

Joel Hautamäki

Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu

Kurikan Kaukolämpö Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Joel Hautamäki

Työn nimi: Ennakkohuolto-ohjelman suunnittelu

Ohjaaja: Heikki Kokkonen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 3

Tässä opinnäytetyössä toimeksiantajana toimi Kurikan Kaukolämpö Oy, joka siirtää ja myy kaukolämpöä Kurikan ja Ilmajoen taajamissa. Kurikan Kaukolämpö tuottaa kaukolämpöä kahdella arinakattilalla ja yhdellä leijupetikattilalla. Vuosittainen lämmönmyynti 100 000 MWh ja polttoaineen kulutus 140 000 MWh.

Työn tarkoituksena oli luoda ennakkohuolto-ohjelma, jonka avulla kaukolämpöä tuottavan laitteiston toiminnallisuus turvattaisiin ja mahdolliset laitteistojen rikkoon-
tumiset vältettäisiin. Tämän saavuttamiseksi työssä perehdyttiin Kurikan lämpölai-
toksen toimintaan ja kaukolämpöä tuottaviin laitteistoihin sekä kunnossapitoon liit-
tyihin toimenpiteisiin.

Opinnäytetyön pohjalta laadittiin kaukolämpöä tuottaville laitteille huoltokortit, joista ilmenee huollon ajankohta ja sille suoritettava toimenpide. Varsinainen ennako-
huolto-ohjelma luotiin Excel-taulukoon, johon työntekijät kuittaavat suoritettut toi-
menpiteet.

Avainsanat: kaukolämpö, ennakkohuolto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Joel Hautamäki

Title of thesis: Creating preventive maintenance plan

Supervisor: Heikki Kokkonen

Year: 2016

Number of pages: 42

Number of appendices: 3

The thesis was assigned by Kurikan Kaukolämpö Oy, which transmits and sells district heating in Kurikka's and Ilmajoki's urban areas. Kurikan Kaukolämpö Oy produces district heating with two grate boilers and with one bubbling fluidized bed boiler. The annual sales of district heating is 100 000 MWh and the consumption of fuel is 140 000 MWh.

The purpose of the thesis was to create a preventive maintenance plan, which would secure the functions of the district heating facilities and prevent possible breakings in the facilities. In order to achieve this goal, Kurikka's heating plant functions, district heating facilities and measures related to maintenance were studied.

On the basis of the thesis maintenance cards were created where the timing of the maintenance and the measure can be found. In addition, Excel tables were created, where workers sign completed maintenance tasks.

Keywords: district heating, preventive maintenance

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvioluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoite	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Yritysesittely.....	10
2 KAUKOLÄMPÖ.....	12
2.1 Kaukolämpöprosessi.....	13
2.1.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely.....	13
2.1.2 Kiinteän polttoaineen poltto.....	13
2.1.3 Lämmön siirto ja jakelu	16
2.2 Voimalaitokset.....	18
2.3 Toimitusvarmuus.....	19
3 KUNNOSSAPITO	20
3.1 Kunnossapitolajit.....	21
3.1.1 Huolto	22
3.1.2 Korjaava kunnossapito.....	23
3.1.3 Parantava kunnossapito	23
3.1.4 Vikojen ja vikaantumisien selvittäminen.....	24
3.2 Ehkäisevä kunnossapito	24
3.2.1 Ehkäisevän kunnossapidon kannattavuus	26
3.2.2 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu	26
3.2.3 Aikatauluttaminen	27
3.3 Ennakkohuolto	28
4 ENNAKKOHUOLTO-OHJLEMAN TOTEUTUS	29
4.1 Tankopurkaimet	29

4.2	Syöttökolakuljetin	29
4.3	Giljotiinipelti	30
4.4	Arinakattilat	30
4.5	Leijupetikattila	31
4.6	Puhaltimet	33
4.7	Märkäkolakuljetin ja allas	34
4.8	Savukaasupuhdistin	34
4.9	Kaukolämpöpumput	35
5	ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTTO JA KEHITTÄMINEN	36
6	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	42

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Kurikan lämpökeskuksen kattilat (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 2.4.2016]).	11
Kuvio 2. Lämmitysmenetelmien markkinaosuudet (Energiateollisuus, [viitattu 22.2.2016]).....	12
Kuvio 3. Mekaaninen viistoarinakattila (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 2.4.2016]).	15
Kuvio 4. Kerrosleijupetikattila (Aho, Hietämäki, Hyytiä & Jalovaara, [viitattu 23.2.2016]).....	16
Kuvio 5. Yksiputkijohto 2Mpuk.	17
Kuvio 6. Kaksiputkijohto Mpuk.	18
Kuvio 7. Kunnossapitolajit standardin PSK 6201 mukaan (2011, 22).	21
Kuvio 8. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306 mukaan (2010, 34).	21
Kuvio 9. Seisokin aikaiset toimenpiteet.....	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

Arinapoltto	Arinapoltto on kiinteiden polttoaineiden kuten puuhakkeen ja turpeen polttomenetelmä, jolle on ominaista polttoaineen poltto suurina partikkeleina ja alhainen omakäyttöteho-tarve.
Konvektio	Konvektiolla tarkoitetaan lämmön siirtymistä kaasussa tai nesteessä lämmön aiheuttamien virtausten mukana.
KPA	Kiinteän polttoaineen kattila
Leijupeti	Leijupeti koostuu kiinteästä materiaalista, joka yleensä koostuu hiekasta, ilmasta, mahdollisesti kalkista ja palami- sessa syntyneestä savukaasuista.
Modernisaatio	Modernisaatiolla tarkoitetaan kohteen kehittämistä paran- tamalla sen suorituskykyä tai kohteen valmistusprosessin uudistamista.
Mpuk	Kiinnivaahdotettu kaksijohtoputki, jossa on sekä meno- että paluupuolen virtausputket. Kyseisille putkille on yhtei- nen polyeteeni suojaputki, joka on kiinnitetty polyuretaa- nieristeellä yhteen.
Multisykloni	Multisykloni on useasta syklonista koostuva hiukkaserotin.
MWh	Megawattitunti
NDT-testaus	Rikkomaton aineenkoetus
POR	Kattilan nimi määräytyy joskus sen mukaan, mitä polttoai- netta siinä poltetaan. POR tarkoittaa raskasta polttoöljyä.
Pyrolyysi	Pyrolyysillä tarkoitetaan poltettavan materiaalin hajotta- mista lämmittämällä materiaali erittäin korkeaan lämpöti- laan päästämättä happea osallistumaan reaktioon.

2Mpuk

Kiinnivaahdotettu yksiputkijohto, jossa on erilliset meno- ja paluujohdot. Molemmille putkille on oma polyeteenisuoja-kuori, joka on liitetty polyuretaanieristeellä kiinteästi yhteen.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Työn taustalla on tarve luoda ennakkohuolto-ohjelma Kurikan Kaukolämpö Oy:lle. Yrityksellä ei ole varsinaista ennakkohuolto-ohjelmaa tai kunnossapitoon liittyvää ohjelmistoa tällä hetkellä käytössään ja yrityksen laitteet vaativat kuormituksensa takia tämän. Useat laiterikot ovat myös taustalla työn tarpeellisuuteen.

1.2 Työn tavoite

Työn tarkoituksena oli laatia Kurikan Kaukolämpö Oy:lle ennakkohuolto-ohjelma. Ennakkohuolto-ohjelman tarkoituksena on ennaltaehkäistä mahdolliset vioittumiset ja rikkoutumiset ja sitä kautta mahdollistaa häiriöttömämmän lämmöntuotannon. Tämän lisäksi työn tavoitteena oli oppia tuntemaan kaukolämpöprosessi tarkemmin ja tutustua erilaisten laitteiden toimintoihin.

1.3 Työn rakenne

Aluksi työssä käydään läpi työn teoreettinen osuus. Teoreettinen osuus alkaa johdannolla, joka pitää sisällään työn taustat, työn tavoitteet ja yritysesittelyn. Tätä seuraa kaukolämpöprosessiin tutustuminen, jossa kaukolämmön tuotantoa käsitellään aina polttoaineen vastaanottamisesta kaukolämmön siirtoon ja jakeluun asti. Kaukolämmön osa-alueen jälkeen käsitellään kunnossapitoa ja kunnossapidon lajeja. Pääpaino tässä osa-alueessa painottuu ehkäisevään kunnossapitoon, sillä se on työn kannalta oleellisin.

Teoriaosuuden jälkeen siirrytään käytännön osuuteen, jossa käsitellään ennakkohuolto-ohjelman toteutusta ja käyttöönottoa. Toteutus koostuu kaikista niistä laitteista, jotka toimivat olennaisena osana kaukolämpöä tuottavassa laitteistossa. Ennakkohuolto-ohjelman toteutuksessa käsitellään kyseisiä laitteita, niiden toimintaa ja niille määritettyjä huoltotoimenpiteitä ja aikatauluja. Ennakkohuolto-ohjelman

käyttöönoton yhteydessä pohditaan ennakkohuollon kehitystä tulevaisuudessa ja kehitykseen liittyviä ideoita.

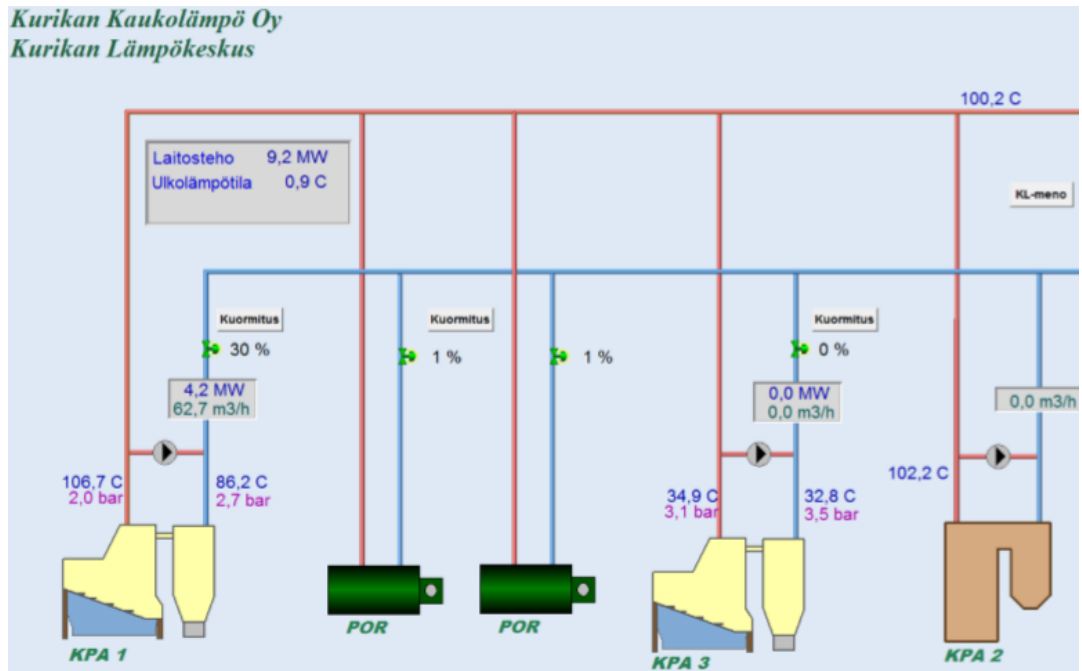
Työn lopuksi on yhteenveto. Yhteenvedossa käsitellään opinnäytetyön vaiheita, haastavia osa-alueita ja työn lopullista onnistumista.

