. KPA6-kattilan polttoainekuljetin on varustettu magneettiventtiili toimisella vesijähdytyksellä. Magneettiventtiili saa avauskäskyn syöttösuppilon sisäpuolen lämpötilaa mittaavalta ylälämpötermostaatilta. Kun lämpötila syöttösuppilossa nousee yli termostaatille asetetun rajan, aukeaa hätäjähdytyksen magneettiventtiili suihkuttaen paineista raakavettä syöttösuppiloon. Hätäjähdytysventtiilin toiminta testataan kerran vuodessa laskemalla ylälämpötermostaatin asetusarvoa. Kuljettimen sähkömoottorin voimansiirrosta vastaavalle planeettavaihteelle suoritetaan öljynvaihto kolmen vuoden välein. (Termopoint.)

#### 4.1.3.3 Jakokuljetin

Jakokuljetin on KPA6-kattilan polttoainekuljettimen loppupäähän rakennettu polttoainekuljetin, joka yhdistää KPA6-kattilan polttoainekuljettimen KPA2-kattilan polttoaineensyöttöön. Jakokuljettimen avulla turvataan polttoaineen saanti KPA2-kattilalle tilanteissa, joissa polttoaineensyöttö ei onnistu KPA2-kattilan oman polttoainekuljettimen kautta. Jakokuljettimelle suoritetaan samat huollot kuin muille polttoainekuljettimille. Kuljettimen sähkömoottorin voimansiirrosta vastaavalle planeettavaihteelle suoritetaan öljynvaihto kolmen vuoden välein. (Termopoint.)

#### 4.1.4 Hydrauliikka

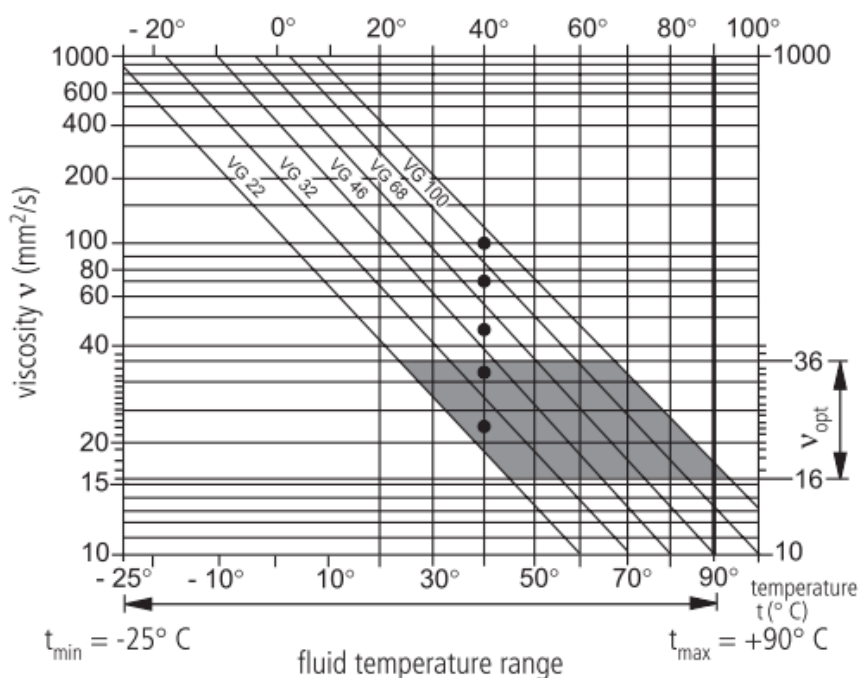
Hydrauliikkakoneiden parhaimman käytettävyyden saavuttamiseksi on tärkeää pitää huolta öljyn puhtaudesta.

Öljyn puhtauteen on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska tutkimuksissa on todettu epäpuhtauksien aiheuttavan keskimäärin 80 % hydraulijärjestelmien toimintahäiriöistä (PSK 6707 Teollisuushydraulijärjestelmän suunnittelu ja hankinta. Järjestelmän kunnossapidettävyys, 2006, 8).

Järjestelmään päätyneet epäpuhtaudet eivät jää pelkästään säiliöön vaan kiertävät järjestelmää ja komponentteja öljyn tapaan. Epäpuhtauksien päätymistä järjestelmään voidaan ehkäistä varustamalla öljyn lisäyksikkö suodattimella. Epäpuhtauksia voi myös päätyä järjestelmään komponenttien vaihdon yhteydessä paljastuvista avonaisista aukoista esimerkiksi letkun vaihdon aikana. Avonaiset aukot tulisi peittää komponentin vaihdon ajaksi. Uudet liittimet, letkut tai putket tulee myös puhdistaa sisältäpäin ennen asennusta. (Termopoint.)

Toinen hydraulikkakoneen käytettävyyteen vaikuttava asia on öljyn lämpötila. Öljyn lämpötilalla on vaikutus öljyn viskositeettiin. Viskositeetti kuvaa nesteen sisäisestä kitkasta johtuvaa virtausvastustusta. Esimerkiksi juoksevampana aineena veden viskositeetti on alhaisempi kuin ruokaöljyn. Jokaisella hydraulikkakomponentilla on valmistajan ilmoittama optimi viskositeettialue, jolla komponentti toimii parhaiten. Öljyn lämpötila ei saa olla liian alhainen, mikä nostaa öljyn viskositeettia. Liian korkea viskositeetti voi aiheuttaa hydraulikkapumpun kavitointia tai toimintahäiriöitä komponenteissa. Liian korkea öljyn lämpötila laskee viskositeettia. Alhainen viskositeetti voi nopeuttaa järjestelmän komponenttien kulumista, koska öljyn muodostama voitelukalvo ohenee viskositeetin alentuessa. Liian korkea öljyn lämpötila voi myös haurastuttaa hydraulikkakoneen komponenttien kumisia osia kuten tiivisteitä. (Termopoint.)

Kuvassa 6 on viiden eri ISO VG -luokan hydraulikkaöljyjen viskositeetin lämpötilakuvaaja. Teollisuusiten hydraulikkakoneissa käytetään ISO VG 32 -luokan hydraulikkaöljyä ja kuvassa näkyvä tummennettu alue on käytössä olevien hydraulikkapumppujen optimi viskositeettialue.



KUVA 6. ISO VG -hydraulikka öljyjen viskositeetin lämpötilakuvaaja (Bosch Rexroth AG)

Seuraavat ohjeet hydraulikkajärjestelmien kunnossapidettävyyteen ovat yleispäteviä ja ne sopivat kaikkiin Teollisuustien lämpölaitoksessa oleviin hydraulikkakoneisiin.

Päivittäin tarkastetaan säiliössä olevan öljyn pinta ja lämpötila. Sopiva öljyn lämpötila on +10 °C - +60 °C:n välillä. Myös säiliön lähiympäristö tutkitaan mahdollisten vuotokohtien varalta.

Putkien ja letkujen kuntoon, kiinnitykseen ja liitosten tiiveyteen tulee kiinnittää huomiota. Jos havaitaan, että letku hankaa johonkin, tulee sen kiinnitystä säätää. Käyttöpaineet ovat suuria, joten haljenneesta letkusta lähtevä painesuihku voi jopa repiä ihon. Löystyneet letkut tulee kiristää heti ja pahoin kuluneet letkut vaihtaa. Uudet liittimet, letkut tai putket tulee puhdistaa sisältäpäin ennen asennusta. Näin ehkäistään epäpuhtauksien pääsy järjestelmään. Avonaiset aukot peitetään asennuksen ajaksi. (Termopoint.)

