

Joonas Pursiainen

LÄMPÖLAITOKSEN ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

LÄMPÖLAITOKSEN ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMA

Joonas Pursiainen
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t): Joonas Pursiainen
Opinnäytetyön nimi: Lämpölaitoksen ennakkohuoltosuunnitelma
Työn ohjaaja(t): Tero Hietanen, Johannes Nikula
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016
Sivumäärä: 31 + 3

Tämä insinöörityö käsittelee Keminmaan Energian kpa-laitoksen eli kiinteän polttoaineen kattilalaitoksen ennakkohuoltosuunnitelmaa. Työn tavoitteena oli selvittää kpa-laitoksen sähkö- ja automaatiokomponentit, jotka muodostavat laitoksen ohjausjärjestelmän ja laitteiston. Näille komponenteille määritettiin tietyin aikaväleihin suoritettavat määräaikaishuollot. Lisäksi selvitettiin niiden tekninen elinikä sekä kehitettiin toimiva mittari, jolla käyttökäyttökunta näkee laitteiden kunnan helposti. Työn tilaajana toimii Protaccon Oy.

Työ alkoi kartoituksen suunnittelulla ja vierailulla Keminmaan kpa-laitoksella, jotta kaikista komponenteista saatiin kerättyä tarpeeksi tietoa. Komponentit kerättiin taulukkoon, johon määritettiin jokaiselle laitteelle määräaikaishuollot ja selvitettiin tekninen elinikä. Tekninen elinikä selvitettiin laitevalmistajan käyttöohjeista tai kysymällä valmistajalta sähköpostilla. Vertaamalla laitteen nykykuntoa ja käyttöaikaa valmistajan antamaan tekniseen elinikään voitiin suunnitella sopiva kunnossapidon mittari.

Tuloksena saatiin kattava lista kpa-laitoksen sähkö- ja automaatiokomponenteista sekä niiden määräaikaishuolloista. Lisäksi saatiin luotua jatkokehitykseen sopiva kunnossapidon mittari, jolla käyttökäyttökunta voi helposti seurata laitteiston toimintakuntoa.

Asiasanat: kunnossapito, lämpökeskukset, arinapoltto

ALKULAUSE

Työn tilaajana toimi Protacon Oy. Työtäni valvoi Protaconin puolesta Johannes Nikula ja ohjaavana opettajana toimi Tero Hietanen Oulun ammattikorkeakoulusta.

Haluan kiittää ohjauksesta, neuvoista ja ehdotuksista työn ohjaajaa Johannes Nikulaa ja ohjaavaa opettajaa Tero Hietasta. Lisäksi haluan kiittää Protaconin henkilökuntaa avusta työssäni.

Oulu 3.5.2016

Joonas Pursiainen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 KAUKOLÄMMITYS	9
2.1 Kaukolämmön toimintaperiaate	10
2.2 Lämpökeskukset	11
2.3 Arinapoltto	11
3 KUNNOSSAPITO	15
3.1 Kunnossapitolajit	15
3.1.1 Huolto	16
3.1.2 Ehkäisevä kunnossapito	16
3.1.3 Korjaava kunnossapito	17
3.1.4 Parantava kunnossapito	17
3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	17
3.2 Ennakoiva kunnossapito	18
3.3 Ennakkohuolto	19
4 KOMPONENTTIEN KARTOITUS	21
4.1 Kartoituksen suunnittelu	21
4.2 Kartoituksen toteutus	22
5 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTTAMINEN	24
5.1 Laitteiden valmistajat	24
5.2 Käyttöaika	24
5.3 Tekninen elinikä	24
5.4 Käyttöolosuhteet	25
5.5 Määräaikaishuollot	25
5.6 Huoltokortti	25
6 KUNNOSSAPIDON MITTARI	27
7 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	31

LIITTEET

LIITE 1 Kartoituksen tarkistuslista

LIITE 2 Komponenttilista

LIITE 3 Huoltokortti

SANASTO

Kpa - Kiinteän polttoaineen kattila

Käyttöaika - Aika, jonka laite on ollut käytössä asennuksen jälkeen

Tekninen elinikä - Arvioitu aika, jonka laite on toimintakunnossa asennuksen jälkeen

MW - Megawatti

1 JOHDANTO

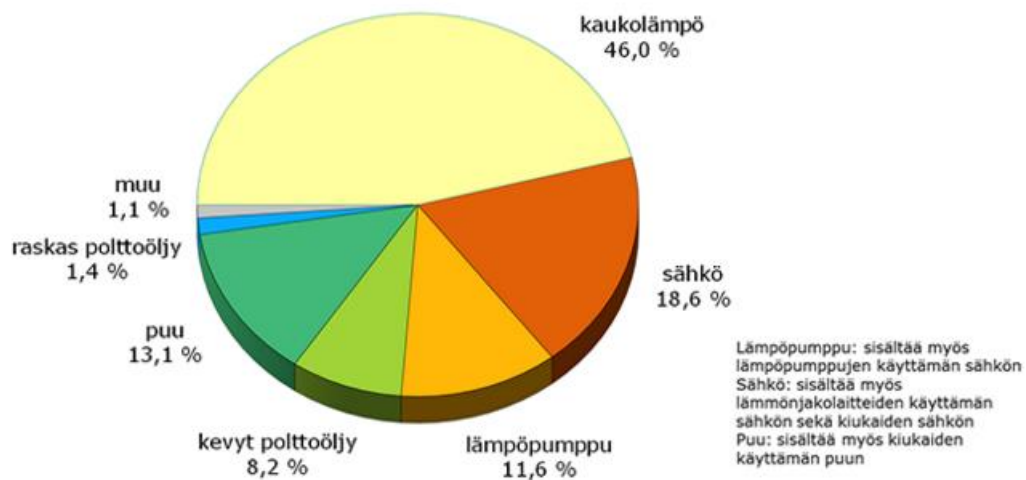
Työn tavoitteena on tehdä ennakkohuoltosuunnitelma Keminmaan Energian kpa-laitokselle. Kpa eli kiinteän polttoaineen kattila on kaukolämpölaitoksissa käytettävä prosessi, jossa polttoaineena käytetään yleisesti turvetta ja puuhaketta. Keminmaan Energialla tuotetaan asiakkaille vuosittain noin 29 GWh kaukolämpöenergiaa. Kaukolämpö tuotetaan noin 95-prosenttisesti kotimaisilla turve- ja hakepolttoaineella.