1.4 Yritysesittely

Kurikan Kaukolämpö Oy on vuonna 1980 perustettu osakeyhtiö, joka tuottaa, siirtää ja myy lämpöä Kurikan ja Ilmajoen taajamissa. Kurikan Kaukolämmön omistaa Kurikan kaupunki ja sillä on tytäryhtiö Ilmajoella, joka hoitaa alueen lämmön myynnin ja siirron. Kurikan Kaukolämpö tuottaa lämpöä viidessä lämpölaitoksessa: Kurikan taajaman lämpölaitoksessa, Ilmajoen lämpölaitoksessa, Jurvan lämpölaitoksessa sekä Rengonharjun ja Koskenkorvan lämpölaitoksessa. Näiden yhteenlaskettu vuosittainen lämmön myynti on 100 000 MWh. (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 24.3.2016].)

Yhtiö käyttää vuodessa polttoainetta 140 000 MWh ja se koostuu kotimaisista energialähteistä, kuten turpeesta, puhtaasta hakkeesta ja muista puuperäisistä tuotteista. Kurikan Kaukolämpö työllistää kahdeksan henkilöä ja sen liikevaihto on 5 miljoonaa euroa. (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 24.3.2016].)

Kurikan lämpölaitos tuottaa lämpöä kolmella kattilalla, kahdella mekaanisella viisitearinakattilalla ja yhdellä leijupetikattilalla (KPA). Tämän lisäksi käytössä on kaksi raskaspolttoöljykattilaa (POR). Kuviossa 1 on esitetty Kurikan Kaukolämmön eri kattilat.



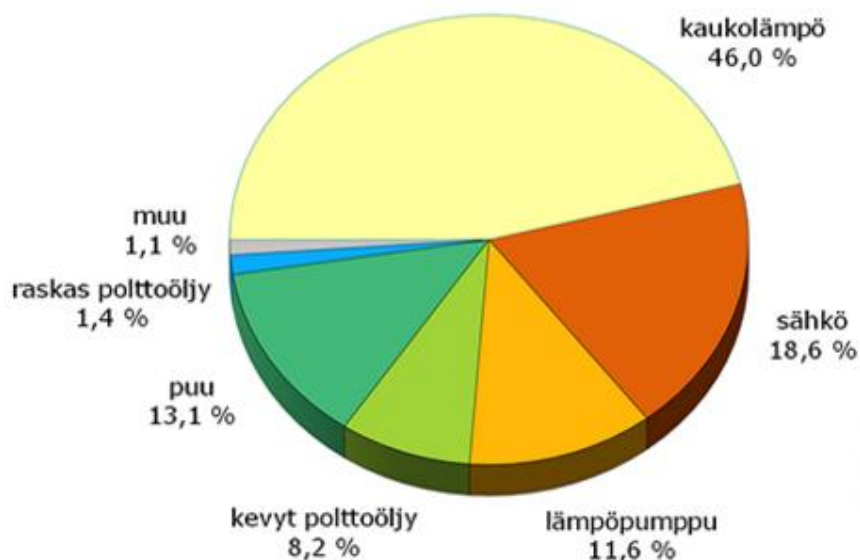
Kuvio 1. Kurikan lämpökeskuksen kattilat (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 2.4.2016]).

2 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto. Noin 2,7 miljoonaa suomalaista kuuluu kaukolämpöjaketun piiriin ja se on käytössä lähes kaikissa kaupungeissa ja taajamissa. (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 22.2.2016].) Kuviossa 2 on esitetty eri lämmitysmenetelmien markkinaosuudet.

Kaukolämmön toiminta perustuu kaukolämpöverkossa kiertävään kuumaan veteen, joka ohjataan asiakkaiden kiinteistöjen lämmönjakokeskuksiin kaksiputkista kaukolämpöverkkoa pitkin. Veden kierrettyä kiinteistössä se palaa jäähtyneenä takaisin voimalaan uudelleenlämmitettäväksi. (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 22.2.2016].)

Lämmön siirtyminen perustuu fysikaalisiin mekanismeihin nimeltä johtuminen, konvektio ja lämpösäteily. Kuumasta savukaasusta lämpöenergia absorboituu lämmönsiirto-osaan pääosin lämpösäteilyn avulla. Tällöin syntynyt lämpötilaero pyrkii tasoittumaan, jolloin lämpö siirtyy lämmönsiirtopintaa pitkin johtumalla. Johtuminen ilmenee myös, kun lämmennyt lämmönsiirto-osa luovuttaa lämpöä seinämän takana olevaan veteen. Lämmön siirtoa vedessä virtauksen mukana kutsutaan konvektioksi. Se syntyy lämpötilaerojen seurauksena, josta aiheutuu tiheyseroja. (Hautala & Peltonen 2011, 165–174.)



Kuvio 2. Lämmitysmenetelmien markkinaosuudet (Energiateollisuus, [viitattu 22.2.2016]).

2.1 Kaukolämpöprosessi

2.1.1 Polttoaineen vastaanotto ja käsittely

Kaukolämmön tuotantoprosessi lähtee käyntiin polttoaineen hankinnasta. Polttoaineet voidaan jakaa fossiilisiin polttoaineisiin, kuten hiili, öljy, maakaasu ja turve ja elollisiin suoraan luonnosta saatuihin polttoaineisiin, kuten puu, kuori ja jätteet (Koskelainen, Saarela & Sipilä 2006, 261). Polttoaineen käsittely voimalaitoksessa etenee seuraavasti: vastaanotto, varastointi, kuljetukset ja esikäsittely polttoa varten (Koskelainen ym. 2006, 274). Seuraavassa kappaleessa käsitellään tarkemmin turpeen käsittelyä voimalaitoksessa.

Turpeen varastoinnin suhteen toimitaan siten, että voimalaitosalueella ei pidetä suuria varastoja, vaan turpeen tuottajat pitävät omilla turvealueillaan varastoja, joista voimalaitokseen kuljetetaan turvetta tarpeen mukaan. Turpeen käsittely vaatii vastaanottoaseman, kuljettimet, varastosiilot, myllyt ja kuivaimet. Turve kuljetetaan sivuille kippaavilla täysperävaunuisilla autoilla vastaanottoasemalle, josta se kipataan vastaanottotaskuun. Vastaanottotaskun pohjalta turve ohjataan joko ruuvilla tai kolapurkaimella hihnakuljettimelle, josta se siirtyy seulottavaksi. Puunkappaleet turpeen seassa hajotetaan nopeasti pyörivillä vasaramurskaimilla sekä hitaasti pyörivillä telamurskaimilla. Turpeen ollessa seulottu se siirretään välivarastoihin, jossa se toimii polttoaineen saannin ja kulutuksen tasaamisen lisäksi kosteusvaihtelevuuden tasaajana. Turpeen kosteus voi vaihdella paljonkin eri kuljetusten välillä. (Koskelainen ym. 2006, 278–279.)

2.1.2 Kiinteän polttoaineen poltto

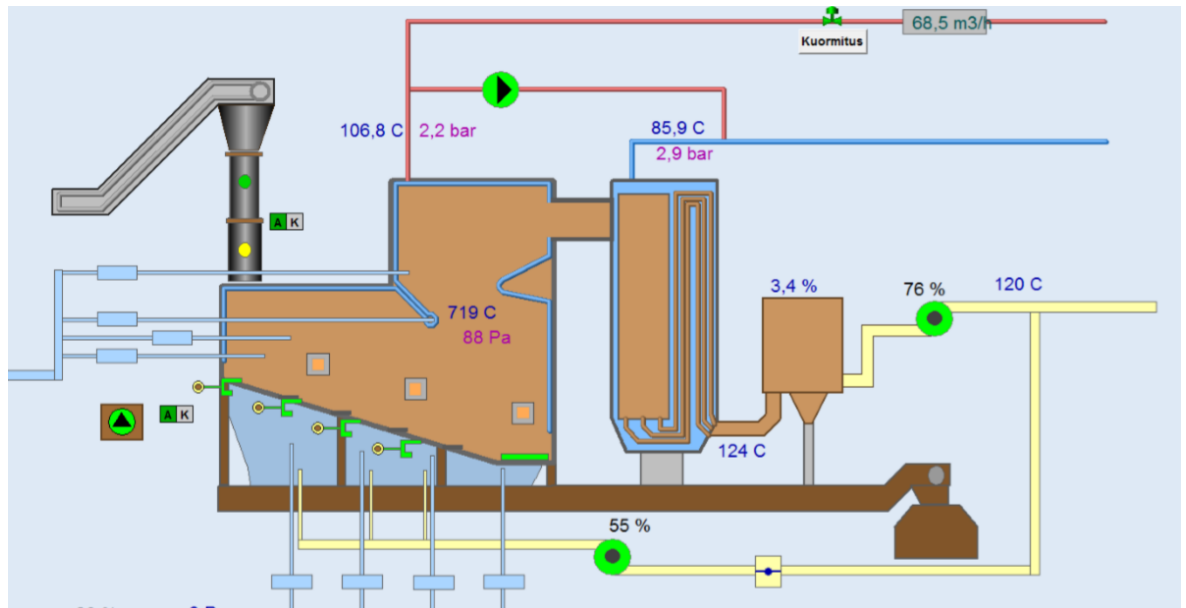
Vaihtelevat laadulliset ominaisuudet ovat puupolttoaineiden ongelma. Erityisesti tämä koskee metsähakkeen käyttöä, jonka asema on noussut puupolttoaineena merkittävästi. Turvetta polttamalla metsähakkeen yhteydessä päästään puhtaampaan palamiseen. Turve estää kattilassa puun aiheuttamat syövyttävät vaikutukset ja puupolttoaine taas sitoo turpeesta vapautuvaa rikkiä. Käyttämällä seospolttoai-

netta pystytään vähentämään tuhkan ja petimateriaalin pakkaantumisesta aiheutuvia käyttöhäiriöitä. Kattilan nuohouksen tarve myös vähenee turpeen ja puupolttoaineen yhteispoltossa. (Turve ja puu yhdessä, [viitattu 20.2.2016].)

