

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikan koulutus

2023

Olavi Raitamäki

# LÄMPÖLAITOSTEN HUOLTO- OHJELMA



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2023 | 36 sivua

Olavi Raitamäki

## Lämpölaitosten huolto-ohjelma

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Kyrö-Service Oy:lle toimiva huolto-ohjelma kiinteän polttoaineen arinakattiloille. Huolto-ohjelmalla pyritään luomaan luotettava ja helppokulkuinen huolto, josta jää sähköinen historia. Lisäksi jokaisesta huollettavasta kattilasta luotiin konekortti Excel-taulukkoon, jossa on kaikki lämpölaitoksen mekaniikkaan liittyvät komponentit.

Työ alkoi selvittämällä erilaiset pilvipohjaiset kunnossapitosovellukset. Lisäksi alettiin täyttää konekortteja kattilavalmistajan kansioista ja osallistuttiin kattiloiden huoltoihin ja korjauksiin, jotta myös käytännön työ tulisi tutuksi. Tämä helpotti huomattavasti huolto-ohjelman tekemistä.

Huolto-ohjelmaa alettiin kehittää Spotilla.com alustalle, josta löytyi kaikki tarvittavat työkalut, joilla voitiin luoda halutun mallinen pohja huolloille ja korjauksille. Ensin luotiin yhdelle kattilalle huolto-ohjelma, jossa on kaikki huoltotoimenpiteet halutussa järjestyksessä. Kun ohjelma todettiin hyväksi, voitiin sen pohjalta luoda muille huollettaville kattiloille räätälöity ohjelma laitoskohtaisesti.

Asiasanat:

Huolto-ohjelma, kunnossapito, lämpölaitos, ennakoiva huolto

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical engineering

2023 | number of pages

Olavi Raitamäki

## Maintenance plan for heating plants

The aim of this thesis was to develop a functional maintenance plan for solid fuel grate heating plants for Kyrö-Service Oy. The maintenance software aims to create a reliable and easy to use maintenance system, which will leave a digital history. In addition, for each heating plant to be serviced, a machine card was created in an Excel spreadsheet containing all the components related to the mechanics of the heating plant.

The work started by exploring the various cloud-based maintenance applications. In addition, we started to fill in machine cards from the heating plant manufacturer's folders and participated in heating plant maintenance and repairs to familiarize ourselves with the practical work. This made it much easier to draw up a maintenance program.

The development of the maintenance program started on the Spotilla.com platform, which provided all the tools needed to create the desired template for the maintenance and repairs. First, a maintenance program was created for one heating plant, with all the maintenance operations in the desired order. Once the program was found to be good, it was used to create a customized program for the other heating plants to be serviced, on a site-by-site basis.

Keywords:

Maintenance program, maintenance, heating plant, preventive maintenance

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Kunnossapito</b>	<b>8</b>
2.1 Kunnossapitolajit	9
2.1.1 Korjaava kunnossapito	9
2.1.2 Ehkäisevä kunnossapito	9
2.1.3 Parantava kunnossapito	9
2.1.4 Huolto	10
2.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	10
<b>3 Kunnossapitosuunnitelma</b>	<b>11</b>
3.1 Huollettavat laitteet	11
3.1.1 Arina	11
3.1.2 Kattila	14
3.1.3 Tankopurkaimet	16
3.1.4 Ruuvikuljetin	17
3.1.5 Palamisilmapuhaltimet	18
3.1.6 Sykloni	19
3.1.7 Savukaasuimuri	20
3.1.8 Hydraulikka	21
3.1.9 Savukaasukanavat ja savupiippu	22
3.1.10 Takapalo sammutusjärjestelmä	23
3.1.11 Kompressori ja paineilma	24
3.2 Huolto-ohjelma	24
3.2.1 Sähköinen huolto-ohjelma	25
3.2.2 Sähköinen huoltohistoria	25
3.2.3 Huolto-ohjelman tiedostorakenne	26
<b>4 Toteuttaminen</b>	<b>27</b>
4.1 Spotilla	27

4.2 Konekortti	28
<b>5 Yhteenveto</b>	<b>30</b>
<b>Lähteet</b>	<b>31</b>

## **Liitteet**

Liite 1.Haastattelu

## **Kuvat**

Kuva 1. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 mukaan (Järviö ja Lehtiö 2017, 46).	8
Kuva 2. Arinan jäähdytys putkisto.	12
Kuva 3. Arina ylhäältä ja arinapalat.	13
Kuva 4. Arina liikutustangot ja arinan alapuoli.	13
Kuva 5. Holvikaaret ja muuraukset.	14
Kuva 6. Automaattinuohousjärjestelmä.	15
Kuva 7. Tankopurkaimet.	16
Kuva 8. Tankopurkaimen hydraulisylinteri.	17
Kuva 9. Nousu- ja syöttöruuvikuljetin.	18
Kuva 10. Palamisilmapuhaltimet ensiö (vas.) ja toisio (oik.).	19
Kuva 11. Monosykloni	20
Kuva 12. Savukaasuimuri.	21
Kuva 13. Hydraulikoneikko.	22
Kuva 14. Savupiippu ja savukaasukanavan tarkastusluukku.	23
Kuva 15. Takapalo sammutusjärjestelmä.	24
Kuva 16 Tarkastuslistan kenttä, pudotusvalikko (Spotilla)	28
Kuva 17 Konekortti palamisilmapuhaltimet	29

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

KPA

Kiinteä polttoaine

SRF

Solid recovered fuel (kierrätyspolttoaine)

# 1 Johdanto

Hyvin huolletut KPA-arinakattilat ovat oleellinen osa yrityksen tai maatilan lämmöntuotantoa. Jos kattilan huoltoa laiminlyödään voi siitä seurata normaalia alhaisempi tehokkuus tai laitteiston vikaantuminen.

