

Kunnossapitojärjestelmän valinta ja käyttöönoton aloitus

Case: Mäntsälän Sähkö Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Joonas Mäntynen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

MÄNTYNEN, JOONAS: Kunnossapitojärjestelmän valinta ja
käyttöönoton aloitus
Case: Mäntsälän Sähkö Oy

Mekatroniikan opinnäytetyö, 27 sivua, 11 liitesivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Mäntsälän Sähkö Oy, joka on Mäntsälässä toimiva energia-alan yritys. Opinnäytetyö toteutettiin yhdessä Mäntsälän Sähkö Oy:n kaukolämpöpuolen työtiimin kanssa.

Opinnäytetyössä käsitellään kunnossapitoa yleisesti sekä kunnossapitojärjestelmän hankintaa ja käyttöönottoa Mäntsälän Sähkö Oy:lle. Opinnäytetyön alussa pohjustetaan kunnossapitoa yleisesti, jotta lukija saa perustiedot tuotantolaitosten kunnossapidosta. Opinnäytetyössä hankittiin Mäntsälän Sähkö Oy:lle kunnossapitojärjestelmä ja sen käyttöönotto saatettiin alkuun. Työssä luotiin järjestelmään pohja lämpölaitoksille ja aloitettiin kunnossapitojärjestelmän täyttäminen yhden lämpölaitoksen osalta.

Kunnossapidon perustietoja haettiin tuotantolaitoksien kunnossapitoa käsittelevästä kirjallisuudesta, Mäntsälän Sähkön työntekijöiltä sekä omien työkokemusten kautta. Työn tuloksena saatiin Mäntsälän Sähkö Oy:lle käyttöön kunnossapitojärjestelmä, joka parhaiten sopi yhtiön käyttötarkoituksiin.

Asiasanat: kaukolämpö, kunnossapito, kunnossapitojärjestelmä, kaukolämpölaitos

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

MÄNTYNEN, JOONAS:

Maintenance System selection and
start of the introduction
Case: Mäntsälän Sähkö Oy

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 27 pages, 11 pages of appendices

Autumn 2015

ABSTRACT

The client for this Bachelor's thesis was Mäntsälän Sähkö, which is an energy company based in Mäntsälä. The thesis was conducted in co-operation with the district heating unit of Mäntsälän Sähkö.

The objective was to plan and implement a maintenance system for the company. The beginning of the thesis presents the basics of maintenance, so the reader gets a basic knowledge of maintenance in a manufacturing plant. The basic knowledge of maintenance was studied from literature on maintenance, Mäntsälän Sähkö's employees and from the writer's work experience. Then the thesis describes how a maintenance system was acquired and the implementation process started for Mäntsälän Sähkö. A blueprint for the process was created for district heating plants and also the implementation of a maintenance system for one district heating plant.

As the outcome of this work, a maintenance system that suits the needs of Mäntsälän Sähkö was implemented.

Keywords: district heating, maintenance, maintenance system, district heating plant

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	MÄNTSÄLÄN SÄHKÖ OY	2
3	KUNNOSSAPIDON KÄSITTEITÄ	3
3.1	Kunnossapito	3
3.1.1	Ehkäisevä kunnossapito	4
3.1.2	Korjaava kunnossapito	5
3.1.3	Parantava kunnossapito	5
3.2	Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon menetelmä, TPM	5
3.3	TPM-kehitysohjelma	6
3.3.1	Kuntovaihe	6
3.3.2	Mittausvaihe ja kehitysvaihe	7
3.4	Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen	7
3.5	TPM-menetelmä käytön kunnossapitoon	8
3.6	Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)	9
3.7	Vikaantumiset	10
3.8	Kunnossapidon tietojärjestelmä	11
4	PROSESSIN LÄHTÖTILANNE	13
4.1	Kunnossapitojärjestelmän tarve	13
4.2	Kunnossapitojärjestelmän valintaperusteet	14
4.3	Vaihtoehdot	14
4.3.1	M-Technology	14
4.3.2	Arrow Engineering Oy	15
4.3.3	M-Files Oy	15
4.3.4	Masinotek	15
4.4	Vertailu ja valinta	16
5	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN LAADINTA	18
5.1	Työn tavoitteet ja rajaus	18
5.2	Tarkasteltava kohde laitekartoituksessa	18
5.2.1	Pellettilaitoksen laitteiston huolto	19
5.2.2	Huollettavien laitteiden kartoitus	21
5.2.3	Laitoskierroslomakkeiden laatiminen	23
5.2.4	Laitosten ennakkohuoltojen suunnittelu	25

6 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28
LIITTEET	30

SANASTO

AHJO	Masinotekin kunnossapitojärjestelmän mobiilisovellus
LTO-laitos	Lämmöntalteenottolaitos
TPM	Tuottavan kunnossapidon menetelmä (Total Productive Maintenance)
VEHU	Masinotekin kunnossapitojärjestelmän pääkäyttösovellus
VVA	Vika- ja vaikutusanalyysi

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Mäntsälän Sähkö Oy:lle yhteistyössä yrityksen kaukolämpötiimin kanssa. Työn tarkoituksena oli hankkia Mäntsälän Sähkö Oy:lle kunnossapitojärjestelmä tukemaan kaukolämpölaitosten huoltotöitä ja laitteistotietojen keruuta. Kunnossapitojärjestelmällä pyrittiin parantamaan lämpölaitosten laitteiston toimintavarmuutta, vähentämään turhaa matkustamista laitosten välillä ja helpottamaan laitosten rakenteen hahmottamista. Opinnäytetyö keskittyy pääasiassa yhteen laitokseen, sillä kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto on kokonaisuudessaan monen vuoden projekti. Opinnäytetyön alussa pohjustetaan kunnossapidon perusteita, mitkä auttavat lukijaa ymmärtämään miksi ja miten kunnossapitoa tehdään.

Mäntsälän Sähkö Oy:n vanhassa kunnossapitotoiminnassa oli käytössä vain laitospäiväkirjana toimiva vihko, jota täytettiin aina laitospäivän yhteydessä. Huoltotyöt sovittiin suullisesti tiimin kesken. Kunnossapitojärjestelmän tarkoituksena oli tuoda laitospäivien ja tehtyjen huoltotöiden tiedot suoraan työkoneelle, jotta ne olisi nähtävissä missä tahansa, myös mobiililaitteella. Järjestelmän tarkoituksena oli myös helpottaa töiden ohjausta halutulle huoltomiehelle.

Työn aihe tuli Mäntsälän Sähkön Oy:ltä, jonka kaukolämpötiimissä olen työskennellyt lähes koko opiskeluajan. Työ on toteutettu yhdessä kaukolämpötiimin ja Masinotekin yhteyshenkilön kanssa. Työ lähti käyntiin eri kunnossapitojärjestelmien tarjoajien kartoituksella ja päätös valinnasta tehtiin yhdessä kollegani Jere Turusen kanssa.

2 MÄNTSÄLÄN SÄHKÖ OY

Mäntsälän Sähkö Oy on vuodesta 1926 toiminut energia-alan yritys, joka tarjoaa erilaisia energia-alan palveluja, kuten esimerkiksi kaukolämpöä, sähköä, maakaasua sekä urakointipalveluja. Yrityksellä on 63 työntekijää, ja sen liikevaihto ylsi vuonna 2013 noin 26 miljoonaan euroon. (Mäntsälän Sähkö Oy 2015.)

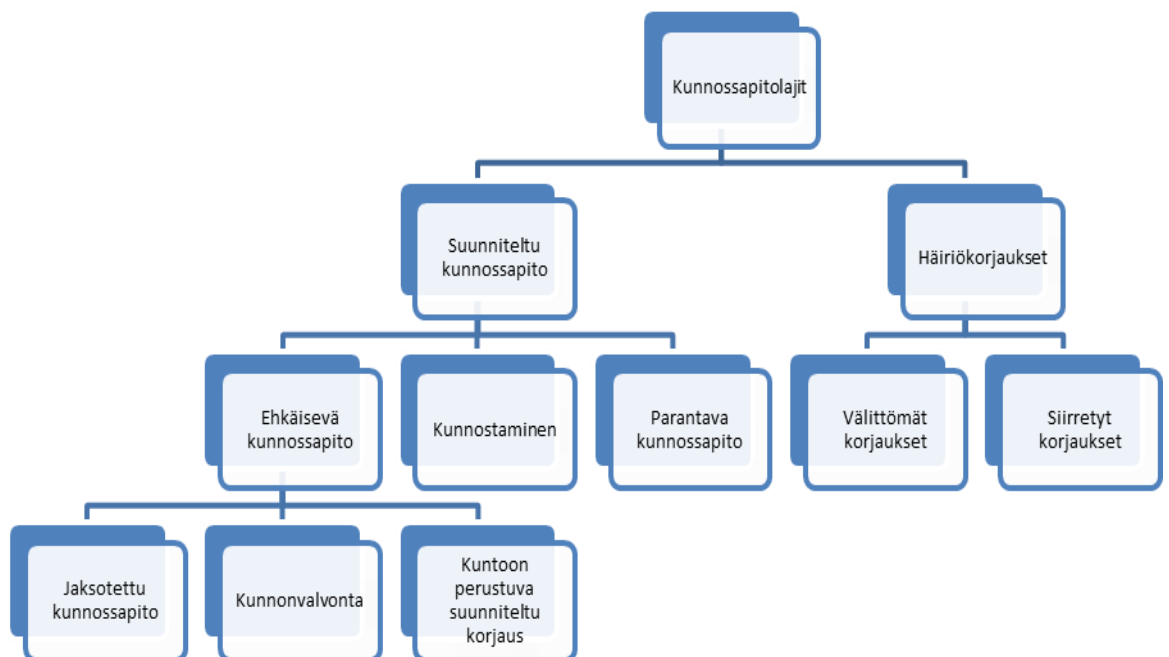
Sähköverkkoa yrityksellä on noin 2500km, ja se ylittää jopa kymmenen kunnan alueelle (Mäntsälän Sähkö Oy 2015.). Lämpöverkkoa yrityksellä on Mäntsälän alueella noin 31,2 km. Saaren ammattikoululla on myös pieni 11 kiinteistön kaukolämpöverkko ja Nummisissa lämpölaitos lämmittää yhtä koulua. Vuonna 2015 yritys osti myös Pornaisten kaukolämpöverkon, johon kuuluu noin 22 kiinteistöä. Mäntsälän Sähkö Oy omistaa myös koskivoimalaitoksen Halkiankoskella Pornaisissa ja Naarkoskella Pukkilassa. (Porkka 2015.)