Polttoaine syötetään arinaan tasaiseksi kerrokseksi, jossa se kuivuu ja lämpenee tulipesän vaikutuksesta ja siten syttyy palamaan. Polttoaineen syttymiseen vaikutaan palamisilman syötöllä. Yleensä palamisilman syöttö tapahtuu kahdessa vaiheessa. Primääri-ilman syöttö tapahtuu arinan alta ja sen tehtävänä on kuivattaa polttoaineesta muodostunut kerros saaden aikaan pyrolyysin. Polttoainekerroksesta muodostunut palamiskelpoinen kaasu poltetaan sekundääri-ilmaa hyödyntäen. Parhaan mahdollisen palamistuloksen aikaansaamiseksi sekundääri-ilman on sekoitettava tehokkaasti ja osa-aikaisesti palokaasuihin. Tämän mahdollistaa oikea suuttimen koko ja tarpeellinen ilman nopeus. (Koskelainen ym. 2006, 288.)

Arinoita on monia erilaisia, kuten kiinteä tasoarina, kiinteä viistoarina ja mekaaninen viistoarina. Polttoaineen liikuttelu tapahtuu mekaanisissa viistoarinoissa edestakaisin liikkuvien arinarautojen ja pyörivien valssien avulla. (Joronen, Kovács & Majanne 2007, 39.) Liike mahdollistaa polttoaineen sekoittumisen ja hallitun siirtymisen seuraavaan vaiheeseen. Arinan kulma voi olla selkeästi loivempi kuin kiinteän viistoarinan, jossa eteenpäin siirtyminen tapahtuu painovoimaa hyödyntäen. (Koskelainen ym. 2006, 287.)

Arinalla syntyneet palokaasut ohjataan konvektio-osaan, jossa lämpö otetaan talteen. Palokaasut puhdistetaan savukaasupuhdistimessa, jossa pyörivä liike erottaa savukaasusta kiintoaineet, jotka siirtyvät puhdistinputkien kehälle ja siitä valuvat keräyssuppiloon. Savukaasupuhdistimen jälkeen palokaasut puhalletaan savukaasupuhaltimella kohti savupiippua. Lämpö siirretään tämän kaiken jälkeen kaukolämpöpumpuilla kaukolämpöverkkoa pitkin asiakkaille. (Keuruun Lämpövoima, [viitattu 22.2.2016].) Kuviossa 3 on esitetty Kurikan Kaukolämmöllä käytössä oleva mekaaninen viistoarinakattila sekä siihen liittyvät laitteet lämmöntuotannossa.



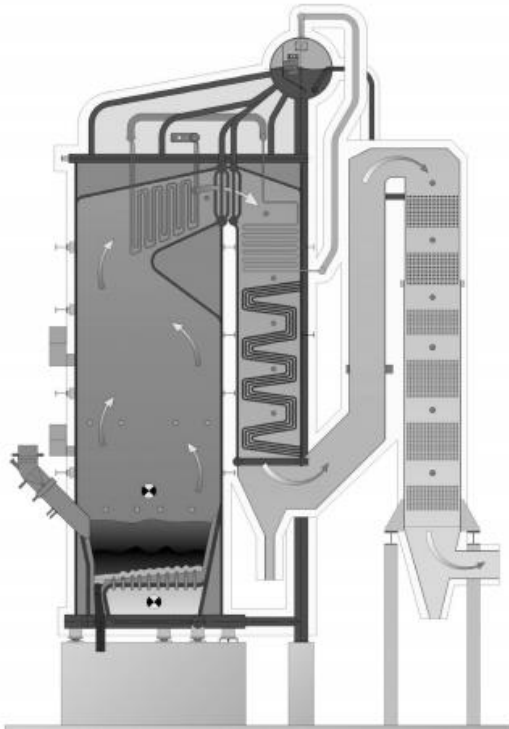
Kuvio 3. Mekaaninen viistoarinakattila (Kurikan Kaukolämpö, [viitattu 2.4.2016]).

Palamistapahtuma leijupoltossa tapahtuu pedissä, kun pedin alapuolelta puhallettu ilma aiheuttaa leijutuksen. Pedin materiaali koostuu hiekasta, polttoaineesta, mahdollisesta kalkista ja ilmasta. Leijupoltolle ominaisia piirteitä ovat erilaisten polttoainneiden käyttö kattilassa, liikkuvien osien vähäisyyden vuoksi korjauksen tarve on vähäistä, lämmönsiirto pedistä kattilan vesihöyrypiiriin on hyvä ja hyötysuhteen saaminen huonolaatuisellekin polttoaineille on hyvä. Voimakkaan sekoittumisen myötä pedissä mahdollisesti olevat lämmönsiirtoputket ovat alttiina eroosiolle. Putkiin kohdistunut eroosio voidaan kuitenkin hallita muuraamalla putket. (Koskelainen ym. 2006, 289.)

Leijukattilan pedit jaetaan käyttäytymisominaisuuksiensa takia neljään eri luokkaan: kiinteä peti, kupliva peti, turbulenttinen peti ja kiertopeti. Pedin käyttäytymisen pohjalta kattilat jaetaan vielä kerros- ja kiertoleijukattiloihin. Kerrosleijukattilassa hiukkaset ja petimateriaali pysyvät leijukerroksessa, kun kiertoleijukattilassa ne päätyvät leijutuskaasun mukana pois leijutustilasta. Kerrosleijukattilassa polttoaineen syöttö tapahtuu sulkusyöttimien ja syöttösuppilon kautta, josta se putoaa tulipesään. Kiertoleijukattilassa sen sijaan polttoaineen syöttö tapahtuu sulkusyöttimen kautta, josta se joko syklonien palautuskanavan tai tunkijaruuvien avulla syötetään tulipesään. Primääri-ilma puhalletaan arinan läpi tulipesään ja puhalletun ilma määrä määräytyy

polttoaineen kosteuden mukaan. Mitä kosteampaa polttoaine on sitä enemmän primääri-ilmaa tarvitaan. Sekundääri-ilma syötetään tulipesään arinan yläpuolelle noin 1,5-4 metrin korkeuteen. (Koskelainen ym. 2006, 290–291.)

Kuviossa 4 on esitetty kerrosleijukattila, josta voidaan hahmottaa leijupolton poltto-tapahtuma yksinkertaisuudessaan.



Kuvio 4. Kerrosleijupetikattila (Aho, Hietämäki, Hyytiä & Jalovaara, [viitattu 23.2.2016]).

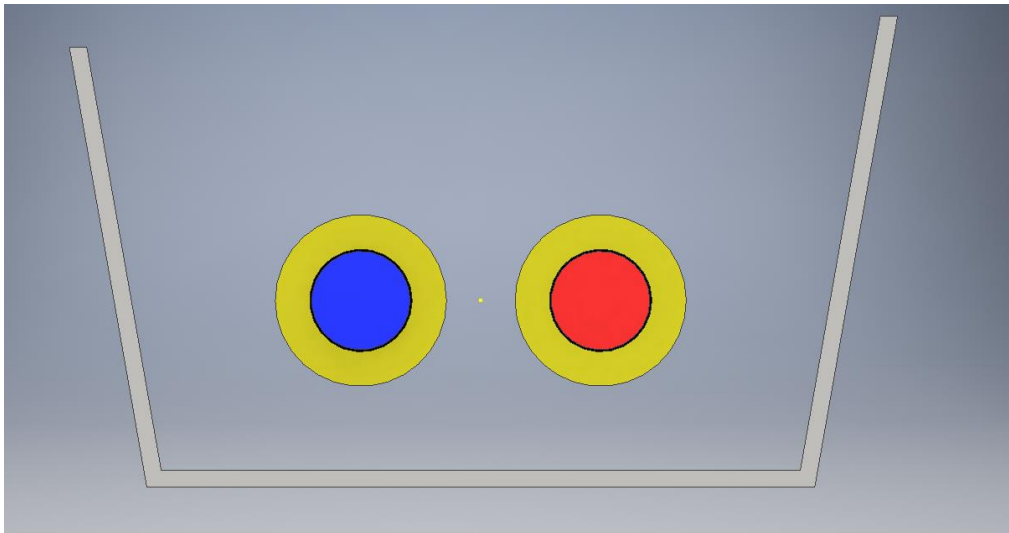
2.1.3 Lämmön siirto ja jakelu

Kaukolämpöä voidaan jakaa yksi-, kaksi-, kolmi- ja neliputkijärjestelmillä. Näistä Suomessa käytetään kaksiputkijärjestelmää. Lämpölaitokselta saatu lämpöenergia siirretään kaksiputkijärjestelmällä, jossa lämpötila on maksimissaan 120 °C. Johdot jaotellaan kanavarakenteensa mukaan kiinnivaahdotettuihin johtoihin, joustaviin johtoihin, betonikanavajohtoihin ja muihin johtotyyppeihin. (Koskelainen ym. 2006, 137.)