Vuosittain tarkastetaan järjestelmän moottorin, pumpun ja muiden komponenttien kiinnitysten kireydet.

Öljyn vaihdolle ei ole tarkkaa aikaväliä. Esimerkiksi KPA6-kattilan hydraulikkakoneissa on indikaattorit suodattimen tukkeutuneisuusasteelle. Kun indikaattori on punaisella alueella, on suodattimen vaihto ajankohtainen ja suodattimen vaihdon yhteydessä on järkevää vaihtaa myös öljy. Epäpuhtauksien pääsyn minimoimiseksi uusi öljy tulisi lisätä suodatusyksiköllä varustetulla laitteella. Suodatin voidaan vaihtaa, kun uusi öljy on kiertänyt järjestelmässä jonkin aikaa. Näin osa öljynvaihdossa tulleista epäpuhtauksista jää vielä vanhaan suodattimeen. Öljy tulee säilyttää tasalämpöisessä paikassa, jotta säilytysastian sisälle ei muodostu kondenssivettä. Säilytystilan tai -astian tulee myös olla pölytiivis, jotta ilmassa olevat epäpuhtaudet eivät pääse öljyyn. (Termopoint.)

#### 4.1.4.1 KPA6-kattilan hydraulikkakoneet

KPA6-kattilan polttoaineen siirrosta varastosta kuljettimelle, polttoaineen syötöstä arinalle sekä mekaanisen arinan liikuttelusta vastaa kolme eri hydraulikkakoneikkoa.

Arinahydrauliikan tehtävä on liikutella arinavyöhykkeitä neljän hydraulisylinterin avulla. Järjestelmän komponentit ovat huoltovapaita sylintereitä lukuun ottamatta. Sylinterit on varustettu rasvausnipoilla rasvavoitelua varten, joka tehdään kolmen kuukauden välein. Sylintereiden rasvauksen yhteydessä on hyvä tarkastella sylintereiden kiinnitysten lujjuutta. Säiliön pintavahti testataan kerran vuodessa. (Termopoint.)

Pumpun optimaalisin toimintakyky saadaan öljyn viskositeetilla 20 mm<sup>2</sup>/s (+50 °C) – 100 mm<sup>2</sup>/s (+10 °C). Öljyn lämpötila ei saisi nousta yli +65 °C:een, jolloin öljyn viskositeetti on

yli pumpulle sallitun rajan. Pumpulle sallittu viskositeettialue on  $12 \text{ mm}^2 (+65 \text{ °C}) - 800 \text{ mm}^2/\text{s} (-15 \text{ °C})$ . (Bosch Rexroth AG). Muilla järjestelmän komponenteilla on laajat viskositeetti- ja lämpötila-alueet.

Syötinhydrauliikan (kuva 7) tehtävä on avata ja sulkea kahta syöttöpeltiä, jotka pudottavat polttoaineen kattilaan. Ylempi syöttöpelti pudottaa polttoaineen polttoainekuljettimen loppuosasta syöttösuppiloon alemman syöttöpellin päälle. Alempi syöttöpelti pudottaa avautessaan polttoaineen arinan yläosaan. Syöttöpeltien avautuminen perustuu syöttösuppilossa ja kattilassa olevaan polttoaineen pinnanmittaukseen. Polttoaineen pinnanmittaus on toteutettu säteilymittauksena, jolla saadaan tarkka mittaustulos. Kun polttoaineen pinta arinan yläosassa on laskenut alle mittausrajan aukeaa alempi syöttöpelti ja uutta polttoainetta putoaa arinan yläosaan. Kun alempi syöttöpelti on sulkeutunut aukeaa ylempi syöttöpelti pudottaen polttoainekuljettimen mukana tulevan polttoaineen syöttösuppiloon. Kun syöttösuppilon pinnanmittaus saavuttaa ylärajan sulkeutuu ylempi syöttöpelti. Molemmat syöttöpellit eivät ole koskaan samaan aikaan auki. Näin estetään mahdollisen tulipalon leviäminen syöttösuppilon kautta polttoainekuljettimeen. Syöttöpeltien kiinni ja auki -asentoja valvotaan induktiivisilla rajakytkimillä. (Termopoint.)

Käsinuohouksen aikana tarkastetaan syöttöpeltien sisäpuoli avaamalla niiden luukut. Polttoainetta voi kerääntyä sylinterin taakse ja pakkaantua syöttöpellin takaosaan. Tämä voi häiritä syöttöpellin liikkumista ja aiheuttaa toimintahäiriön laitteessa. Kerran vuodessa myös testataan rajakytkimien toiminta. Hydrauliikkakoneikon laitteisto on lähes identtinen arinahydrauliikkakoneikon kanssa, joten siihen pätevät samat ohjeet.



KUVA 7. Syötinhydrauliikkakoneikko

Tankopurkainhydrauliikan tehtävä on siirtää polttoaine polttoainesiilosta polttoainekuljettimelle tankopurkainten avulla. Tankopurkaimet koostuvat kolmesta tankopurkainryhmästä,

joista jokaisessa ryhmässä on neljä hydraulisyylinteriä, jotka liikuttavat omaa tankopurkainta. Tankopurkain on putkipalkki, johon on hitsattu poikittaiset kolat. Jokaisella tankopurkainryhmällä on oma ohjausyksikkönsä, joten muut tankopurkainryhmät toimivat vaikka yksi olisikin poissa käytöstä. Sylintereiden asentoja valvotaan induktiivisilla rajakytkimillä. (Termopoint.)

Sylinterit on varustettu rasvausnipoilla rasvavoitelua varten. Sylintereihin lisätään rasvaa kolmen kuukauden välein. Samalla tarkastetaan sylinterikorvakoiden kiinnitys lattiaan ja seinään sekä sylintereiden kiinnitys korvakoihin ja tankoihin. (Termopoint.)

Pumpun optimaalisin toimintakyky saadaan öljyn viskositeetilla  $16 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $+60 \text{ }^\circ\text{C}$ ) –  $36 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $+35 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Öljyn lämpötila ei saisi nousta yli  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , jolloin öljyn viskositeetti on alle pumpulle sallitun rajan ( $10 \text{ mm}^2/\text{s}$ ). (Bosch Rexroth AG.)

Vuosittain puhdistetaan polttoainepöly tankopurkaintilasta sekä testataan pinta- ja lämpötilavahdin ja rajakytkimien toiminta. (Termopoint.)

#### 4.1.4.2 KPA2-kattilan hydraulikkakoneet

Arinahydraulikkakoneikko hoitaa mekaanista arinaa, tuhka-arinaa ja polttoaineen syöttöpeltejä.

Pumpun optimaalisin toimintakyky saadaan öljyn viskositeetilla  $16 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $+60 \text{ }^\circ\text{C}$ ) –  $32 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Öljyn lämpötila ei saisi nousta yli  $+70 \text{ }^\circ\text{C}$ :een, jolloin öljyn viskositeetti on alle pumpulle sallitun rajan ( $10 \text{ mm}^2/\text{s}$ ). (Bosch Rexroth AG.) Vuosittain testataan ulkoinen vuotohälytyn, säiliön pintavahti sekä lämpötilavahti. Öljy ja suodattimet vaihdetaan vuosittain. (Termopoint.)