Mäntsälän Sähkö Oy:llä on yhteensä 10 lämpölaitosta ja yksi lämmön talteenottolaitos. Suurin osa laitoksista toimii maakaasulla, mutta kaksi toimii öljyllä, kaksi puupelletillä ja yksi hakkeella. Laitokset sijaitsevat kuudella lämmönjakelualueella, mutta kaksi aluetta on rakennettu yhteen. (Porkka 2015.)

Vuonna 2015 Mäntsälän Sähkö Oy rakennutti Yandexin datakeskuksen viereen lämmöntalteenottolaitoksen, jolla on tarkoitus hyödyntää Yandexilta tuleva hukkalämpö kaukolämpöverkon lämmitykseen. LTO-laitos lämmittää kaukolämpöverkkoa yhdessä sen lähistöllä sijaitsevan Kapulin lämpölaitoksen kanssa. (Porkka 2015.)

3 KUNNOSSAPIDON KÄSITTEITÄ

Tässä luvussa käsitellään kunnossapidon yleisiä käsitteitä, jotka auttavat hahmottamaan kunnossapidon kokonaisuutta. Kunnossapito on pitkä ja jatkuva prosessi, jolla parannetaan tuotannon varmuutta ja kunnostetaan vikakohteita. Kunnossapidon käsitteet (KUVIO1.) on tärkeä ymmärtää, kun lähdetään tekemään kunnossapidon suunnitelmaa ja hankkimaan järjestelmää sen työkaluksi.



KUVIO1. Kunnossapitolajit (Järviö & Lehtiö 2012, 47)

3.1 Kunnossapito

Kunnossapidolla pyritään pitämään tuotannon kustannukset pieninä pitämällä koneet ja laitteet toimintakuntoisina. Kunnossapito voidaan lajitella viiden eri käsitteen alle: huoltotyöt, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito ja vikaantumiset. Edellä mainittujen käsitteiden pohjalta voidaan luoda kunnossapitostrategia. Käsitteet auttavat myös hahmottamaan, millainen tarve yrityksellä on

kunnossapitohenkilökunnalle, kunnossapitojärjestelmille ja varaosien varastoinnille. Varaosien helpolla saatavuudella ja henkilökunnan ammattitaidolla voidaan minimoida tehokkaasti tuotannon seisokit ja nostaa valmiutta tuleviin vikatilanteisiin. (Ansaharju 2009, 298-300.)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

SFS-EN 13306 määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavalla tavalla: määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä suoritettu kunnossapito, jolla pienennetään vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toiminnan heikkenemistä (SFS-käsikirja 55-1 2012, 20). Ehkäisevä kunnossapito on siis jatkuvaa laitteiston toimintakunnosta huolehtimista. Ehkäisevässä kunnossapidossa keskitytään säännölliseen kunnan tarkasteluun ja mahdollisten vikaantumisien ennustamiseen erilaisia mittauksia hyväksikäyttäen. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 72-73.)

Ehkäisevässä kunnossapidossa töiden aikataulutus on tärkeää toimilaitteen luotettavuuden takaamiseksi. Vikaantumista ehkäiseviin kunnossapitotöihin kuuluvat pääasiassa laitteiston tarkastukset ja yleinen kunnanvalvonta, testaaminen ja kuntotason toteaminen, käynninvalvonta ja vikaantumishistorian analysointi. Kunnanvalvontaa ja laitteiston tarkastuksia suoritetaan säännöllisesti riippumatta kohteen käytöstä, eli myös seisokkien aikana. (Järviö ym. 2007, 72.)

Ennakkohuoltojen hyvällä suunnittelulla voidaan parhaiten vaikuttaa kunnossapidon kustannuksiin. Usein ennakkohuoltojen aiheuttamat välittömät kustannukset, kuten palkat ja osahankinnat, jäävät pienemmiksi kuin suunnittelemattoman huollon aiheuttamat välilliset kustannukset. (Järviö ym. 2007, 77—78.) Huono suunnittelu aiheuttaa huollon poisjäämisen tai myöhästymisen, mikä saattaa johtua esimerkiksi siitä, että tarvittavaa vaihto-osaa ei ole hankittu varastoon tai tilattu ajoissa. Kohteen vikaannuttua vika voi levitä myös muuhun laitteistoon aiheuttaen suuremmat korjauskustannukset.

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan yksinkertaisesti sitä, että vikaantunut laite palautetaan toimintakuntoon eli kunnossapitotyö tehdään vasta vian havaitsemisen jälkeen. Korjaava kunnossapito on hyvä keino määrittää kohteen elinaika huoltovälien pituutta tarkastelemalla. Korjaavaa kunnossapitoa tarvitaan häiriötilanteissa ja suunnitelluissa kunnostustöissä. Häiriötilanteessa määritellään häiriön syy ja paikallistetaan mahdollinen vika. Vian tunnistamisen ja paikallistamisen jälkeen se korjataan ja palautetaan laite taas toimintakuntoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

3.1.3 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon voi jakaa kolmeen ryhmään. Kohdetta voidaan muuttaa korvaamalla vanhat komponentit uusilla, tavoitteena saattaa laite uudemman tekniikan avulla luotettavammaksi. Esimerkiksi taajuusohjatut oikosulkumoottorit toimivat nykyään DC-käyttöjen tilalla. Toisena ryhmänä luokitellaan sellaiset korjaus- ja suunnittelutyöt, joilla pyritään uudistamalla parantamaan kohteen luotettavuutta. Tämänäytyppisessä parantavassa kunnossapidossa pyritään vain saamaan laitetta luotettavammaksi, ei parantamaan sen suorituskykyä. Kolmannessa ryhmässä pyritään parantamaan laitteen suorituskykyä modernisoimalla laitteen osia. Tässä ryhmässä usein muutetaan myös laitteen valmistusprosessia. Kolmatta ryhmää hyödynnetään pääasiassa silloin, kun laitteen vaatimukset muuttuvat ja harkitaan uuden laitteen ostamista, mutta vanhalla laitteella on vielä elinikää jäljellä. (Järviö & Lehtiö 2012, 51-52.)

3.2 Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon menetelmä, TPM

TPM on japanilaisen Seiici Nakajiman 1970-luvulla luoma filosofia tuotannon kunnossapidosta, jota on myöhemmin sovellettu pohjoismaisiin yrityksiin. TPM-prosessin perusideana on, että kaikki tuotannon kannalta välttämättömät laitteet pidetään optimikunnossa, mistä käyttöhenkilökunta

on suoraan vastuussa. TPM:n päämääräksi voidaan luetella neljä tärkeintä kohtaa: laitteiston kokonaistehokkuus maksimoidaan, kehitetään koko koneen eliniän kattava kunnossapitostrategia, sidotaan koko yrityksen henkilökunta mukaan strategiaan ja siirretään suunnittelu sekä toteutus konetta käyttävälle ryhmälle. (Järviö & Lehtiö 2012, 143-145.)

3.3 TPM-kehitysohjelma

Yrityksen siirtymistä TPM-toimintaan kutsutaan TPM-kehitysohjelmaksi. Kehitysohjelmaan kuuluu kolme vaihetta: kuntovaihe, mittausvaihe ja kehitysvaihe. (Järviö & Lehtiö 2012, 146.)

3.3.1 Kuntovaihe

Kuntovaihe voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on kriittisyyden arviointi, jossa arvioidaan, kuinka tärkeä laite on kunnossapidon kannalta. Kriittisyyden arvioinnissa laite pisteytetään sen mukaan:

- miten helppo se on korjata
- kuinka luotettava laite on, kun sen kuntoon tulee muutoksia
- miten vikaantuminen vaikuttaa tuotteiden laatuun
- miten laitteen kunto vaikuttaa sen tuotantonopeuteen
- millaiset tuotannon menetykset laitteella on kunnan suhteen
- kuinka turvallinen laite on, jos se ei toimi luotettavasti
- miten laitteen kunto vaikuttaa ympäristöön
- millaiset kustannukset laitteen kunnan heikkenemisestä seuraa.

Toinen tapa priorisoida huoltokohteet on tutkia niiden vikahistoriaa ja eritellä laitteet, jotka ovat tuottaneet eniten ongelmia. Kun ongelmallisimmat kohteet on paikallistettu, otetaan ne 3 - 5 ryhmässä huollettavaksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 148.)

Toiseen vaiheeseen kuuluu kunnan arviointi. Kunnan arvioinnissa laite jaetaan komponentteihin ja määritellään niiden kunto. Jonkin komponentin

ollessa vaurioitunut päätetään, korjataanko se heti vai myöhemmin. (Järviö & Lehtiö 2012, 149.)

Kolmas vaihe on kunnostus, jossa laitteelle tehdään kunnostussuunnitelma, aikataulutusta ja varataan laitteen kunnostukseen tarvittavat resurssit. Lopuksi suoritetaan itse kunnostus ja laitteen puhdistus. (Järviö & Lehtiö 2012, 149.)

Neljäs vaihe tehdään kunnostuksen jälkeen, kun laite on palautettu niin hyvään kuntoon kuin mahdollista. Neljännessä vaiheessa tehdään uudet kunnossapitosuunnitelmat. Laaditaan ohjeet puhdistukseen, tarkastukseen ja huoltoon, jotka dokumentoidaan strategiaan. (Järviö & Lehtiö 2012, 149.)

3.3.2 Mittausvaihe ja kehitysvaihe

Mittausvaiheessa mitataan laitteen luotettavuutta. Mittausvaiheen kannalta on tärkeää, että laitteesta on pidetty laitepäiväkirjaa, josta näkyy huollot ja muut poikkeamat laitteen käytössä. (Järviö & Lehtiö 2012, 149.)

Kehitysvaiheessa haetaan syitä ongelmatilanteisiin ja kehitetään menetelmiä niiden ratkaisemiseen. Projektin aikana saadut tulokset kootaan ohjeistoksi sekä suoritetaan tarvittavat kouluttamiset ja perehdyttämiset. (Järviö & Lehtiö 2012, 149.)