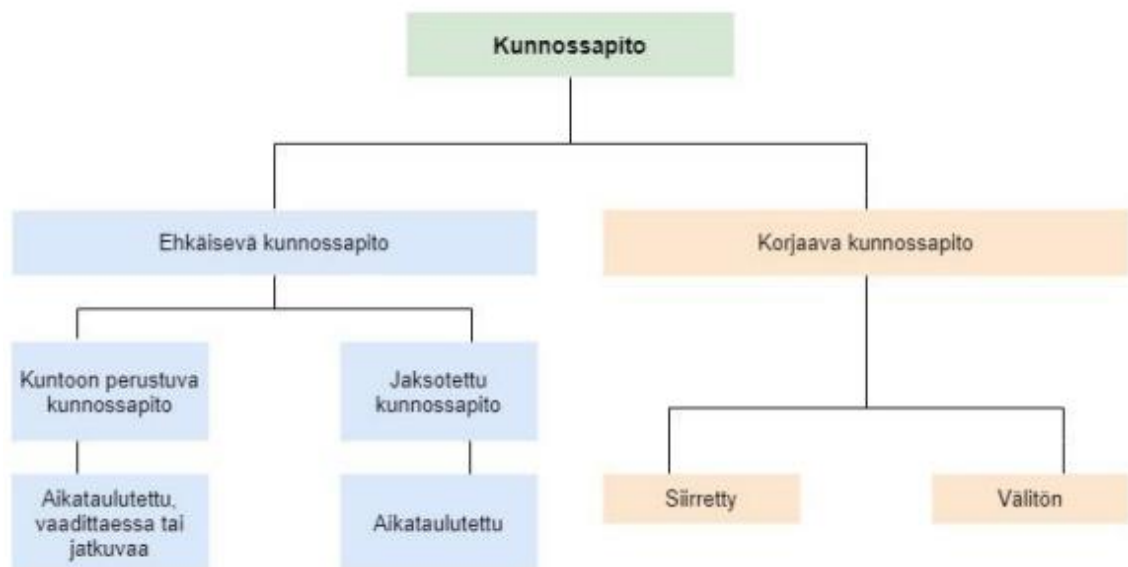
Tämä opinnäyte työ on tehty Kyrö-Service Oy:lle, joka haluaa tarjota asiakkaille laadukasta ennakkohuoltoa ja nopeita vikatilanteen korjauksia, joista asiakas saa sähköisen raportin, missä on tarkkaan eritelty mitä huollon tai korjauksen yhteydessä on tehty. Sähköinen huoltohistoria ja täydellinen laitoskohtainen konekortti auttaa huoltoihin valmistautumisessa, kun nähdään mitä kattilalle on tehty ja milloin, sekä kaikki mahdolliset varaosat. Aiemmin yrityksellä on ollut käytössä paperinen huolto-ohjelma, joka ei ole laitoskohtainen ja jossa ei ole kaikkia huollettavia komponentteja. Paperinen huolto-ohjelma on myös nykypäivänä kankea toiminta tapa, koska sen varastointi vaatii tilaa ja se voi olla vaikea löytää, kun halutaan tietää mitä laitokselle on tehty.

Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti kunnossapitoa ja sen osa-alueita. Lisäksi käydään läpi KPA-kattiloiden ennakoidun huollon tarpeellisuutta ja miksi on kannattavaa siirtää yrityksen informaatiota digitaaliseksi.

## 2 Kunnossapito

Kunnossapidon tavoitteena on saavuttaa koneiden ja laitteiden hyvä toimintakunto, joka mahdollistaa edulliset tuotantokustannukset, laadukkaan tuotteen tai tuotannon hintaan nähden sekä lisäksi turvallista ja ympäristöä säästävää. (Ansaharju 2009, 298.)

Kunnossapitoa voidaan luokitella monilla eri tavoin. Esimerkiksi standardin SFS-EN 13306:2010 kuvaa kunnossapitoa Kuvan 1. mukaisesti. Tässä kunnossapito on luokiteltu kahteen eri luokkaan, ehkäisevä kunnossapito ja korjaava kunnossapito. Korjaava kunnossapito, joka on siirrettyä tai välitöntä, sisältyy kunnostaminen ja korjaaminen, ja siinä palautetaan laitteiston toimintakunto ja esiin tulleet viat. Ehkäisevä kunnossapito sisältää kuntoon perustuvan kunnossapidon tai jaksotetun kunnossapidon. Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla pyritään välttämään laitteen rikkoutuminen etukäteen (Ansaharju 2009, 299.)



Kuva 1. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 mukaan (Järviö ja Lehtiö 2017, 46).

## 2.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan lajitella viiteen eri päälajeihin. Nämä ovat korjaava kunnossapito, ehkäisevä kunnossapito, parantava kunnossapito, huolto sekä vikojen ja vikaantumisen selvittäminen.

### 2.1.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitoa, jossa korjataan vikaantunut osa tai komponentti. Korjaava kunnossapito voi olla häiriökorjausta, joka on suunnittelematonta tai kunnostusta, joka on suunniteltua. Tähän kunnossapitoon sisältyy vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus tai toimintakunnon palauttaminen. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

### 2.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään seuraamaan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämääränä on vähentää komponenttien tai laitteiston toimintakyvyn heikkenemistä tai vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät aikataulutettu kunnossapito, kunnonvalvonta, kuntoon perustuva kunnossapito ja vikaantumistietojen analysointi. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

### 2.1.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tavoitteena on parantaa koneiden käytettävyyttä ja luotettavuutta tai modernisoida ne vastaamaan uusia vaatimuksia ja uusinta teknologiaa. Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä laitteistoa voidaan muuttaa käyttämällä uudempia osia tai komponentteja. Kohteen suorituskyky ei tästä varsinaisesti parane, mutta laite saa lisää elinaikaa. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

Toinen pääryhmä muodostuu uudelleensuunnittelusta tai korjauksista. Näiden tarkoituksena ei ole kuitenkaan välttämättä parantaa suorituskykyä, vaan pyrkiä parantamaan laitteen luotettavuutta. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

Kolmannessa pääryhmässä pyritään muuttamaan laitteen suorituskykyä, uudistamalla sekä kone että valmistusprosessi. Tätä kutsutaan modernisaatioksi. Kun vanhalla laitteella ei pystytä valmistamaan uusia kilpailukykyisiä tuotteita ja laitteella on vielä elinaikaa jäljellä, voidaan laitetta modernisoida sen sijaan, että hankittaisiin uusi laite. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

#### 2.1.4 Huolto

Huoltamalla pyritään ylläpitämään laitteiden toimintakyky ja käyttöominaisuudet mahdollisimman hyvänä. Tämä on tärkeää, koska näin voidaan välttyä odottamattomalta vian tai vaurion syntymiseltä. Huolto on yleensä jaksotettua toimintaa, eli niitä yleensä suoritetaan määrätyn väliajoin ajallisesti tai joidenkin käyttöarvojen saavutettaessa. Yleisesti jaksotettuun huoltoon sisältyvät toimintaedellytyksien vaaliminen, käytön suorittaminen kunnossapito, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

#### 2.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Tuotantoprosessin vikojen ja vikaantumisen selvittämisessä pyritään paikantamaan tekijät, kuten huonot komponentit tai virheellinen käyttö, jotka voivat vaikuttaa epäedullisesti tuotantoprosessiin. Vian tutkimisen perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla voidaan estää, ettei vahinkoa tapahdu uudestaan. Vikojen selvittämiseen tavanomaisimpia menetelmiä ovat riskinhallinta, materiaalien- ja suunnittelun tarkastelu, juurisyyn selvittäminen, mallintaminen ja vika-analyysi. (Järviö ja Lehtiö 2017, 51.)