Työssä kartoitetaan kpa-laitoksen sähkö- ja automaatiokomponentit ja määritetään niille määräaikaishuollot sekä selvitetään valmistajan antama tekninen elinikä. Lopputuloksena saadaan lista tiettyjen väliaikojen jälkeen suoritettavista huoltotoimenpiteistä sekä toimiva ja helppolukuinen mittari, jolla nähdään komponenttien nykykunto ja mahdollinen huolto- tai vaihtotarve vertaamalla laitteen nykykuntoa ja käyttöaikaa tekniseen elinikään. Mittari ja määräaikaishuollot kehitetään aluksi Excel-pohjalle, josta ne voidaan viedä jatkokehitykseen.

Työn tarkoituksena on kehittää Protaconin teollisuuden tuki- ja ylläpitopalvelua lämpölaitosten kunnossapitotoimintaa varten.

2 KAUKOLÄMMITYS

Kaukolämpö on maamme yleisin lämmitysmuoto. Se on luonnollinen ja varma lämmitystapa, joka on ollut käytössä Suomessa jo 1950-luvun alusta lähtien. Kaukolämmityksen osuus Suomen lämmitysmarkkinoista on noin 46 prosenttia (Kuva 1). Kaukolämmitystä käytetään enemmän kerrostaloissa sekä liikerakennuksissa, kun taas omakotitaloista kaukolämmitettyjä on 7 prosenttia. (1.)



KUVA 1. Kaukolämmityksen osuus lämmitysmarkkinoista vuonna 2015 (1)

Kaukolämmön energiatehokkuus ja ympäristöystävällisyys perustuvat siihen, että kaukolämmitys hyödyntää muuten hukkaan menevää lämpöenergiaa. Kaukolämmön polttoaineita ovat maakaasu, kivihiili, turve, puuhake sekä muut uusiutuvat energialähteet, kuten biokaasu. (1.)

Kaukolämmityksen hyödyt, ongelmat, mahdollisuudet ja uhkatekijät ovat esitettyinä taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Kaukolämmityksen hyödyt, ongelmat, mahdollisuudet ja uhkatekijät (2, s. 25)

Hyödyt	Ongelmat	Mahdollisuudet	Uhkatekijät
Energiatehokkuus, ympäristöystävällisyys.	Suuret investoinnit, pitkät takaisin-	Edulliset ja vähäpäästöiset polttoaineet.	Rahoituksen puute ja kalleus.
Tuotanto voidaan jakaa tehokkaasti eri	maksuajat.	Yhteistuotanto hyödyttää myös sähkön	Epäterve kilpailu.
tuotantomuotojen kesken.	Suuret kulutusvaihtelut vuoden-	tuotantoa.	Epäterve sääntely.
Varakapasiteetti yhteisesti hyödynnettävissä.	aikojen välillä.	Mahdollisuus käyttää prosessien jätelämpö-	Lämmitysratkaisun valitsee
Käyttövarma.	Ei sovellu harvaan rakennetuille	lähteitä.	rakennuttaja, ei loppukäyttäjä.
Helppokäyttöinen: ei edellytä asiakas-	alueille.	Kaukojäähdytys.	
kohtaista käyttö- tai huoltotyötä.	Siirtohäviöt.	Matalalämpötilaisen lämmön hyödyntäminen	
		(mm. Sulanapito).	

2.1 Kaukolämmön toimintaperiaate

Kaukolämpöä tuotetaan lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksissa tai lämpökeskuksissa. Lämpö siirretään asiakkaille kuumana vetenä suljetussa kaksiputkisessa kaukolämpöverkossa. Lämmin vesi johdetaan kiinteistön lämpökeskukseen, jossa se luovuttaa lämpöä lämmitysverkkoon ja lämpimän käyttöveden valmistukseen lämmönsiirtimien avulla. Jäähtynyt vesi palaa takaisin tuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi. Kaukolämpövesi on käsitelty epäpuhtauksien ja hapen poistamiseksi sekä putken korroosion estämiseksi. Vesi myös värjätään, jotta mahdolliset vuodot on helpompi paikantaa, mutta värjäys ei ole terveydelle tai ympäristölle vaarallista. (3.)

Aluelämmityksellä tarkoitetaan pienempimuotoista keskitettyä lämmön tuotantoa ja jakelua yksityiseen tai esimerkiksi tuotantoyhtymän osakkaiden omaan käyttöön, mutta toimintaan ei liity liiketoimintaa. Tuotanto- ja jakeluteknologia voi olla hyvinkin samanlaista kuin kaukolämmityksessä. Kaukolämmityksen tyypillisiä ominaisuuksia ovat seuraavat:

- lämpö tuotetaan keskitetyssä kohteessa ja jaetaan verkon välityksellä asiakkaalle
- siirtoaineena on vesi tai höyry
- asiakkaina ovat asuintalot, teollisuus, liikerakennukset ja julkiset rakennukset
- asiakkaat käyttävät lämpöä rakennuksen tilojen ja käyttöveden lämmitykseen. (2, s. 25.)

Kaukolämmön toimintavarmuus on lähes sataprosenttinen. Keskeytyksiä voi aiheutua verkon vaurioista, huoltotöistä, verkon peruserän parannuksista ja uusien asiakkaiden liittamisestä verkkoon. Yleensä verkkoon liittyminen voidaan suorittaa ilman, että lämmönjakelu katkaistaan. Koska lämmöntuotanto on vähimmillään kesällä, pyritään keskeytykset ajoittamaan kesäajalle. (3.)

2.2 Lämpökeskukset

Lämpökeskukset, joista voidaan myös käyttää nimitystä lämpölaitos, ovat pelkästään lämpöä tuottavia laitoksia, joissa ei ole sähkön tuotantoa. Lämpö siirretään joko veteen tai höyryyn. Höyrykattilalla voidaan tuottaa lämpöä sekä kaukolämmitykseen että teollisuudelle. (2, s. 282.)