3.4 Vikaantumattomaan toimintaan pyrkiminen

Vikaantumisen suurimpia syitä ovat laitteen ikääntymisestä johtuvat muutokset ja niihin tottuminen. Vikaantumattomaan toimintaan pyrittäessä laite tulee olla alkuperäisessä kunnossaan ja muutoksiin toiminnassa on puututtava heti niiden ilmettyä. On tärkeää saada koneen käyttäjät ja kunnossapitäjät toimimaan yhteistyössä niin, että käyttäjät informoivat kunnossapitäjiä laitteesta tapahtuvista muutoksista. Käyttäjien pitää kehittää omaa osaamistaan laitteesta ja suoritettava säännöllisiä tarkastuksia laitteelle. kunnossapitohenkilökunnan pitää myös osallistua

käyttäjien kouluttamiseen ja määrittellä, miten laitetta käytetään oikein. (Järviö & Lehtiö 2012, 88-89.)

Modernisointi ja koneen rakenteiden parantelu ovat myös yksi keino pidentää laitteen elinikää ja parantaa sen vikaantumattomuutta. Tarkastelemalla vikaraportteja ja kuuntelemalla käyttöhenkilökuntaa voidaan saada vinkkejä, mitä laitteen osia kannattaisi uudistaa tai vaihtaa. Laitteen osien uudistamisessa ja modernisoinnissa kannattaa kuitenkin laskea niiden kannattavuus. Ennen kaikkea on kuitenkin tärkeintä pitää laite alkuperäistä vastaavassa tai sitä paremmassa kunnossa. Seuraavaksi kun odottamaton vikaantuminen on suurimmaksi osaksi poistettu, voidaan määrittää laitteelle uusi elinaika. (Järviö & Lehtiö 2012, 90-91.)

3.5 TPM-menetelmä käytön kunnossapitoon

TPM:n yksi tärkeimmistä elementeistä on käyttöhenkilökunnan osallistuminen tuotantolaitteiston kunnossapitotoimintaan. Käyttöhenkilökunnan siirtyminen kunnossapitoon sisältää seitsemän askelta. Ensimmäisessä askeleessa suoritetaan laitteelle perusteellinen puhdistus. Puhdistamisen pyrkimyksenä on poistaa laitteesta kaikki kulumista edistävät tekijät. Puhdistuksen ohessa suoritetaan listaus kaikista havaituista vioista ja puutteista. (Järviö & Lehtiö 2012, 152.)

Seuraavana suoritetaan ympäristön siistiminen. Ympäristön siistimisellä pyritään saamaan ympäristö, joka ylläpitää laitteen puhtautta. On myös tärkeää avata kulkureitit laitteelle ja sijoittaa ylimääräinen tavara laitteen ympäriltä niille tarkoitetuille paikoille. Kolmannessa vaiheessa yhdistetään kaksi ensimmäistä vaihetta ja laaditaan selkeät ohjeet puhdistukseen ja huoltoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 153-154.)

Neljäs vaihe on yleistarkastukset, joita suoritetaan säännöllisesti. Tarkastuksiin luodaan ohjeet ja koulutetaan käyttäjät. Viides vaihe on lähes sama kuin neljäs; siinä käyttäjät tekevät päivittäisen kunnossapidon

laitteelle. Tätä vaihetta varten yrityksellä on hyvä olla tietokonepohjainen kunnossapitojärjestelmä. (Järviö & Lehtiö 2012, 154-155.)

Kuudennessa vaiheessa organisoidaan toiminta yrityksessä. Tarvikkeet sekä työkalut sijoitetaan niille varatuille paikoille ja nimetään vastuuhenkilöt ylläpitämään niiden järjestystä ja kuntoa. Kulutustarvikkeille määrätään minimimäärät varastossa ja mietitään niille tilausrutiinit. Viimeisessä vaiheessa laaditaan tavoitteet, joissa yritykselle hyödynnetään aiempien vaiheiden pohjalta kerättyä tietoa. (Järviö & Lehtiö 2012, 156-157.)

3.6 Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA)

Ennen laitteiden huoltojen suunnittelua kannattaa tehdä vika- ja vaikutusanalyysi. VVA:lla selvitetään, millaisia vikoja laitteessa voi esiintyä, miten ne näkyvät laitteen toiminnassa, mistä viat johtuvat ja minkälaisia seurauksia vikatilanteilla on tuotannon prosesseihin ja kuluihin. VVA on tärkeä analyysi, jotta voidaan suunnitella laitteille tehtävät ennakkohuollot. (Laine 2010, 127-128.)

Suurten tuotantoprosessien analysointi kokonaisuutena on monelle yritykselle liian työläs projekti. VVA:n prosessi kannattaa aloittaa pienestä tuotantoprosessin osa-alueesta, tällöin resurssit riittävät paremmin sen läpiviemiseen ja jatkamiseen muille alueille. VVA:n ensimmäisessä vaiheessa määritellään osat, jotka tulevat ensimmäisenä analysoitaviksi. Aloituksessa kannattaa keskittyä osiin, jotka ovat tärkeimpiä tuotantoprosessin kannalta ja jotka vikaantuvat helposti. Toisessa vaiheessa, kun osat on määriteltä, niille asetetaan kriittisyysluokka, riippuen kuinka vakavaa osan vikaantuminen on tuotannon kannalta. Kriittisyysluokat voidaan luokitella esimerkiksi yhdestä kolmeen, jossa ykkösluokka tarkoittaa osaa, joka aiheuttaa vikaantuessaan koko tuotannon keskeytyksen ja kolmosluokka osaa, jonka vikaantuessa voidaan laitetta vielä ajaa huoltoon asti. Kolmantena vaiheena listataan kaikki mahdolliset vioittumiset ja se, miten ne ilmenevät

tuotantoprosessissa. Myös vioittumisten mahdolliset aiheuttajat selvitetään. Seuraavaksi määritellään vikaantumisen vaikutukset tuotantoon ja mietitään seuraukset koko laitokselle ja ympäristölle. Toiminnan kannalta merkittäviä vaikutuksia on esimerkiksi seisokin pituus ja laadun huonontuminen. (Laine 2010, 128.)

Taulukko 1. Yksinkertainen työkalumalli vika- ja vaikutusanalyysin tekemiseen (Laine 2010, 129)

Kone/tuotantolinja:								
Toiminto	Laite	Osa	Kriittisyys	Laitteen tai osan toiminta: miten pitää toimia	Vikatilanne: miten toiminta eroaa tarkoitetusta	Vioittumistapa: kuinka vioittuminen tapahtuu, mistä johtuu	Vian vaikutukset	Vian seuraukset

VVA:n työkaluina voidaan käyttää erilaisia taulukoita, esimerkiksi taulukko 1. VVA:n tulosten pohjalta laaditaan toimenpide-ehdotukset, joiden avulla ennakoitaan, ehkäistään ja korjataan vioittuneet osat. (Laine 2010, 129.)

3.7 Vikaantumiset

Vikaantuminen luokitellaan tilaksi, jossa laite ei pysty suoriutumaan vaaditusta toiminnosta. Kuitenkaan tilannetta, jossa laite ei huollon takia pysty suoriutumaan tehtävistään, ei luokitella vikatilaksi. Toimintakyvyn heikkeneminen luokitellaan myös vikaantumiseksi. Laitteessa saattaa olla sisäisiä kulumisesta johtuvia vikoja, jotka heikentävät laitteen suorituskykyä, jolloin laite ei toimi halutulla tehokkuudella. (Järviö & Lehtiö 2012, 67-68.)

Laitteen vikaantumiseen liittyy monia eri tekijöitä, joista useimmat liittyvät käyttäjästä tai laitteen kulumisesta johtuvaan vikaantumiseen. Laitteessa saattaa olla oireileva vika, joka kuluttaa laitetta, jolloin laitteen toimintakyky heikkenee tasaisesti. Reagoivilla kunnossapitostrategioilla voidaan havaita

oireilevia vikoja. Laitteen nettoteho, joka koostuu laitteen varsinaisesta tehosta, on pienempi kuin bruttoteho, joka on laitteen nimellisteho. Netto- ja bruttotehon erotus johtuu laitteessa piilevistä vioista. Erotuksen suuruuden perusteella voidaan ennustaa laitteen vikaantumista ja selvittää laitteen ennakkohuoltovaatimukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 70-71.)

3.8 Kunnossapidon tietojärjestelmä

Nykyaikaiseen kunnossapitoon kuuluu monia tietojärjestelmiä. Systemi voi olla oma, muista järjestelmistä erillinen tietojärjestelmä tai se voi olla integroitu osaksi suurempaa kokonaisuutta. Integroitu tietojärjestelmä keskustelee muiden yhtiössä olevien järjestelmien, kuten taloushallinnan tai tuotannosuunnittelun ohjelmien kanssa. Osa kunnossapitojärjestelmistä on taas erillisiä järjestelmiä, jotka on saatu toimittajalta joko vakiomallina tai yhtiölle räätälöitynä. (Järviö ym. 2007, 219.)

Kunnossapitojärjestelmän tarkoituksena on saavuttaa haluttu toiminnallisuus yhtiössä, mutta se saavutetaan vain käyttämällä järjestelmää työprosessissa siihen tarkoitetulla tavalla. Kunnossapitojärjestelmien ongelmana vain on niiden vähäinen käyttöaste. Syitä järjestelmän vähäiselle hyödyntämiselle voi olla monia, kuten esimerkiksi se, että järjestelmän käyttö on liian vaikeaa, henkilökunnalla on huonot tietotekniset taidot tai käyttöönottoaiheessa koulutus on puutteellinen, ohjelmisto ei sovi organisaation toimintamalliin, työntekijät eivät tiedä järjestelmästä tai heillä ei ole motivaatiota käyttää järjestelmää. (Järviö ym. 2007, 220.)

Kunnossapidon tietojärjestelmät sisältävät monia eri osioita, mutta ne vaihtelevat järjestelmän tarjoajasta ja tuotantotoiminnasta riippuen. Kunnossapitojärjestelmien yleisimpiin osioihin kuuluvat laitteiston kartoitusosiot, joissa kerrotaan laitteen perustietoja, varaosahallinta, vikojen tiedotusjärjestelmä, työmääräin, ennakkohuollot, finanssihallinta, resurssienhallinta, dokumenttien hallinta ja projektinhallinta. Kaikille

järjestelmille yhteinen ominaisuus on raporttien ja tulosteiden saaminen järjestelmän keräämästä materiaalista. (Järviö ym. 2007, 222.)