KPA2 tankopurkainhydrauliikan toiminta on samantapainen kuin KPA6 tankopurkainhydrauliikassa. Pumpun viskositeettirajoina käytetään samoja lukemia kuin KPA6-tankopurkainpumpuilla. Myös huoltotoimenpiteet ovat samat kuin KPA6-tankopurkainhydrauliikassa, ainoa ero on sähkömoottoreissa, joihin lisätään voitelurasvaa kolmen kuukauden välein.

#### 4.1.5 Puhaltimet

Lämpölaitoksissa käytetään puhaltimia ilman ja savukaasun siirtämiseen ja ne ovat rakenteeltaan radiaali- eli keskipakoispuhaltimia.

Seuraavat säännölliset tarkastukset ovat yhteisiä kaikille Teollisuustien lämpölaitoksessa käytössä oleville keskipakoispuhaltimille. Päivittäin tulee seurata puhaltimien tärinää ja ääntä.

Poikkeuksellinen ääni voi tarkoittaa laakerien vikaantumista ja tärinä siipipyörän epätasapainoa. Puhaltimet on asennettu tärinänvaimentajien päälle, joiden tulee olla ehjiä ja tasaisesti kuormitettuja. Tärinänvaimentajaa painettaessa sen tulisi joustaa vapaasti. (Dust Control Systems Oy.)

Puhaltimen tarkastusluukun tiivisteet voivat vuotaa, mahdollista vuotokohtaa voi tunnustella kädellä ennen luukun avaamista. Siipipyörää tarkastaessa joudutaan avaamaan tarkastusluukku, jolloin on hyvä myös tarkastaa tarkastusluukun tiivisteiden kunto. (Dust Control Systems Oy.)

Puhaltimet on yhdistetty imu- ja painepuolen kanavistoihin joustavien liittimien avulla. Joustavat liittimet ovat korkeaa lämpötilaa kestävää kangasta, jotka on liitetty kanavistoihin kullutuslevyllä. Joustavien liittimien tarkoitus on estää puhaltimista syntyvän tärinän siirtyminen kanavistoon. Liittimissä voi esiintyä vuotoja, joita voi tunnustella kädellä. (Dust Control Systems Oy.)

Puhaltimet on varustettu vedenpoistoyhteillä kondenssiveden poistoa varten. Vedenpoistoyhteiden tarkastamisen järkevyyttä tai sopivaa tyhjennysväliä arvioidaan uudelleen kun ensimmäiset tarkastukset on tehty. Kerran vuodessa testataan puhaltimien ja moottoreiden kiinnitysten kireys. Puhaltimien säätöpeltien ääriasennot käydään läpi vuosittain. (Dust Control Systems Oy.)

#### 4.1.5.1 Primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimet

Primääri-ilmapuhaltimella on kaksi päätehtävää. Puhaltimen tärkein tehtävä on tuoda kattilaan tarvittava palamisilma. Ilmamäärä määräytyy kattilasta lähtevän veden lämpötilasäädön mukaan, mikä vaikuttaa kattilan tuottamaan tehoon. Primääri-ilma myös jäähdyttää arinarautoja. (Termopoint.)

Sekundääri-ilmapuhaltimella säädetään kattilassa olevan jäännöshapen määrää ja varmistetaan kiinteän polttoaineen täydellinen palaminen arinan loppuosassa. (Termopoint.)

Primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimet eivät vaadi juuri käytönaikaista huoltoa vaan niille riittävät aikaisemmin annetut yleiset huolto-ohjeet. Kuvassa 8 on KPA6-kattilan primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimet.





KUVA 8. KPA6 primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimet

#### 4.1.5.2 Kiertokaasupuhallin

Kiertokaasupuhallin (kuva 9) jäähdyttää tulipesää puhaltamalla jäähtyneitä savukaasuja takaisin tulipesään.

Puhallin on varustettu kahdella pystylaakeripesällä joissa on jälkivoitelunipat. Jälkivoiteluohjeet löytyvät puhaltimen kyljessä olevasta voiteluohjekilvestä. Voiteluohjekilven perusteella kiertokaasupuhaltimen laakeripesiin lisätään voitelurasvaa kahden kuukauden välein. Laakeripesien pintalämpötila myös mitataan säännöllisesti.

Kiertokaasupuhallin on kytkinkäyttöinen. Päivittäisillä kierroksilla tarkastellaan kytkimen tärinää ja kytkinsuojuksen kuntoa. Kytkimelle on suotavaa tehdä tarkastus kerran vuodessa, jolloin tarkastetaan kytkimen linjaukset, kytkimen osat ja ruuviliitokset. (Dust Control Systems Oy.)

Napatiivistettä käytetään siipipyörän navan ja puhaltimen kaavun liitoksen tiivistämiseen. Jos liitoksesta vuotaa kaasua on tiivisteiden kunto tarkastettava. Napatiiviste sijaitsee jäähdytyskiekon ja sen suojuksen takana. (Dust Control Systems Oy.)



KUVA 9. Kiertokaasupuhallin

#### 4.1.5.3 Savukaasupuhallin

Savukaasupuhaltimen tehtävä on ylläpitää kattilassa alipainetta ja imeä palamisessa syntyvät savukaasut puhdistimen läpi savupiippuun. (Termopoint.)

Savukaasupuhaltimen käyttöiän kannalta on myös erittäin tärkeää seurata savukaasujen lämpötilaa. Savukaasujen sisältämän rikin takia tulee savukaasukanavien olla hyvin eristettyjä. Luukut ja muut mahdolliset vuotokohtat tulee olla hyvin tiivistettyjä, jotta savukaasun lämpötila ei laske liian alas. On seurattava, että savukaasujen lämpötila pysyy normaalialajossa +120 °C – +150 °C välillä eikä laske normaalialajossa alle +120 °C:n. (Termopoint). On tärkeää, että savukaasun lämpötila ei laske happokastepisteeseen tai jopa vesikastepisteeseen. Happokastepiste on lämpötila, jossa savukaasun sisältämä kosteus tiivistyy ja savukaasussa oleva rikkiatrioksidi ( $SO^3$ ) muodostaa rikkihappoa ja hapettavia kalvoja. (Huhtinen ym. 2000, 212.)

Jos savukaasun lämpötila alittaa vesikastepisteen, noin +50 °C, on korrosio vielä voimakkaampaa, koska savukaasujen  $SO^2$  -pitoisuudet muodostavat rikkihapoketta. Rikkihapoke korrosoi terästä rikkihappoa tehokkaammin. (Huhtinen ym. 2000, 212.)

KPA6-savukaasupuhallin (kuva 10) on varustettu kahdella pystylaakeripesällä, joissa on jälkivoitelunipat. Jälkivoiteluohjeet löytyvät puhaltimen kyljessä olevasta voiteluohjekilvestä. Voiteluohjekilven perusteella kiertokaasupuhaltimen laakeripesiin lisätään voitelurasvaa kuden kuukauden välein. Laakeripesien lämpötila myös mitataan säännöllisesti.