Näissä laitoksissa saadaan polttoaineen sisältämästä energiasta veteen tai höyryyn noin 85–93 prosenttia. Lämpökeskuksen hyötysuhde riippuu polttoaineesta, polttotekniikasta, kattilan mitoituksesta sekä ajotavasta. Suurin häviö on savukaasuhäviö, joka riippuu savukaasun happipitoisuudesta ja loppulämpötilasta. (2, s. 282.)

Lämpökeskusten ja höyrykeskusten pääpolttoaineita ovat raskas polttoöljy, maakaasu, puu ja turve sekä vähäisessä määrin kevyt polttoöljy. Suurin osa kaukolämpökattiloista on jaksoittaisesti tai jatkuvasti valvottuja kuumavesikattiloita, joissa veden lämpötila on alle 120 °C. (2, s. 282.)

2.3 Arinapoltto

Arinapoltto on ollut pienten ja keskisuurten yksiköiden yleisin kiinteiden polttoaineiden polttomenetelmä teollistumiskauden alusta lähtien. Ensimmäiset puuta polttavat laitokset käyttivät arinapolttoa. Kattiloissa käytettiin kiinteitä arinoita mutta pienemmissä kattiloissa mekaaniset arinat syrjäyttivät kiinteät arinat, mikä mahdollisti turpeen arinapolton. Turpeen ja puun polton tehot eri polttotavoilla on esitetty taulukossa 2. (2, s. 285.)

TAULUKKO 2. Turpeen ja puun tehot eri polttotavoilla (2, s.285)

Polttotapa	Pienin teho, MW	Tyypillinen teho, MW
Mekaaninen arina	0,5	2–30
Kerrosleijupoltto	2	10–100
Kiertoleijupoltto	5	>20
Kaasutuspoltto	0,5	2–10

Arinapolton edut ja haitat ovat esitettynä taulukossa 3.

Taulukko 3. Arinapolton edut ja haitat (2, s. 286)

Arinapolton etuja	Arinapolton haittoja
<ul style="list-style-type: none"> - mahdollisuus polttoaineen polttamiseen suurina partikkeleina - alhainen omakäyttötehon tarve. 	<ul style="list-style-type: none"> - korkea ilmakerroin - huono säädettävyys - herkkyyys polttoaineen laadulle - suuri palamattomien määrä - liikkuvien arinarautojen huollon tarve.

Polttoaine syötetään arinalle koko sen leveydeltä tasaisen kerroksena. Tämä on tärkeää sen takia, että toisin kuin leijupoltossa, polttoaineen sekoittuvuus arinalla on erityisesti leveyssuunnassa huonoa, vaikka arina olisi mekaaninen, eli arinaraudat olisivat liikkuvia. Mikäli polttoaine ei levity tasaisesti, on seurauksena primääri-ilman karkaaminen. Suuremmissa arinoissa polttoaine syötetään arinan leveydeltä painovoiman avulla, jolloin levittäytyminen arinalle on tavallaan automaattista. (2, s. 286.)

Alasyöttöarinassa polttoaine syötetään ruuvilla arinan keskelle kaukaloon, josta polttoaine leviää eri puolille arinaa. Syöttö suunnitellaan niin, ettei syöttöaukon

kautta pääse sekundääri-ilmaa tulipesään eikä epästabiileissa tilanteissa takatulta tulipestästä polttoaineen käsittelyyn. (2, s. 286.)

Arinoiden rakenteet riippuvat polttoaineesta ja kattilan koosta, mutta pääjaottelu turpeelle ja puupolttoaineelle voisi olla esimerkiksi seuraava:

- kiinteä tasoarina
- kiinteä viistoarina
- mekaaninen viistoarina.

Arinat ovat usein päätyyppien, esimerkiksi kiinteän ja mekaanisen arinan, yhdistelmiä. Arinat eroavat toisistaan lisäksi jäähdytystavaltaan. Pienet arinat ovat usein ilmäjähdytteisiä eli jäähdytys tapahtuu primääri-ilmalla, kun taas suuret arinat ovat pääsääntöisesti vesijähdytteisiä ja jäähdytys on integroitu kattilan vesikiertoon. (2, s. 286.)

Mekaanisissa arinoissa osa arinaraudoista on hydraulisesti liikuteltavissa edestakaisin, jolloin liikkeellä saadaan aikaan polttoaineen sekoittumista ja hallittua siirtymistä vaiheesta toiseen. Arinakulma voi tällöin olla loivempi kuin kiinteällä viistoarinalla, jolla eteenpäin siirtyminen tapahtuu painovoiman avulla. Mekaanista arinaa käytetään puujättelelle tai suuremman arinakokonaisuuden tuhkausarinana. (2, s. 287.)

Mekaaninen arina voi olla myös pyörivä kekoarina, jossa arina on jaettu vyöhykkeisiin. Tavoite on sama kuin mekaanisen edestakaisen liikkeen. Pyörivä kekoarina on erittäin hyvä märän puujätteen poltossa. Märän puujätteen kosteuspitoisuus on noin 60 prosenttia. Kekoarinan materiaalina käytetään yleensä valurautaa, jonka lämmönkestävyyttä on voitu lisätä kromiseostuksella. Pyörivä kekoarina on esitetty kuvassa 2. (2, s. 287.)



KUVA 2. Pyörivä kekoarina (2, s. 287)

Arinan ilmanvastuksen mitoituksessa on oleellista, että vastus on suurempi kuin polttoainekerroksen vastus, jotta ilma saadaan jakautumaan mahdollisimman tasaisesti huolimatta polttoainekerroksen epätasaisuudesta. Tämä johtaa siihen, että ilmavirtaustien osuus kokonaispinnasta on vain muutamia prosentteja. (2, s. 287.)

Palamisilma syötetään yleensä kahdessa vaiheessa. Primääri-ilma syötetään arinan alta ja sekundääri-ilmalla poltetaan polttoainekerroksesta haihtuneet palamiskelpoiset kaasut. Joissain tapauksissa voidaan käyttää myös kolmatta vaihetta, jolloin palamiskelpoisia kaasuja poltetaan myös tertiääri-ilmalla. Primääri-ilman tarkoituksena on kuivattaa polttoainekerros ja saada aikaan pyrolyysi. Ilman esilämmitys pienentää kattilan savukaasuhäviötä ja nopeuttaa palamisreaktiota. Sekundääri-ilmalla voidaan säätää savukaasun jäännöshapen mittauksen perusteella, jolloin saavutetaan optimaalinen ilmakerroin ja tehokas palamistulos. (2, s. 288.)