Ulkoasu kunnossapitojärjestelmille koostuu laitehierarkiasta, jossa laitteisto ja laitepaikat kootaan pyramidimaiseen muotoon. Laitehierarkia helpottaa laitteen ja sen laitekortin löytymistä järjestelmästä. Laitepaikat auttavat myös kustannusten laskennassa oikealle kustannuspaikalle. (Järviö ym. 2007, 224.) Laitehierarkian ideana on siis kerätä saman alueen laitepaikat ryhmiin, jotka taas laitetaan niitä yhdistävän laitepaikkakortin alle. Näin laitteistosta saadaan yhtenäinen kokonaisuus ja laitoksen tuntevan henkilön on helppo paikallistaa järjestelmästä tie oikealle laitteelle.

Vikailmoitus- ja työmääräinjärjestelmä toimii usein järjestelmissä käsi kädessä. Laitteen vika- tai häiriötilanteet kirjataan usein manuaalisesti, mutta joissain järjestelmissä ne saadaan myös automaattisesti liittämällä järjestelmä yhtiön omiin seurantajärjestelmiin. Häiriötä kirjattaessa manuaalisesti kirjataan yleensä myös työmääräin, jolloin se siirtyy työjonoon sen mukaan, mille kriittisyystasolle työ on asetettu. Vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmän tärkeimpänä tarkoituksena on häiriöiden ja tuotantomenetysten analysointi. Tietojärjestelmän raportointityökalut toimivat tässä apuna. (Järviö ym. 2007, 230-231.)

4 PROSESSIN LÄHTÖTILANNE

Lähtötilanne tälle työlle oli se, että laitoskirjaukset ja huollot tehtiin paperille ja suullisesti. Laitoskierroksilla kirjattiin tarvittavat tiedot ja mahdolliset huoltotarpeet laitospäiväkirjaan. Huoltotarpeista kerrottiin suullisesti, eikä ollut selvää linjaa, kenelle työ ohjataan. Vähemmän tärkeät huoltotyöt saattoivat myös viivästyä pahasti, jos eteen tuli tärkeämpi työkohde.

Kunnossapitojärjestelmällä pyrittiin selkeyttämään työn ohjausta ja -antoa. Tarkoituksena oli, että kun laitoksella havaitaan vika, voidaan se kirjata järjestelmään niin, että se näkyy kaikille, olinpaikasta riippumatta. Työn pystyisi ohjaamaan myös tietylle henkilölle, joka saisi ilmoituksen huoltotehtävästä sähköpostiinsa. Kaikki tiimin jäsenet myös pystyisivät seuraamaan tietokoneeltaan, tabletilta tai puhelimestaan laitosten kuntoa ja viimeisimpiä huoltokirjauksia. Laitteiden huoltohistoria haluttiin myös helpommin saataville.

4.1 Kunnossapitojärjestelmän tarve

Kunnossapidossa huoltotöiden jaksottaminen ja laitteiden kunnan seuranta on tärkeää. Ne auttavat mahdollisten korjausten ajoittamisessa ennen vikaantumista ja varaosien hankinnassa ennakkoon.

Kunnossapitojärjestelmä ei ollut välttämätön hankinta, mutta hyödyllinen ja pitkällä aikavälillä myös kannattava. Laitospäiväkirjoihin merkityjä tietoja käytetään huoltojen suunnitteluun ja tuotantotehokkuuden laskentaan, joten laitoksilla kirjattuja tietoja tarvitaan usein. Lämpölaitosten etäisyydet ovat parhaimmillaan jopa noin 35 km, joten vanhan järjestelmän takia huoltotiedot olivat vaikeasti saatavilla, niiden hakeminen kulutti työaika ja syntyi turhia ajokilometrejä.

Seurannan kannalta kunnossapitojärjestelmä oli myös hyödyllinen hankinta. Laitosten kulutusta ja lämmöntuotantoa seurataan viikoittain ja laitoksilta saatavat lukemat kirjataan ylös yhtiön tietojärjestelmiin.

Kunnossapitojärjestelmässä laitoskirjaukset pysyvät tallessa ja ne saa helposti siirrettyä seurantaan.

4.2 Kunnossapitojärjestelmän valintaperusteet

Kunnossapitojärjestelmästä haluttiin mahdollisimman helppokäyttöinen ja hyvin kentällä toimiva. Tarkoituksena oli, että jokainen kentällä työskentelevä mies saisi järjestelmän auki tabletilla tai tarvittaessa myös puhelimella. Käyttöjärjestelmän ulkoasu oli myös tärkeä kriteeri. Yleisilmeen piti olla selkeä, ilmoitusten ja kirjausten tuli olla helposti löydettävissä mobiilikäyttöjärjestelmällä ja pääjärjestelmän tuli olla helposti käyttöön otettava. Yhtenä ominaisuutena haettiin myös selkeää kalenteria, josta näkyisi, määräaikaishuollot ja myöhässä olevat työt. Järjestelmästä ulos saatavat raportit ja tulosteet olivat myös yksi ominaisuus, mitä haettiin järjestelmältä. Raportointiominaisuus oli tärkeää, sillä se helpottaa viranomaisille laadittavien raporttien tekemistä.

4.3 Vaihtoehdot

Kunnossapitojärjestelmien tarjoajia käytiin läpi tiimin kesken. Myös muiden osastojen mielipiteitä kuunneltiin, sillä järjestelmään ajateltiin myöhemmin liittää myös sähköasemat ja koskivoimalaitokset. Esiteltäväksi kutsuttiin kolmen eri järjestelmän tarjoajat, jotka tiimin mielestä olivat käyttötarkoituksiin sopivimmat. Yksi ehdokas ei päässyt paikalle, joten heiltä saatiin vain esitteet ja tarjous lähettämämme tietojen pohjalta. Järjestelmästä moni vastasi yhtiön tarpeita. Valinta tehtiin vertailemalla aloitusmaksuja, jatkuvia kuluja, käyttömukavuutta ja ominaisuuksia.

4.3.1 M-Technology Oy

M-Technology on vuonna 2001 perustettu mobiiliteknologiayritys. M-Technologyn tuotteisiin kuuluu paljon teollisuuteen tarkoitettuja ohjelmistoja, kuten toiminnanohjausjärjestelmä, mobiilisovellus kunnossapitoon, tilausvälitysjärjestelmä ja ratkaisut palotarkastuksiin,

riskienhallintaan ja pelastustoimien omavalvontaan. (M- Technology Oy 2015.)

4.3.2 Arrow Engineering Oy

Arrow Engineering Oy on palvelualan yritys, joka tarjoaa kunnossapidon ohjauksen ja käynnissäpidon tietojärjestelmiä. Arrowilla on noin 500 asiakasta 30:ssä eri maassa.

Arrow Engineering Oy:n tarjoama Arrow Novi -kunnossapitojärjestelmä olisi tarjonnut hyvät puitteet kunnossapidolle. Novi -järjestelmällä olisi ollut mahdollista kytkeytyä suoraan tuotantolaitosten logiikoille ja käyttöjärjestelmiin. Tämä olisi mahdollistanut sen, että laitoksilta olisi saanut suoraan reaaliaikaista tietoa ja laitosten kokonaistehokkuus olisi saatu suoraan näkyviin. Järjestelmä olisi ollut käytettävissä selaimella, ja järjestelmä olisi kokonaisuudessaan ollut selkeä ja helppokäyttöinen. (Pylkkänen. 2015.)

4.3.3 M-Files Oy

M-files Oy on suomalainen tiedonhallintajärjestelmiä tarjoava yritys. Meille M-Filesin tarjoama kunnossapitojärjestelmä oli nimeltään M-Files EAM Lite. M-Files olisi ollut jo valmiiksi Mäntsälän Sähkön sähköosaston käytössä, joten sen käyttöönotto olisi luultavasti ollut helpoin vaihtoehto. M-Files EAM Liten ominaisuuksiin kuuluu esimerkiksi työn kirjaaminen henkilöittäin, eli merkinnästä jää aina merkki tekijästä. Järjestelmästä pystyy myös siirtämään tietoa suoraan Exceliin ja tulostamaan raportteja käytöstä. (Juntunen. 2015.)

4.3.4 Masinotek

Masinotek on yritys, joka toimittaa teknologioita, järjestelmiä ja palveluita teollisuuteen ja ympäristöhuollon yrityksille. Masinotek tarjoaa monia järjestelmiä, joista Vehu ja Ahjo ovat kunnossapidon työvälineitä. Vehu ja

Ahjo olivat myös järjestelmät, joita Masinotek tarjosi Mäntsälän Sähkölle. Vehun ominaisuuksiin kuului monia ominaisuuksia, joita kunnossapitojärjestelmältä haettiin Mäntsälän Sähköllä. Siinä oli esimerkiksi prosessi- ja laitekorttiominaisuus, laitospäiväkirja, työmääräimet, lomakejärjestelmä ja kalenteri. Järjestelmässä oli myös monia erikoisempia ominaisuuksia, kuten mobiilipuolen liikennevalo-ominaisuus, jonka avulla voitiin helposti jaksottaa ennakkohuoltotyöt. Ahjo on mobiililaitteiden Internet-selaimilla käytettävä mobiilitietojärjestelmä. Ahjoon kuuluvat kohdekortit, päivystys- ja huoltokirjaukset, vikailmoitukset ja liikennevalot. Liikennevalo toiminnot vaikuttivat paljon järjestelmän valintaan. Ahjon ja Vehun välille on toteutettu API-rajapinta, joka mahdollistaa sen, että kaikki Vehuun luodut kohteet ja laitetiedot synkronoituvat suoraan myös Ahjoon. (Pohjala. 2015.)

4.4 Vertailu ja valinta

Kunnossapitojärjestelmältä haettiin ennen kaikkea selkeää ulkoasua ja helppoa käyttöönottoa. Myös selkeä kunnossapitotöiden jaksotusominaisuus oli tärkeä, sillä huoltotöitä lämpölaitoksille ei ollut kirjattu mihinkään, vaan ne olivat ainoastaan käyttöhenkilökunnan tiedossa tai laitospäiväkirjavihossa.

