

Samu Tyynelä

KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELU LÄMMÖNVAIHTIMEN ASENNUSPROJEKTIIN

KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELU LÄMMÖNVAIHTIMEN ASENNUSPROJEKTIIN

Samu Tyynelä
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, tuotantotekniikka

Tekijä: Samu Tyynelä

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Kunnossapito-ohjelman suunnittelu lämmönvaihtimen asennusprojektiin

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Planning a Maintenance Program for Installation Project of Heat Exchanger

Työn ohjaajat: Juha Männistö, Arto Hannola ja Veikko Kallunki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2019

Sivumäärä: 47+1 liite

Opinnäytetyössä suunniteltiin kunnossapito-ohjelman lämmönvaihtimen asennusprojektissa asennettavalle laitteistolle. Asennettava laitteisto sisältää lämmönvaihtimen, pumppuja, suodattimia, vedenkäsittelyjärjestelmän, paineenpito- ja paisuntajärjestelmän, ohjausjärjestelmän, venttiilejä, mittareita, sihtejä ja muutatuskuja.

Opinnäytetyössä perehdyttiin kunnossapidon keinoihin eli ehkäisevään, korjaavaan ja parantavaan kunnossapitoon. Työssä tutustuttiin TPM- ja RCM-malleihin, joita hyödynnetään kunnossapito-ohjelmien suunnittelussa. TPM-mallissa tarkoituksena on lisätä tuottavuutta kunnossapidolla ja RCM-mallissa pyritään luotettavuuden pohjalta kohdistamaan kunnossapitoa oikeisiin kohteisiin.

Suunniteltu kunnossapito-ohjelma perustuu laitetoimittajien ja kunnossapito-organisaation ohjeisiin. Työssä selvitettiin asennettavan laitteiston huoltosuunnitelmat ja niiden pohjalta rakennettiin määräaikaishuoltoja sekä tarkastuksia sisältävä kunnossapito-ohjelma tilaajalle.

Kunnossapito-ohjelma luovutettiin tilaajalle, joka siirtää sen omaan kunnossapitojärjestelmäänsä. Suunnitellun kunnossapito-ohjelman toimivuus tulee ilmi ajan myötä. On todennäköistä, että kunnossapito-ohjelmaa pitää ylläpitää ja päivittää laitteiston huoltojen yhteydessä.

Asiasanat: kunnossapito-ohjelma, kunnossapito, lämpölaitos

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyöni toimeksiantajaa Pölkky Oy:tä mahdollisuudesta työskennellä lämmönvaihtimen asennusprojektin parissa. Kiitokset tehdaspalvelupäällikkö Arto Hannolalle ja käyttömestari Veikko Kallungille loistavasta opastuksesta toimeksiantajan puolelta. Kiitos myös ohjaavalle opettajalleni Juha Mänistölle opastuksesta ja ymmärryksestä työn parissa. Lisäksi kiitokset myös muille projektiin osallistuneille toimijoille.

17.5.2019

Samu Tyynelä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 PÖLKKY OY	8
2.1 Urbas-kattilalaitos	8
2.2 Lämmönvaihtimen asennusprojekti	9
3 KUNNOSSAPITO	11
3.1 Kunnossapidon määrittely PSK 6201:n mukaan	12
3.2 Kunnossapidon määrittely SFS-EN 13306:n mukaan	12
3.3 Kunnossapidon kehitysvaiheet	12
3.4 Kunnossapitolajit	16
3.4.1 Ehkäisevä kunnossapito	18
3.4.2 Korjaava kunnossapito	19
3.4.3 Parantava kunnossapito	19
3.4.4 Kunnossapitotoimien jälkeiset tehtävät	20
3.5 TPM	20
3.6 RCM	22
3.6.1 RCM:n seitsemän peruskysymystä	22
3.6.2 VVA-analyysi	22
3.6.3 RCM-prosessin suunnittelu	23
4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELU	25
4.1 Laitteisto ja kunnossapito	25
4.2 Laitteiston kriittisyysluokittelu	26
4.3 Lämmönvaihdin	27
4.4 Kattilaverkon pumput	29
4.5 Kattilaverkon varapumppu	31
4.6 Tehdasverkon pumput	34
4.7 Vedenkäsittelyjärjestelmä	35
4.8 Ohjausjärjestelmä	37
4.9 Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä	38

4.10 Suodattimet, sihdit ja mutataskut	39
4.11 Sivuvirtasuodatin ja pumppu	40
4.12 Venttiilit	42
4.13 Mittarit	43
4.14 Yhteenveto huolloista ja tarkastuksista	44
5 POHDINTA	46
LÄHTEET	47
LIITTEET	
Liite 1 Prosessikaavio	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan kunnossapito-ohjelma lämmönvaihtimen asennusprojektissa asennettavalla laitteistolle. Tilaaja Pölkky Oy asentaa lämmönvaihtimen Urbas-lämpökattilan yhteyteen parantaakseen lämmöntuotannon toimintavarmuutta ja samalla alentaakseen lämmöntuotantoon liittyviä riskejä.