3 KUNNOSSAPITO

Yhteiskuntaan on kehityksen myötä syntynyt erilaisia prosesseja, jotka tuottavat hyödykkeitä. Yhteistä näille prosesseille on ajallinen rajoittuvuus, koska prosessit muuttuvat. Muuttuminen on kulumista ja sen seurauksena rikkoontumista. Kunnossapito on keino vastustaa ja hidastaa tätä huononemista tai jopa kompensoida sitä. (4, s. 11.)

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä nykykäsityksen mukaan on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon kuuluvat rikkoutuneiden laitteiden tai komponenttien korjaukset, mutta korjaustoiminta ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole nykykäsityksen mukaan kustannus vaan tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. (5, s. 25.)

Tehokas kunnossapito tarkoittaa, että kunnossapitäjät osaavat laatia koneelle mahdollisimman järkevät kunnossapitostrategiat ja toteuttaa ne siten, että koneen suorituskyky säilyy mahdollisimman hyvänä. Tehokas käyttö puolestaan tarkoittaa sitä, että käyttäjät käyttävät koneitaan tehokkaasti ja asianmukaisesti. Tehokas kunnossapito yhdessä tehokkaan käytön kanssa muodostavat perustan laitteen toiminnalliselle tehokkuudelle. (4, s. 14.)

3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitotoiminta voidaan jakaa viiteen päälajiin. Päälajit ovat huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito sekä vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. Näiden päälajien avulla tuotantolaitoksien kunnossapitoa voidaan hallita taulukon 4 mukaan. (4, s. 49.)

TAULUKKO 4. Kunnossapidon päälaajat (4, s. 49)

Päälaaji	Toimenpiteet
Huolto	Pidetään koneidein toimintaympäristö ja edellytykset mahdollisimman hyvänä.
Ehkäisevä kunnossapito	Pyritään vikaantumisen estämiseen tai hallintaan.
Korjaava kunnossapito	Korjataan havaitut viat.
Parantava kunnossapito	Parannetaan koneiden käytettävyyttä ja luotettavuutta.
Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	Paikannetaan tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantoprosessiin epäsuotuisasti.

3.1.1 Huolto

Huoltamalla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määräväleihin. Jaksotettuun huoltoon sisältyvät toimintaedellytyksien vaaliminen, käytön suorittama kunnossapito, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä toimintakyvyn palauttaminen. (4, s. 50.)

3.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pystytään seuraamaan laitteiden suorituskykyä tai sen parametrejä. Tarkoituksena on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai laitteen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä tai sitä tehdään tarvittaessa. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. (4, s. 50.)

3.1.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko häiriökorjaus tai kunnostus. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus, väliaikainen korjaus, toimintakunnon palauttaminen. (4, s. 49.)

3.1.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset muuttamatta kohteen suorituskykyä. (4, s. 51.)

Toisen pääryhmän muodostavat uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan laitteen luotettavuutta. Tällöin koneen toiminta muuttuu luotettavammaksi mutta suorituskyky ei muutu. (4, s. 51.)

Kolmannen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joilla kohteen suorituskykyä muutetaan. Modernisaatiolla uudistetaan laitteen ohella myös valmistusprosessi. Jos vanhentuneella laitteella ei pystytä valmistamaan kilpailukykyisesti uutta tuotetta, mutta laitteella on vielä elinaikaa jäljellä, on järkevämpää uudistaa vanha laite kuin ostaa tilalle uusi. (4, s. 51.)

3.1.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä pyritään selvittämään vikaantumisen perussyyn sekä vikaantumisprosessi. Tuloksien perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen. Vikojen ja vikaantumisen selvittämiseen kuuluvat vika-analyysi, vikaantumisen selvittäminen, mallintaminen, perussyyn selvittäminen, materiaalianalyysit, suunnittelun analyysit sekä vikaantumispotentiaalinen kartoitus. (4, s. 51.)

3.2 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivalla kunnossapidolla tarkoitetaan toimia, jotka suoritetaan, ennen kuin vika ehtii ilmetä ja joiden tarkoituksena on estää laitteen joutuminen epäkuntoon. Toimenpiteet sisältävät kuntoon perustuvan kunnossapidon ja jaksotetun kunnossapidon toiminnot. Jaksotettu kunnossapito jaetaan vielä määräaikaiseen huoltoon ja määräaikaiseen (osien) vaihtoon. (5, s. 160.)

RCM eli reliability centered maintenance -mallin logiikka toimenpiteiden valinnassa on kuvassa 3. Ensisijaisena vaihtoehtona on aina kuntoon perustuva kunnossapito. Jos se ei ole toteuttamiskelpoinen, mennään seuraavaan vaihtoehtoon eli jaksottaiseen korjaukseen jne. (5, s. 160.)

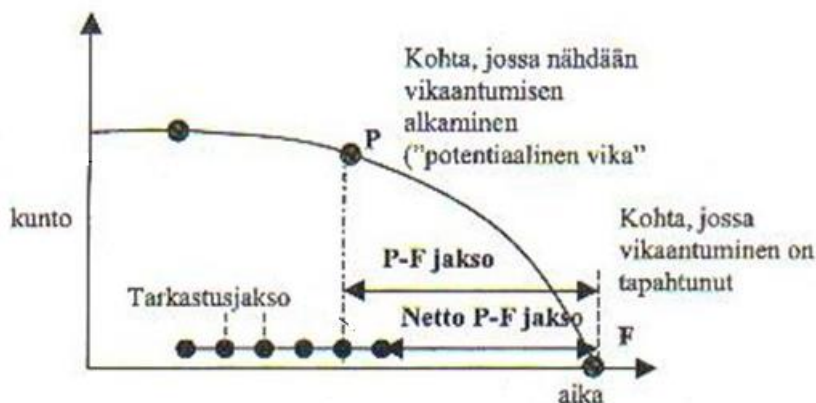


KUVA 3. Ennakoivien toimenpiteiden valintaprosessi (6, dia 25)

Teknisesti käyttökelpoinen eli järkevä määritellään seuraavasti: Toimenpide on teknisesti järkevä, jos sen avulla on fyysisesti mahdollista alentaa häiriön seurauksia tasolle, jonka laitteen omistaja tai käyttäjä voisi hyväksyä. Ennakoiva toimenpide on järkevää tehdä, jos se alentaa häiriön seurauksia

enemmän kuin itse ennakoiva toimenpide vaatii suoria ja epäsuoria kustannuksia. (5, s. 161.)