Kaikki järjestelmät, joista Mäntsälän Sähkö Oy sai tarjouksen, olivat ominaisuuksiltaan kattavia ja yhteneväisyyksiä oli paljon. Yleisiin ja välttämättömiin ominaisuuksiin kuuluu kohde- ja laitekortit, laitospäiväkirja, työmääräimet ja huoltokalenteri. Valintaan vaikutti kyseisten ominaisuuksien ulkoasu ja helppokäyttöisyys, jotka olivat Masinotekillä kaukolämmön työtiimin mielestä kaikista selkeimmät. Lisäominaisuudet vaikuttivat myös valintaan riippuen niiden hyödyllisyydestä yhtiön käyttötarkoituksia ajatellen. Masinotekillä suurin valttikortti oli liikennevalo-ominaisuus, jonka avulla toistuvien huoltojen ajankohtien seuranta helpottui. Pisteytystaulukko tarkemmasta ehdokkaiden arvioinnista löytyy liitteistä. Ehdokkaat on pisteytetty nimettöminä. (LIITE 1).

Kaiken kaikkiaan Masinotekin tarjoamasta järjestelmästä jäi selkein kuva. Järjestelmä oli sopiva Mäntsälän Sähkön käyttötarkoituksiin, ja siinä oli kaikki ominaisuudet, joita haettiin. Myös prosessin kulusta saatiin selkeä kuva, ja tärkeintä oli, että järjestelmä saatiin jo prosessin alkuvaiheessa käyttöön.

5 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN LAADINTA

Kunnossapitojärjestelmän laadinta keskittyi kolmeen osa-alueeseen: komponenttien kartoittamiseen, laitoskierroslomakkeiden luomiseen ja ennakkohuoltojen kartoittamiseen. Työ keskittyi pääosin yhteen lämpölaitokseen.

5.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena oli hankkia kunnossapitojärjestelmä Mäntsälän Sähkö Oy:lle kunnossapitojärjestelmä ja sen käyttöönotto oli tarkoitus saattaa alkuun. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto keskittyi kolmeen alueeseen: Saaren maatalousoppilaitoksen pellettilämpölaitoksen komponenttien ja toimilaitteiden kartoittamiseen, laitoskierroslomakkeisiin ja ennakkohuoltojen suunnitteluun. Tämän työn alussa on myös pohjustettu kunnossapitoa yleisesti, sillä lukijan on hyvä tietää perusasiat kunnossapidosta, jotta hän tietää, miksi ja miten kunnossapitoa tehdään.

Kunnossapitojärjestelmään luotiin pohjat laitehierarkiaan kaikille laitoksille, mukaan lukien tankkausasema, sähkö- ja vesivoimalaitokset, mutta laitetietoja alettiin täyttää tämän opinnäytetyön aikana vain Saaren pellettilaitoksen osalta. Lämpölaitoksiin ja tankkausasemalle määriteltiin myös ennakkohuollot ja luotiin laitoskierroslomakkeet.

Saaren pellettilämpölaitos valittiin laitekartoituksen kohteeksi, sillä se on uusi laitos ja tuottaa eniten töitä huollon kannalta. Laitoksella on paljon huollettavia komponentteja ja pelletin tuottaman pölyn takia komponentteja on huollettava enemmän kuin esimerkiksi kaasulaitoksilla. Pellettikattilaa on myös huollettava enemmän kuin esimerkiksi maakaasu- tai öljykattilaa.

5.2 Tarkasteltava kohde laitekartoituksessa

Tarkasteltavana kohteena oli Saaren maatalousoppilaitoksen pellettilämpölaitos (KUVA 1.), joka lämmittää Saaren ammattikoulun kiinteistöjä. Saaren pellettilämpölaitos on otettu käyttöön vuonna 2014.

Laitoksen vieressä on varalla myös öljyllä toimiva lämpölaitos, jota käytetään apuna myös kovilla pakkasilla. Tarkasteltavaksi laitos otettiin tähän työhön, koska se oli huollon kannalta työllistävin laitos. Pelletti synnyttää palaessaan tuhkaa ja pienhiukkasia, mistä syystä nuohouksia ja siivouksia on suoritettava vähintään kahden viikon välein. Myös pidemmän aikavälin huoltojen kannalta Saaren pellettilaitos oli sopiva kohde tarkasteltavaksi.



KUVA 1. Saaren pellettilämpölaitos

5.2.1 Pellettilaitoksen laitteiston huolto

Pellettilaitoksen laitteistoon kuuluvat pellettivaraston, kattilan, pumppauksen ja vedenkäsittelyn alueet. Pellettivaraston osalta tärkeimmät säännöllistä huoltoa vaativat kohteet ovat pelletinkuljettimien ruuvien moottorit. Moottoreiden laakereita pitää rasvata noin kuukauden välein käytöstä riippuen; jos varastoruuvi ei ole päivittäin käytössä, on rasvausväli pidempi. Kattilan laitteistossa on eniten huollettavia komponentteja. Itse kattila pitää nuohota kerran kahdessa viikossa. Kattilan arina ei ole liikkuva, joten palava pelletti liikkuu sitä mukaan

eteenpäin kohti tuhkasäiliötä, kun pellettiä kertyy arinalle. Pienillä lämpötiloilla pelletti kerääntyy arinalle, jolloin se pitää nuohota käsin tuhkasäiliöön. Palaessaan pelletti synnyttää pienhiukkasia, niin sanottua lentotuhkaa, joka lähtee liikkeelle savukaasujen mukana. Tästä syystä savupiipulle menevässä putkessa on välissä lentotuhkan erotinlaatikko, johon lentotuhkahiukkaset kerääntyvät. Lentotuhkalaatikko tyhjenetään aina perusnuohouksen yhteydessä. Samalla rasvataan myös savukaasupuhaltimen laakerit. Arinassa olevat puhallinaukot on porattava auki puolen vuoden välein ja samalla on puhdistettava kattilan yläosassa olevat huoltoluukut. Kattilan takaosassa olevan tuhkasäiliön alla sijaitsee tuhkanpoistoruuvi, jonka moottorin laakereita on rasvattava aina varastoruuvien rasvausten yhteydessä.

Pumppausverkostoon kuuluu kaukolämpöpumppaus ja paineenpito. Pellettilaitoksella, kuten jokaisella laitoksella, on kaksi kaukolämpöpumppua. Pumppuja ajetaan yksi kerrallaan. Pumput eivät tarvitse varsinaista säännöllistä huoltoa, mutta niitä pitää vuorotella. Pumppuja ennen ja jälkeen olevassa putkiverkossa on erilaisia mittalaitteita, kuten paineen ja lämpötilan mittaustureita. Näitä antureita on silloin tällöin puhdistettava, varsinkin jos on rakennettu uutta putkiverkosta.

Vedenkäsittelykoneistoon kuuluu vedenpehmentin, suola-astia ja kemikaalinpumppauslaite. Veden pehmentin suodattaa vedestä kattilakiveä aiheuttavia kalsium- ja magnesiumioneja, jotka vaihtuvat suodatuksen yhteydessä natriumioneihin. Kovuutta aiheuttavat natriumionit tarttuvat vedenpehmentimessä oleviin hartsipalloihin. Natriumionien loppuessa pehmentimestä on se elvytettävä. Elvytyksessä suodattimen läpi valutetaan 10 prosentista natriumkloridiliuosta. Suola-astiassa on oltava suolaa koko ajan, joten sitä pitää lisätä aika ajoin. Suola-astiassa on oltava myös vettä niin, että suola peittyi. Kemikaalinpumppauslaite ei itsessään vaadi ennakkohuoltoa, mutta sen avulla pumpataan putkistoon hapensidontakemikaalia ja väriainetta. Hapensidontakemikaalilla säädellään kaukolämpöveden pH-arvoja ja

väriaine on mahdollisten putkirikkojen paikantamista varten. (Porkka. 2015)

Laitoksen toiminnan ja saatavan informaation kannalta pellettilaitokselta tehtiin myös vika- ja vaikutusanalyysi (LIITE 2). Tämä tehtiin siksi, että saataisiin kartoitettua kriittisimmät laitteet, jotka aiheuttavat laitoksen seisokin tai informaationkulun keskeytymisen. Nämä laitteet olivat myös huollon suunnittelun kannalta tärkeimmässä asemassa.

5.2.2 Huollettavien laitteiden kartoitus

Huollettavien laitteiden kartoitus oli tärkeää, sillä laitteita ei ollut missään listattuna. Laitos on vuonna 2014 käyttöönotettu, joten paljon laitteita on vaihdeltu uusiin, kun ne eivät olekaan kestäneet. Laitteiden kartoituksella pyrittiin helpottamaan uusien laitteiden tilausta ja varaston kartoitusta. Jossain vaiheessa on tarkoitus myös kartoittaa laitteistot muidenkin laitosten osalta, mutta nyt se tehtiin vain Saaren pellettilämpölaitoksen osalta.

Laitoksen kartoitettaviin alueisiin kuuluu polttoaineen käsittelykoneisto, kattilajärjestelmä, pumppausverkosto ja vedenkäsittelykoneisto. Työ lähti käyntiin sillä, että mietittiin, mitkä laitoksen komponentit kannattaa syöttää kunnossapitojärjestelmään. Tällaisia laitteita olivat kaikki, mitä luultavasti tultaisiin vaihtamaan tai huoltamaan vuosien kuluessa. Laitteiden valinnan jälkeen seuraavana vaiheena oli laitteiden kuvaus. Jokaisesta laitteesta otettiin kuva, jotta laite löytyisi helpommin laitokselta. Myös laitteiden tyyppikilvet kuvattiin, jotta kaikki tiedot saattin laitteesta uuden tilaamista tai huoltoja varten. Tärkeimmät tiedot syötettiin myös laitekortille Vehuun.