Kunnossapito-ohjelma suunnitellaan laitetoimittajien ja kunnossapito-organisaation ohjeiden mukaisesti. Laitteisto, jolle kunnossapito-ohjelma suunnitellaan, on seuraava: lämmönvaihdin, kattilaverkon pumpput, tehdasverkon pumpput, kattilaverkon varapumppu, vedenkäsittelyjärjestelmä, paineenpitojärjestelmä, paisuntajärjestelmä, ohjausjärjestelmä, mittarit, venttiilit, mutataskut, suodattimet, sihdit, sivuvirtasuodatin ja sivuvirtasuodattimen pumppu. Laitteistolle tehdään kriittisyysluokittelu, jonka avulla kunnossapidon resursseja voidaan kohdentaa kriittisiin kohteisiin.

Suunniteltava kunnossapito-ohjelma perustuu ehkäisevän kunnossapidon keinoihin. Kunnossapito-ohjelma kirjataan muistiin Excel-tiedostoihin, joista tilaaja siirtää sen omaan kunnossapitojärjestelmäänsä.

Työssä perehdytään kunnossapitoon yleisesti ja tarkastellaan kunnossapidon kehitystä, kunnossapitolajeja ja kunnossapitomalleja. Kunnossapitolajeja tarkastellaan PSK 6201- ja SFS-EN 13306 -standardien mukaan.

2 PÖLKKY OY

Pölkky Oy on Pohjois-Suomen suurin yksityinen puunjalostaja. Pölkky-yhtymän sahat ja jatkojalostuslaitokset sijaitsevat maan parhaan puuraaka-ainealueen keskellä Kuusamossa, Taivalkoskella ja Kajaanissa. Tuotannosta 75 % on määntä ja 25 % kuusta. Oulussa Pölkkyllä on painekyllästyslaitos. (1.)

Pölkky-konsernin liikevaihto on noin 170 miljoonaa euroa vuodessa. Vuosittainen sahatavaratuotanto on 700 000 m³, josta jatkojalostetaan noin 30 %. Kuusamossa sijaitsevan päätoimipaikan lisäksi Pölkky Oy:llä on tuotantolaitokset Taivalkoskella, Oulussa, Pohjois-Kuusamon Kitkalla ja Kajaanissa. Yhtymässä osakkuusyrityksineen työskentelee noin 420 alan ammattilaista. (2.)

Pölkky Oy:llä työtä tehdään nykyaikaisella tuotantoteknologialla perinteitä vaalien. Kun koko tuotantoketju aina puunhankinnasta sahaukseen ja jatkojalostukseen on saman toimijan hallussa, tuotteet ovat tasalaatuisia ja toimitusvarmuus on taattu. (1.)

Pölkky Oy:n tuotantokapasiteetti

Pölkky Oy tuottaa (2):

- sahatavaraa 700 000 m³
- höylätavaraa 150 000 m³
- sormijatkettua 40 000 m³
- kyllästettyjä tuotteita 60 000 m³
- liimattuja tuotteita 40 000 m³
- pintakäsiteltyjä tuotteita 30 000 m³.

2.1 Urbas-kattilalaitos

Urbas-kattilalaitos on 13 MW:n biolämpökattila, joka käyttää polttoaineena puuhaketta, männyn kuorta ja kuusen kuorta. Polttoaineen kulutus nimellisteholla ajettaessa on noin 8,200 kg/h. Kattilalla lämmitettävää vettä käytetään tehtaan prosesseihin ja tehdasrakennusten lämmitykseen. Käyttöveden maksimilämpötila on 130 °C ja suurin sallittu käyttöpaine on 5 bar. (3.)

Polttoaine syötetään siilosta viidellä hydraulisesti toimivalla työntötangolla hydraulisesti toimivalle poikkikuljettimelle. Poikkikuljetin työntää polttoaineen pudotuskuilun kautta syöttölähtetimelle. Syöttölähtetin kuljettaa polttoaineen syöttökartion kautta palamistilaan. (3.)

Tulipesä on jäähdyttämätön ja seinät ovat muurattuja. Arina on mekaaninen porasararina, ja se on valmistettu valuraudasta. Arinassa on liikkuvia arinautoja, jotka työntävät polttoainetta eteenpäin kohti tuhakuilua. Tuhakuilussa tuhka kulkee hydraulisella tuhkapellillä tuhkasulkuun, josta se siirretään kuljettimilla tuhkalavalle. (3.)

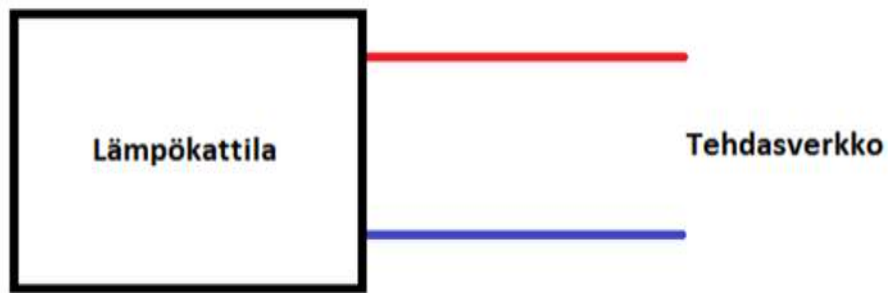
Primääri-ilma syötetään arinan alta kahdella puhaltimella ja sekundääri-ilma syötetään polttoaineen yläpuolelle, jotta se tehostaa palamista. Tertiääri-ilmaa voidaan syöttää kattilan yläosassa, jotta voidaan polttaa palamiskelpoiset kaasut. (3.)