## 3 Kunnossapitosuunnitelma

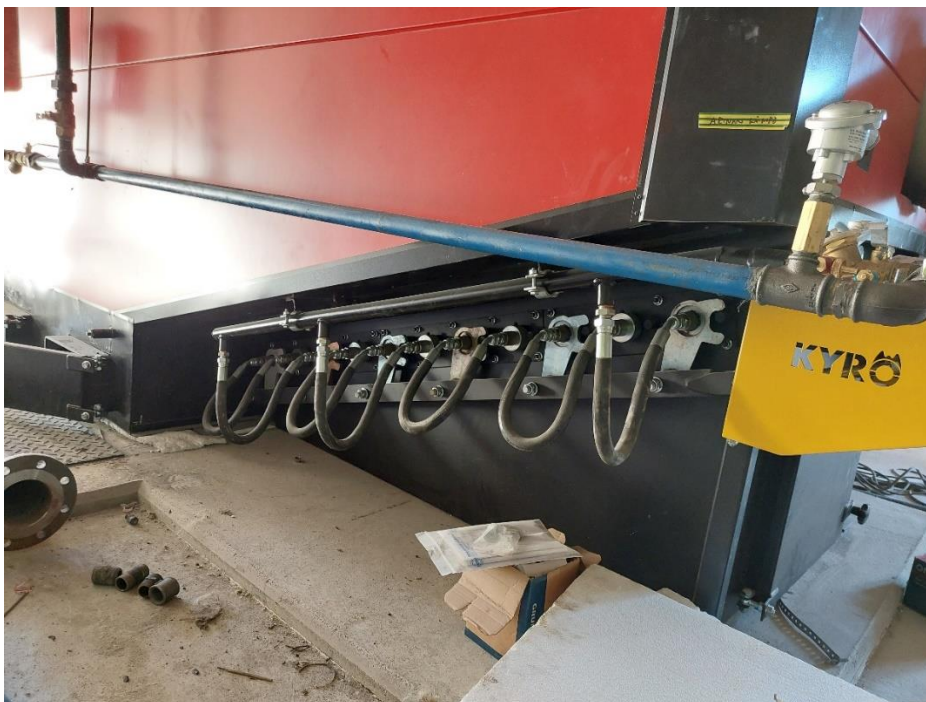
### 3.1 Huollettavat laitteet

Huollettaviin komponentteihin on sisällytetty toiminnan kannalta kaikki tärkeät laitteet ja komponentit. Tässä kappaleessa käydään läpi kaikki huolto-ohjelmaan sisältyvät komponentit ja vähän niiden huollosta.

#### 3.1.1 Arina

Arinassa on paljon liikkuvia osia, joten sen tarkka läpikäyminen on oleellista huollon yhteydessä. Suurimmat vikaantumiset, mitkä yleensä tapahtuvat, ovat arinan liikutukseen liittyvät laakerit, arinan jäähdytys järjestelmä ja arinapalat. Laakerit puhdistetaan, jotta niille voidaan suorittaa silmänmääräinen tarkastus ja sen jälkeen laakerin mukaan, ohjeen mukainen määrä rasvaa. Rikkoutunut laakeri voi aiheuttaa arinan jumittumisen, jonka seurauksena polttoaine ei pääse liikkumaan arinalla eteenpäin. Tämä johtaa kattilan jäähtymiseen, jolloin syöttöruuvi saa käskyn antaa kattilaan lisää polttoainetta lämpötilan nostamiseksi. Polttoaine ei pala ja tämä voi johtaa siihen, että kattila täytyy kokonaan polttoaineesta.

Viallinen arinan jäähdytys järjestelmä voi johtaa samaan lopputulokseen. Arinan jäähdytys järjestelmän putkistoon (Kuva 2) voi tulla tukos, joka voi aiheuttaa arinakannattimen ylikuumentumisen ja vioittumisen.



Kuva 2. Arinan jäähdytys putkisto.

Arinapalojen käyttöikään vaikuttaa suurimmilta osin polttoaineen laatu. Polttoaineen seassa oleva liiallinen hiekka tai rauta voivat lyhentää arinapalojen elinikää huomattavasti. Jos polttoaine on puhdasta ovat arinapalat normaalisti hyvinkin pitkäikäisiä. (Kuva 3.)



Kuva 3. Arina ylhäältä ja arinapalat.

Arinapalat ja jäähdytysjärjestelmä voidaan tarkastaa vain täyden seisakin yhteydessä. Huollon yhteydessä arinan päältä ja alta imuroidaan tuhkat, jonka jälkeen voidaan paremmin visuaalisesti tarkastaa komponenttien kunto. Kuvassa 4 nähdään arinan liikutustangot ja arinapalat alapuolelta.



Kuva 4. Arina liikutustangot ja arinan alapuoli.

### 3.1.2 Kattila

Kattilassa tarkastettavat pääkohdat ovat holvikaarien ja muurausten (Kuva 5) tarkistus, automaattinuohoimen (Kuva 6) tarkastaminen ja tuubiputkien nuohous käsin. Kattilan tarkastusluukkujen ja muiden mahdollisten ilmavuotojen paikat tarkastetaan.

Holvikaarien ja muurausten kunto on tarkastettavissa ainoastaan kattilan sisältä. Näiden rikkoutuminen ei aiheuta välitöntä vaaraa ja usein uuden holvikaaren saaminen voi kestää niin kauan, että rikkoutunut holvikaari korjataan seuraavan huollon yhteydessä.



Kuva 5. Holvikaaret ja muuraukset.

Vaikka kattiloissa on automaattinuohous, jää tuubiputkien reunoille aina pieni määrä nokea. Tämän takia automaattinuohous tulee purkaa ja nuohointa käyttäen poistaa kaikki noki tuubiputkien pinnalta. Tätä ei kuitenkaan välttämättä tehdä jokaisen huollon yhteydessä, koska automaattinuohouksen purku vaatii paljon työtä. Tilanne on kuitenkin usein tapauskohtainen ja riippuu kattilassa käytettävästä polttoaineesta ja tehon tuotannosta, kuinka paljon

nokea tuubiputkiin kertyy. Asia käydään läpi asiakaskohtaisesti, kuinka usein asiakas haluaa, että tuubiputket nuohotaan. Huoltoa tekevä yritys antaa ehdotuksen riippuen lämmöntuotannon määrästä ja käytettävästä polttoaineesta.



Kuva 6. Automaattinuohousjärjestelmä.

Ilmavuodot tarkastetaan käyttäen savukynää. Savukynällä käydään kaikki mahdolliset vuotokohdat läpi samalla, kun savukaasuimuri on päällä ja imee alipaineen kattilan sisään. Ilmavuoto voi vaikuttaa happianturin arvoihin, jos palamisen jälkeen anturille tulee vuodosta johtuvaa ilmaa. Ilmavuodon korjaus tapahtuu tapauskohtaisesti, riippuen missä ilmavuoto on. Yleinen ilmavuodon paikka on tarkastusluukku, joka voidaan usein korjata tiivisteiden vaihdolla.

### 3.1.3 Tankopurkaimet

Tankopurkaimet (Kuva 7) sijaitsevat polttoainevaraston tai -säiliön alla. Tämän takia niiden tarkastaminen on vaikeaa, koska niiden päällä on lähes aina polttoainetta.



Kuva 7. Tankopurkaimet.