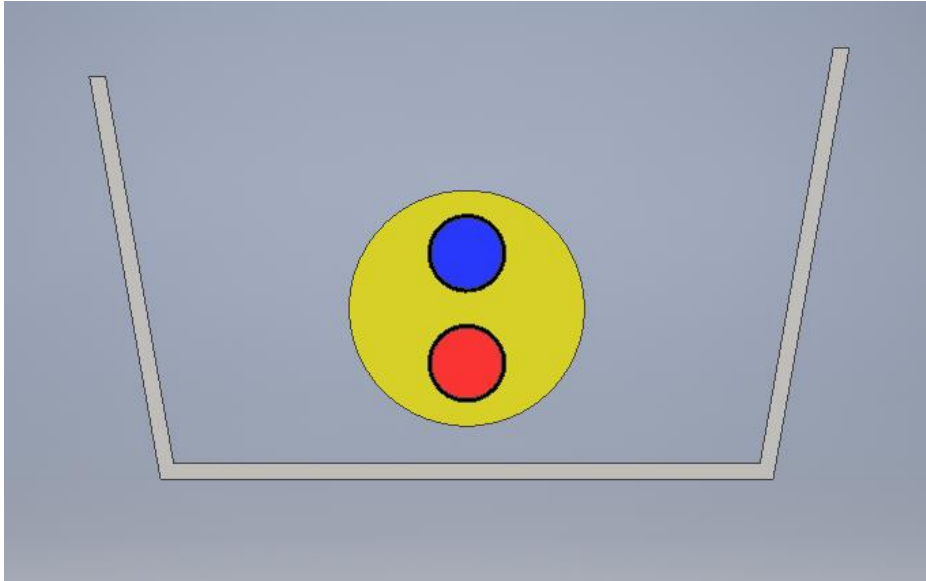
Kiinnivaahdotetuissa johdoissa eli yksi- ja kaksiputkijärjestelmissä (Mpuk ja 2Mpuk) on polyuretaanieristeellä kiinnitetty yhteen virtausputki ja polyeteenisuojakuori. Elementti, jonka kiinnivaahdotettu johto muodostaa, on helppo käsitellä ja vaikka sen ympärillä oleva maakerros painuisi, ei siitä aiheudu muutoksia johdon toimintaan liittyen. Kiinnivaahdotetun johdon rakenteelliset ominaisuudet ja tekniset vaatimukset ovat Euroopassa yhtenäistetty. Siihen liittyvät standardit käsittävät koko järjestelmälle liittyvät vaatimukset ja ohjeet. (Koskelainen ym. 2006, 138–139.)

Yksijohtoputken muodostaa kaksi erillistä johtoa: meno- ja paluujohto. Johdon ympärillä on polyeteenistä valmistettu suojakuori, joka on liitetty putkeen kiinni polyuretaanieristeellä. Erona yksi- ja kaksijohtoputkella on se, että kaksijohtoputkessa meno- ja paluuputki jakavat yhteisen suojakuoren. Materiaalin tarve kaksiputkijohdossa on pienempi kuin yksiputkisen ja jatkosten tekeminen puolittuu. Tämän lisäksi lämpöhäviöt ovat pienemmät kaksiputkijohdossa. (Koskelainen ym. 2006, 137–139.) Kurikassa maan alla menee molempia putkityyppejä, mutta suurimmaksi osaksi putket ovat kaksiputkijohtoja.

Kuviossa 5 on mallinnettu yksiputkijohto ja kuviossa 6 kaksiputkijohto. Johdot mallinnettiin hahmottamaan paremmin yllämainittua kuvausta niihin liittyen.



Kuvio 5. Yksiputkijohto 2Mpuk.



Kuvio 6. Kaksiputkijohto Mpuk.

2.2 Voimalaitokset

Kaukolämpöä tuotetaan lämpövoimaloissa, mutta tämän lisäksi myös sähkön ja lämmön yhteistuotantona. Voimalat mahdollistavat vähäpäästöisten polttoaineiden käytön, teollisuuden hukkalämmön ja jätepolttoaineen hyödyntämisen ja tehokkaan savukaasujen puhdistuksen voimaloissa. (Koskelainen ym. 2006, 26–27.)

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto lisää energiatehokkuutta erillistuotantoon verrattuna noin 30 % ja näin se takaa korkean kokonaishyötysuhteen. Yhteistuotanto kuitenkin edellyttää kalliita ja monimutkaisia laitteita saavuttaakseen korkean kokonaishyötysuhteen. Yhteistuotannon mahdollistavat höyry-, kaasuturbiini-, kombi- ja moottorivoimalaitokset. (Koskelainen ym. 2006, 27, 47.)

Lämpölaitokset sen sijaan keskittyvät täyspainotteisesti lämmöntuotantoon, jossa lämpö siirretään veteen tai höyryyn. Lämpökeskuksen muodostavat polttoaineen ja tuhkan käsittelylaitteet, polttolaitteet, kattila, pumput ja putket sekä monissa tapauksissa myös savukaasujen puhdistuslaitteet. (Koskelainen ym. 2006, 47.)

2.3 Toimitusvarmuus

Kaukolämpö lämmitysjärjestelmänä on lähes 100 % toimintavarma ja ympäristöystävällinen lämmitysmuoto. Vuotuiset lämpökeskeytykset ovat arviolta 1-2 tuntia mahdollisesti johtuen verkon vaurioista, niiden korjaustöistä, uusien asiakkaiden liittämistä kaukolämpöverkkoon ja muista verkon parannustöistä. (Energiateollisuus, [viitattu 17.2.2016].)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidolla tarkoitetaan erilaisten koneiden, laitteiden tai rakennusten ylläpitoa toimintakuntoisina siten, että niiden toiminta on luotettavaa ja mahdollisten vikojen esiintyessä ne korjataan. Ympäristöön ja turvallisuuteen liittyvät riskit pyritään hallitsemaan kunnossapidon avulla. (Järviö 2004, 11.)

Standardissa SFS-EN 13306 (2010, 8) kunnossapito määritellään seuraavalla tavalla:

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.

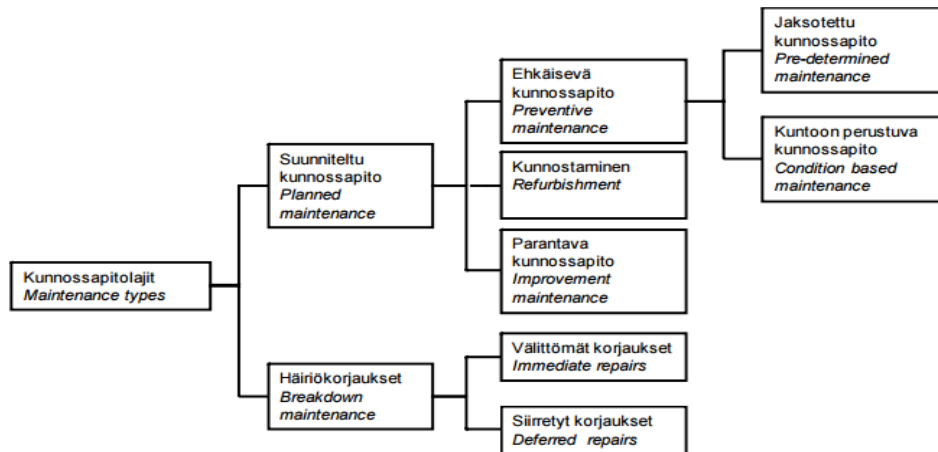
Standardissa PSK 6201 (2011, 2) sen sijaan kunnossapito määritellään seuraavasti:

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

Kunnossapidon tavoitteena on kohteen käyttövarmuus. Käyttövarmuudella tarkoitetaan laitteen toiminnon varmuutta tuotannossa, jossa se toimii ilman suurempia seisokkeja. Kunnossapitoa kehittäessä avainasemaan nousee käyttövarmuuden analysointi. Analysoinnilla saadaan selville, mitkä tekijät ja toiminnot tarvitsevat parantamista ja kehittämistä. Käyttövarmuus on suuri kokonaisuus ja sen takia se on jaettu pienempiin osatekijöihin: toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen ja kunnossapitovarmuuteen. Jako pienempiin kokonaisuuksiin on tarpeellista siksi, että kokonaisuutta voidaan parantaa vain parantamalla sen osia. (Aalto 1997, 16.)

3.1 Kunnossapitolajit

Standardissa PSK 6201 (2011, 21) määritellään kunnossapitolajit toimenpiteiksi, joiden avulla pystytään määrittämään kohteen toimintakunto, pitämään kohde toimintakuntoisena tai saada haluttu kohde haluttuun toimintakuntoon. Standardin PSK 6201 mukaan kunnossapitolajit luokitellaan kuvion 7 mukaisesti.



Kuvio 7. Kunnossapitolajit standardin PSK 6201 mukaan (2011, 22).



Kuvio 8. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306 mukaan (2010, 34).

Kunnossapitolajit määritellään standardissa SFS-EN 13306 hiukan eri tavalla kuin PSK 6201 standardissa, mutta siitä huolimatta molemmat standardit ovat keskenään harmoniassa. Näiden standardien erona on lähinnä se, että jakoperuste on

vain erilainen. SFS-EN 13306 standardissa jako perustuu vian havaitsemisen mukaan. Vika on määritelty siten, että esimerkiksi haluttu laite ei pysty suorittamaan sille vaadittua toimenpidettä suunnitellulla tavalla. Tästä syystä ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät toimenpiteet suoritetaan ennen kun mahdolliset viat esiintyvät. Vian ilmentyessä mittausvaiheessa toimenpiteet luetaan korjaavaksi kunnossapidoksi. (Järviö 2004, 38.) Kuviossa 8 kunnossapitolajit on jaoteltu SFS-EN 13306 standardin mukaan.

Järviö (2004, 38–41) jakaa kunnossapitolajit seuraaviin luokkiin:

1. Huolto
2. Korjaava kunnossapito
3. Parantava kunnossapito
4. Vikojen ja vikaantumisien selvittäminen
5. Ehkäisevä kunnossapito.

Ehkäisevää kunnossapitoa käsitellään tässä työssä laajemmin kuin muita kunnossapidonlajeja, koska se on työn kannalta oleellisin kunnossapidon lajeista. Ehkäisevää kunnossapitoa käsitellään luvussa 3.2.

3.1.1 Huolto

Huollon tarkoituksena kunnossapidon osa-alueena on ylläpitää halutun kohteen käyttöominaisuuksia tai palauttaa kohteen heikentynyt toimintakyky ennen kun vika ilmenee. Jaksotetuilla huolloilla on tässä osa-alueella suuri merkitys. Sitä suoritetaan säännöllisin väliajoin ja väliajat määräytyvät sen mukaan, mikä on kohteen käyttöaika ja siihen kohdistuva rasitus. Jaksotettuja huoltotoimenpiteitä voi olla kohteen voitelu, puhdistus ja toimintakyvyn palauttaminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon raja on hyvin häilyvä, joten osakseen niissä ilmenevät toimenpiteet ovat päällekkäisiä. (Järviö 2004, 39–40.)