Savukaasu puhdistetaan multisyklonissa ja sähkösuotimessa. Eroteltu lento-tuhka palautetaan sulkusyöttimillä tuhkalavalle. (3.)

2.2 Lämmönvaihtimen asennusprojekti

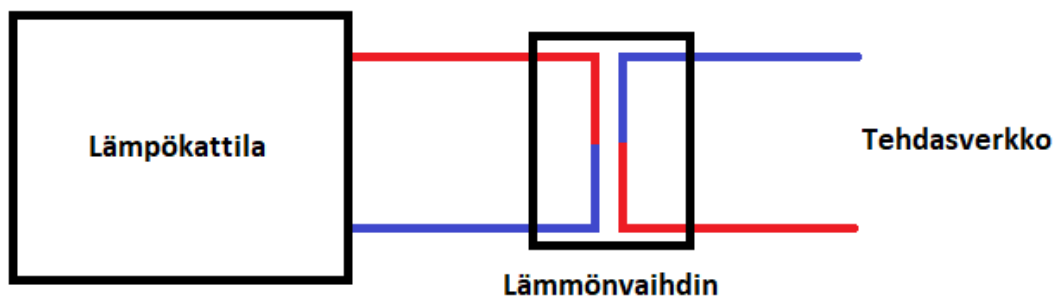
Projektin tavoitteena on parantaa lämmöntuotannon toimintavarmuutta ja alentaa lämmöntuotannon riskejä. Ennen projektia lämmöntuotanto täytti vaatimukset, mutta siihen liittyvät riskitekijät ovat kohtuuttoman korkeat. Tehdasverkossa tapahtuva suuri vuoto saattaa aiheuttaa sen, että kattilaan ei ehditä pumppaamaan riittävästi lisävetä ja kattila käy kuivana. Tämä voisi aiheuttaa kattilalle kohtuuttoman suuria vahinkoja.

Projektissa asennettava lämmönvaihdin erottaa yhden suuren vesiverkon (kuva 1), kahdeksi eri verkoksi: kattilaverkoksi ja tehdasverkoksi. Kattilaverkkoon asennetaan uutta laitteistoa projektin aikana.



KUVA 1. Vesiverkko ilman lämmönvaihdinta

Lämmönvaihdin siirtää lämpöenergiaa kattilaverkosta tehdasverkkoon (kuva 2). Lämmönvaihtimen avulla voidaan ehkäistä kattilan kuivana käymistä, koska tehdasverkossa tapahtuva vuoto ei vaikuta kattilaverkkoon. Projektilla pyritään turvaamaan lämmöntuotanto ja ehkäisemään kohtuuttoman suuria riskejä, joista voisi syntyä mittavia taloudellisia ja tuotannollisia tappioita.

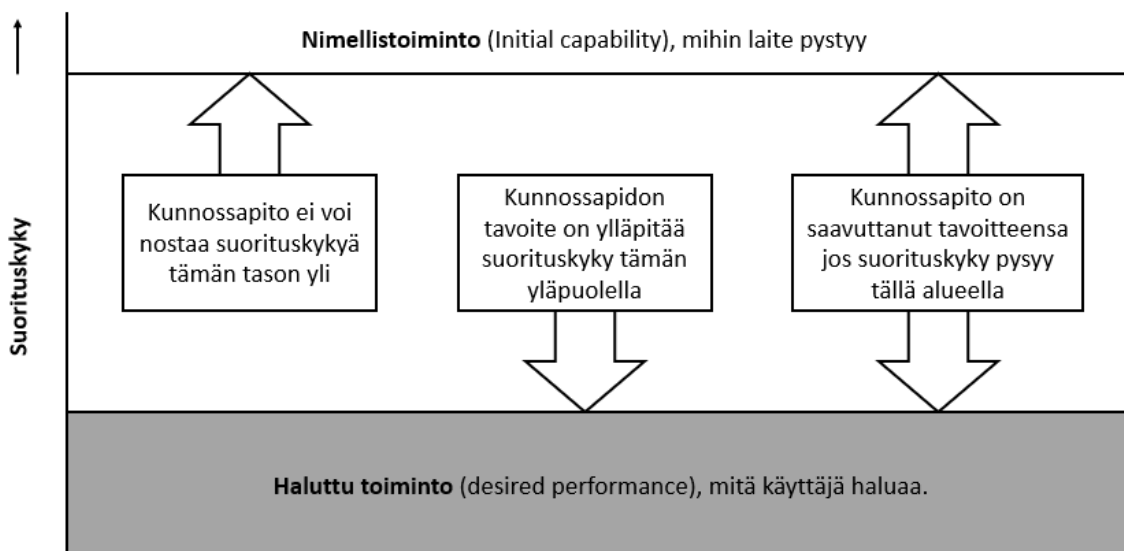


KUVA 2. Vesiverkko lämmönvaihtimella

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon päätavoitteena on ylläpitää laitteen suorituskyky, sen toiminnon edellyttämällä tasolla. Vuosien saatossa kunnossapito on kehittynyt huomattavasti ja syinä ovat olleet esimerkiksi maailmansodat ja teknologian kehittyminen. (4, s. 17.)