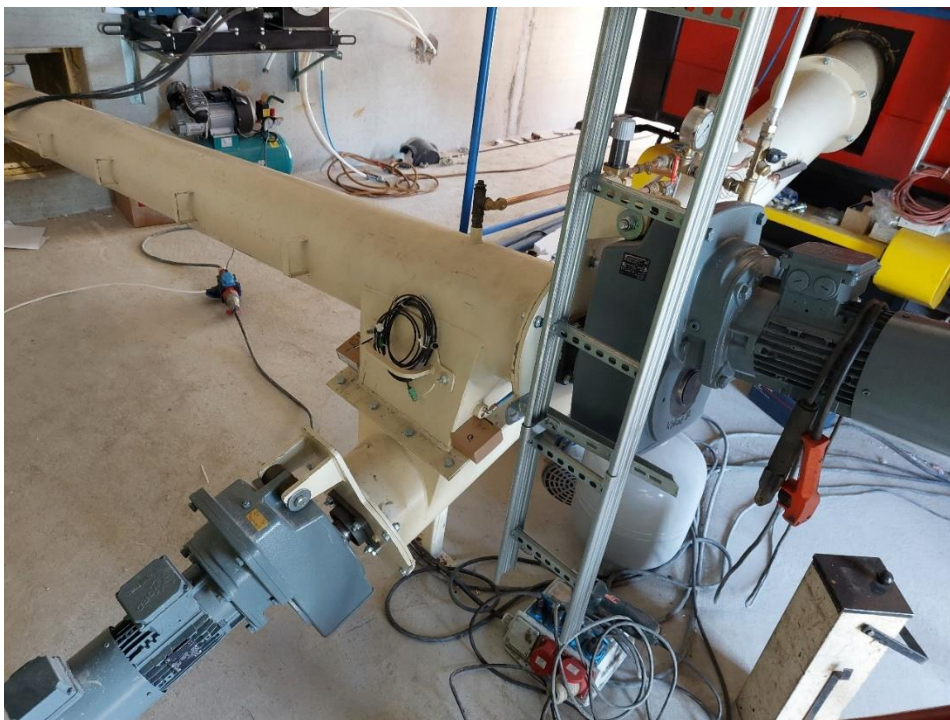
Tankopurkaimet tarkistetaan kuitenkin niin laajasti, kuin on mahdollista. Tankopurkaimien hydraulisyylinterit voidaan aina tarkastaa (Kuva 8). Näissä voi välillä esiintyä kiinnityskohtien murtumia, joka johtaa usein koko sylinterin vaihtoon.



Kuva 8. Tankopurkaimen hydraulisylinteri.

### 3.1.4 Ruuvikuljetin

Ruuvikuljetin (Kuva 9) on kompakti, monikäyttöinen ja pitkäikäinen komponentti. Toiminta perustuu pyörivään ruuviin, jolla voidaan työntää tai vetää tuotetta. Ruuvikuljettimia käytetään polttoaineen sekä tuhkan siirtoon. Ruuvin tarkastus on seisakin aikanakin vaikea toteuttaa, koska siitä ei voi usein nähdä kuin ruuvin päädyt tarkastusluukuista. Jos ruuvin lehti on hyvin kulunut, ei sitä siis voi nähdä muuta kuin purkamalla koko ruuvi. Ruuvin lehden kuluminen voi myös aiheuttaa polttoaineen kiillautumisen lehden ja putken väliin aiheuttaen vikatilanteen.



Kuva 9. Nousu- ja syöttöruuvikuljetin.

### 3.1.5 Palamisilmapuhaltimet

Palamisilmaa syötetään tyypillisesti kahdessa tai kolmessa vaiheessa. Primääripuhallin syöttää ilmaa arinan alle ja sekundääripuhaltimen ilmalla poltetaan polttoainekerroksen päälle, jossa poltetaan polttoaineesta haihtuneet palamiskelpoiset kaasut. (Raiko 2002, 474.)

Palamisilmapuhaltimissa (Kuva 10) ei ole hirveästi huollettavaa. Pääasiana on tarkistaa puhaltimien ja niiden säätöpeltien toiminta. Myös ilmakeinavat on hyvä tarkistaa, ettei niihin ole kertynyt epäpuhtauksia, joka voisi vaikuttaa ilman tuloon ja siten palamiseen.



Kuva 10. Palamisilmappuhaltimet ensiö (vas.) ja toisio (oik.).

### 3.1.6 Sykloni

Sykloni (Kuva11) on laite, joka puhdistaa polton yhteydessä syntyvästä savukaasusta pienhiukkasia sekä lentotuhkaa. Savukaasun saapuessa sykloniin, ajautuu kaasu syklonin sisällä olevaan spiraalimaiseen liikkeeseen, jossa massavaikutuksen ja keskipakoisvoiman avulla hiukkaset sinkoutuvat syklonin sileään seinämään ja valuvat näin painovoiman vaikutuksesta alas. (Ohlström, M. 1998, 37–39.)

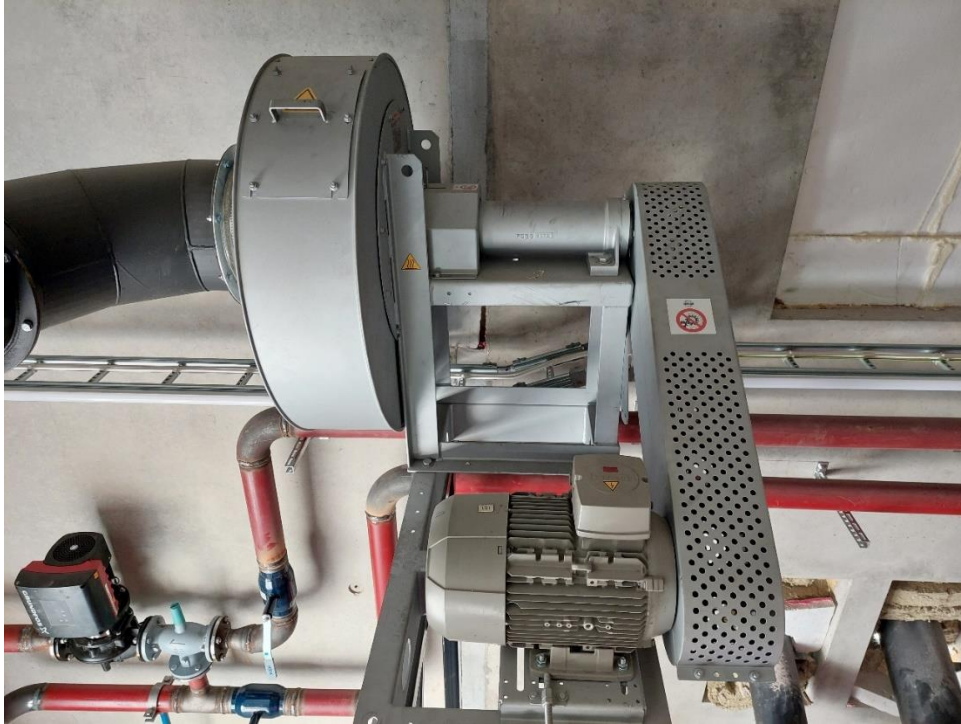


Kuva 11. Monosykloni.