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito määritellään kunnossapidoksi, jossa vikaantunut osa palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Vikaantuneen osan käyttöikä voidaan laskea korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa kahteen kategoriaan: suunniteltuun ja suunnittelemattomaan. Suunniteltu korjaava kunnossapito määritellään kunnostukseksi ja suunnittelematon sen sijaan häiriönkorjaukseksi. (Järviö 2004, 39.)

Järviön (2004, 39) mukaan korjaava kunnossapito koostuu seuraavista toimenpiteistä:

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus
- toimintakuntoon palauttaminen.

Kun havaitut viat löydetään ja korjataan ajoissa, laitteen rikkoontumismahdollisuus pienenee.

3.1.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen eri pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta, kun sen rakenteessa käytetään uudempia osia kuin alkuperäisessä koneessa/laitteessa. (Järviö 2004, 40.)

Toiseen pääryhmään kuuluvat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset. Näiden tarkoituksena on parantaa halutun kohteen epäluotettavuutta. Sen tavoitteeksi voidaan siis lukea kohteen toiminnan luotettavuuden parantaminen, mutta ei varsinaisesti kohteen suorituskyvyn muuttaminen. (Järviö 2004, 40.)

Modernisaatiolla tarkoitetaan myös kohteen valmistusprosessin uudistamista. Vanhan koneen menettäessä kilpailukykyään uudempiin koneisiin verrattuna, voidaan

pohtia, kannattaako vanhaa konetta modernisoida romuttamisen sijaan, kun koneella on vielä elinaikaa jäljellä vai tulisiko uusi kone tilalle. (Järviö 2004, 40–41.)

3.1.4 Vikojen ja vikaantumisien selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei ole sisällytetty kunnossapitoon kuuluvaksi osa-alueeksi. Tämän takia sitä ei olekaan käsitelty kunnossapitoon liittyvissä standardeissa. Viime vuosina on esitetty erilaisia menetelmiä, joiden tulokset ovat osoittautuneet menestyksekkäiksi. Alan erikoisosaajien mukaan vikahistoriat ja riskianalyytit ovat muodostuneet yhä tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista tekijöistä. (Järviö 2004, 41.)

Vikoja ja vikaantumisia selvittäessä pyritään etsimään perimmäinen syy siihen, miksi kohde vikaantuu sekä vikaantumiseen johtava prosessi. Saatujen tulosten pohjalta voidaan suorittaa toimenpiteitä, joiden avulla voidaan välttää vastaavanlaiset viat ja vikaantumiset tulevaisuudessa. (Järviö 2004, 41.)

Järviön (2004, 11) mukaan tyypillisimpiä menetelmiä vikojen ja vikaantumisen selvittämisessä ovat

- vika-analyysi
- vikaantumisen selvittäminen
- mallintaminen
- perussyyn selvittäminen
- materiaalianalyytit
- suunnittelun analyytit
- riskinhallinta.

3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon toiminta perustuu kohteen suorituskyvyn ja parametrien seurantaan. Ehkäisevän kunnossapidon tehtävänä on ennaltaehkäistä vikaantumisia ja vähentää koneen tai laitteen toimintakyvyn heikkenemistä. Suorituskykyä ja

erilaisia parametrejä seuraamalla saaduista tuloksista voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. (Järviö 2004, 40.)

Järviö (2004, 40) sisällyttää ehkäisevään kunnossapitoon seuraavat asiat:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- testaaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi.

Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä ja on aikataulutettu kohteen tehtävän mukaan tai sitä tehdään vaadittaessa. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan koneen tai laitteen käydessä, mutta myös erilaisten seisokkien yhteydessä. (Järviö 2004, 59.)

Järviö (2004, 59) määrittelee ehkäisevän kunnossapidon säännölliset toimenpiteet seuraavasti:

- vikaantumisen aiheuttavien syiden tai olosuhteiden havainnointi ja tarkkailu
- voiteluhoolto, koneen rakenteen ylläpito ja toimintaympäristön siistinä pitäminen
- alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen.

Näiden säännöllisten toimenpiteiden pohjalta ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa toimintaolosuhteiden vaalimiseen, tarkastuksiin ja kunnostamiseen. Ehkäisevän kunnossapidon erääksi osa-alueeksi luetaan ennustava kunnossapito. Ennustavassa kunnossapidossa hyödynnetään erilaisia mittausmenetelmiä, kuten värähtely- ja infrapunamittauksia. Näiden menetelmien avulla pystytään selvittämään koneen ja sen osien kunto. (Järviö 2004, 59.)

3.2.1 Ehkäisevän kunnossapidon kannattavuus

Ehkäisevää kunnossapito tehdään siksi, että lainsäädäntö vaatii sitä tehtävän. Prosesseissa ilmenevät turvallisuuteen ja ympäristöön vaikuttavat riskitekijät on hallittava, muuten yritys joutuu viranomaisten kanssa tekemisiin. Ehkäisevää kunnossapito suoritetaan turvallisuuteen ja ympäristöön liittyvien riskien lisäksi taloudellisista syistä, sillä tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon taloudellinen merkitys on huomattava. (Järviö 2004, 60.)

Kannattavuudeltaan ehkäisevän kunnossapidon merkitys on suuri. On arvioitu, että suunniteltu ehkäisevä kunnossapito on 4-10 kertaa tehokkaampaa ja huomattavan paljon edullisempaa kuin suunnittelematon kunnossapito. Suunnittelemattomasta kunnossapidosta koituu välillisiä menetyksiä, jotka ovat merkittävän paljon suurempia kuin kunnossapidossa ilmenevät välittömät kustannukset. Välittömiin kustannuksiin kuuluu mm. palkka, varaosat ja materiaalikustannukset. (Järviö 2004, 60–61.)

3.2.2 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen ovat ehkäisevän kunnossapidon kannalta avainasemassa. Hyvän suunnittelun avulla työntekemisen yhteydessä ilmenevät viiveet pystytään minimoimaan ja hyvän aikatauluttamisen avulla töiden väliin jäävä viive voidaan myös poistaa. Tämän seurauksena koneiden käyttö tehostuu ja laitteiden vikaantumiset saadaan hallintaan. (Järviö 2004, 63.)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnitelmaa laadittaessa otetaan huomioon aikaisemmat kokemukset vikaantumisista, varaosat ja niiden käyttömäärät, koneen ja sen osien toimintatapa ja koneen valmistajan suositukset. Usein laitevalmistajien antamat huoltosuositukset ovat ylimitoitettuja, koska sillä on pyritty varmistamaan tuotteen moitteeton toiminta ja mahdollisimman pitkä elinikä. (Järviö, Parainen, Piispa & Åström 2007, 75.)

Tuotannon seisokin ajalle tulee myös olla suunnitelma. Tuotannon pysähtymisen voi aiheuttaa välitön häiriö, joka tulee korjata välittömästi. Tässä tapauksessa varsi-

naiseen suunnitteluun ei jää aikaa ja toiminta perustuu häiriön aiheuttajan määrittämiseen sekä korjaamiseen. Suunnittelijoiden ja työntekijöiden ammattiosaamista tarvitaan, että tarvittavat korjaukset pystytään viemään järkevästi ja turvallisuusmääräyksien mukaisesti päätökseen. Tuotannon seisokin voi myös aiheuttaa siirretty häiriö. Tällaisessa tilanteessa seisokin suunnittelu on tärkeää. Siirretyn seisokin aikana on järkevää suorittaa huoltotoimenpiteet niille kohteille, joiden huolto ei ole mahdollista koneen käydessä. Kyseistä seisokkia ei tule kuitenkaan venyttää tarpeettoman pitkäksi aikaa, etenkin jos konetta tarvitaan tuotantoon ripeästi. (Järviö 2004, 66–67.)

Järviö (2004, 67) määrittelee suunnitellun seisokin seuraavasti:

- toimenpiteiden määrittely ja kuvaus
- suunnittelukokouksista sopiminen
- toimenpideluetteloiden laatiminen
- tiedonkulun varmistaminen
- seisokin johtaminen
- seuranta
- jatkuva kehittäminen.

3.2.3 Aikatauluttaminen

Töiden hallinnan kannalta aikatauluttamisen asema korostuu. Aikatauluttaminen on yksi kunnossapidon hankalimmista osa-alueista, mutta sen tehokkaan käytön avulla myös yksi tärkeimmistä. Kunnossapitotoimenpiteille määritellään aikataulu, jonka avulla on helppo seurata toimenpiteitä ja kehittää niitä jatkossa. (Järviö 2004, 67.)

Ensimmäinen askel aikatauluttamista suunnitellessa on määritellä työntekijöiltä vaadittava minimi ammattiosaaminen ja osaamisen vaikutus työaikaan. Tällöin suunnitelmassa ilmenee vaadittava ammattitaito, henkilömäärä ja työn kesto tunteina. Lähtökohtaisesti tehtäviä ei jaeta kaikkein kokeneimmalle kunnossapitäjälle, vaan sille, jolla löytyy riittävä ammattitaitoisuus. Näin kokeneimmat kunnossapidon työntekijät voidaan vapauttaa suunnittelemattomien häiriöiden korjauksiin. Toimenpiteiden ajoitus tapahtuu käytettävissä olevan työajan mukaan. (Järviö 2004, 68.)

3.3 Ennakkohuolto

Tämän hetkisestä kunnossapidosta on arviolta 30–40 % ennakkohuoltoa. Ennakkohuollon tarkoituksena on parantaa laitteiston käytettävyyttä ennakoivan huollon kautta. Ennakkohuollon kannalta huollon aikatauluttaminen on äärimmäisen tärkeää. Huolto ei saa tapahtua liian ajoissa, mutta ei myöskään liian myöhään. (Ennakkohuolto, [viitattu 22.3.2016].)

Ennakkohuoltojärjestelmän vaiheet koostuvat tiedonkeruusta, laitekorttien laatimisesta, tiedon tallentamisesta, ennakkohuoltokokeilusta, ennakkohuolto-ohjelmasta ja ennakkohuoltotoimista (Ennakkohuolto, [viitattu 22.3.2016]).