Kunnossapito voidaan jakaa ehkäisevään, korjaavaan ja parantavaan kunnossapitoon, mutta kaikilla on sama perustavoite (kuva 3) eli laitteen toimintakunnon ylläpitäminen. Kunnossapitotoimenpiteiden jälkeen on tärkeää kirjata ja analysoida tehty korjaus, jotta tulevaisuudessa vika pystyttäisiin ehkäisemään. (6, s. 50.)



KUVA 3. Kunnossapidon perustavoite (mukaillen 4, s. 25)

Kunnossapidon avuksi on kehitetty toimintamalleja kuten TPM eli total productive maintenance ja RCM eli reliability centered maintenance. Näillä toimintamalleilla pyritään luomaan tehokkaita kunnossapito-ohjelmia. (6, s. 144.) (4, s. 20.)

3.1 Kunnossapidon määrittely PSK 6201:n mukaan

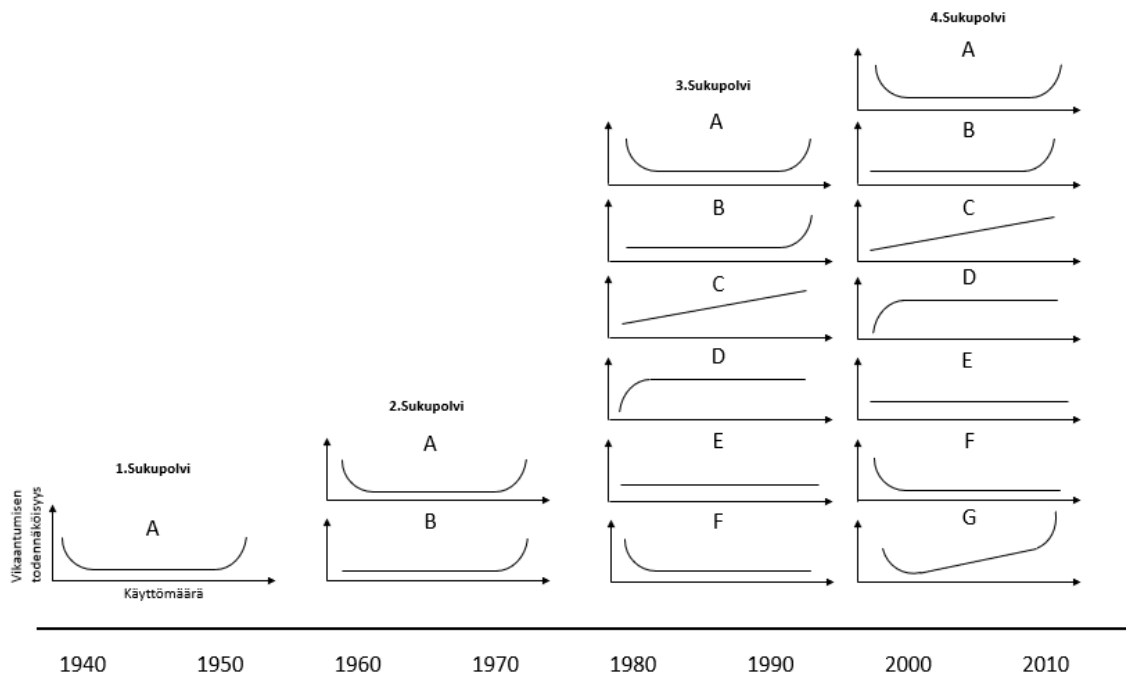
Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus. Tarkoituksenaan säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (5, s. 33.)

3.2 Kunnossapidon määrittely SFS-EN 13306:n mukaan

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä. Tarkoituksenaan ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. (5, s. 33.)

3.3 Kunnossapidon kehitysvaiheet

Kunnossapito on kehittynyt 1900-luvun alusta nykypäivään mennessä. Tällä aikavälillä voidaan havaita neljä eri sukupolvea kunnossapidon ideologiassa (kuva 4). (6, s. 23.)