P-F (Point to Failure)-käyrä kuvaa laitteen kunnon heikkenemistä (kuva 4). Kuvaan on merkitty piste, jossa vikaantumisen alkaa. Tässä pisteessä laitteen kunto alkaa heikentyä. Pisteessä P alkava vikaantuminen on huomattu. Pisteessä F laite on vikaantunut eli menettänyt toimintakykynsä. Kuvaan on myös merkitty yksittäiset kunnonvalvontatarkastukset, jotka suoritetaan säännöllisin väliajoin. P-F käyrä kuvaa siis laitteen vikaantumista suhteessa aikaan. (5, s. 161.)



KUVA 4. P-F-käyrä ja sen käsitteet (5, s. 161)

Kuntoon perustuva kunnossapito on toteutettavissa, jos

- on löydettävissä selvät vian oireet ennen vikaantumista
- P-F jakso on kohtuullisen vakio
- on käytännöllistä valvoa kohdetta jaksoin, joka on pienempi kuin P-F-jakso
- netto P-F jakso eli jakso vian havaitsemisesta vikaantumiseen on riittävän pitkä vian seurausten poistamiseksi. (5, s. 161.)

3.3 Ennakkohuolto

Ennakkohuollon määrä on kasvanut tasaisesti ja nykyisestä kunnossapidon määrästä ennakkohuoltoa on noin 30–40 prosenttia. Ennakkohuollon

tavoitteena on laitteiston käytettävyyden parantaminen. Tärkeää ennakkohuollossa on määritellä huoltoajankohdat niin, että huolto ei tapahdu liian aikaisin eikä liian myöhään. Ennakkohuolto on osa koko yrityksen systemaattista toimintaa, eli sitä ei pidä toteuttaa erillisenä toimintona muusta kunnossapidosta, vaan sen pitäisi nivoutua päivittäisiin toimiin. Päivittäisiä huoltotoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi pienet voitelut, viritykset, säädöt sekä vikojen havainnointi ja raportointi. Oman alueensa kunnossapitomiehen hoitaa ennakkohuollon itsenäisesti joko ennalta laaditun luettelon tai ammattitaitoonsa perustuvien havaintojen perusteella. (7.)

Ennakkohuoltojärjestelmän avulla hallitaan määräajoin tehtäviä huolto-, tarkastus-, mittaus- ja puhdistustöitä. Ennakkohuolto-ohjelman piirissä oleville laitteille määritellään tehtävät, toimenpiteet ja työn jaksotus. Yleisimmin töitä jaksotetaan kalenteri-, käyntitunti- tai tuotantomääräperustein, mutta kehittyneimmissä ennakkohuoltojärjestelmissä töiden ajoitus perustuu laitteista saatavaan reaaliaikaiseen kuntotietoon. (4, s. 233.)

Ennakkohuoltoon liittyy myös monenlaisia kunnonmittauksia, esimerkiksi laakerin kunnonmittaus. Useisiin kehittyneisiin mittausvälineisiin liittyy myös tietotekniikkaa ja ohjelmia, jotka menevät toiminnallisuudeltaan osittain päällekkäin kunnossapitotietojärjestelmän kanssa. (4, s. 234.)

4 KOMPONENTTIEN KARTOITUS

Työn ensimmäisenä vaiheena oli suunnitella ja toteuttaa sähkö- ja automaatiokomponenttien kartoitus Keminmaan Energian kpa-laitoksella. Kartoituksessa käytiin läpi valvomo, kenttälaitteet, mittalaitteet, sähkökeskukset, kenttäkotelot ja automaatiokeskukset.

4.1 Kartoituksen suunnittelu

Kartoituksen suunnittelu aloitettiin tutustumalla kpa-laitoksilla käytettäviin komponentteihin. Saatujen tietojen perusteella voitiin alkaa luomaan Excel-taulukkoa, johon kirjattiin tarkistuslista. Tarkistuslistaan kirjattiin kaikki tiedossa olevat komponentit, jotka tarkistettiin tarkastuskäynnillä. Koska kaikkia komponentteja ei ollut mahdollista selvittää etukäteen, jätettiin listaan tarpeeksi tilaa, jotta loput komponentit voitiin kirjata käsin Keminmaassa Teollisuustien kpa-laitoksella. Tarkistuslistaan tehtiin myös sarakkeet, joihin voitiin merkata komponenttien valmistaja, kunto, kunnossapitohenkilökunnan huomiot ja lisätiedot. Liitessä 1 on esitetty kartoituksen tarkistuslista, jonka pohjalta omaa suunnitelmaa lähdettiin tekemään.

Ennen kartoitusta oli myös hyvä tutustua lämpökeskuksen toimintaan, jotta toiminnasta oli pohjatietoa vierailulle. Keminmaan Energian lämpökeskuksella on vuonna 1998 käyttöönotettu 2 MW:n arinakattila ja vuonna 2005 käyttöönotettu 6 MW:n arinakattila sekä 6 MW:n raskasöljykattila varatehona ja huippukuormien tasaajana. Molemmissa arinakattiloissa käytetään polttoaineena palaturvetta ja puuhaketta. Kuvassa 5 on esitetty Teollisuustien lämpökeskus (8.)



KUVA 5. Teollisuustien lämpökeskus (8)

4.2 Kartoituksen toteutus

Komponenttien kartoitus suoritettiin Keminmaan Energian kpa-laitoksen kunnossapitohenkilökunnan kanssa. Ensimmäisenä kohteena oli valvomo, josta tarkastettiin valvomotietokoneet ja valvomosovellukset. Seuraavana kierrettiin läpi lämpökeskuksen kaikki tilat, joista kirjattiin muistiin kentälaitteet, mittalaitteet, sähkökeskukset, automaatiokeskukset ja kenttäkotelot. Kaikki kartoitetut komponentit myös kuvattiin, jotta jatkossa komponenttalista luotaessa laitteisto on helpompi kirjata taulukkoon. Esimerkki yhden komponentin tiedoista on kuvassa 6, josta näkee komponentin valmistajan ja mallin.