4 ENNAKKOHUOLTO-OHJLEMAN TOTEUTUS

Työ aloitettiin kartoittamalla Kurikan Kaukolämpö Oy:llä olevia laitteita ja sovittiin, että ennakkohuoltosuunnitelma laadittaisiin laitteille, jotka kaukolämpöprosessi pitää sisällään polttoaineen vastaanotosta aina kaukolämpöpumpulle saakka. Työn rajauksen ollessa selvä voitiin aloittaa kaukolämpölaitteiston kunnossapitoon ja huoltoon tutustuminen. Kurikan Kaukolämmöltä löytyivät toimittajilta saadut huolto- ja kunnossapito-ohjeet, joihin tutustumalla saatiin käsitys siitä, mitä ennakkohuollon tulisi sisältää. Laitteiston ohjeiden pohjalta tehtiin omat muistiinpanot, joita hyödyntämällä ja soveltamalla saataisiin toimiva ja järjestelmällinen ennakkohuoltosuunnitelma.

4.1 Tankopurkaimet

Tankopurkaimet sijaitsevat polttoaineen vastaanottoasemalla ja niiden tehtävänä on syöttää polttoaine syöttökolakuljettimelle. Tankopurkaimet toimivat niitä liikuttelulla hydraulikoneikolla. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 1.)

Ennakkohuoltoa ajatellen tankopurkaimille olennaisin huolto on laakereiden rasvaaminen. Laakerit tulee voidella neljän kuukauden välein ja samassa yhteydessä tulee tarkistaa silmämääräisesti purkaimien kunto.

4.2 Syöttökolakuljetin

Syöttökolakuljettimen tarkoituksena on kuljettaa polttoaine tankopurkaimilta giljotini- nipellille. Syöttökolakuljettimelle määriteltiin kahden kuukauden välein tehtävä ketjun kireyden tarkastus. Ketjun kireyden tarkastus tapahtuu nostamalla sitä normaalilla voimalla. Ketjun noustessa kansilevyyn saakka suoritetaan kiristys. Ketjun ollessa kiristetty, sen täytyy nousta n. 20-30 mm paluukiskosta. Ketjun kireyden tarkastuksen lisäksi syöttökolakuljettimen veto- ja taittopään laakereille määriteltiin kahden kuukauden välein suoritettavat voitelut.

Huoltojen lisäksi tulee kiinnittää huomiota kuluvien osien tarkkailuun, joita ovat kolat, ketjut, liukukiskot, ketjupyörät ja akselit. Mikäli näissä ilmenee ongelmia, ne korjataan.

Kuljettimen sisälle ja erityisesti taittopäähän kertyy herkästi kiviä, jäätynyttä turvetta tai kuorta, jonka takia ajoittainen puhdistus on tärkeä suorittaa vähintään kerran viikossa. Myös käyttölaitteet, pyörintävahdit ja muut komponentit on pidettävä ulkopuolpuhtaana.

Seisokin aikana koko kuljetin ajetaan tyhjäksi ja suoritetaan puhdistus. Runkokotelon kunto tutkitaan mahdollisilta syöpymisiltä ja kulumisilta, jossa tarpeen tullen suoritetaan korjaustoimenpiteet (korjaava kunnossapito). Kuljettimen toimintaan vaikuttavat komponentit tarkastetaan ja tarvittaessa korjataan. Ketjut voidellaan lopuksi ohuella kerroksella öljyä.

4.3 Giljotiinipelti

Giljotiinipellin tehtävänä on tiputtaa polttoaine välisäiliöön. Giljotiinipelti toimii ilmalukkona ja palosuojana kuljettimien ja syöttöjärjestelmien välissä. (Keuruun Lämpövoima, [viitattu 22.2.2016].)

Giljotiinipellin toimintaa tarkastellaan päivittäin, että se toimii suunnitellulla tavalla. Kaksi kertaa vuodessa sitä tarkastellaan lähemmin, jolloin katsotaan pellin ja liukukiskojen kunto.

4.4 Arinakattilat

Kurikan Kaukolämmöllä on käytössään kaksi mekaanista viistoarinaa, jotka ovat yhdistetty kattilaan vesijäähdytetyn yhdyskanavan avulla. KPA 1 on tuliputki-tyyppinen kolmivetoinen pystykattila ja KPA 3 on myös tuliputki-tyyppinen pystykattila, mutta kaksivetoinen. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 1; Käyttö- ja huolto-ohjeet 2.) Kuviossa 1 on esitetty KPA 1 ja KPA 3 arinakattilat.

Etupesä koostuu mekaanisella arinalla varustetusta vesijäähdytetystä teräslevykattilasta, jossa on tarpeelliset massaukset. Polttoaine valuu painovoiman avulla syötösuppilosta mekaaniselle viistoarinalle, jossa varsinainen palaminen tapahtuu. Itse lämmön talteenotto tapahtuu etupesän jälkeen asennetussa kattilassa. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 1; Käyttö- ja huolto-ohjeet 2.)

Päivittäisiä toimenpiteitä arinakattiloille ovat käyntikertojen yhteydessä tehtävät tarkastukset. Päivittäin tulee katsoa, että arina, ääninuohoimet ja hydraulikoneikko toimivat normaalilla tavallaan. Tähystysaukosta voidaan katsoa, ettei tuhkasta ole muodostunut isoja lohkareita, jotka eivät mahdu tipahtamaan tuhkakuljettimelle. Tarpeen tullen lohkareet poistetaan pesästä sivuluukkujen kautta tai ne on pienitettävä käsikolarautoja hyödyntäen. Tässä tilanteessa tulee huomioida, että tilanne pesässä on vakiintunut eikä tuhka-arina liiku luukun ollessa auki. Tämä varmistetaan pysäyttämällä hydraulikoneikko ja puhaltimet. Tarvittaessa puhdistetaan tulipesän näkölasit. Kuukausittaiseksi toimenpiteeksi määriteltiin arinavaunujen läpivientiholkien rasvaus. Rasvauksessa tulee huomioida, että läpivientiholkit voidellaan kuumen kestäväällä vaseliinilla.

Konvektio-osan nuohoamisen tarpeellisuus ilmenee savukaasujen loppulämpötilan noustessa noin 20–30 °C. Nuohouksen jälkeen tulee tarkistaa, että tuhka putoaa suoraan altaaseen tukkimatta suppiloa.

Kerran vuodessa tai seisokin aikana suoritetaan arinan toiminnan täydellinen tarkastus. Arinaraudat puhdistetaan ja vioittuneet raudat vaihdetaan. Arinan laakereille tehdään myös tarkastukset ja tässäkin tapauksessa vioittuneet laakerit vaihdetaan. Mikäli laakerien vaihtamiselle ei ilmene tarvetta, ne voidellaan.

4.5 Leijupetikattila

Kurikan Kaukolämmöllä on käytössään arinakattiloiden lisäksi yksi leijupetikattila. Kattila koostuu kahdesta paineastiaosasta; tulipesästä ja konvektio-osasta. Konvektio-osa on rakenteeltaan tuliputkikattila, jossa lämmönsiirtoputket on pystysuorassa. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 3.)

Kattilassa polttoaineena toimii hidas leijupeti. Leijukerros koostuu hienorakeisesta n. 300–600 mm materiaalikerroksesta, joka on aloitusvaiheessa pelkästään hiekkaa, mutta normaalissa käytössä se sisältää myös polttoaineesta muodostunutta tuhkaa. Materiaali leijutetaan puhaltamalla siihen ilmaa tulipesän pohjarakenteeseen hitsattujen suuttimien avulla. Tulipesässä sivuseinällä on kevytöljypoltin, jonka avulla leijukerros lämmitetään vähintään polttoaineen syttymislämpötilaan. Sytytyksen jälkeen voidaan aloittaa kiinteän polttoaineen syöttö. Normaalin käyttölämpötilan saavuttaessa (750–850°C) öljypoltin sammutetaan. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 3.)

Päivittäiset huoltotoimenpiteet ovat lähinnä silmämääräisiä tarkastuksia. Päivittäin tarkastetaan, onko mahdollisia öljy- tai polttoainevuotoja, ja mikäli tällainen havaitaan, se tulee korjata välittömästi. Kattilan näkölaseista katsotaan, onko pedin ja polttoainetorven toiminta normaalia. Tämän lisäksi päivittäin tulee suorittaa petihiekan tarkastus. Mikäli petimateriaali sisältää huomattavasti yli 2 mm hiukkasia, petimateriaali tulee vaihtaa. Vuorotellen lasketaan vanhaa materiaalia pois ja vastaavasti lisätään tuoretta materiaalia tilalle. Lopuksi tarkastetaan petimateriaalin riittävyys.

Viikoittain tai aina tarpeen tullen suoritetaan näkölasien puhdistaminen, jotta silmämääräisten tarkastusten suorittaminen onnistuu. Viikoittain tulee myös suorittaa kattilan ja putkiston ilmanpoisto.

Konvektio-osan nuohoamisen tarve ilmenee paineen tai lämpötilan kasvaessa normaalista. Savukaasujen loppulämpötilan noustessa 20–30 °C (kuormitustilanteesta riippuen) tulee suorittaa nuohous.

Vuoden välein suoritettavat tarkastukset ja ennakkohuollot edellyttävät kattilan alasaajoa. Tällöin kattilan tulipinnoille suoritetaan perusteellinen puhdistus ja samalla tarkastetaan silmämääräisesti yleiskunto. Kattilan ollessa poissa käytöstä tarkastetaan myös leijusuuttimen kunto ja tarpeen tullen korjataan, jolloin täytyy ottaa yhteys toimittajaan. Luukkujen tiivisteille suoritetaan myös tarkastukset ja mahdolliset korjaukset.

4.6 Puhaltimet

Primääripuhallin eli ensiöilmapuhallin puhaltaa ensiöilman, joka mahdollistaa polttoaineen polton. Ensiöpuhallin syöttää ilman arinoiden läpi tavoitteenaan kuivattaa kostea polttoaine saaden aikaan pyrolyysin. (Koskelainen ym. 2006, 288.)

Sekundääri-ilmapuhaltimen eli toisioilmapuhaltimen tarkoituksena on saada aikaan täydellinen palaminen jäljelle jääneistä savukaasuista. Se puhalletaan tulipesän yläosaan, jossa se polttaa suurimman osan syntyneistä savukaasuista. Savukaasupuhaltimen avulla loputkin savukaasut puhalletaan kohti savukanavaa ja sitä kautta piipusta ulos. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 2.)