KUVA 4. Kunnossapidon sukupolvet ja niiden tyypilliset vikaantumiskaaviot (mukaillen 6, s. 23)

Ensimmäinen sukupolvi alkoi toisen maailmansodan aikoihin 1940-luvulla. Tuoloin teollisuus ei ollut vielä kovin korkeasti mekanisoitua, joten myöskään seisokkiajoilla ei ollut vielä niin suurta merkitystä. Laitteet olivat myös hyvin yksinkertaisia, ja niiden suunnittelussa oli käytetty paljon varmuuskertoimia. Tämä teki koneista luotettavia ja helppoja kunnossapitää. Tuohon aikaan ei ollut tarvetta mihinkään systemaattiseen kunnossapitoon, lukuun ottamatta yksinkertaisia puhdistuksia sekä huolto- ja voitelukierroksia. Taitovaatimukset olivat myös paljon alhaisemmat kuin nykyään. (4, s. 17.)

Toinen sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin. Teollisuus joutui valmistamaan valtaisia määriä sotatarvikkeita ja samaan aikaan kokeneet käyttäjät vietiin sotarintamille. Käyttäjiksi otettiin kokemattomia kotirintamalaisia. Tuotantomäärät saatiin riittäviksi lisäämällä koneiden automaatiota ja yhdistelemällä koneita pidemmiksi ketjuiksi. Asetelma johti ongelmiin, jotka käynnistivät joukon laatuhankeita, joilla valmistettavien tuotteiden tasalaatuisuus pyrittiin varmistamaan työvoiman määrän ja osaamistason vaihdellessa. Kilpailutilanteen jatkuva kiristyminen aiheutti sen, että yritysten kannattavuus riippui lisääntyvässä määrin koneiden käytön tehokkuudesta. (5, s. 17.)

Toisen sukupolven monimutkaisemmat koneet toivat mukanaan myös uuden viikaantumismekanismin, joka oli aikariippuvainen ja jossa esiintyi myös alkuajan lastentauteja. Lisääntynyt monimutkaisuus myös lisäsi kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tuloksena kehittyi ehkäisevä kunnossapito, joka aluksi oli lähinnä jaksoitettua huoltoa eli huolto tehtiin ennalta määritetyissä jaksoissa. Kustannusten kasvaminen johti kunnossapidon suunnitteluun ja johtamiseen, joiden avulla pyrittiin painamaan resurssien käytön kustannuksia siedettäville tasoille ja lisäämään koneiden käyntivarmuutta. (5, s. 17.)

Kolmas sukupolvi käynnistyi 1970-luvulla. Tämän muutoksen juuret voidaan katsoa tulleen amerikkalaisten avaruusprojektien konseptien ja innovaatioiden käyttöönotosta teollisuudessa. Käyttövarmuusvaatimukset voitiin asettaa aivan uusille tasoille. Tutkimus loi uusia lähestymistapoja, työkaluja ja tekniikoita (taulukko 1). (5, s. 17.)

TAULUKKO 1. Tehokkuuden ja luotettavuuden merkityksen kasvun syyt (6. s. 22)

<ul style="list-style-type: none">• Tuotantokoneiden mekanismien määrä ja automaatio kasvoivat, jolloin liiketoiminta tuli yhä enemmän riippuvaiseksi koneista sekä niiden luotettavuudesta. Häiriöseisokit olivat kustannuksiltaan kalliimpaa kuin viikaantumisen välttäminen.
<ul style="list-style-type: none">• Uudet teknologiat muuttivat toiminnan painopisteitä. Kyvystä uusiutua ja hallita uutta teknologiaa kehittyi kriittinen menestystekijä.
<ul style="list-style-type: none">• Kilpailu muuttui maailmanlaajuiseksi ja kiristyi. Lisäpaineita loi myös kustannusrakenteiden erilaisuus.
<ul style="list-style-type: none">• JIT-toimintamalli yleistyi. Kun kaikenlainen puskurivarastointi maksaa, koneiden luotettavuus on saatava sellaiselle tasolle, että välivarastointia ei tarvita. Tuotteita ei enää valmistettu varastoon, vaan tilausta vastaan. Toimitusajat lyhenivät luokkaan tunteja.
<ul style="list-style-type: none">• Tuotantolaitteisiin sidottiin yhä enemmän pääomaa. Mitä tehokkaampaa koneiden käyttö oli, sitä vähemmän tarvittiin pääomaa, joka lisäksi tuotti paremmin.

Maailmankaupan vapautuminen ja globalisoituminen ovat johtaneet tilanteeseen, jossa paikallisuuden merkitys kilpailutekijänä on merkittävästi vähentynyt. Tilalle ovat nousseet laatu, osaaminen, edullinen hinta ja toimituslupausten pitäminen. Näihin vaikutetaan hallitsemalla koneiden käytettävyyttä, luotettavuutta sekä toimitettavien tuotteiden laadun tasaisuutta. Samaan sarjaan on noussut myös ympäristöystävällisyys. Menestyvien yritysten tuotteiden mielikuvaan ei kuulu ympäristön saastuttaminen tai työntekijöiden vahingoittaminen, oli se kuinka tahatonta tahansa. (6, s. 22.)