KUVA 6. Kuiviinkiehintasuoja Hydroset K100F (kuva: Joonas Pursiainen)

Kerätyistä tiedoista saatiin kattava lista ja kuvakokoelma kpa-laitoksella käytettävistä komponenteista, joiden avulla voitiin aloittaa ennakkohuoltosuunnitelman toteuttaminen.

5 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTTAMINEN

Kartoitettujen komponenttien pohjalta alettiin luomaan uutta tarkempaa Excel-taulukkoa, johon merkittiin tieto laitteen valmistajasta, mallista, käyttöolosuhteesta, kriittisyydestä, käyttöajasta, teknisestä eliniästä, määräaikaishuolloista ja huoltojen aikavälistä. Työssä ei otettu huomioon mahdollisia kannattavuuslaskelmia eikä varaosien varastotilannetta, koska niitä ei katsottu tarpeelliseksi tässä työssä. Taulukosta on esimerkki liitteessä 2.

5.1 Laitteiden valmistajat

Laitteiden valmistajat ja malli saatiin tietoon lämpökeskuksella kirjatuista muistiinpanoista ja kuvista. Jos jonkin laitteen valmistaja tai malli jäi kartoituskäynnillä kirjaamatta eikä sitä saatu kuvista selville, oli apuna myös Protaconin alihankintalistat, joista saatiin selville, mitä laitteistoa lämpökeskukselle oli tilattu. Näistä tiedoista oli apua myöhemmin, kun selvitettiin komponenteille tarpeellisia määräaikaishuoltoja.

5.2 Käyttöaika

Käyttöaika oli hyvä selvittää, jotta tiedetään, kuinka kauan laite on ollut käytössä. Tällöin voidaan tarvittaessa varautua siihen, että laite voi rikkoutua, jos se on ollut käytössä pitkään. Käyttöajan selvittämiseen ei työssä paneuduttu suuremmin, koska tekninen elinikä oli tärkeämmässä osassa. Taulukkoon merkityt käyttöajat selvitettiin alihankintalistojen avulla olettaen, että laitteita ei ole vaihdettu asennuksen jälkeen. Tulevaisuudessa käyttöajat voidaan selvittää esimerkiksi tutkimalla huoltohistoriaa, josta nähdään, onko laitteistoa vaihdettu ja milloin uudet laitteet ovat asennettu

5.3 Tekninen elinikä

Tekninen elinikä selvitettiin, jotta tietoa voidaan käyttää kunnossapitomittarin kehityksessä. Tiedot komponenttien teknisestä eliniästä saatiin tutkimalla valmistajien huolto-ohjeita ja käyttöohjeita. Suurimmalle osalle komponenteista huolto-ohjeet ja käyttöohjeet löytyivät valmistajan internet-sivuilta etsimällä. Joistakin laitteista ei kuitenkaan tietoa löytynyt nettisivuilta, joten eliniän tieto

saatiin selvitettyä sähköpostikyselyllä joko suoraan valmistajalta tai maahantuojalta.

5.4 Käyttöolosuhteet

Käyttöolosuhteen merkitys taulukossa liittyy komponenttien teknisen eliniän keston. Kaikille komponenteille oli yhtenäistä se, että tarkkaa elinikää ei pystytä kertomaan, vaan ne ovat arvioita. Teknisen eliniän määrittämiseen vaikuttavat laitteiston tekniikan lisäksi myös eri olosuhteet. Jotkin laitteet voivat olla optimaalisessa tilanteessa toiminnassa useita kymmeniä vuosia, kun taas eri olosuhteissa ne voivat rikkoontua jo kymmenen vuoden jälkeen. Elinikään vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi lämpötila, tärinä ja korroosio.

5.5 Määräaikaishuollot

Määräaikaishuoltojen määrittäminen aloitettiin myös tutkimalla komponenttien huolto-ohjeita. Useille komponenteille löytyi huolto-ohjeet valmistajan internet-sivuilta. Ohjeissa oli tyypillistä se, että tarvittavien huoltojen lisäksi oli myös merkitty huoltojen aikavälit. Tällöin kaikki tarvittavat huoltotoimenpiteet oli helppo lisätä taulukkoon. Jos laitteen valmistajalta ei löytynyt huolto-ohjeita, voitiin laitteen mallia tarkastelemalla etsiä eri valmistajalta vastaavanlainen tuote ja katsoa löytyykö toiselta valmistajalta huolto-ohjeita. Jos löytyi, voitiin huollot kirjata taulukkoon, koska laitteilla on kuitenkin sama toimintaperiaate kuin alkuperäisen valmistajan laitteessa. Osa laitteista oli myös valmistajan määrittämänä huoltovapaita, jolloin laitteelle selvitettiin vain tekninen elinikä.

5.6 Huoltokortti

Kun kaikki tarvittavat tiedot oli saatu selvitettyä komponenttilistaan, voitiin alkaa tarkastelemaan, mitkä komponenteista ovat kriittisiä laitoksen toiminnan kannalta. Kriittisyyden määrittämisessä ei otettu huomioon eri kriittisyysmenetelmiä, kuten esimerkiksi vika-vaikutusanalyysia tai kriittisyysluokittelua. Kriittisyys määritettiin yhdessä Protaconin henkilökunnan kanssa miettien, mitkä laitteista ovat lämpölaitoksen toiminnan kannalta tärkeimpiä.

Kriittisiä laitteita saatiin yhteensä 15 kappaletta, joista pystyttiin aloittamaan huoltokortin luominen Excelillä. Huoltokortin tarkoituksena oli olla mahdollisimman yksinkertainen ja helppolukuinen. Tämän johdosta korttiin merkittiin vain tärkeimmät tiedot, jotka olivat laitteen nimi, tekninen elinikä, määräaikaishuollot, huoltojen aikavälit sekä huollon suorituspäivä. Huoltokortti on esitetty liitteessä 3.

Viimeisenä vaiheena luotiin huoltokorttiin valikko, josta haluttuja määräaikaishuoltoja voidaan tarkastella valitsemalla huollon aikaväli. Jos halutaan tarkastella esimerkiksi kuukausittain suoritettavia huoltoja, valitaan valikosta oikea huoltoväli, jolloin taulukko näyttää vain valitun aikavälin huollot. Tämän avulla on helpompi tarkastella haluttuja määräaikaishuoltoja tietyin väliajoin sekä katsoa milloin huolto on viimeksi suoritettu.