Syklonia huoltaessa on hyvä tarkastaa tarkastusluukusta syklonin sisäpinnat, ettei niihin ole tarttunut tuhkaa. Multisykloneihin on myös asennettu paineilmanuohous, jonka toiminta tulee tarkastaa. Paineilmanuohouksen vikaantuminen voi aiheuttaa syklonin tukkeutumisen, joka voi huonossa tapauksessa aiheuttaa tuhkan ja hiukkasten imeytymisen takaisin savukaasun sekaan ja näin myös ulkoilmaan.

### 3.1.7 Savukaasuimuri

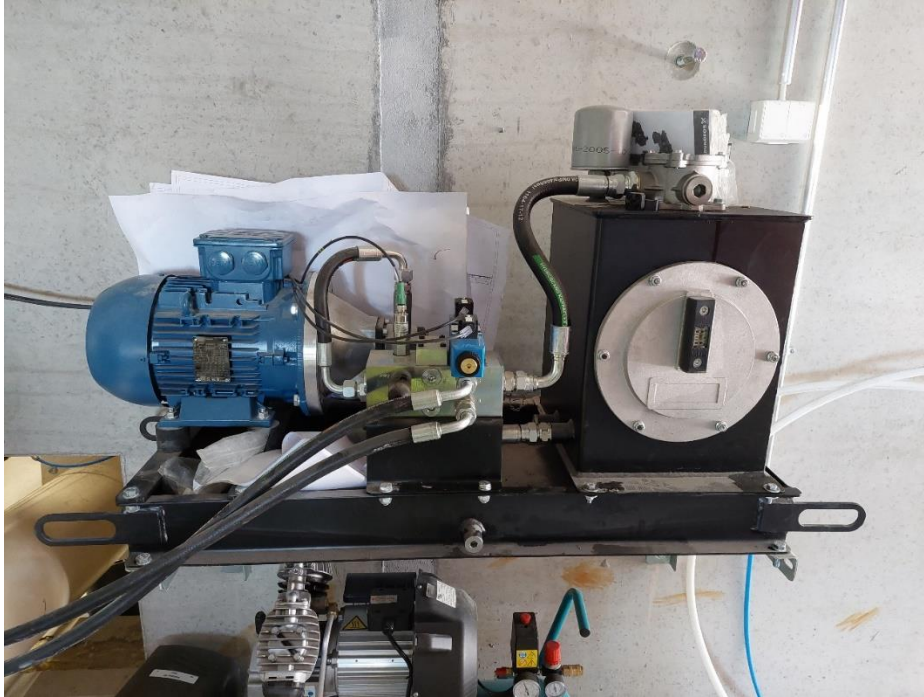
Savukaasuimurista tulee tarkistaa sen hihnat tai laakerit riippuen imurista. Lisäksi siipipyörän kunto on oleellista tarkistaa ja puhdistaa. Pölyttynyt siipipyörä voi aiheuttaa tärinää, josta voi aiheuta laitteen vikaantuminen. (Kuva 12.)



Kuva 12. Savukaasuimuri.

### 3.1.8 Hydraulikka

Hydrauliikkajärjestelmää huollettaessa tehdään hydraulikoneikolle (Kuva 13) kattava huolto ja tarkastus. Kaikkien komponenttien toiminta ja öljyn määrä tulee tarkastaa ja lisäksi paluu suodatin on hyvä vaihtaa vuosihuollon yhteydessä. Hydrauliputket ja -liitokset tulee tarkastaa vuotojen varalta ja tehdä tarvittaessa korjauksia. Valuva hydraulineste voi olla suuri vaaratilanne kuumassa ympäristössä.



Kuva 13. Hydraulikoneikko.

### 3.1.9 Savukaasukanavat ja savupiippu

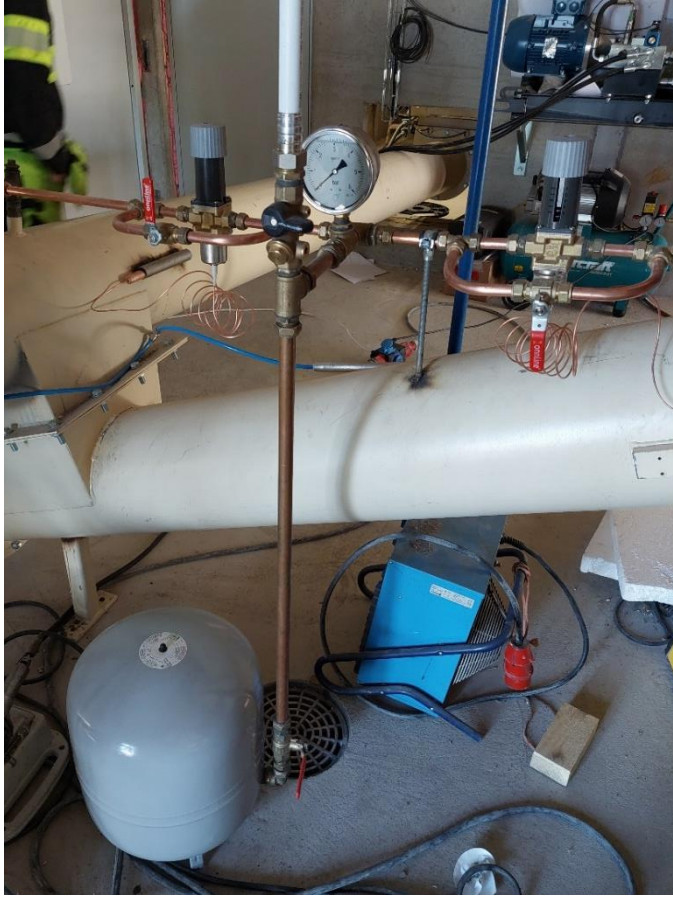
Savupiippu on hyvä nuohota kerran vuodessa vuosihuollon yhteydessä. Savukaasukanaville tulee tehdä silmämääräinen tarkastus kanavan sisälle tarkastusluukusta. Silmämääräinen tarkastus on tärkeää, sillä siinä voidaan havaita mahdolliset kerääntymät tai tukokset, jotka voivat aiheuttaa ongelmia savukaasun poistumiselle. (Kuva 14.)



Kuva 14. Savupiippu ja savukaasukanavan tarkastusluukku.

### 3.1.10 Takapalo sammutusjärjestelmä

Takapalo sammutusjärjestelmä (Kuva 15) on kiinni kattilaan syöttävässä ruuvikuljettimessa. Järjestelmässä on kapillaaritermostaatti, joka on asennettu ruuvin seinämään. Termostaatti laukaisee lämmitessään venttiilin, jolloin järjestelmä syöttää ruuviin vettä. Takapalo voi aiheutua esimerkiksi kattilan liian pienestä alipaineesta, jonka seurauksena palo voi siirtyä syöttöruuvia pitkin taaksepäin. Tästä syystä on tärkeää varmistaa järjestelmän toimivuus huollon yhteydessä. Jos järjestelmä ei toimi voi takapalo pahimmassa tapauksessa siirtyä polttoainevarastoon asti.