Kuvaamisen jälkeen jokainen laite eriteltiin omaan alueeseen ja laitteet kasattiin Exceliin (LIITE 3), josta ne siirrettiin Vehuun omalle alueelleen laitehierarkiaan. Jokaiselle laitteelle tuli oma laitekortti, josta näkyi kuvat laitteesta ja tyyppikilvestä. Kortilla oli myös olennaisimmat tiedot laitteesta. Esimerkiksi kaukolämpöpumpulla näkyi asennuspäivä, teho ja valmistaja. Laitetekortilla oli myös linkki kuvaan laitteesta. Kuvat olisi ollut mahdollista

saada niin, että ne olisivat näkyneet koko ajan laitekortilla, mutta se olisi tiedostokokonsa takia hidastanut järjestelmän käyttöä kentällä mobiililaitteella. Jokaisella laitteella on oma nimensä, jolla se löytyy myös esimerkiksi sähkökuvista. Jokainen Vehuun syötetty laite nimettiin sen kyljessä olevan merkinnän mukaan, ja laitteet, joiden kyljestä ei löytynyt laitemerkintää, nimettiin väliaikaisella nimellä. Laitenimikkeen jälkeen kirjoitettiin myös, mikä laite oli kyseessä, jotta laitetta osattiin lähteä hakemaan laitokselta, jos kuvaa ei ollut. Laitteen nimeäminen oli tärkeää, jotta laitteet oli merkitty samalla tavalla eri dokumentteihin. Laitetta etsittäessä Vehusta se löytyi tietyn polun takaa. Esimerkiksi verkostopumppu 1, joka oli osa kaukolämpöjärjestelmää, Mäntsälän Sähkön pellettilämpölaitoksella löytyi seuraavan polun takaa: MSOY-LAM-KAUKO-13M1 (KUVA 2). Kaikki huoltotyöt, jotka oli tarkoitettu verkostopumppu 1:lle, pystyttiin myös ohjaamaan suoraan niin, että ne löytyivät suoraan tältä polulta.

The screenshot shows a software interface for equipment management. On the left, a tree view under 'Haaravalinnan asetukset' lists various components. The 'KAUKO (Kaukolämpöjärjestelmä)' category is expanded, showing '13M1 (Verkostopumppu 1)' highlighted. On the right, a detailed view for 'Kohde 13M1 (Verkostopumppu 1)' is shown with the following data:

Tyyppi	→ Pumppu
Koodi	MSOY-LAM-SAAP-KAUKO-13M1
Nimi	Verkostopumppu 1
Kohdenimi	Saaren pellettilaitoksen verkostopumppu 1
Positiotunnus	13M1
Status	Käytössä
Asennus (pvm)	01.12.2013
Valmistaja	GRUNDFOS
Teho (kW)	11,0
Kuvaus	<4> Verkostopumppu 1, tyyppikilpi <7> Verkostopumppu 1, tyyppikilpi2

KUVA 2. Verkostopumpun laitekortti Vehussa

Laitteiden kartoituksella pyrittiin siis helpottamaan uusien laitteiden löytymistä huolto- tai vaihtotilanteessa ja uuden laitteen tilaamista. Näin

saatiin myös laitteen asennuspäivä talteen, jotta myöhemmin pystyttäisiin tarkistamaan laitteen käyttöönottopäivä ja määräaikaishuollon ajankohta.

5.2.3 Laitoskierroslomakkeiden laatiminen

Lomakkeiden luonnin tarkoituksena oli korvata vanhat laitospäiväkirjat, joihin kirjattiin laitoskierrokset ja huollot käsin. Tietoja huolloista ja laitoskierroksista ei myöskään ollut saatavissa mistään muualta kuin laitokselta. Laitoskierroslomakkeita varten piti selvittää, mitä tietoja laitoksilta oli aikaisemmin kerätty talteen ja mitkä olivat laitosten tärkeimmät tarkastuskohdat. Kaikkiin lomakkeisiin tuli kohdat energialukemalle ja kuluneelle vesimäärälle. Öljy ja kiinteän polttoaineen laitoksille tuli myös kohdat polttoainetasoille ja polttoaineen kulutukselle. Lomakkeiden rakennetta kehitettäessä päädyttiin siihen, että mobiililaitteella täytettävään lomakkeeseen tuli painotäpät eri tarkastuskohdille, jotka vain kuitattiin tarkistetuiksi. Polttoaineiden ja energialukemien varalle tuli erilliset tekstikentät. Lomakkeisiin tuli myös tekstikentät muille huomioitaville asioille, joilla voisi esimerkiksi ilmoittaa normaalista poikkeavasta asiasta, mutta jotka eivät vaadi huoltoa. Tuloksena saatiin Ahjoon laitoskierroslomakkeet (KUVA 3).

Luontipäivämäärä		2015-08-25	25.08.2015 12:56	20.08.2015 10:12	29.07.2015 08:21	24.07.2015 08:58	20.07.2015 14:24
Luoja	Joonas	Joonas Mäntynen	Joonas Mäntynen	Juha Hämaläinen	Joonas Mäntynen	Joonas Mäntynen	Joonas Mäntynen
Laitos käytössä	<input checked="" type="checkbox"/> Kyllä	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aktiivisia häilytyksiä	<input type="checkbox"/> Kyllä	-	✓	-	-	-	-
Häilytyksen syy							
Laitoksen ympäristö	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sammutin paikoillaan	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KL-verkosto (paineet, lämpötilat)	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vuotoja	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Valaistus	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Polttoaineen syöttöjärjestelmä	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ilmastointilaitte	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tuloilma-aukot	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poistopuhallin	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Poistumisvalot	<input type="checkbox"/> Kunnossa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
KL-energia [MWh]		1288.52	1287.99	1285.11	1284.2	1283.42	
KL-vesimäärä [m ³]		43412.7	43392.3	43276.8	43240.9	43210.8	
Siilo 1 [kg]		16740.0	17440.0	19200.0	12780.0	12730.0	
Siilo 2 [kg]		18540.0	18570.0	19100.0	18260.0	18510.0	

KUVA 3. Ahjon laitoskierroslomake.

Huomautukset laitosten pikaisista huoltotarpeista pystyi tekemään erilliselle vikailmoituslomakkeelle. Vikailmoitus näkyi Ahjon yläreunassa punaisena huutomerkinä (KUVA 4). Vikailmoituksen jälkeen luotiin vian pohjalta huoltotyö, jonka pystyi ohjaamaan suoraan halutulle henkilölle. Huoltomiehen tehtyä huoltotyön hän kuittasi työn tehdyksi ja järjestelmän pääkäyttäjät pystyi päättämään työn.

Kirjaudu ulos Selaa kohteita Etsi Tehtävät Historia Laitoskierrros Vikailmoitukset

MSOY – LAM – SAAP Saaren pellettilaitos

Saaren pellettilaitos Lämpökeskus

Tiedot Tehtävät Galleria 2 Tiedostot 1 Historia Laitoskierrros Vikailmoitukset

Luo uusi vikailmoitus

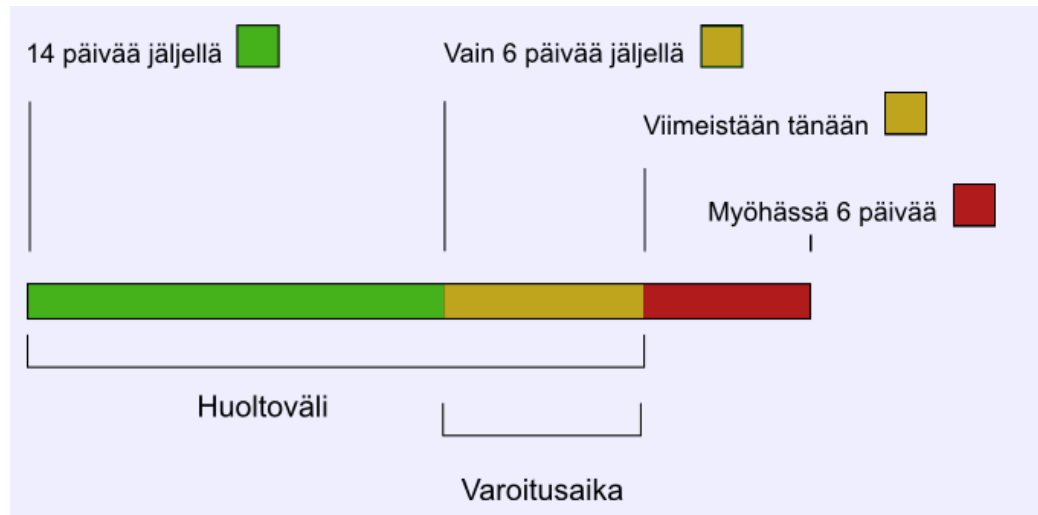
Merkinnät

Lähetä

KUVA 4. Ahjon vikailmoituslomake.

5.2.4 Laitosten ennakkohuoltojen suunnittelu

Laitosten ennakkohuoltojen suunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että mietittiin, mitkä laitteet laitoksilla vaativat säännöllistä huoltoa. Tarvittavat tiedot saatiin laitospäiväkirjoista ja haastattelemalla käyttöhenkilökuntaa. Ennakkohuollot suunniteltiin kaikkien lämpölaitosten ja tankkausaseman osalta Exceliin (LIITE 4), josta ne sitten siirrettiin Vehuun. Huolloista luotiin liikennevalonäkymään pääkohteet huoltovälin mukaan: kerran viikossa, kerran kahdessa viikossa, kerran vuodessa ja kerran kahdessa vuodessa. Laitosten komponenttien ennakkohuollot liitettiin pääkohteiden alle. Tämän jälkeen asetettiin aikarajat huolloille (KUVA 5). Järjestelmä hälytti silloin, kun minkä tahansa laitoksen jonkin laitteen ennakkohuolto tietyltä aikaväliltä oli tekemättä.



KUVA 5. Liikennevalonäkymän asetukset Ahjossa

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä esiteltiin kunnossapitojärjestelmän hankintaprosessia ja käyttöönoton alkuvaiheita Mäntsälän Sähkö Oy:lle. Opinnäytetyön päätavoitteena oli kunnossapitojärjestelmän Valitseminen. Sen lisäksi opinnäytetyön kirjallisesta osuudesta haluttiin helposti luettava ja selkeä raportti projektista.

Yhtiö tarvitsi kunnossapitojärjestelmän, sillä laitoksilta kerättävä tieto oli vain paperilla ja prosessi kaipasi siten nykyaikaistamista. Huoltosuunnitelmat olivat laitosten käyttöhenkilökunnan tiedossa, tai laitteiden huoltoväli katsottiin laitoksilla olevista laitospäiväkirjoista. Työssä pohjustettiin myös lukijalle kunnossapidon perusteita, miksi ja miten kunnossapitoa tehdään. Kunnossapito on jatkuva prosessi. Oikein tehtynä se säästää huoltokustannuksissa ja oikeanlainen kunnossapitojärjestelmä on hyvä työkalu kunnossapidon avuksi. Ennen kaikkea ehkäisevä kunnossapito estää laitteiden vioittumisen, tekee tuotannosta tehokkaampaa ja varmempaa.