Savukaasupuhaltimen sähkömoottori on myös varustettu jälkivoitelunipoilla. Moottorin laakerit voidellaan puolen vuoden välein. Vanha rasva poistetaan ulkolaakerin kannen rasvakammista sopivin väliajoin. (VEM motors GmbH.)

Savukaasupuhallin on kytkinkäyttöinen. Päivittäisillä kierroksilla tarkastellaan kytkimen tä-  
rinää ja kytkinsuojuksen kuntoa. Kytkimelle on suotavaa tehdä tarkastus kerran vuodessa,  
jolloin tarkastetaan kytkimen linjaukset, kytkimen osat ja ruuviliitokset. (Dust Control Sys-  
tems Oy.)

Savukaasuista aiheutuu siipipyörään kerrostumaa. Kerrostuma voi aiheuttaa siipipyörään ta-  
sapainohäiriön, mistä pahimmillaan seuraa laakerivaurio tai siipipyörän rikkoutuminen. Siipi-  
pyörän kuluminen voi myös aiheuttaa tasapainohäiriön. Siipipyörä tarkastetaan ja puhdiste-  
taan kerran vuodessa. Kerrostuma poistetaan siipipyörästä kaavinraudalla ja teräsharjalla  
tarkastusluukun kautta. Puhallinkaapuun kertynyt lika poistetaan ennen puhaltimen uudel-  
leenkäynnistystä. (Dust Control Systems Oy.)



KUVA 10. KPA6-kattilan savukaasupuhallin

KPA2:n savukaasupuhaltimelle pätevät samat ohjeet kuin KPA6 savukaasupuhaltimelle.  
Erona KPA2:en savukaasupuhaltimessa on sen kiilahihnakäyttö. Kiilahihna sijaitsee hihnasuo-  
jan sisällä, joten riittävästä ilmanvaihdosta on huolehdittava, jotta kiilahihna ei lämpene lii-  
kaa. Kiilahihnapyörien ja kiilahihnan kuluneisuus tarkistetaan kerran vuodessa. Kiilahihna-  
pyörien kuluneisuus voidaan todeta uratulkeilla. Hihna ja hihnapyörät voidaan puhdistaa so-  
pivalla liuotinaineella tarpeen mukaan. (Dust Control Systems Oy.)

Puhallin on varustettu kahdella pystylaakeripesällä, joissa on jälkivoitelunipat. Jälkivoiteluoh-  
jeet löytyvät puhaltimen kyljessä olevasta voiteluohjekilvestä. Voiteluohjekilven perusteella  
kiertokaasupuhaltimen laakerit rasvataan kahden kuukauden välein. Laakeripesien lämpötila  
myös mitataan säännöllisesti.

#### 4.1.5.4 Tuloilmapuhallin ja poistoilmapuhallin

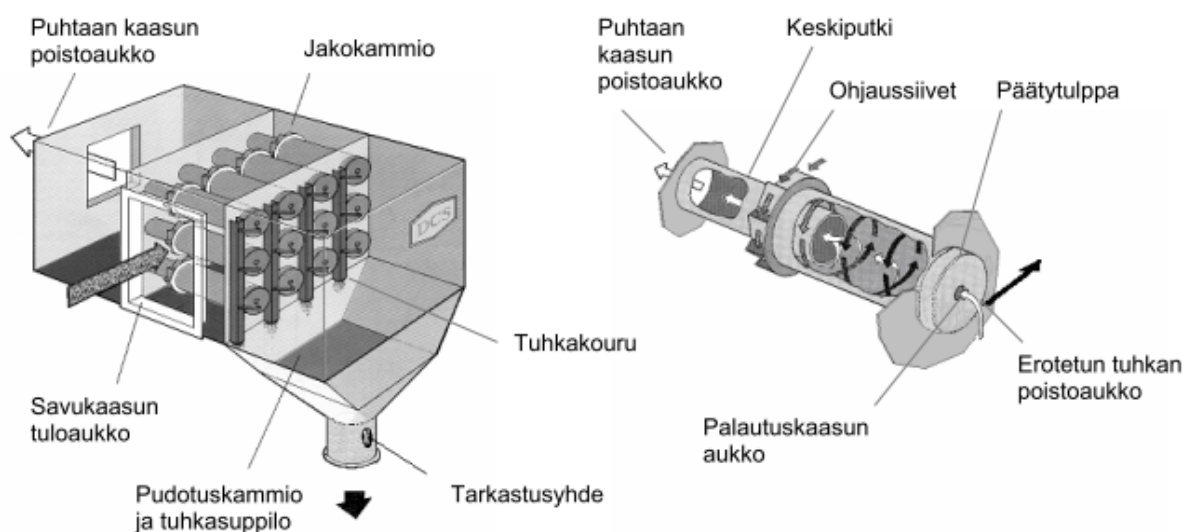
Tuloilmapuhallin tuo KPA6 kattilahallin yläosaan primääri- ja sekundääri-ilmapuhaltimien tarvitseman ilman. Kerran vuodessa tarkastetaan siipipyörä, tärinänvaimentimet, kiilahihnan kunto ja kireys sekä suodattimien puhtaus. (IV-Produkt). Poistoilmapuhaltimen tehtävä on poistaa kattilahuoneesta ilmaa, jos lämpötila kattilahuoneen sisällä nousee liian korkeaksi. Poistoilmapuhaltimen vähäisestä käytöstä johtuen se tulisi koekäyttää kerran vuodessa. Samalla käydään läpi poistoilmapuhaltimen säätöpellin ääriasennot.

#### 4.1.6 Multisykloni

Kattilan savukaasujen puhdistuksesta vastaa Dust Control Systems Oy:n valmistama FINN-CLEANER multisykloni-tyyppinen savukaasun puhdistin. KPA2-, KPA6- ja POR6-kattiloissa on kaikissa samantyyppinen savukaasunpuhdistin.

Multisyklonissa savukaasut johdetaan tuloaukosta jakokammioon, jonka sisällä on useita sykloneita. Syklonit on varustettu ohjaussiivillä, joita vasten savukaasut törmäävät ja joutuvat pyörivään liikkeeseen ja savukaasuista erottunut lentotuhka sinkoutuu tuhkakouruun ja sieltä edelleen pudotuskammioon ja tuhkakuljettimelle. Erottunut puhdas kaasuihmetään poistoaukon kautta savukaasupuhaltimelle ja sieltä edelleen kiertokaasupuhaltimelle ja savupiippuun. (Dust Control Systems Oy). Multisyklonin rakenne selviää kuvasta 11.

### FINN - CLEANER Savukaasun puhdistin



KUVA 11. Savukaasupuhdistimen rakenne (DCS Oy)

Laitoksen käynnin aikana tulee seurata, että tuhka ei pakkaannu tai holvaannu tuhkasuppiloon, mikä voi aiheuttaa puhdistimen vaurioitumista. Puhdistimen luukkuja ei saa avata laitoksen käydessä tulipalovaaran takia. Savukaasujen lämpötilannousu voi ennakoida tuhkan pakkaantumista. (Termopoint.)

Kerran vuodessa multisykloni tarkastetaan ja puhdistetaan paremmin sisäpuolelta. Huolto-  
luukut ja niiden tiivisteet tarkastetaan. Sisäpinnat puhdistetaan ja seinämävahvuus tarkaste-  
taan. Ohjaussiivistöihin tarttunut tuhka kopistellaan pois. Vaurioituneet tuhkarännit korja-  
taan. (Dust Control Systems Oy.)