6 KUNNOSSAPIDON MITTARI

Viimeisenä vaiheena oli kunnossapidon mittarin suunnittelu. Mittari suunniteltiin siten, että huoltohenkilökunnan on helppo tarkastella laitteiden kuntoa. Mittarissa on kolme parametria, joiden perusteella määritetään laitteen lopullinen kunto. Tämänkin suunnitteluun ja luomiseen käytettiin Exceliä. Mittarin luomiseen käytettiin vierityspalkkeja sekä AND-, OR- ja IF -operaatioita.

Ensimmäisenä parametrina on laitteen nykyinen kunto, joita on kolme eri vaihtoehtoa. Vaihtoehdot ovat uutta vastaava, käyttökelpoinen ja vaatii huoltoa/uusittava. Toisena parametrina on laitteen käyttöaika. Tämä ilmoittaa kuinka kauan laite on ollut käytössä sen teknisestä eliniästä. Viimeisenä parametrina on laitteen määräaikaishuollot ja niiden suoritus. Ensimmäisen ja toisen parametrin muuntamiseen käytetään vierityspalkkeja.

Toiminta perustuu siihen, että laitteen kunnan ja käyttöajan perusteella mittarissa syttyy valo, joka ilmoittaa laitteen kunnan. Valoja on kolmea eri väriä ja ne ovat vihreä, keltainen ja punainen. Vihreä ilmoittaa laitteen kunnoksi uutta vastaava, keltainen käyttökelpoinen ja punainen huollettava tai uusittava. Esimerkkinä voisi olla tilanne, jossa laitteen tekninen elinikä on 30 vuotta ja käyttöaika on 10 vuotta sekä laitteen kunto on uutta vastaava. Tällöin mittarissa palaa vihreä valo, mutta laitteen vanhetessa se vaihtuu keltaiseksi. Jos taas laitteen kunto on kohdassa vaatii huoltoa/uusittava, palaa mittarissa punainen valo vaikka laite olisi uusi.

Kolmannen parametrin tarkoitus on ilmoittaa, onko kaikki määräaikaishuollot suoritettuna. Jos jokin huolto on jäänyt suorittamatta, syttyy mittarissa punainen valo sekä teksti, joka ilmoittaa, mikä huolto täytyy suorittaa. Punainen valo palaa mittarissa niin kauan kunnes huolto on suoritettu. Tämä pystyttiin suorittamaan käyttämällä Excelissä loogisia operaatioita.

Tässä työssä perehdyttiin mittarin luomiseen vain yhdelle laitteelle. Tarkoituksena oli saada näkemys siitä, millainen mittarin tulisi olla, ja luoda ensimmäinen versio. Ensimmäisen version pohjalta mittari voidaan viedä jatkokehitykseen, jotta se myöhemmin voidaan ottaa käyttöön osana

lämpökeskuksen kunnossapitoa. Jatkokehityksessä voitaisiin luoda esimerkiksi valikko, josta haluttua komponenttia voidaan tarkastella. Lisäksi suoritettavat huollot nollautuisivat automaattisesti määräajan kuluessa. Esimerkiksi savukaasun happimittauksen kalibrointi nollautuisi vuoden kuluttua, jolloin mittari ilmoittaisi laitteen huollettavaksi ja kalibroinnin suoritettavaksi.

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kartoittaa kpa-laitoksella käytettävät sähkö- ja automaatiokomponentit sekä suunnitella laitteille tietyin aikaväleihin suoritettavat määräaikaishuollot. Kartoituksen ja ennakkohuoltosuunnitelman lisäksi kehitettiin kunnossapidon mittari, jolla käyttöhenkilökunnan on helppo seurata komponenttien kuntoa.

Työ aloitettiin tutustumalla kpa-laitoksen toimintaan ja kunnossapidon määritelmiin, pääasiassa ennakoivaan kunnossapitoon ja ennakkohuoltoon. Tämän jälkeen aloitettiin kartoituksen suunnittelu, jossa käytiin läpi kaikki asiat, jotka on tarpeellista kirjata ylös. Kartoituksen jälkeen saatiin kattava lista sekä kuvakokoelma kaikista lämpölaitoksella käytettävistä sähkö- ja automaatiokomponenteista. Listaa ja kuvia apuna käyttäen selvitettiin komponenteille määräaikaishuollot. Huollot saatiin selvitettyä lukemalla komponenttien huolto-ohjeita ja käyttöohjeita. Määräaikaishuoltojen selvittämisen jälkeen komponentit jaettiin kriittisiin laitteisiin, joista muodostettiin oma huoltokortti.

Huolto-ohjeista ja käyttöohjeista selvitettiin myös komponenttien tekninen elinikä. Jos teknistä elinikää ei huolto-ohjeista tai käyttöohjeista löytynyt, se voitiin kysyä suoraan valmistajalta tai maahantuojalta sähköpostikyselyllä. Teknistä elinikää käytettiin kunnossapidon mittarin suunnitteluun, jolla käyttöhenkilökunnan on helppo seurata laitteen kuntoa. Mittari ilmoittaa laitteen kunnan vertaamalla nykyistä kuntoa ja käyttöaika tekniseen elinikään.

Lopputuloksena saatiin kattava lista kpa-laitoksella käytettävistä komponenteista sekä niiden määräaikaishuolloista. Lisäksi saatiin luotua kunnossapidon mittari yhdelle laitteelle, jotta se voidaan viedä jatkokehitykseen. Koska monet kpa-laitokset ovat toiminnaltaan samanlaisia, voidaan ennakkohuoltosuunnitelma ja mittari ottaa helposti käyttöön tarvittaessa myös muillakin lämpölaitoksilla. Sekä huoltosuunnitelmalla että kunnossapidon mittarilla voidaan parantaa lämpölaitosten käyttövarmuutta. Tällöin työn tuloksista on hyötyä Protaconille, kun jatkossa suoritetaan ennakkohuoltosuunnitelmia asiakkaiden lämpölaitoksille.