Kunnossapidon suunnittelu on aikaisemmin rakentunut olettamukselle, että viikaantuminen olisi yhteydessä koneen käytön määrään ja rasittavuuteen. Näin

varmaan onkin ollut silloin, kun koneet olivat yksinkertaisia mekaanisia laitteita. Nykyisin koneet ovat kuitenkin monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa käytetään useita teknologioita. Käytettävissä on parempia raaka-aineita, tarkempia suunnittelumenetelmiä sekä kehittyneempiä valmistusmetodeja. Nämä yhdessä ovat synnyttäneet uusia vikaantumismalleja, joille on ominaista riippumattomuus ajasta tai käytönmäärästä. (6, s. 22.)

Neljäs sukupolvi käynnistyi 1990-luvulla mikroelektroniikan ja IT-teknologioiden läpimurron yhteydessä. Taulukossa on selitetty neljännen sukupolven erityispiirteitä. (6, s. 23 – 24.)

TAULUKKO 2. Neljännen sukupolven erityispiirteet (6, s. 23 - 24)

<ul style="list-style-type: none"> • Valmistusprosessien integraation ja automaation lisääntyminen nostavat tuotantokoneiden hintoja. Tämän seurauksena puutekustannukset eli toteutumaton kate, ovat suurempia kuin kunnossapito ja korjauskustannukset.
<ul style="list-style-type: none"> • Uudet teknologiat, kuten elektroniikka, pneumatiikka, tietotekniikka ja kompleksiset eli monia eri teknologioita käyttävät tuotantovälineet muuttavat kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia. Ohjelmistojen (verkot, automaatio jne.) kunnossapito on hyvä esimerkki tästä kehityksestä.
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapidossa tarvittavien työkalujen kuten testauslaitteiden hankintahinnat ovat karanneet käsistä. Ei ole mielekäästä panostaa testereihin, joiden hankintahinta on korkeampi kuin testattava systeemi.
<ul style="list-style-type: none"> • Uuden teknologian tuotteiden elinkaaret lyhenevät kuukausiin tai jopa viikkoihin. Ei ole kannattavaa panostaa kyseisten teknologioiden hallintaan edes kunnossapidollisesti. Toisin sanoen valmistusprosessien osaamisen hallinta ei ole taloudellisesti järkevää, ja se ajautuu ulkopuolisille.

(jatkuu)

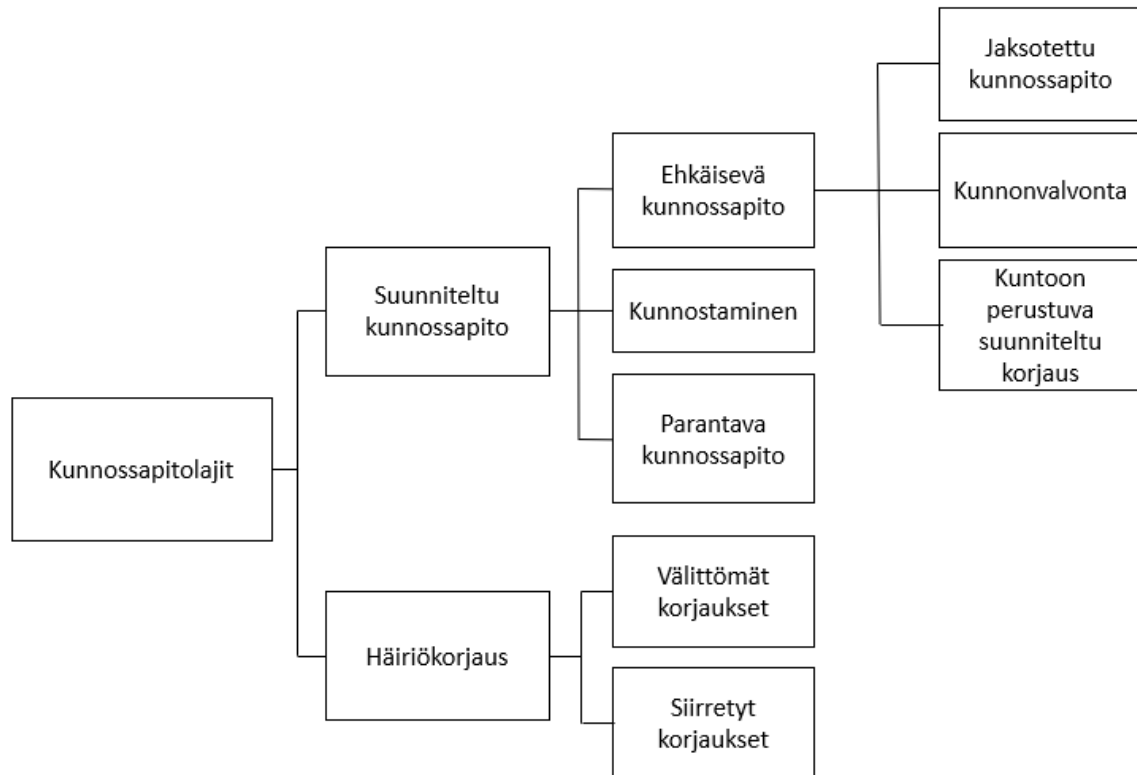
TAULUKKO 2 (jatkuu)