Kuva 15. Takapalo sammutusjärjestelmä.

### 3.1.11 Kompessori ja paineilma

Huollon tilaajan mukaan voidaan kompressorillekin tehdä kattava vuosihuolto. Myös paineilmajärjestelmälle on hyvä tehdä tarkistus mahdollisten vuotojen varalta.

### 3.2 Huolto-ohjelma

Huolto-ohjelmaa lähettäessä suunnittelemaan on tiedettävä toiminnot ja tiedot, jotka huolto-ohjelmasta tullaan haluamaan. Niiden pohjalta voidaan lähteä tarkastelemaan eri vaihtoehtoja eri kunnossapito ohjelmistoille. Näitä toimintoja mietittiin ja käytiin läpi yhdessä Kyrö-Servicen toimitusjohtajan kanssa.

Palaverin jälkeen löydettiin muutama avaintoiminto, jotka olivat käytännössä välttämättömiä Kyrö-Servicen huolto tarpeisiin. Mobiililaitteella läpi käytävä sähköinen huolto-ohjelman tarkastuslista, sähköinen huoltohistoria sekä mahdollisuus lisätä kuvia ja tiedostoja laitoskohtaisesti.

### 3.2.1 Sähköinen huolto-ohjelma

Ennen opinnäytetyön aloittamista Kyrö-Servicellä oli käytössä paperinen huollon tarkastuslista. Paperisella tarkastuslistalla todettiin monia heikkouksia. Listoja on vain yksi, kun taas huollettavista lämpölaitoksista lähes kaikki ovat vähän erilaisia. Tällaisella systeemillä niistä voi puuttua kriittisiä huollon vaiheita. Tämä nostaa inhimillisen virheen sattumista, kun huolto toimenpide voi esimerkiksi unohtua. Jokaisen laitokseen räätälöidyllä tarkastuslistalla vähennetään inhimillisen virheen tapahtumista.

Paperisen tarkastuslistan arkistointienkin voi olla haastavaa. Paperinen kiinteä arkisto vie tilaa ja usein sieltä tietyn paperin löytäminen voi olla aikaa vievää. Lisäksi jos tietyn laitoksen edellisestä huollosta halutaan informaatiota, voi sen noutaminen olla tietyissä tilanteissa käytännössä mahdotonta, jos ollaan jo suorittamassa uutta huoltoa ja kiinteä arkisto on monen ajotunnin päässä kohteesta. Sähköisellä tarkastuslistalla tämä voidaan eliminoida kokonaan, jos kaikilla asentajilla on omasta mobiililaitteesta pääsy edellisiin huoltoihin.

Sähköinen tarkastuslista voidaan myös helpommin lähettää asiakkaalle. Näin myös asiakas pääsee tarkalleen näkemään, mitä lämpölaitokselle on tehty ja milloin.

### 3.2.2 Sähköinen huoltohistoria

Edellisessä kappaleessa käytiin läpi sähköisen huoltohistorian hyötyjä. Kaikkein asentajien pääsy huoltohistoriaan voi säästää useita työtunteja, kun informaatiota ei tarvitse lähteä tietystä paikasta etsimään vaan se löytyy aina mukana olevalta mobiililaitteelta.

Kun edellisten huoltojen yhteydessä tarkastuslistoihin on voitu lisätä kommentteja, on ne helposti nähtävissä, jos tarkastellaan edellisiä huoltoja ja vikakorjauksia valmistautuessa seuraavaan vuosihuoltoon. Jos on esimerkiksi mainittu, että tietty laakeri tulee vaihtaa seuraavan huollon yhteydessä, voi se helposti unohtua. Sähköisestä huoltohistoriasta se on helppo palauttaa mieleen.

### 3.2.3 Huolto-ohjelman tiedostorakenne

Viimeisenä avaintoimintona oli helppo käyttöinen tapa varastoida tiedostoja ja kuvia laitos kohtaisesti. Tästä on suuri apu, kun huoltoon tai vika korjaukseen valmistaudutaan ja voidaan konekortista katsoa kaikkien laitteistojen varaosat. Väärän varaosan hankkiminen voi aiheuttaa paljon ylimääräisiä kustannuksia. Tämän takia sähköisesti löytyvät tiedot, jotka ovat oikeassa paikassa ja helposti tarkistettavissa voi helpottaa työtä huomattavasti.

Laitoksiin voidaan myös välillä tehdä suurempia parantavia tai ehkäiseviä huoltoja, joissa laitoksen komponentit voivat muuttua, jolloin alkuperäiset kuvat ja tiedot laitoksesta ei pidä enää paikkaansa. Tällöin on helppo ottaa muutoksista kuvia ja tallentaa ne pilvipalveluun laitoksen tietoihin. Myös konekortin päivittäminen on helppoa sähköisesti. Näin voidaan välttyä tilanteelta, jossa valmistaudutaan huoltamaan laitosta, josta on puutteellista tai vanhaa tietoa.

## 4 Toteuttaminen

Toteuttaminen aloitettiin, kun tiedettiin huolto-ohjelman vaatimukset ja huollettavat laitteet. Seuraavana vaiheena oli valita sopiva pilvipohjainen kunnossapito-ohjelma. Tähän soveltui hyvin Spotilla. Myös konekortteja luotiin laitoskohtaisesti. Tähän riittävän hyvä työkalu oli Excel taulukko, johon voitiin lisätä varaosa tai komponentti ja siitä tarvittavat tiedot.

### 4.1 Spotilla

Spotilla on tietokoneella tai mobiililaitteella huolto töiden ohjaamiseen käytettävä pilvipohjainen sovellus. Sovelluksessaan mahdollisuus töiden jakamiseen haluttuihin tehtäviin, oikeille henkilöille oikeaan aikaan. Huollon tekijä seuraa omasta mobiililaitteesta seuraavat työtehtävät. Töiden ohjaamisessa työtehtävät voidaan syöttää sovellukseen, johon huollon tekijä pystyy kirjaamaan varaosat sekä työtunnit ja laittamaan liitteeksi kommentteja ja kuvia.

Spotillaan voidaan luoda huolto-ohjelmia, johon saadaan luotua tehtävälomake, joka toimii huollon tarkastuslista. Tarkastuslistaan on eritelty jokainen tarkastettava komponentti, joiden tyyppiä on mahdollista asettaa monta vaihtoehtoa. Kyrö-Servicen käyttöön soveltuu parhaiten pudotusvalikko, johon voi itse valita pudotusvalikon arvot. Kuvassa 16 nähdään tarkastuslistan kenttä, missä on pudotusvalikon eri arvot. Nämä arvot vaihtelevat huollettavan komponentin mukaan. Useimmissa komponenteissa on kodat "kunnossa", "korjattu", "korjattava", "ei tarkastettu" ja "vaihdettu". Mutta esimerkiksi savupiipun pudotusvalikkoon riittää "nuohottu" ja "ei nuohottu".