#### 4.1.7 Pumput

Lämpölaitoksissa käytetyt pumput ovat suurimmilta osin lähes huoltovapaita pumpun ja moottorin osalta. Pumput ja niissä olevat moottorit ovat kooltaan sen verran pieniä, että ne on varustettu suljetuilla laakereilla ilman jälkivoitelunippoja. Huoltotoimenpiteiksi näille pum-  
puille riittää käynninaikainen tarkkailu epätavallisen äänen tai runsaan vuotamisen varalta. Kerran vuodessa tarkastetaan pumppujen ja moottoreiden liitosten kireys.

Kaukolämpöpumppujen P006 ja P007 (kuva 12) laakerit on varustettu jälkivoitelunipoilla. Jälkivoiteluaika riippuu akselihalkaisijasta ja käyttölämpötilasta. Pumppujen valmistajan ilmoittama voiteluväli perustuu 70 °C:n käyttölämpötilaan. Voiteluväli on puolet lyhempi jo-  
kaista 15 °C:een lämpötilannousua kohden. Pumpun akselihalkaisijan ja käyttölämpötilan perusteella pumppujen laakerit voidellaan puolen vuoden välein. (Grundfos). Kaukolämpö-  
pumput toimivat normaalikäytössä noin 50 %:n teholla. Järjestely on tehty siksi, että toisen pumpun ollessa poissa käytöstä voi käytössä oleva pumppu vielä kierrättää täydellä teholla kaukolämpöveden laitoksesta käyttökohteisiin.



KUVA 12. Kaukolämpöpumput



#### 4.1.8 Paisuntajärjestelmä

Kaukolämpöverkostossa tulee olla tietty minimipaine, jotta vesi ei pääse höyrystymään. Verkoston paineen lasku johtuu verkoston veden lämpötilan laskusta. Paineenpitopumppujen tehtävä on ylläpitää verkoston painetta yli minimirajan, jos verkoston paine yllättäen laskee. Kun paineenpitopumput käynnistyvät ne pumppaavat vettä lisävesisäiliöstä kaukolämmön paluuputkeen. Paineenpitopumput (kuva 13) myös pumppaavat verkostoon lisää vettä, jos vettä häviää verkostosta esimerkiksi putkivuodon takia. Kerran vuodessa testataan paineenpitopumppujen toiminta sekä paisuntasäiliön ylä- ja alarajahälytyksen toiminta. (Termopoint).

Kerran kuukaudessa tarkastetaan vedenpehmentimen elvytyssuola-astian suolamäärä ja tarvittaessa elvytyssuolaa lisätään astiaan. Kattilaveden laatua valvotaan säännöllisillä analyysillä, joiden näytteenoton ja analysoinnin suorittaa erillinen vedenkäsittelyyn erikoistunut yritys. Kyseiseltä yritykseltä saadaan myös suosituksia eri kemikaalien annostelulle analyysien tulosten perusteella.



KUVA 13. Paineenpitopummut

#### 4.1.9 Polttoainevarasto

Polttoainevaraston polttoainetilanne tarkastetaan päivittäin ja samalla katsotaan, että polttoaineen seassa ole mitään ylimääräisiä esineitä. Varaston pohja tarkastetaan kun siirrytään hakkeesta turpeeseen ja toisinpäin, jolloin polttoainevaraston pinta on alhaisempi kuin normaalisti. Kerran vuodessa polttoainevarasto ajetaan tyhjäksi ja puhdistetaan. Tällöin suoritetaan tankopurkaimien ja niiden kolien läheisempi tarkastus murtumien ym. varalta. (Termopoint.)

#### 4.1.10 Sivuvirtasuodatin

KPA6 puolen kaukolämpöveden paluulinja on varustettu sivuvirtasuodattimella (kuva 14). Sivuvirtasuodatin kerää paluuv veden mukana tulevaa likaa. Vuosittain suodattimen sisäosa pestään ja vaihdetaan suodattimet.



KUVA 14. Sivuvirtasuodatin

#### 4.1.11 Paineilmakompressorit

Teollisuustien lämpölaitoksessa on kaksi paineilmakompressoria, yksi kummallakin kattilalla. Viikoittain poistetaan lauhdevesi painesäiliöstä ja tarkistetaan koneiden öljymäärä. Öljyn vaihto suoritetaan KPA2 puolen koneelle kerran vuodessa ja KPA6 puolen koneelle kahden vuoden välein johtuen sen vähäisemmästä käytöstä. Öljyn vaihdon yhteydessä tarkastetaan hihnojen ja ilmansuodattimen kunto.

Paineilmakompressorin säiliö on koneen kriittisin osa, joka voi vaurioituneena jopa räjähtää. Siksi on tärkeää kiinnittää huomiota säiliön kuntoon silmämääräisellä tarkkailulla. Tarkastellessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

- Irronnut tai lohkeillut maalipinta voi aiheuttaa syöpymistä säiliön runkoon. Rikkoutunut maalipinta voidaan korjata maalaamalla.
- Naarmut ja urat, jotka voivat aiheuttaa säröytymistä, mikä voi johtaa painelaitteen räjähtämiseen. Virheitä havaittaessa suositellaan tarkastuslaitoksen arviota jatkotoimenpiteistä.
- Jos havaitaan pullistumia tai painaumuksia säiliössä tulee painelaite tehdä heti paineettomaksi ja sammuttaa. Tarkastuslaitos päättää jatkotoimenpiteistä.
- Tarkkaile painelaitteen putkistojen ja letkujen kiinnityksiä.

Paineilmasäiliön sisäpuoli tarkastetaan veden, epäpuhtauksien ja syöpmisen varalta. Jos säiliön sisälle on jäänyt vettä tyhjennyksen jälkeen on säiliön asentoa muutettava. Säiliössä olevat epäpuhtaudet aiheuttavat syöpmistä, kulumista ja toimintahäiriöitä. Epäpuhtaudet voivat myös kulkeutua paineilmalinjojen mukana muihin laitteisiin. Tähän voidaan vaikuttaa estämällä pölyn, lian ja kosteuden pääsy laitteeseen. Jos säiliön pohjassa havaitaan syöpmistä, tulisi säiliölle suorittaa paksuusmittaus seinämävahvuuden arvioimiseksi. (Turvatekniikan keskus).

#### 4.1.12 Happianalysaattorit

KPA-kattilat sekä POR6-kattila on varustettu happianalysaattoreilla, jotka mittaavat savukaasukanavan jäännöshappimäärää. Kattilan jäännöshappimäärä vaikuttaa polttoaineen palamiin ja sitä kautta kattilan hyötysuhteeseen. (Termopoint). Happianalysaattorit ovat ABB:n valmistamia ZDT-merkkisiä happianalysaattoreita (kuva 15), jotka perustuvat zirkoniumanturitekniikkaan. Huoltoliike kalibroi happianalysaattorit kahden vuoden välein.