<ul style="list-style-type: none">• Tuotteiden lyhemmät elinkaaret vaikuttavat myös koneiden käyttöstrategioihin; tuotteen menekki tai koneen ominaisuudet usein loppuvat ennen kuin kone on käytetty loppuun. Käyttökelpoinen, jopa suhteellisen uusi kone joudutaan hylkäämään. Hyvänä esimerkkinä tällaisesta ovat elektroniikan valmistuksessa käytettävät komponenttien latomakoneet.
<ul style="list-style-type: none">• Käynninvalvonta erilaisilla sensoreilla (esimerkiksi sumea logiikka ja neuroverkot) tuo uusia tehokkaita työkaluja kunnonvalvontaan. Samalla kunnossapitäjien osaamisvaatimukset lisääntyvät (laajuus ja syvyys).
<ul style="list-style-type: none">• Etävalvonta tuo huippuasiantuntijuuden tarvittaessa lähes mahdottomaltakin tuntuviin paikkoihin. Esimerkiksi, jos laivan pääkone ei toimi kunnolla, voidaan keskellä valtamerta ottaa yhteys valmistajien asiantuntijoihin, jotka mittaustulosten ja videokuvan avulla neuvovat korjaajia.
<ul style="list-style-type: none">• Kunnossapidon tietojärjestelmillä saadaan laitteen toimintaan liittyvät tietomassat hallintaan ja palvelemaan kunnossapitäjiä.
<ul style="list-style-type: none">• Verkostoituminen on muuttanut toimintamalleja ja ajattelutapoja. Muutokset ovat tehostaneet toimintoja ja tuottavuutta merkittävästi.
<ul style="list-style-type: none">• Kunnossapidon ymmärrettiin olevan vain osa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Luotettavuus ja suorituskyky eivät rakennu nopean korjaamisen periaatteelle, vaan siihen, että konetta käytetään asianmukaisesti ja käyttäjät omalta osaltaan osallistuvat luotettavuuden tehokkuuden vaalimiseen.

3.4 Kunnossapitolajit

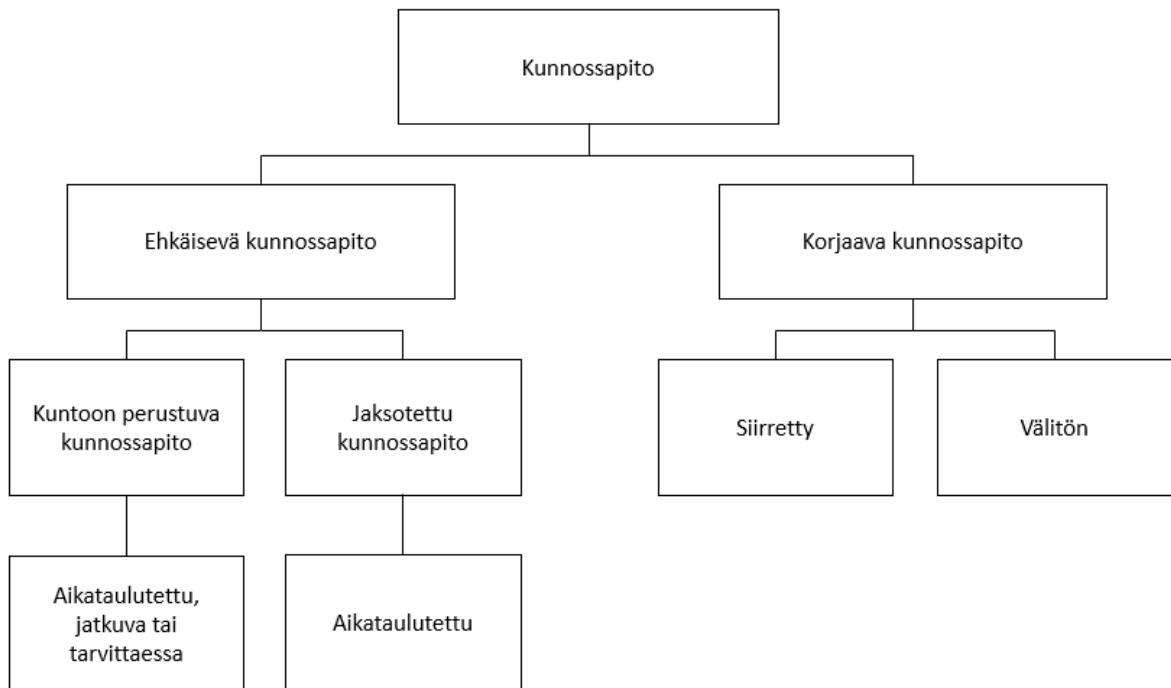
Kunnossapito voidaan karkeasti jakaa kahteen luokkaan: ehkäisevään kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon. PSK 7501 ja SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapitolajit hieman toisistaan poiketen, mutta perusjaottelu on kuitenkin sama.

PSK 7501 (kuva 5) jakaa kunnossapidon suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Suunniteltu kunnossapito sisältää ehkäisevän kunnossapidon, kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon. Häiriökorjaus sisältää välittömät korjaukset ja siirretyt korjaukset. (7, s. 96.)