Päivitetään kenttää Arinaliikutus moottori ×

Nimi \*

Arinaliikutus moottori

KENTÄN TYYPPI JA PDF-RAPORTIN KUVAKKEET

Tyyppi Tyhjä

Pudotusvalikko ▼ ■ ▼

Pudotusvalikon arvot ja Täytetty-ikonit \*

Syötä arvot listana

Pudotusvalikon arvot		Täytetty
Kunnossa	<span>+</span> <span>-</span>	<span>✓</span> <span>▼</span>
Korjattu	<span>-</span>	<span>✓</span> <span>▼</span>
Korjattava	<span>-</span>	<span>⚠</span> <span>▼</span>
Ei tarkastettu	<span>-</span>	<span>■</span> <span>▼</span>
Vaihdettu	<span>-</span>	<span>✓</span> <span>▼</span>

Kuva 16 Tarkastuslistan kenttä, pudotusvalikko (Spotilla).

Huollosta pystytään luomaan PDF raportti, josta nähdään kaikki tarkastetut komponentit ja niiden pudotusvalikkojen arvo sekä huollon tekijän mahdolliset kuvat ja kommentit. Tämä tallentuu laitekohtaisesti huoltohistoriaan, josta kaikilla asentajilla on nopea pääsy tarvittaessa.

Spotillassa pystytään helposti myös varastoimaan haluttua tietoa.

Tiedostorakenteen pystyy luomaan itselle sopivaksi, jolloin tiedon etsintä helpottuu. Tiedostorakenteeseen pystyy laitekohtaisesti lisäämään kuvia ja tiedostoja, kuten kuvia laitoksen komponenteista, laitoksen päästömittauspöytäkirja tai konekortteja.

#### 4.2 Konekortti

Konekortteja alettiin luomaan laitoskohtaisesti Excel-taulukkoon. Tämä todettiin helppokäyttöiseksi ja riittäväksi. Kuvassa 17 nähdään taulukon perusrakenne ja tiedot, mitkä palamisilmapuhaltimista haluttiin. Taulukkoon on otsikoitu jokainen

isompi kokoonpano ja sen alle on listattu kaikki sen kokoonpanon komponentit. Kaikki positiot ovat listattuna samalle Excel sivulle halutussa järjestyksessä. Tämä todettiin helppolukuisimmaksi järjestelyksi.

POS	Tunniste	Nimitys	kpl	Tyyppi	Mitat/Malli / Valmistusnumero	Piir.no	Lisätiedot
8		Palamisilmapuhaltimet					
		Ensiöpuhallin	1		CPM-1435-4T-4 RD		
		Ensiöpuhaltimen moottori	1		201907260377 / 1460RPM		3kW
		Ensiöpuhaltimen moottori laakeri	2		6206ZZ		
		Toisiopuhaltimet	2		CMP-1025-2T-4 230/400V IE3		
		Toisiopuhaltimien moottori	2		A17111710268 / 2910RPM		3kW
		Toisiopuhaltimien moottori laakeri	4		6206		

Kuva 17 Konekortti palamisilmapuhaltimet.

Valmistunut konekortti lisättiin nyt laitoksen tiedostoihin. Opinnäytetyön tekohetkellä ei ollut mahdollista muokata konekortteja suoraan Spotilla järjestelmässä. Kortti piti ensin tallentaa paikalliselle koneelle ja tehdä halutut muutokset, jonka jälkeen vanha kortti pilvessä voitiin korvata uudella versiolla.

## 5 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli laatia mahdollisimman helppokäyttöinen ja selkeä huolto-ohjelma KPA-laitoksille. Työ aloitettiin tutustumalla perusteellisesti huollettaviin lämpölaitoksiin, osallistumalla niiden huolto- ja asennustöihin sekä perehtymällä valmistajan dokumentaatioihin. Työn tuloksena saatiin monille huollettaville laitoksille valmis listamuotoinen huolto-ohjelma Spotillaan. Lisäksi Spotillaan on laitoskohtaisesti lisätty laitoksen kuvia ja konekortti.

Kyrö-Service asentaa myös uusia lämpölaitoksia, joista usein tulee myös laitoksen valmistuttua huoltokohteita. Eli huollettavia laitoksia valmistuu koko ajan lisää, joista tulee tehdä Spotillaan uusi laitoskohtainen huolto-ohjelma ja konekortti. Myös vanhojen laitosten sähköinen ylläpito on tärkeää, jos laitoksiin tulee muutoksia, tulisi tieto löytyä myös Spotillasta.

Sain opinnäytetyöstä paljon uutta tietoa ja käytännön kokemusta lämpölaitoksista ja lämmön tuotannosta. Aikaisempaa kokemusta kummastakaan näistä ei ollut, joten nopea oppimiskyky ja mielenkiinto aiheeseen olivat tärkeitä. Työ oli luonteeltaan täysin uutta ja se antoi minulle mahdollisuuden ratkaista uudenlaisia ongelmia. Tämä uusi kokemus varmasti hyödyttää minua myös tulevaisuudessa, kun kohtaan vastaavia tehtäviä ja projekteja. Lisäksi opinnäytetyön tekeminen antoi minulle mahdollisuuden saada käytännön kokemusta lämpölaitosten toiminnasta ja lämmöntuotannon prosesseista. Pääsin tutustumaan erilaisiin laitteisiin ja teknisiin järjestelmiin. Tämä kokemus oli erittäin arvokasta ja auttoi minua ymmärtämään käytännönläheisesti, miten lämpölaitokset toimivat ja mitkä ovat niiden keskeiset toimintaperiaatteet.

## Lähteet

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY  
Oppimateriaalit Oy

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6.  
täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.

Raiko, R. 2002. Poltto ja palaminen. Helsinki: Teknilliset akatemit

Ohlström, M. 1998. Energiantuotannon pienhiukkaspäästöt Suomessa.  
Diplomityö Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo

Spotilla. Verkkoaineisto. <https://www.spotilla.com/>

## Haastattelu

Haastattelija

Mitkä ovat yleisimmät huoltotehtävät, joita tarvitaan lämpölaitoksen tehokkaan toiminnan ylläpitämiseksi?

Tero Rantanen, Turku Energia

Kyllä ne ovat juuri tällaiset rasvauksen ja tarkastuskierroksen mitkä ovat pääjuttu. Meillä on käytössä Maximo-järjestelmä, jossa ennakkohuollot juoksevat joko tunti perusteisesti, tai ne voivat olla kalenterissa merkattu päivittäiseksi huoltotoimiksi. Tämä vaihtelee laitosten välillä. Asentajat näkevät automaattisesti työtilaukset ja näin tietävät mitkä työt pitää tehdä ajankohtaan mennessä.

Haastattelija

Kuinka usein lämpölaitoksia rutiini huolto olisi suoritettava ja mitä seurauksia huoltotoimien laiminlyönnillä on?