KUVA 15. ABB:n valmistama ZDT happianalysaattori

#### 4.1.13 Varavoimageneraattori

Varavoimageneraattorin (kuva 16) tehtävä on tuottaa laitoksen vaatima sähkö, jos sähkön saanti verkosta ei esimerkiksi sähkökatkon vuoksi onnistu. Varavoimageneraattori on dieselkäyttöinen ja sen tuottama teho on 264 kW. Varavoimageneraattoria koekäytetään tunnin ajan kerran kuukaudessa. Koekäytön aikana tarkastetaan ohjauspaneelin näytöstä öljy-, ja polttoainemäärä sekä akuston kunto. Generaattorille suoritetaan ennakkohuollot käyttöohjeessa annettujen käyttötuntien perusteella.





KUVA 16. Varavoimageneraattori

#### 4.1.14 POR6-raskasöljykattila

POR 6 on raskasta polttoöljyä käyttävä tulitorvi-tuliputkikattila, jota käytetään varakattilana sekä huippukuorman tasaajana.

POR 6-kattila nuohotaan vuosittain. Vuosittain testataan myös kattilan varolaitteet, joihin kuuluvat varoventtiilit, kuivakiehuntasuoja, yllämpötermostaatti sekä ylipainetermostaatti. Poltinhuoltoliike huoltaa polttimen kerran vuodessa. Vuosittain vaihdetaan myös öljypumppujen suodattimet. Öljysäiliölle suoritetaan kondenssiveden poisto, jonka jälkeen arvioidaan sopiva tyhjennysväli.

#### 4.2 Sannitien, Koulukeskuksen ja Lassilan lämpökeskukset

Sannitien, Koulukeskuksen ja Lassilan lämpökeskukset toimivat varalaitoksina, joten ne eivät ole aktiivisessa käytössä.

Laitoksissa suoritetaan kerran vuodessa kattilasuojien testaus. Testattavat suojat ovat varoventtiilit (poislukien Lassila), kuivakiehuntasuoja, yllämpötermostaatit ja painetermostaatit. Öljypoltinhuoltoliike tarkastaa polttimet kerran vuodessa. Nuohous suoritetaan laitokselle kerran vuodessa riippuen laitoksen käytön määrästä. Muita testattavia laitteita ovat paisuntasäiliön pintahälytykset, öljypumppujen vuotoaltaan hälytys sekä öljypolttimen vuotoaltaan hälytys. Laitokset pyritään koekäyttämään kerran kuukaudessa, mutta viimeistään ennen huippukuorma-aikaa.

## 5 KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄT

Kunnossapidon tietojärjestelmät ovat ohjelmistoja, jotka on kehitetty kunnossapidon ja siihen liittyvän materiaalivirtojen hallintaan. Tietojärjestelmät voidaan luokitella monella eri tavalla. Osa järjestelmistä voi olla osa laajempaa kokonaisuutta, mikä rakentuu useista moduuleista. Tämänkaltaisissa järjestelmissä kunnossapito-osuus on vain yksi järjestelmän moduuleista, jonka muita moduuleita voivat olla esimerkiksi laskutus tai tuotannosuunnittelu. Yhteistä kaikille kunnossapidon tietojärjestelmille tai laajemman kokonaisuuden kunnossapitomoduuleille on niiden koostuminen erilaisista osioista, jotka liittyvät kunnossapitoon. (Järviö, Piispa, Parantainen ja Åström 2007, 219.) Tämänkaltaisia osioita ovat esimerkiksi:

- Laitekortit, jotka sisältävät laitteiden yksityiskohtaiset tiedot
- Dokumenttien hallinta
- Varaosien hallinta
- Töiden/seisakkien suunnittelu ja hallinta
- Erilaisia raportointi ja analysointityökaluja
- Käyttöpäiväkirja

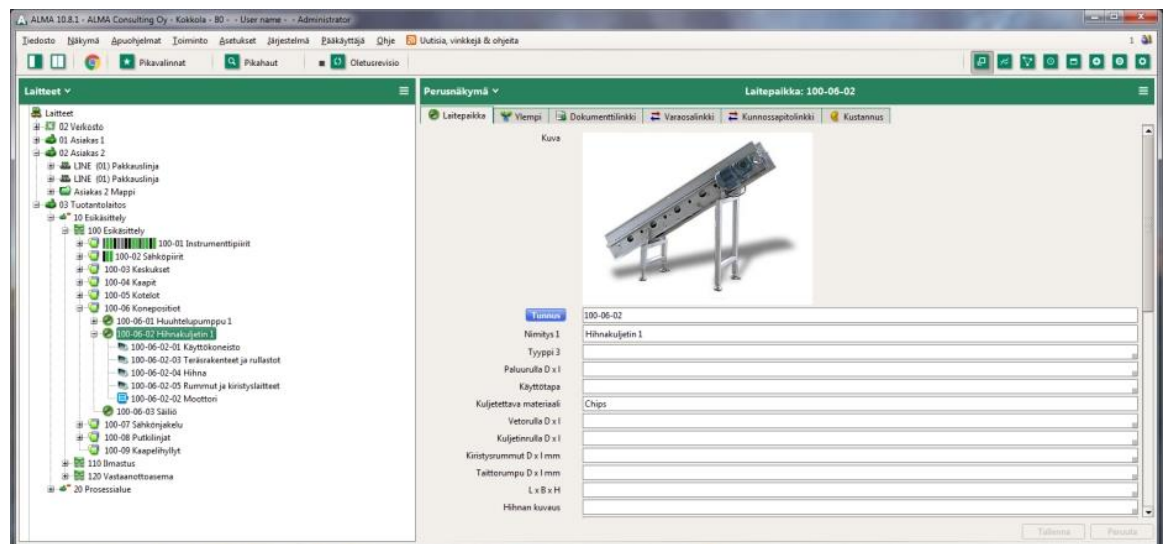
Keminmaan Energia Oy:llä ei ole käytössään kunnossapidon tietojärjestelmää, josta löytyisi kootusti esimerkiksi laiteluettelot, tulevat ja tehdyt työt sekä vikailmoitukset ja uuden vikailmoituksen teko. Tähän asti laiteluettelot ovat löytyneet sekalaisina paperiversioina laitetoimittajien kansioista ja tieto häiriöistä ja vioista on kulkeutunut suullisesti. Nykyaikaisten kunnossapidon tietojärjestelmien avulla voidaan hoitaa monia asioita, jotka on saatettu hoitaa käsin tai muutoin aikaa vievällä tavalla. Selvitys mahdollisuudesta ottaa kunnossapidon tietojärjestelmä käyttöön Keminmaan Energia Oy:ssä tuli aiheeksi opinnäytetyön aloittamisen jälkeen. Opinnäytetyön yhdeksi aiheeksi lisättiin selvitys kunnossapitojärjestelmien ominaisuuksista ja niiden soveltumisesta Keminmaan Energia Oy:n käyttöön. Kunnossapidon tietojärjestelmän hankinta ja käyttöönotto Keminmaan Energia Oy:lle olisi niin laaja aihe, että se voisi olla erillinen opinnäytetyö.

Tietoa eri tietojärjestelmistä sai ohjelmistotoimittajien kotisivuilta, mutta tarkemman tiedon saaminen sekä tutustuminen itse ohjelmistoon vaatisi esittelytilaisuutta ohjelmiston kehittäjältä.