Hankintaprosessi lähti käyntiin eri kunnossapitojärjestelmien tarjoajien kartoituksella ja niihin tutustumisella. Kun sopivin järjestelmä oli löydetty, aloitettiin sen käyttöönotto. Käyttöönotossa keskityttiin yleisesti kaikkiin laitoksiin, mutta tarkempaan tarkkailuun otettiin Saaren pellettilämpölaite. Lämpölaitokselta kartoitettiin sen laitteistoa ja mietittiin tärkeimpiä huoltokohteita.

Työn tuloksena saatiin Mäntsälän Sähkö Oy:lle kunnossapitojärjestelmä, johon oli luotu lomakkeet laitoskierroksille, luotu laitekortit Saaren pellettilaitokselle ja suunniteltu Saaren lämpölaitoksen ennakko- ja huoltotöitä. Tämän työn avulla kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto saatiin nopeammin alulle ja käyttöön.

LÄHTEET

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

Heinonkoski, R. 2004. Koneautomaation kunnossapito. 2. uudistettu painos. Helsinki: Opetushallitus.

Juntunen, A. 2015. Tarjous M-Files -kunnossapitoratkaisusta. Salainen materiaali, ei saatavissa.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint.

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

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito, tuottavuutta käynnissäpidolla. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys promaint.

Masinotek Oy. 2015. Tuotteet [viitattu 20.10.2015]. Saatavissa: <http://masinotek.com/fi/teknologia/vehu/emmi/ahjo/masmonitor/masbox>

M- Technology Oy. 2015 Yritys [viitattu 22.12.2015]. Saatavissa: <http://www.m-technology.fi/company.html>

Mäntsälän Sähkö Oy. 2015. Yritysesittely [viitattu 24.8.2015]. Saatavissa: http://www.msoy.fi/tietoa-yrityksesta/yritysesittely/fi_FI/yritysesittely/

Pohjala, J. 2015. Tarjous: kunnossapitojärjestelmä. Salainen materiaali, ei saatavissa.

Porkka, A. 2015. Lämpöpäällikkö. Mäntsälän Sähkö Oy. Henkilökohtainen tiedonanto 25.8.2015.

Pylkkänen, P. 2015. ARROW Novi - kunnossapidon konsepti - tarjous. Salainen materiaali, ei saatavissa.

SFS-Käsikirja 55-1. 2012. Kunnossapito ja kunnonvalvonta. Osa1:
Kunnossapidon johtaminen. SFS, Helsinki.

LIITTEET

Liite 1. Vaihtoehtojen vertailu

1(2)

	Vaihtoehto1		Vaihtoehto2		Vaihtoehto3		Vaihtoehto4	
	Sovellus/ toiminto	Pisteet	Sovellus/ toiminto	Pisteet	Sovellus/ toiminto	Pisteet	Sovellus/ toiminto	Pisteet
Pää-/mobiilisovellus	Molemmat selainpohjaisia. Helppo kulku toistensa välillä.	4	Molemmat selainpohjaisia.	4	Selainpohjainen.	4	Luo laitekortit asiakkaille sopivaan muotoon ja asiakkaille sopivilla tiedoilla. Voidaan jakaa tietoa muiden osapuolten nähtäväksi.	4
Ulkoasu	Selkeä.	4	Selkeä ulkoasu.	4	Hieman vanhentuneen näköinen	3	Hieman vanhentuneen näköinen.	3
Laitehierarkia	Tiedot löytää nopeasti.	4	Selkeä ja helposti löydettävissä alkuvalikosta.	3	Monipuolinen kohteen haku.	3	Laitehierarkia myös vanhentuneen näköinen.	2
Vikailmoitukset	Helppo vikailmoituksen luonti.	4	Helppo vikailmoituksen luonti.	4	Helppo vikailmoituksen luonti.	4	Helppo vikailmoituksen luominen.	4
Ennakkohuollot	Liikennevalot/ kalenteri	5	Selkeä kalenteri, josta näkyy ennakkohuollot palkkeina.	3,5	Selkeä kalenteri, josta näkyy ennakkohuollot palkkeina.	3,5	Perus kalenteri.	3
Työnohjaus	Vikailmoituksen jälkeen helppo luoda samasta paikasta työ ja ohjata se tekijälle. Selkeät työn määritelvät.	3,5	Helppo työnohjaus henkilöstölle.	4	Työmääräys saadaan suoraa laskuksi.	4	Työt ohjataan tietyille henkilöille. Työt näkyvät henkilöittäin, osastoittain tai yksiköittäin.	4
Käyttöönotto	Pääsee heti käyttämään. Käyttöönotto helppoa. Ohjelmaan tehdyt muutokset näkyvät sovellushistoriassa.	4	Paljon vaiheita ennen varsinaista käyttöönottoa.	2	Määritellään toimittajan kanssa,	3	Pääsee heti käyttämään.	5

Liite 1.

2(2)

Muut	Liikennevalot.	0	Varaosavarasto.	2		0		0
Yht.		28,5		26,5		24,5		25

Liite 2. VVA- taulukko

1(3)

Kone/tuotantolinja:							
Laite	Osa	Kriittisyys	Laitteen tai osan toiminta	Vikatilanne	Vioittumistapa	Vian vaikutukset	Vian seuraukset
Kaukolämpöpumppu 1	Pumppu	Suuri/Keskisuuri	Pumppu pitää kaukolämpöveden kierrossa	Pumppu ei pyöri, pumppu pyörii tyhjää	Pumppuun tulee ilmaa tai likaa, sähkökatko	Virtaus lakkaa	Toinen pumppu käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Kaukolämpöpumppu 2	Pumppu	Suuri/Keskisuuri	Pumppu pitää kaukolämpöveden kierrossa	Pumppu ei pyöri, pumppu pyörii tyhjää	Pumppuun tulee ilmaa tai likaa, sähkökatko	Virtaus lakkaa	Toinen pumppu käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Paineenpitopumppu 1	Pumppu	Suuri/Keskisuuri	Pumppu pitää kaukolämpöveden paine-eron säätöjen sisällä	Pumppu ei pyöri, pumppu pyörii tyhjää	Pumppuun tulee ilmaa tai likaa, sähkökatko	Verkostopaine laskee	Toinen pumppu käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Paineenpitopumppu 2	Pumppu	Suuri/Keskisuuri	Pumppu pitää kaukolämpöveden paine-eron säätöjen sisällä	Pumppu ei pyöri, pumppu pyörii tyhjää	Pumppuun tulee ilmaa tai likaa, sähkökatko	Verkostopaine laskee	Toinen pumppu käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Varastoruuvi 1	Moottori	Suuri/Keskisuuri	Syöttää pellettiä silosta sulkusyöttimelle	Ruuvi ei pyöri	Sähkökatko, pelletti paisuu ruuvilla (kosteus)	Sulkusyöttimelle ei tule pellettiä	Toinen ruuvi käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Varastoruuvi 2	Moottori	Suuri/Keskisuuri	Syöttää pellettiä silosta sulkusyöttimelle	Ruuvi ei pyöri	Sähkökatko, pelletti paisuu ruuvilla (kosteus)	Sulkusyöttimelle ei tule pellettiä	Toinen ruuvi käynnistyy/ laitos aloittaa alasajon
Poltinruuvi	Moottori	Suuri	Syöttää pellettiä sulkusyöttimeltä arinalle	Ruuvi ei pyöri	Sähkökatko	Kattilaan ei mene pellettiä, lämpötila alkaa laskea	Liekki sammuu

Liite 2.

2(3)

Sulkusyötin	Moottori	Suuri	Annostelee pellettiä poltinruuville	Syötin ei pyöri	Sähkökatko, anturi ei toimi oikein (pöly)	Poltinruuville ei mene pellettiä, lämpötila alkaa laskea	Liekki sammuu/siiloruuvit tukkeutuu
Tuhkaruuvi	Moottori	Keskisuuri	Poistaa tuhkaa kattilan tuhkatilasta	Ruuvi ei pyöri	Sähkökatko, paakkuuntunut tuhka	Tuhka kerääntyy kattilan tuhkatilaan	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Ensiöpuhallin 1	Moottori	Suuri	Tehostaa liekkiä	Puhallin ei pyöri	Sähkökatko, tuuletusaukon tukkeuma, puhaltimen tervaantuminen	Liekki ei pala tehokkaasti	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Ensiöpuhallin 2	Moottori	Suuri	Tehostaa liekkiä	Puhallin ei pyöri	Sähkökatko, tuuletusaukon tukkeuma, puhaltimen tervaantuminen	Liekki ei pala tehokkaasti	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Toisiöpuhallin	Moottori	Suuri	Tehostaa liekkiä	Puhallin ei pyöri	Sähkökatko, tuuletusaukon tukkeuma, puhaltimen tervaantuminen	Liekki ei pala tehokkaasti	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Kattilan sekoituspumppu	Pumppu	Suuri	Pitää kattilaveden kierrossa	Pumppu ei pyöri, pumppu pyörii tyhjä	Sähkökatko, likaa tai ilmaa pumpussa	Kattila ylikuumentuu	Laitoksen toiminta lakkaa
Verkoston lämpötila-anturi	Anturi	Pieni	Mittaa verkoston lämpötilaa	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Verkoston paineanturi	Anturi	Pieni	Mittaa verkoston painetta	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Pumppujen ohjaus ei toimi
Poltinruuvin rajakytkin	Kytkin	Erittäin suuri	Kytkin joka havaitsee jos liekki lähtee liikkumaan poltinruuvia pitkin	Ei anna hälytystä	Hajoaminen (kuumuus), kytkin ei pääse liikkumaan (este)	Jos palo etenee poltinruuvissa siitä ei tule hälytystä	Tulipalovaara

Liite 2.