Yksittäiset ennakkohuoltosuunnitelmat Excelillä eivät välttämättä tuo kohteelle haluttua tulosta varsinkaan, jos niitä ei muisteta täyttää tietyin väliajoin. Tällöin huoltojen seuranta on vaikeaa ja huoltohistoriakin on nähtävillä vain, jos edellisellä kerralla tehdyt huollot ja merkinnät tulostetaan tai kopioidaan erilliselle tiedostolle. Tämän takia markkinoilla on saatavilla erilaisia kunnossapitojärjestelmiä, joissa nämä asiat ovat otettu huomioon. Näillä järjestelmillä pystytään seuraamaan ja ohjaamaan eri huoltotoimenpiteitä aina materiaalihallintaan saakka. Kunnossapitojärjestelmät ovat suosittuja suurissa yrityksissä, mutta pienemmillä yrityksillä ei välttämättä tarvita suurta kunnossapitojärjestelmää, joissa lisäksi tulevat myös lisenssimaksut.

Jos kunnossapitojärjestelmälle ei ole käyttöä sellaisenaan, on Excel-pohja hyvä vaihtoehto, kunhan sitä jatkokehitetään paremmaksi. Tiedot voidaan viedä esimerkiksi Google Drive -pilvipalveluun ja jakaa käyttökohteen kanssa. Tällöin muutoksia ja kehitysideoita on helppo tehdä asiakkaan kanssa, eikä uusia tiedostoja tarvitse lähettää joka kerta uudestaan. Lisäksi huoltohistoria sekä tiedot tulevista huoltotapahtumista tulisi saada helposti näkyviin. Tavallisessa Excel-taulukossa täytyy jokainen kohta käydä erikseen läpi ja tarkastaa milloin huolto on suoritettu viimeksi. Tässä työssä saaduista Excel-pohjista Protaconin on helppo jatkaa taulukkojen kehitystä joko Excelillä tai Google Spreadsheetillä.

Työn aikana sain paljon uutta tietoa ja käytännön kokemusta sekä lämpölaitoksista että kunnossapidon suunnittelusta. Kunnossapidosta oli aiemmin kokemusta asentajana, mutta tässä työssä sai käsityksen siitä, kuinka paljon taustatyötä ja eri asioiden selvittämistä kunnossapidon suunnittelu vaatii. Lisäksi lämpölaitoksen toiminta konkreettisesti nähtynä oli uutta. Projektina työ oli hyvä ja uskon, että siitä on hyötyä tulevaisuudessa työelämässä.

LÄHTEET

1. Kaukolämmitys. 2015. Energiateollisuus. Saatavissa: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>. Hakupäivä 12.12.2015.
2. Koskelainen, Lasse – Saarela, Rauli – Sipilä, Kari 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus.
3. Kaukolämmön toimintaperiaate. 2016. Energiateollisuus. Saatavissa: <http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys/toimintaperiaate>. Hakupäivä 1.2.2016.
4. Järviö, Jorma – Parantainen, Timo – Piispa, Taina – Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys ry.
5. Heinonen, Kari – Jantunen, Erkki – Kautto, Juha – Kokko, Voitto – Komonen, Kari – Lakka, Sami – Leinonen, Pertti – Lumme, Veli Erkki – Miettinen, Juha – Mikkonen, Henry – Mäkeläinen, Risto – Riutta, Erkki – Sulo, Petri 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
6. Kuusirati, Mikko 2008. RCM, Diasarja. Saatavissa: <stolen.wata.fi/koulu/Kunnossapitotekniikka%202/RCM%2002.ppt>. Hakupäivä 7.11.2015.
7. Ennakkohuolto ja ehkäisevä kunnossapito. 2016. Opetushallitus. Saatavissa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/ennakkohuolto.html>. Hakupäivä: 7.3.2016.
8. Tuotantolaitokset. 2016. Keminmaan Energia Oy. Saatavissa: <http://www.keminmaanenergia.fi/kaukolampo-tuotantolaitokset>. Hakupäivä 20.2.2016.

Komponentti	Valmistaja	Tyyppi	Käyttö- olouhde	Kriittinen laite	Käyttö- aika	Tekninen elinikä	Kpl	Määräaikaishuollot	Aikaväli							
									1kk	3kk	1v	2v	3v	4v	5v	6v
Magneettiventtiili	Danfoss	EV220B	Norm. Sisätila			10-v		O-renkaan vaihto, puhdistus			x					
Energiamittaus	Kamstrup	Multical 66C	Norm. Sisätila	x	11-v	20-v		Kalibrointi			x					
Virtausventtiili	HORA	BRDR6/16	Norm. Sisätila	x		20 000 Tj		Silmämääräinen tarkistus (vuoto, vauriot)	x							
Polttoainekuljetin hätä-seis			Norm. Sisätila					Silmämääräinen tarkistus	x							
Induktiivinen rajakytkin	Omron		Norm. Sisätila			150 000 Tj		Silmämääräinen tarkistus ja puhdistus	x							
Pumput				x												
Paineenpumpu			Norm. Sisätila			20-v										
Sekoituspumpu			Norm. Sisätila			20-v										
Pumpun moottori	ATB		Norm. Sisätila		11-v	20-v		Silmämääräinen tarkistus (ulkoiset vauriot)	x							
								Jäähdytysilman saannin ja lämpötilan tarkistus	x							
								Rungon ja tuulentinsuojan puhdistus	x							
								Kaapeleiden kiinnitysten tarkistus	x							
								Eristysvastusmittaus (jos on pitkä seisonta)		x						
Puhaltimet				x				Kytinkomponenttien tarkistus	x							
Primääri-ilmapuhallin	Dust Control systems		Norm. Sisätila		11-v	20-v		Siipipyörän tarkistus (kulumat ja vauriot)	x							
savukaasupuhallin	Dust Control systems		Norm. Sisätila		11-v	20-v		Siipipyörän puhdistus	x							
								Puhtien kireys	x							
Puhaltimen moottori	VEM		Norm. Sisätila		11-v	20-v		Silmämääräinen tarkistus (ulkoiset vauriot)	x							
								Jäähdytysilman saannin ja lämpötilan tarkistus	x							
								Rungon ja tuulentinsuojan puhdistus	x							
								Kaapeleiden kiinnitysten tarkistus	x							
								Eristysvastusmittaus (jos on pitkä seisonta)		x						