Tero Rantanen, Turku Energia

Meillä on käyttöön otettu 2017 Naantali nelonen, mikä on meidän suurin tuotantolaitoksemme. Laitetoimittajilta on tullut ennakkohuoltolistat, mitä pitää tehdä. Näistä suurin osa on ihan tyypillisiä huoltotoimia. Nyt alamme vuosien jälkeen näkemään vähän, miten eri laitteet kestävät. Esimerkiksi kolakuljettimen ketjun huollosta on tehty huomio, että se tulisi uusina noin 5 vuoden välein. On myös käynyt tilanteita, jossa laite on voinut vioittua ja sille ei ole ollut mitään ennakkohuolto suunnitelmaa. Esimerkiksi kattilan säätöpellit ovat vain toisesta päästä laakeroitu ja tuhka voi jumittaa sen peräpäähän laakerin, jolloin joutuu tekemään parantavaa kunnossapitoa, kun laakerointi suunnitellaan ja rakennetaan uudelleen. Normaalisti laitteet, kuten pumput tai hihnat voivat yhtäkkiä hajota jostain muusta syystä, mutta rasvauksen tai ennakkohuoltojen takia ne eivät vioitu.

Haastattelija

Mikä on yleisin syy lämpölaitoksen rikkoutumiselle ja vioittumiselle ja miten niitä parhaiten ehkäistään?

Tero Rantanen, Turku Energia

Meillä käy aika harvoin tilanteita, joissa laitos pitää suunnittelemattomasti ajaa alas. Noin kerran vuodessa voi käydä tilanne, jossa näin pitää tehdä. Syy voi olla operointi virhe tai joku tärkeä venttiili voi vioittua.

Haastattelija

Mitkä ovat teille keskeisiä indikaattoreita, joilla mitataan lämpölaitoksen tehokkuutta ja toimivuutta? Ja miten tästä sitten seuraatte?

Tero Rantanen, Turku Energia

Meillä on erinäisiä kunnonvalvonta raportteja. Esimerkiksi meillä on ostopalveluna kolmannelta osapuolelta, joka suorittaa kunnonvalvontaa. He seuraavat erilaisia suureita, esimerkiksi miten lämpö siirtyy putkistossa tai ruiskutusventtiilin avauksia ja ruiskutusvesi määriä. Tämä rakennettu huolto-ohjelmaan, niin asentaja voi nähdä, kun jonkun venttiilin toiminta alkaa heikkenemään. Kaikki puhaltimet ja pumpput ovat myös säännöllisen mittauksen piirissä. Meillä on myös oma asentaja, joka tekee värähtely mittauksia ja hän tekee niistä raportin. Mittaukset tehdään kolmen kuukauden välein. Jos mittauksissa tulee joitain huomiota, seuranta aletaan suorittaa useammin. Jos tulokset näyttää, että joku laakeri vika etenee, niin voidaan laakerin vaihtoon varautua vuosihuollossa.

Haastattelija

Mitkä ovat tehokkaimpia tapoja parantaa lämpölaitoksen energiatehokkuutta?

Tero Rantanen, Turku Energia

Meillä on esimerkiksi oma tiimi, jonka tehtävänä on löytää energiasäästö kohteita. Lämpölaitos pyritään tietenkin ajamaan parhaalla mahdollisella

hyötysuhteella. Laitos käyttäjiltä voi myös tulla ehdotuksia tehokkuuden parantamiseen. Investointi tiimissä on henkilö, joka tekee kolmen vuorokauden ennusteen, miten laitos tulisi ajaa. Hän ottaa huomioon esimerkiksi sään ja sähkön hinnan, jotta laitosta pystytään ajamaan mahdollisimman tehokkaasti.

Haastattelija

Miten eri polttoaineiden valinta vaikuttaa lämpölaitosten huolto vaatimukseen ja energiatehokkuutta.

Tero Rantanen, Turku Energia

Nykyisin polttoaineet ovat muuttuneet aika haastaviksi, esimerkiksi perinteisen biopolttoaineen ja hiilen kanssa pärjää suhteellisen hyvin. Kuitenkin hiilen osuutta pyritään koko ajan pienentämään. Meille on tilattu myös SRF:ää, joka tarkoittaa hyvälaatuista kierrätyspolttoainetta, mikä tarkoittaa esimerkiksi pahvia ja muovia. Se on kuitenkin haastava polttoaine kiertoleijupetikattilalle. Kunnonvalvonnalla seurataan kattilan koko järjestelmän eri parametrejä koko ajan. Biopolttoaine ei aina ole tasaista, kun sitä voi saada monessa eri muodossa, mikä näkyy lämmöntuotannon vaihteluna järjestelmässä. Kivihiilen kanssa tällaisia ongelmia ei yleensä tule.

Haastattelija

Miten erilaiset uudet teknologiat voivat vaikuttaa nyt ja tulevaisuudessa lämpölaitosten kunnossapitoon?

Tero Rantanen, Turku Energia

Kunnonvalvonta sovellukset ovat hyviä ja visuaalisia, joiden avulla pääsee hyvin kartalle laitoksen toiminnasta. Ne ovat selkeä parannus kunnossapidossa, kun ei ole mitään oman muistin varassa. Järjestelmä myös seuraa ja varoittaa muuttuvista ja epänormaaleista prosessin arvoista. Etäyhteys laitokseen on myös merkittävä parannus.

Haastattelija

Mitkäs ovat lämpölaitosten kunnossapidon ja se energiatehokkuuden suurimmat haasteet nykypäivän ja miten niihin vastataan?

Tero Rantanen, Turku Energia

Nykytilanne, kun öljyn ja hiilen poltto tuottaa jonkun verran lisäkustannuksia. Kunnossapitoa karsitaan koko ajan lisää kattiloissa, jotka polttavat ainoastaan hiiltä. Korkean prioriteetin laitoksia, jotka ovat verkon kannalta tärkeitä, pyritään ylläpitämään ja huoltamaan tehokkaammin, jotta käyttövarmuus säilyy. Kaikki perustuu kuitenkin siihen, kuinka tehokkaasti Naantali Nelosta pystytään ajamaan. Pystytäänkö käyttämään kaukolämpöä ja varaamaan sitä. Silloin voi olla mahdollisuus, ettei öljyä tarvitse välttämättä polttaa lainkaan.

Haastattelija

Miten reagoitte laitoksen käyttäjien antamiin huomioihin, erityisesti kriittisiin, ja miten aikataulutatte niiden käsittelyn?

Tero Rantanen, Turku Energia

Polttoaine puolella saattaa tulla sellaisia häiriöitä, joihin on pakko reagoida heti. Myös meidän omat asentajamme tekevät vika lappuja ja ymmärtävät itsekin, jos on kyseessä kriittinen tilanne, niin he soittavat suoraan työnjohdolle. Lisäksi valvomossa on yhdestä kahteen henkilöä, jotka pystyvät suorittamaan kenttäkierroksen, jonka yhteydessä valvotaan laitteiston toiminta. Suurin osa häiriöstä tulee kuitenkin polttoaine puolella. Esimerkiksi talvikaudella biopolttoaineen kanssa voi tulla ongelmia, kun polttoaine on puuperäistä ja kostea niin voi se jäättyä. Toiminta on näissäkin tilanteissa nopeaa ja niistä ei ole tullut tuotantorajoituksia.