3(3)

Vedenpehmentin 1	Painesäiliö	Keskisuuri	Poistaa kattilakiveä aiheuttavia ioneja	Ei suodata ioneja, huomataan pitkällä aikavälillä	Natriumionit loppuu	Kattilan putket "kivetty"	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Vedenpehmentin 2	Painesäiliö	Keskisuuri	Poistaa kattilakiveä aiheuttavia ioneja	Ei suodata ioneja, huomataan pitkällä aikavälillä	Natriumionit loppuu	Kattilan putket "kivetty"	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Savukaasumuri	Moottori	Suuri	Imee savun kattilasta piipulle	Ei pyöri	Sähkökatko, hinnan vauriot	Savu kertyy kattilaan ja laitoksen sisätiloihin	Laitos menee häiriöön
Kattilan paineanturi	Anturi	Keskisuuri	Mittaa kattilan painetta	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Laitos menee häiriöön
Kattilan lämpötila-anturi	Anturi	Keskisuuri	Mittaa kattilan lämpötilaa	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Laitos menee häiriöön
Kattilan paisunta-astia	Painesäiliö	Keskisuuri	Kattilan Kiertovesi paisuu paisuntaan	Paine laskee kattilan kiertopiirissä	Sisäverkko repeää, lämpö- tai painekapasiteetin ylitys	Paine alkaa laskea kattilakierrossa	Ei aiheuta vakavaa tilaa
Kattilan kiertoveden paineanturi	Anturi	Keskisuuri	Mittaa kattilan kiertoveden painetta	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Laitos menee häiriöön
Kattilan kiertoveden lämpötila-anturi	Anturi	Keskisuuri	Mittaa kattilan kiertoveden lämpötilaa	Anturi ei mittaa tai mittaa väärin	Likaa tai ilmaa anturissa, hajoaminen	Ei saada mittatulosta tai saadaan väärä mittatulos	Laitos menee häiriöön

Liite 3. Saaren pellettilaitoksen huollettavat laitteet

1(3)

Saaren pellettilämpölaite		Huoltotyö	Huollon tiheys	Kunnontarkkailu
Kattilajärjestelmä				
11M1	Kattilansekoituspumppu	Ilmataan.	1v	Tarkastetaan laitoskäynnillä että pyörii ja äänion tasainen.
4M1	Ensiöpuhallin 1	Puhdistetaan	Kun tarpeen.	Tarkastetaan tervaantuneisuus.
4M2	Ensiöpuhallin 2	Puhdistetaan	Kun tarpeen.	Tarkastetaan tervaantuneisuus.
5M1	Toisiopuhallin	Puhdistetaan	Kun tarpeen.	Tarkastetaan tervaantuneisuus.
ARI1	Ariterm kattila	Kattilalle suoritetaan nuohous. Kattila ajetaan alas niin, että pelletin syöttö keskeytyy ja odotetaan, että lämpötila laskee. Kattilan takaa avataan luukku, mitä kautta vedetään arinalta palamaton pelletti kattilan tuhkatalaan. Nuohouksen yhteydessä tyhjennetään myös lentotuhkalaatikko tuhkarastoon.	1vk	Tarkastetaan pellettitilanne arinalta laitoskäynnin yhteydessä.
PS2	Kattilan paisuntasäiliö	Ei vaadi huoltoa ellei rikkoonnu.	-	Kattilan paisuntasäiliön kunto tarkastetaan aina laitoskierroksen yhteydessä. Tunnustellaan kädellä, että säiliön ylä ja alapuoli ovat eri lämpöiset.
PUM	Kattilan kiertopumppu	Ilmataan.	1v	Tarkastetaan laitoskäynnillä että pyörii ja äänion tasainen.
PZA1	Kattilan yliainesuoja	Vaihdetaan jos ei toimi.	1v	Tarkastetaan toimivuus luomalla hälytystilanne.
TZA1	Kattilan yllilämpösuoja	Vaihdetaan jos ei toimi.	1v	Tarkastetaan toimivuus luomalla hälytystilanne.
TR1	Tuhkaruuvi 1	Tuhkaruuvien moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitettua yhteestä.	1kk	Tarkastetaan että tuhkaa on kulkenut tuhkarastoon.

Liite 3.

2(3)

TR2	Tuhkaruuvi 2	Tuhkaruuvien moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitettua yhteestä. Myös ruuvilta alastulevan paloputken kiinnitykset tarkastetaan.	1kk	Tarkastetaan että tuhkaa on kulkenut tuhkavarastoon.
SKI	Savukaasuimuri	Savukaasuimurin laakerit rasvataan. Poistetaan suojakotelo ja rasvataan ylä- ja alarattaan laakerit rasvaus yhteistä.	1vk	Kuunnellaan että ääni on tasainen.
Kaukolämpöjärjestelmä				
13A1	Taajuusmuuttaja 1	Puhdistetaan tuuletusaukkoja	1v	-
13A2	Taajuusmuuttaja 2	Puhdistetaan tuuletusaukkoja	1v	-
13M1	Verkostopumppu 1	Verkostopumppu ilmataan pumpun alaosassa olevaa ilmausyhdetä avaamalla.	1v	Verkostopumppujen käyttöä vuorotellaan
13M2	Verkostopumppu 2	Verkostopumppu ilmataan pumpun alaosassa olevaa ilmausyhdetä avaamalla.	1v	Verkostopumppujen käyttöä vuorotellaan
FVO18	Automaattiventtiili	Lähetetään huoltoon tai vaihdetaan, jos vikaantuu	-	Tarkastetaan toiminta ajamalla käsin
PLA	Paluulämpötila-anturi	Puhdistetaan anturitasku. Vaihetaan jos ei toimi	1v	Tarkastellaan, että näyttää oikein (lämpötila riippuu kulutuksesta)
PPP1	Paineenpitopumppu 1	Paineenpitopumppua ilmataan pumpun alaosassa olevaa ilmausyhdetä avaamalla.	1v	Paineenpitopumppujen käyttöä vuorotellaan
PPP2	Paineenpitopumppu 2	Paineenpitopumppua ilmataan pumpun alaosassa olevaa ilmausyhdetä avaamalla.	1v	Paineenpitopumppujen käyttöä vuorotellaan
PSMV1	Paisuntasäiliön magneettiventtiili	Vaihetaan jos ei toimi	-	Tarkastellaan, että avautuu kun tarvitaan lisävetä/ajetaan käsin
TT4	Menolämpötila-anturi	Vaihetaan jos ei toimi. Puhdistetaan anturitasku	1v	Tarkastellaan, että näyttää oikein (yli 70 astetta)
Polttoainejärjestelmä				
2M2	Sulkusyötin	Sulkusyötin moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitettua yhteestä.	1kk	Tarkastetaan toimivuus aina laitoskierroksen yhteydessä.
PR	Kattilan pellettiruuvi	Kattilan pellettiruuvien moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitettua yhteestä.	1kk	Tarkastetaan toimivuus aina laitoskierroksen yhteydessä.

Liite 3.

3(3)

VR1	Varastoruuvi 1	Varastoruuvin moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitusta yhteestä. Ruuvilta alas tulevan paloputken kiinnitykset tarkastetaan.	1kk	Tarkastetaan toimivuus aina laitoskierroksen yhteydessä.
VR2	Varastoruuvi 2	Varastoruuvin moottorin laakereita rasvataan rasvaukseen tarkoitusta yhteestä. Ruuvilta alas tulevan paloputken kiinnitykset tarkastetaan.	1kk	Tarkastetaan toimivuus aina laitoskierroksen yhteydessä.
Vedenkäsittelyjärjestelmä				
KEM	Kemikaalinpumppauslait e	Verkkoon pumpataan hapensidontakemikaalia ja väriainetta.	6kk	Kunto tarkistetaan pumppauksen yhteydessä
VN	Vesinäytehana	Puhdistetaan sisältä tarvittaessa	-	Testataan, että hana toimii.
VP1	Vedenpehmentin 1	Vedenpehmentin elvytetään (opinnäytetyön kappale 7.1.1)	automaattinen	-
VP2	Vedenpehmentin2	Vedenpehmentin elvytetään (opinnäytetyön kappale 7.1.1)	automaattinen	-

Liite 4. Lämpölaitosten ennakkohuollot

1(3)

Laitos	Käyttöönottovuosi	Teho yhteensä	Kattilalkm	Polttoaine	Huollot	pv ä	v k	2v k	k k	v	2 v
Ruusutarhat A	2010	0,5	1	Maakaasu (1311)	Ilmaus				1		
Ruusutarhat B	2008	1,4	1	Maakaasu (1311)	Ilmaus				1		
				Öljy (1141)	suuttimen vaihto (vain öljykäytöllä)						1
Mustämäki	1974	4,6	2	Maakaasu (1311)	Ilmaus				1		
Liedontie	2007	19	2	Maakaasu (1311)	Polttimen puhaltimien kierrosnopeusanturin putsaaminen					1	
					Sivuvirtasuodattimen putsaaminen/ vaihto						2
					Kemikaalipumppaukset						4
					Kattiloiden etupään pulttien kiristys					1	
					Varavoimakoneen ajo ja nesteiden tarkastus				1		
					Glykolipiirin ilmaus/ glykolin lisäys				1		
					Lianerottimen putsaaminen					1	
					Ilmansuodattimien vaihto					1	
					IV-koneen suodattimien vaihto						2
Kapuli A	2007	6	1	Maakaasu (1311)	Sivuvirtasuodattimen putsaaminen/ vaihto					2	
					Lianerottimen putsaaminen					1	

Liite 4.

2(3)

					Ilmansuodattimien vaihto					1	
					IV-koneen suodattimien vaihto					2	
					Ilmaus				1		
Saari Pelletti	2014	0,7	1	Pelletti (316)	Pelletin tilaus				1		
					Nuohous			1			
					Lentotuhkalaatikon tyhjennys			1			
					Paloilmapuhaltimen laakerin rasvaaminen			1			
					Ruuvien laakerit					1	
					Perusteellinen nuohous/ arinan poraus					2	
					Sähkökeskuksen ilmansuodattimien vaihto					1	
Saari Öljy	2010	3	2	Maakaasu (1311)	Suuttimien vaihto/putsaus					1	
					Polttimien palopään puhdistus				1		
					Öljyn tilaus					2	
Numminen	2013	0,5	1	Pelletti (316)	Nuohous			1			
					Pelletin tilaus				1		
					Sähkökeskuksen ilmansuodattimien vaihto					1	
					Varastoruuvien pyörittys		1				
Huvitie	1983	15	3	Maakaasu (1311)							
Tankkausasema					Öljyn lisäys			1			

Liite 4.

3(3)

					Yläsäiliöiden tyhjennys				1		
					Suodattimen tyhjennys				1		
					Ryynien vaihto					4	
					Perus huolto					2	