Pääsimme tutustumaan Kemin Energia Oy:ssä heidän käyttämään Arrow-kunnossapitojärjestelmään. Kemin Energia Oy:n henkilökunta esitteli meille ohjelmiston käyttöliittymää, vastaili esittämiimme kysymyksiin sekä esittelivät haluamiamme toimintoja ohjelmistosta. Tutustumiskäynti oli hyödyllinen, sillä saimme käyttäjätason palautetta kunnossapidon tietojärjestelmän hyödyntämisestä. Kemin Energia Oy:ssä oltiin tyytyväisiä ohjelmistoon ja he

painottivat ohjelmiston opettelun tärkeyttä heti käyttöönoton yhteydessä. He myös suosittelivat, että vähintään yksi henkilökunnasta perehtyisi ohjelmistoon syvemmin. Näin ohjelmistosta saataisiin paras hyöty, kun on olemassa henkilö, joka voi esimerkiksi ongelmatilanteissa auttaa muita. Tietojärjestelmään investoitu raha voi valua hukkaan, jos siitä ei oteta kaikkea hyötyä irti heti käyttöönoton alkaessa, eikä henkilöstöä kouluteta ohjelmiston käyttäjiksi.

Pääsimme myös tutustumaan ALMA-nimiseen kunnossapito-ohjelmistoon, jota meille tuli esittelemään Alma Consulting Oy:n edustaja. Esittelytilaisuudessa saimme hyvän kattauksen ohjelmiston eri ominaisuuksista ja niiden sopivuudesta Keminmaan Energia Oy:n käyttöön. Saimme myös vastauksia kysymyksiimme sekä tarkempaa esittelyä ohjelmiston eri toimintoista kuten laitehierarkiasta (kuva 17) ja yksittäisen laitteen laitekortista tietoineen sekä työnsuunnittelukalenterista. ALMA:sta on saatavilla ohjelmiston työpöytäversion lisäksi Internet-selaimessa toimiva kevyempi ohjelmistoversio. Web-käyttöliittymä sopii myös käytettäväksi älypuhelimella tai tabletilla, koska web-käyttöliittymässä ruutunäkymä skaalautuu laitteen näytön koon mukaan. Tämän ansiosta ohjelmiston käyttö vaikutti toimivalta niin pienemmällä kuin isommallakin näytöllä varustellulla laitteella. Web-käyttöliittymä vaikutti mielenkiintoiselta ja toimivalta, koska tiivistetympänä pakettina se voisi sopia paremmin asennus- ja käyttöhenkilöstölle kuin ohjelmiston täysversio. Esimerkiksi tehdyn huoltotyön kuittaaminen onnistuisi suoraan työn suorituspaikalla älypuhelimella tai tabletilla, jossa on ohjelmiston web-käyttöliittymäversio.



KUVA 17. Näkymä ALMA ohjelmiston laitehierarkiasta sekä laitekortista (ALMA Consulting Oy)

## 5.1 Kunnossapidon tietojärjestelmien ominaisuuksien sopivuus lämpölaitosten kunnossapidolle

Tässä luvussa pohditaan kunnossapidon tietojärjestelmien eri ominaisuuksien sopivuutta Keminmaan Energia Oy:n käyttöön lämpölaitosten kunnossapidon näkökulmasta.

- Päiväkirja

Tähän mennessä käyttöpäiväkirjaa käytetään Teollisuustien lämpölaitoksella, johon kirjaan käsin havaittuja asioita tai ilmenneitä häiriöitä tai tulevana päivinä huomioonotettavia asioita esim. polttoainenäytteen kirjaaminen ylös.

Sähköinen käyttöpäiväkirja tuo mukanaan monia etuja verrattuna perinteiseen kynä ja paperi-versioon. Sähköistä käyttöpäiväkirjaa on mahdollista lukea jokaiselta päätteeltä josta siihen on yhteys. Myös kirjoittaminen on mahdollista paikasta riippumatta esim. älypuhelimella. Päiväkirjan selaaminen on helpompaa, kun hakutoiminnolla voi hakea tietyllä avainsanalla tai hakea päiväkirjamerkintöjä tietyltä päivämäärältä tai ajanjaksolta.

- Laitekortti ja laitepaikkarekisteri

Laitepaikkahierarkian avulla saa selkeän näkymän lämpölaitoksen osa-alueista (esim. polttoainekuljetin tai arinahydrauliikka) sekä niihin kuuluvista laitteista. Puumallinen laiterekisteri on looginen, kun luettelosta on helposti nähtävillä, mitkä laitteet kuuluvat mihinkin kokonaisuuteen. Suurempaa laitekokonaisuutta klikkaamalla avautuvat siihen liittyvät laitteet. Yksittäistä laitetta klikkaamalla avautuu yleensä kyseisen laitteen laitekortti. Laitekortti sisältää laitteen tärkeät tekniset tiedot ja siellä voi olla myös linkki laitteen dokumentteihin tai huoltohistoriaan. Laitehierarkian avulla on helppo hahmotella lämpölaitoksen laitekokonaisuutta ja sen avulla pysytään myös tietoisina laitteista, joita ei normaalikäytössä juuri-kaan huolleta tai jotka ovat sijainniltaan poissa näkyvistä.

- Ennakkohuoltojen suunnittelu

Ennakkohuoltojärjestelmän avulla voidaan luoda yksityiskohtaisia ennakkohuolto-ohjelmia eri laitteille. Yleinen ennakkohuoltokohde lämpölaitoksessa on voiteluhuolto sitä vaativalle laitteelle (esim. savukaasupuhaltimen laakeripesät). Ennakkohuoltokortille voidaan kirjoittaa mm. huoltokohde, huoltoväli, tarvittavat työkalut sekä erilliset kirjalliset huolto-ohjeet. Kun ennakkohuoltotyö on suoritettu, voi työn suorittaja lopuksi kuitata työn tehdyksi. Ennakkohuoltojärjestelmän ansiosta myös tehtyjen tai tekemättömien ennakkohuoltotöiden seuraaminen on helpompaa.

- Dokumenttien hallinta

Lämpölaitokseen ja sen laitteisiin liittyy paljon erilaisia dokumentteja. Ne voivat olla piirustuksia, käyttö-ohjeita, huolto-ohjeita jne. Dokumenttien ollessa sähköisessä muodossa ovat ne saatavilla aina kun pääsy ohjelmistoon on mahdollista. Tietojärjestelmän avulla voidaan

hallita dokumentteja ja useampi dokumentti voidaan liittää tietylle laitteelle. Esimerkiksi kaukolämpöpumpun dokumenttiluettelossa voi olla pumpun tekniset piirustukset, asennus- ja huolto-ohjeet sekä yksityiskohtainen laitetietoluettelo.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyöllä oli kolme tavoitetta, jotka olivat

- Laitelistauksen teko
- Ennakkohuolto- ja kunnossapitosuunnitelman luonti
- Selvitys kunnonvalvonnan tietojärjestelmän sopivuudesta

Ensimmäisessä vaiheessa koottiin kattava laitelistaus lämpölaitoksissa olevista laitteistoista. Laajin luettelo saatiin luonnollisesti Teollisuustien lämpölaitoksesta ja suppeimmat luettelot Koulukeskuksen ja Lassilan lämpökeskuksista. Luetteloiden suppeus johtui pääosin ikääntyneestä laitekannasta ja puuttuvista PI-kaavioista, jotka hankaloittivat laitteiden kartoitusta sekä yksittäisen laitteen teknisten tietojen ylös kirjaamista. Laiteluettelosta tehtiin selkeä ja helppolukuinen, jossa jokainen laite on omalla rivillään ja saman rivin eri sarakkeissa on laitetiedot samassa järjestyksessä kaikille laitteille. Taulukon käytettävyyttä on paranneltu luettaviksi pienemmilläkin näytöillä siten, että taulukon ylin sarake on lukittu eli se pysyy koko ajan näkyvässä kun luettelo selataan alaspäin.