Päivittäisiksi toimenpiteiksi määriteltiin laakereiden lämpötilan mittaukset infrapunalämpömittarilla. Tämän lisäksi huoltokierrosta suorittaessa tulee kiinnittää huomiota, ettei puhaltimista kuulu epämääräisiä ääniä ja silmämääräisesti tarkistella, että kaikki on kunnossa.

Puhaltimien moottorit tulee pitää puhtaina. Sen hihnat on suojattava rasvalta ja öljyltä sekä hihnan kireyden tulee olla sopivalla kireydellä. Uuden hihnan asennuksen jälkeen hihnan kireys täytyy tarkistaa päivittäin, sillä uusilla hihnoilla on tapana venyä.

Hihnavälityksillä toimiville puhaltimille määriteltiin hihnan kireyden tarkastus ja laakereiden voitelu kerran kuukaudessa. Siipipyörille suoritetaan kaksi kertaa vuodessa puhdistus. Kattilan ollessa huollossa tai muuten poissa käytöstä suoritetaan NDT-testaus. Kyseisessä testauksessa katsotaan tunkeumanestettä käyttäen, ettei siipipyörissä ole alkavia halkeamia tai muita siipipyöriin vaikuttavia vahingollisia tekijöitä

Puhaltimien ja pumppujen tapauksessa varsinaiset huoltotoimenpiteet suorittaa ulkopuolinen yritys. Ulkopuolinen yritys suorittaa kolme tai neljä kertaa vuodessa referenssimittaukset, jonka pohjalta määräytyvät huoltotoimenpiteet. Yrityksen suorittamia toimenpiteitä puhaltimille ovat siipipyörien tasapainotukset, laakeroinnit ja tiivistesten vaihdot. Nämä toimenpiteet luetaan kunnossapidon huollon osa-alueeksi.

4.7 Märkäkolakuljetin ja allas

Märkäkolakuljetin sijoittuu kattilan alle, josta se kuljettaa kattiloista sekä multisyklo-neista tippuneen tuhkan tuhkalavalle. Ennakkohuollon kannalta oleellisin huolto-kohde on laakereiden rasvaaminen. Sekä veto- että taittopään laakerit tulee voidella kahden kuukauden välein. Toinen olennainen ennakkohuolto kohdistuu ketjuihin. Ketjun roikkuman ollessa yli 50 mm suoritetaan kiristys, jonka jälkeen roikkuman tulee olla 10–15 mm. Ketjujen kiristykset tarkastetaan niin ikään kahden kuukauden välein.

Seisokin aikana suoritetaan perusteellinen huolto, jossa kuljettimen allas lasketaan tyhjäksi ja puhdistetaan. Tämän jälkeen voidaan tutkia altaan kunto tarkastelemalla onko altaassa kulumista tai syöpymistä, jotka tarpeen tullen korjataan. Samassa yhteydessä tarkastetaan muiden komponenttien, kuten ketjujen, kolien ja akselien kunto. Lopuksi ketjut voidellaan ohuella kerroksella öljyä.

4.8 Savukaasupuhdistin

Ennen kuin savu pääsee piipusta ulos, se kulkee savukaasupuhdistimen läpi. Kaa-sut johdetaan jakokammioihin, joissa kaasu kuormittaa syklonit tasaisesti. Syklonien ohjaussiipien muoto on määritetty siten, että kaasut joutuvat pyörimisliikkeeseen, jonka avulla pöly erottuu kaasuista keskipakovoiman avulla. Pölyt tippuvat pöly-kouruja pitkin pudotuskammioon. Puhdas kaasu siirtyy puhdistuskammion kautta kohti jätöaukkoa ja sitä kautta ulos. (Käyttö- ja huolto-ohjeet 3.)

Ennakkohuoltona savukaasupuhdistimelle määriteltiin päivittäiset ja kuukausittaiset toimenpiteet. Päivittäin tulee tarkistaa, että savukaasupuhdistin syöttää jatkuvasti erotettua pölyä. Pahimmassa tapauksessa pöly voi tukkia koko laitteen ja aiheuttaa sen toimimattomuuden.

Kuukausittaisiin toimenpiteisiin kuuluu tiivisteiden tarkistukset. Tiivisteiden ollessa vaurioitunut tai vuotava se tulee vaihtaa välittömästi. Pöly saattaa pakkaantua sa-

vukaasupuhdistimen kouruihin, joten ne tulee puhdistaa joko harjaamalla tai paineilmalla. Kourujen puhdistus suoritetaan kuukausittain, mutta tarpeen tullen myös useammin.

4.9 Kaukolämpöpumput

Kurikan Kaukolämmöllä on käytössään kaksi kaukolämpöpumppua. Kaukolämpöpumpun tehtävänä on pumpata lämpölaitoksessa lämmitetty vesi kaksiputkijärjestelmää pitkin asiakkaille. Toisen pumpun ollessa poissa käytöstä tai sen ollessa huollossa toinen pumppu täytyy olla aina varalla.

Pumppujen huoltotoimenpiteet on ulkoistettu kunnossapitoa hoitavalle yritykselle, joka suorittaa kolme tai neljä kertaa vuodessa referenssimittaukset, joiden perusteella määräytyvät huoltotoimenpiteet. Huoltotoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi laakeroinnit ja tiivisteiden vaihdot. Nämä toimenpiteet voidaan lukea sekä huolloksi että ehkäiseväksi kunnossapidoksi, sillä näiden kahden ero on hyvin häilyvä. Mikäli laitteen havaitaan olevan toimintakyvytön tai se ei pysty suorittamaan sille asetettua tehtävää, voidaan puhua myös korjaavasta kunnossapidosta.

Ennakkohuollon kannalta pumppujen toimintaa tulee tarkastella päivittäin ja päivittäisellä huoltokierroksella tarkistetaan infrapunalämpömittaria käyttäen laakereiden lämpötila. Pumppujen laakereille suoritetaan kerran kuukaudessa voiteluhuolto.

5 ENNAKKOHUOLTO-OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTTO JA KEHITTÄMINEN

Valmiista ennakko-ohjelmasta pidettiin palaveri, jossa käytiin työn eri osa-alueet läpi ja keskusteltiin, miten työ jatkossa tulee kehittymään. Palaverissa käytiin myös läpi, kuinka taulukko toimii ja sen käytöstä pidettiin pienimuotoinen perehdytys. Taulukko on hyvin yksinkertainen ja vain muutama asia piti kiinnittää tarkemmin huomiota. Huomiota vaativat asiat koskivat lähinnä työntekijöiden kuittauksia ja huoltopäivämääriä. Työntekijöiden kuittaukselle luotiin taulukkoon työkalu, jossa työntekijä valitsee nimensä pudotusvalikosta. Työntekijöiden nimiä ei ole kuitenkaan määritetty, joten työntekijät joutuvat tekemään nimilleen muutokset ”Työntekijät”-välilehdessä. Toinen perehdytettävä asia liittyy toimenpiteen suorittamispäivämäärään. Päivämäärä-solut on muotoiltu päivämääräsoluiksi (pp.kk.vvvv). Työntekijän laittaessa päivämäärän kyseiseen soluun ”Seuraavan kerran”-sarakkeen soluun ilmestyy tarvepäivä seuraavalle huoltokerralle. Kuviossa 9 on hahmotettu edellä mainitut asiat suunnitellun seisokin ajalle.

Toimenpide	pvm	Seuraavan kerran	Kuittaus
Arinakattila			
Arinarautojen puhdistus / vaihto	22.3.2016	22.3.2017	
Arinan laakerien tarkastus / vaihto		30.12.1900	Työntekijä 1 Työntekijä 2 Työntekijä 3 Työntekijä 4 Työntekijä 5 Työntekijä 6 Työntekijä 7 Työntekijä 8
Leijupetikattila			
Tulipintojen perusteellinen puhdistus		30.12.1900	

Kuvio 9. Seisokin aikaiset toimenpiteet.

Kurikan Kaukolämmölle luodussa Excel-pohjaisessa ennakko-ohjelmassa ilmenevät kullekin aikajaksolle määritetyt toimenpiteet, toimenpiteen suorituspäivämäärä, seuraavan huollon tarvepäivä ja huollon tehneen työntekijän kuittaus. Kaikille aikajaksoille (päivittäin, viikoittain, kuukausittain yms.) luotiin oma taulukko samaan tiedostoon eri välilehdille, jotta kuittausten hoitaminen onnistuisi helposti eikä tarvitsisi avata aina uutta tiedostoa.

Excel-taulukkojen tueksi tehtiin myös kaikille kaukolämpöprosessissa oleville laitteille huoltokortit. Huoltokorteissa ilmenee tarkemmin selitettynä, kuinka toimenpide suoritetaan ja millaisia välineitä siihen tarvitaan.

Työ otettiin käyttöön, kun työ oli esitelty ja perehdytys suoritettu. Työhön tehdyt huoltokortit ja Excel-taulukko laitetaan Kurikan Kaukolämmön serverille, josta se on kaikkien työntekijöiden haettavissa ja käytettävissä. Työ todennäköisesti menee myös Ilmajoen lämpölaitokselle käyttöön, sillä myöskään siellä ei ole käytössään ennakko-ohjelmaa. Tämän työn lopusta löytyvät liiteosiosta savukaasupuhdistimelle tehty huoltokortti (Liite 3) ja Excel-taulukkoon tehty ennakko-ohjelma päivittäisille toimenpiteille (Liite 2).

Laitteistoin toiminnan edellytyksenä on, että kunnossapitoa tehdään säännöllisin väliajoin. Kaikki laitteet vikaantuvat, mutta hyvällä kunnossapidolla vikaantumista voidaan vähentää. Kurikan Kaukolämmöllä ei ole pidetty varsinaista taulukkoa siitä, kuinka laitteissa on ilmennyt korjaustoimenpiteitä vaatineita vikoja. Tällaisten ongelmien esiintyessä niistä kannattaa pitää kirjaa. Vikaantumisia voidaan analysoida ja tarkastella vikaan johtunutta syytä ja sitä kautta tulevaisuudessa välttää vastaavanlaiset tilanteet. Pahimmassa tapauksessa vika aiheuttaa kaukolämmön tuotannon pysähtymisen ja tuottaa yritykselle tappiota korjaustoimenpiteiden lisäksi. Tästä syntyi idea luoda vikahistoriataulukko. Taulukko toimii työkaluna ennakko-ohjelman kehitykselle tulevaisuudessa. Vikaantumisen sattuessa vikahistoriataulukon hoidetaan tarvittavat merkinnät. Vikahistoriataulukon merkitään laite, laitteessa ilmennyt vika, vikaantumisen päivämäärä, vian korjaamisen päivämäärä ja korjauksen suorittaneen henkilön tai yrityksen nimi. Vikahistoriataulukko löytyy tämän työn liitteestä 1.