Huoltosuunnitelmien tekeminen aloitettiin, kun laitelistaus oli tehty. Sen avulla päätettiin huoltosuunnitelmiin sisällettävät laitteet. Omakohtainen kokemukseni ja tietämykseni lämpölaitoksissa olevien laitteiden huolloista oli hyvin vähäistä, joten edessäni oli paljon uuden tiedon hankkimista ja omaksumista. Tietoa huoltotoimenpiteistä löytyi laitostoimittajan ja laitetoimittajien kansioista, sekä internetistä laitevalmistajan kotisivuilta löytyvistä käyttöohjeista, jotka usein sisälsivät myös huolto-ohjeet. Myös käyttöhenkilökunnalta tuli ehdotuksia huoltosuunnitelmiin, koska kaikkea ei luonnollisesti löydy papereista vaan moni huoltotoimenpide perustuu kokemuseräiseen tietoon. Huolto-ohjeita eri laitteille kirjattiin ylös sitä mukaa, kun niitä löytyi. Kun kaikki huoltotoimenpiteet oli löydetty ja kirjattu ylös, mietimme, mitkä toimet olivat oikeasti tärkeitä ja mitkä ylimitoitettuja. Esimerkiksi kuljettimien planeettavaihteen öljynvaihtoväli päätettiin pidemmäksi kuin valmistajan suositus, koska kuljettimien voimansiirto ei ole päällä vuorokauden ympäri.

Huoltosuunnitelmia tehdessä jouduin myös opiskelemaan paljon uusia asioita esimerkiksi hydraulikkaan liittyen. Teollisuustien lämpölaitoksessa on viisi eri hydraulikkakoneikkoa, joten ne ovat tärkeässä tehtävässä kaukolämmön tuotannossa. Aikaisempi tietämykseni hydraulikasta oli lähes olematonta, mutta tietoa oli helposti saatavilla hydraulikasta yleisesti sekä hydraulikkakoneiden kunnossapidosta.

Huoltosuunnitelmia todennäköisesti muokataan ajan kuluessa, mutta toivon, että nyt tehdyt suunnitelmat toimivat hyvänä pohjana niiden kehittämiseksi.

Kolmas vaihe opinnäytetyössä oli tehdä selvitystä kunnossapidon tietojärjestelmän sopivuudesta Keminmaan Energia Oy:n käyttöön. Aiheesta ei ollut vielä puhetta opinnäytetyötä aloitettaessa, mutta se tuli hyvin pian puheeksi työn aloittamisen jälkeen. Kokonaisen tietojärjestelmän hankinta ja käyttöönotto on laaja aihe, joten se jätettiin työn ulkopuolelle. Sen sijaan keskityin selvittämään kotimaisia ohjelmistotoimittajia ja miettimään, mitkä ohjelmistojen ominaisuudet palvelisivat parhaiten yhtiön tarpeita. Pääsimme tutustumaan eri kunnossapidon tietojärjestelmiin ja niiden ominaisuuksista jäi hyvä ja selkeä kuva. Loppupäätelmänä voisi sanoa, että tietojärjestelmästä ei ole haittaa, vaan sillä voitaisiin muuttaa monia työvaiheita sähköisiksi. Jos tietojärjestelmään päätetään investoida, tulee sen käyttöönotto ottaa vakavasti heti, kun ohjelmisto on hankittu. On olemassa riski, että ohjelmistoon sijoitettu raha valuu hukkaan, jos henkilöstöä ei kouluteta sen käyttäjiksi ja ohjelmiston tuomia hyötyjä ei ymmärretä.

## LÄHTEET

Bosch Rexroth AG. *External Gear Pumps Series F*. [Käyttöohje]

Bosch Rexroth AG. *Variable Displacement Pump A10VSO*. [Käyttöohje]

Dust Control Systems Oy. *Finn-Cleaner Savukaasun pudistin* [verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.4.2016] Saatavissa: [http://www.dcs.fi/ext/cms3/attachments/fclea-07.05\\_fi.pdf](http://www.dcs.fi/ext/cms3/attachments/fclea-07.05_fi.pdf)

Dust Control Systems Oy. *Keskipakoispuhaltimen huolto- ja käyttöohje* [verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.4.2016] Saatavissa: [http://www.dcs.fi/ext/cms3/attachments/kespuh\\_kohje\\_3\\_0.pdf](http://www.dcs.fi/ext/cms3/attachments/kespuh_kohje_3_0.pdf)

Grundfos. *CR, CRI, CRN Asennus ja käyttöohjeet*. [Käyttöohje]

Grundfos. *NK, NKG Asennus ja käyttöohjeet*. [Käyttöohje]

Huhtinen, M., Kettunen, A., Nurminen, P. & Pakkanen, H. P. 2000. *Höyrykattilatekniikka*. 5. uusittu painos. Helsinki: Edita.

Huhtinen, M., Korhonen R., Pimiä, T. & Urpalainen, S. P. 2011 *Voimalaitostekniikka*. 1. painos. Helsinki: Opetushallitus.

IV-Produkt. *Flexomic Huolto-ohjeet*. [Käyttöohje]

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaiteturvallisuudesta 953/1999. Finlex. Lain-säädäntö [viitattu 22.4.2016]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1999/19990953>

Keminmaan Energia Oy:n www-sivu [viitattu 22.4.2016]. Saatavissa: <http://www.keminmaanenergia.fi/>

Keminmaan Energia Oy. *Vuosikertomus 2015* [verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.4.2016] Saatavissa: <http://www.keminmaanenergia.fi/sisalto/24/Vuosikertomus%202015.pdf>

Kokko Control Oy 2014. *Hydroset K100F kuivakiehuntasuoja vesikattiloita varten* [Käyttöohje]

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. P. 2007. *Kunnossapito*. 4. uudistettu painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.



PSK 6707 2006. *Teollisuushydraulijärjestelmän suunnittelu ja hankinta. Järjestelmän kunnossapidettävyys*

Termopoint. *KPA-kattila 6.0 MW ja kuljetinlaitteet. Käyttö/hoito-ohjeet.* [Käyttöohje]

Turvatekniikan keskus. *Painelaitteiden kunnossapito* [verkkójulkaisu]. [Viitattu 16.4.2016]

Saatavissa:

[http://www.tukes.fi/tiedostot/painelaitteet/esitteet\\_ja\\_opaat/painelaite-kunnossapito-opas.pdf](http://www.tukes.fi/tiedostot/painelaitteet/esitteet_ja_opaat/painelaite-kunnossapito-opas.pdf)

Turvatekniikan keskus. *Painelaitteiden määräaikaistarkastukset* [verkkójulkaisu]. [Viitattu 16.4.2016] Saatavissa:

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet\\_ja\\_opaat/Painelait.mraikaist.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esitteet_ja_opaat/Painelait.mraikaist.pdf)

VEM motors GmbH. *Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje* [Käyttöohje]