Vikahistoriataulukon avulla päästään myös kunnossapidon osa-alueiden kehittämiseen. Suurin hyöty ilmenee vikojen ja vikaantumisien selvittämisen lisäksi parantavan kunnossapidon osa-alueella. Mikäli vikaan johtunut syy ilmenee tietystä osasta, parantavan kunnossapidon avulla voidaan miettiä, löytyisikö paremmin soveltuvaa osaa ajamaan vikaantuneen osan asiaa.

Todellinen ennakkohuolto-ohjelma määräytyy käytön aikana. Suunnitelmaa laatiessa on vaikea arvioida kaikkein käytännöllisimpiä huoltotoimenpiteitä ja niiden aikatauluttamista. Käytön aikana työntekijät tulevat huomaamaan, jos jokin ennakkohuolto vaatii tiheämmän tai harvemman huoltovälin, mahdollisesti myös uuden huollettavan kohteen. Tämä työ toimii siis hyvänä pohjana ennakkohuolto-ohjelman kehityksen kannalta. Valmiiseen taulukkoon on helppo muuttaa esimerkiksi huollon aikataulutusta.

6 YHTEENVETO

Kurikan Kaukolämmölle tehdyssä ennakkohuolto-ohjelman laadinnassa onnistuttiin tavoitteiden mukaisesti. Yritykselle luotiin ennakkohuolto-ohjelma, jossa on määriteltä kaukolämpöä tuottaville laitteille ennakkohuollot. Tämän lisäksi työssä suunniteltiin seisokin aikaiset huoltotoimenpiteet, jotka voidaan lukea ennakkohuollon ja ehkäisevän kunnossapidon piiriin. Työssä tehtiin laitteille huoltokortit, joista ilmenee, millaisia toimenpiteitä laitteille tulee tehdä ja milloin ne tehdään. Tämän lisäksi työssä tehtiin huoltoaikataulun mukaiset Excel-taulukot, joista niin ikään ilmenee huollon aikataulutus, toimenpide kohteelle, päivämäärä milloin huolto on tehty ja työntekijän kuittaus.

Työ olisi ollut huomattavasti helpompi toteuttaa, jos aikaisempaa kokemusta olisi ollut kaukolämpölaitokselta. Kokemuksesta huolimatta asioihin perehtymällä päästiin käsitykseen siitä, miten kaukolämpöä tuotetaan, miten erilaiset laitteet toimivat ja millaisia huoltotoimenpiteitä ne vaativat. Toiseksi haasteeksi työssä voidaan lukea se, että laitteistoissa ilmenneistä ongelmista ei ollut pidetty kirjaa, joka tarkoitti syvällisempää perehtymistä laitteisiin ja niissä ilmenneisiin ongelmiin. Laitoksella työskenteleviltä työntekijöiltä kuitenkin sai aina apua sitä kysyttäessä. Työn ja oppimisen kannalta erilaiset haasteet kuitenkin kehittävät osaamista.

Työ otettiin käyttöön Kurikassa ja sen pohjalta hoidetaan ennakkohuollot. Ennakkohuoltojen aikataulutukseen todennäköisesti tulee vielä muutoksia, kun ajan kanssa huoltotoimenpiteitä suoritetaan, jolloin todelliset aikataulutukset ilmenevät. Työ antaa kuitenkin hyvät edellytykset sille tulevaisuudessa tehtäville parannuksille.

LÄHTEET

Aalto, H. 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Aho, J., Hietamäki, E., Hyytiä, H. & Jalovaara, J. 2003. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) 5.50 MW:n polttolaitoksia Suomessa. [Verkkosivu]. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. [Viitattu 23.2.2016]. Saatavana: [http://www.motiva.fi/files/8707/Paras_kayttavissa_oleva_tekniikka_\(BAT\)_5-50_MWn_polttolaitoksissa_Suomessa.pdf](http://www.motiva.fi/files/8707/Paras_kayttavissa_oleva_tekniikka_(BAT)_5-50_MWn_polttolaitoksissa_Suomessa.pdf)

Ennakkohuolto. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Opetushallitus. [Viitattu 25.2.2016]. Saatavana: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html>

Hautala, M. & Peltonen, H. 2011. Insinöörin (AMK) Fysiikka Osa 1. 10. p. Lahti: Lahden Teho-Opetus Oy.

Joronen, T., Kovács, J. & Majanne, Y. (toim.) 2007. Voimalaitosautomaatio. 2. p. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry.

Järviö, J. 2004. Kunnossapito. 2. uud. p. Rajamäki: KP-Media Oy.

Järviö, J., Parantainen, T., Piispa, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. uud. p. Helsinki: KP-Media Oy.

Kaukolämmitys. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Energiateollisuus. [Viitattu 2.4.2016]. Saatavana: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Kaukolämmön toimintaperiaate. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Energiateollisuus. [Viitattu 10.2.2016]. Saatavana: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/toimintaperiaate>

Keuruun Lämpövoima Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.2.2016]. Saatavana: <http://www.keuruunsahko.fi/lampovoima/tuotanto/haapamaen-lampokeskus>

Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.

Kurikan Kaukolämpö Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.2.2016]. Saatavana: <http://www.kurikankaukolampo.fi/kaukolampo>

Kurikan lämpökeskuksen kattilat. Kurikan Kaukolämpö. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Käyttö- ja huolto-ohjeet 1. KPA-kattila 5,0 MW. Kurikan Kaukolämpö. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Käyttö- ja huolto-ohjeet 2. KPA-kattila 6,0 MW ja kuljettimet. Kurikan Kaukolämpö. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Käyttö- ja huolto-ohjeet 3. Leiju. Kurikan Kaukolämpö. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Mekaaninen viistoarinakattila. Kurikan Kaukolämpö. Yrityksen sisäinen dokumentti.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito, Käsitteet ja määritelmät. 3.p. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito, Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Turve ja puu yhdessä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergia ry. [Viitattu 25.2.2016]. Saatavana: <http://www.turveinfo.fi/kayttotavat/energiakaytto/turve-ja-puu-yhdessa>

LIITTEET

Liite 1. Vikahistoriataulukko.

Liite 2. Ennakkohuollon päivittäiset toimenpiteet.

Liite 3. Savukaasupuhdistimen huoltokortti.

LIITE 2. Ennakkohuollon päivittäiset toimenpiteet.

Päivittäin			
Toimenpide	Viimeisin huolto	Seuraava huolto	Kuittaus
Arinakattilan toiminnan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	
Leijupetikattilan toiminnan tarkastus ja petihiekan kunto	24.3.2016	25.3.2016	Työntekijä 1 Työntekijä 2 Työntekijä 3 Työntekijä 4 Työntekijä 5 Työntekijä 6 Työntekijä 7 Työntekijä 8
Puhaltimien silmämääräiset tarkastukset ja kuuntelu	24.3.2016	25.3.2016	
Puhaltimien laakerien lämpötilan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	
Savukaasupuhdistimen tarkastus (syöttää jatkuvasti erotettua pölyä)	24.3.2016	25.3.2016	
Tankopurkainten toiminnan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	
Giljotiinipeltien toiminnan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	
Märkäkolakuljettimen toiminnan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	
Syöttökolakuljettimen toiminnan tarkastus	24.3.2016	25.3.2016	

[Päivittäin](#) |
 [Viikoittain](#) |
 [2 viikon välein](#) |
 [1-2 kk välein](#) |
 [4 kk välein](#) |
 [Vuosittain](#) |
 [Tarpeen vaatiessa](#) |
 [Vikahistoria](#)

LIITE 3. Savukaasupuhdistimen huoltokortti.

Savukaasupuhdistin

↳ Raakakaasu johdetaan tuloaukon kautta jakokammioihin, missä kaasu kuormittaa syklonit tasaisesti. Syklonit on varustettu tangentiaalisilla ohjaussiivillä, jotka antavat kaasulle rotaatioliikkeen. Pöly erottuu kaasusta keskipakovoiman avulla ja poistuu aukoista, jotka johtavat pölykouruihin ja sieltä edelleen pudotuskammioon. Puhdas kaasu palautuu syklonien keskiputken kautta ja puhdaskammiossa kaasut yhtyvät siirtyäkseen edelleen jätöaukon kautta ulos. Lopuksi erotettu pöly kulkee eräissä tapauksissa syöttöjärjestelmään ja tämän käsittelyn jälkeen pöly voidaan lopullisesti hävittää.

↳ Tarkista joka päivä, että erotin syöttää jatkuvasti erotettua pölyä pois. Määrätyillä pölylajeilla on taipumus pakkaantua pölytaskuissa. Mikäli tässä suhteessa ei olla tarkkaavaisia, voi tapahtua, että pöly ehtii täyttämään puhdistimen sisätilat ja tukkii siten koko laitteen.

↳ Tarkista joka kuukausi: avaa kaikki huoltoluukut ja tarkista että tiivisteet ovat kunnossa. Vaurioituneet ja vuotavat tiivisteet vaihdetaan välittömästi. Puhdista pölykourut tarpeen vaatiessa joko harjaamalla tai paineilmapuhalluksella. Varo vaarallisia kaasuja ja pölyjä. Käytä sopivaa varustusta työskennellessäsi puhdistimen sisätiloissa. Kun huoltoluukut on suljettu, tarkista, että kiinnitys on tiivis. Vuotavat luukut voivat aiheuttaa käyttöhäiriöitä ja tulipaloja.

Toimenpide	Aikataulu
Savukaasupuhdistimen tarkastus (syöttää jatkuvasti erotettua pölyä)	Päivittäin
Tiivisteiden tarkastus	1 krt kuukaudessa
Pölykourujen puhdistus	1 krt kuukaudessa tai useammin