KUVA 5. Kunnossapitolajit PSK 7501 mukaan (mukaillen 7, s. 96)

SFS-EN 13306 (kuva 6) jakaa kunnossapidon ehkäisevään kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito sisältää kuntoon perustuvan kunnossapidon ja jaksotetun kunnossapidon. Korjaava kunnossapito sisältää siirretyn kunnossapidon ja välittömän kunnossapidon. (7, s. 98.)



KUVA 6. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (mukaillen 7, s. 98)

3.4.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Päämäärä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen tai osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on säännöllistä, aikataulutettua tai jatkuvaa. Ehkäisevää kunnossapito voidaan suorittaa myös vaadittaessa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. (6, s. 50.)

Ehkäisevä kunnossapito sisältää jaksotettua kunnossapitoa ja kunnonvalvontaa. Näiden avulla pyritään vähentämään laiterikkoja ja ehkäisemään vikojen syntymistä. Jaksotettu kunnossapito sisältää tietyn väliajoin tapahtuvia huoltoja esimerkiksi: rasvauksia, laakerin vaihtoja, hihnan vaihtoja tai muita huoltoja. Huoltojen määrittämiseksi käytetään kunnossapitosuunnitelman ja kunnonvalvonnan havaintoja. (6, s. 50.)

3.4.2 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 häiriökorjausta eli suunnittelematonta tai kunnostusta eli suunniteltua. (6, s. 51.)

Korjaava kunnossapito sisältää vian määrittämisen, vian tunnistamisen, vian paikallistamisen ja korjauksen. Kunnostuksella tarkoitetaan sitä, että laitteen suorituskyky on laskenut alle vaaditun ja laite korjataan takaisin toimintakuntoon. Häiriökorjauksessa laite on hajonnut ja se täytyy korjata tai vaihtaa uuteen. (6, s. 51.)

3.4.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä kohdetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset, mutta kohteen suorituskykyä ei varsinaisesti muuteta. Tällainen toimenpide on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. (5, s. 51.)

Toisen pääryhmän muodostavat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla parannetaan koneen luotettavuutta. Tarkoituksena on siis muuttaa koneen toimintaa luotettavammaksi, eikä niinkään muuttaa suorituskykyä. (5, s. 51.)

Kolmanteen pääryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa kohteen suorituskykyä muutetaan. Yleensä modernisaatiolla uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Esimerkiksi jos vanhentuneella paperikoneella ei pystytä valmistamaan kilpailukykyisesti uutta paperilajia, mutta koneella on vielä elinaikaa jäljellä, on usein järkevämpää uudistaa vanha kone kuin romuttaa se ja ostaa uusi tilalle. Tämä tilanne esiintyy yhä useammin, kun koneella ei enää pystytä kilpailukykyisesti valmistamaan sellaisia tuotteita kuin mitä markkinat haluaisivat. (5, s. 51.)

Parantavaa kunnossapitoa käytetään yleisesti teollisuudessa, koska käytössä oleva laitekanta voi olla vanhaa ja suurilta investoinneilta halutaan välttää. Jos

laitetta tai konetta joudutaan jatkuvasti parantamaan, että se täyttää tuotannon vaatimukset, olisi ajankohtaista miettiä laitteen uudelleen suunnittelua. (5, s. 51.)

3.4.4 Kunnossapitotoimien jälkeiset tehtävät

Kun kunnossapitotoimet ovat päättäneet, on suositeltavaa tallentaa kaikki olennaiset tiedot suoritetuista kunnossapitotoimista, muutoksista koneeseen, käytetyistä varaosista, käytetyistä keinoista ja muista vioista, jotka havaittiin korjauksen tai kunnostuksen yhteydessä. Tiedot kunnossapitotoimista on tallennettava koneen historiatietoihin, jotta niitä voidaan hyödyntää tulevaisuuden vianmäärittämisessä ja ennusteissa sekä kunnonvalvontaprosessin arvioinnissa. (8, s. 278.)

Kun kunnossapitotoimenpiteet on suoritettu, on hyödyllistä tarkastaa osat. Tarkastuksella voidaan varmistaa, että alkuperäinen vianmäärittäminen ja ennuste olivat oikeat. (8, s. 278.)

Toistuvat vikaantumiset voivat alentaa järjestelmän luotettavuutta ja lisätä käyttökustannuksia. Jos vikaantumisen alkuperäiset syyt voidaan tunnistaa, kunnossapitotoimenpiteitä voidaan tarkistaa ja optimoida vikaantumisen vaikutusten välttämiseksi tai vähentämiseksi. Soveltuvat kunnossapitotoimet saattavat käsitellä myös kehittyneempiä kunnonvalvontatekniikoita, muita kunnossapitotehtäviä, keskusteluja valmistajan kanssa ja modifikaatioita eli uudelleen suunnittelua. (8, s. 278.)

3.5 TPM

TPM eli total productive maintenance (suomeksi kokonaisvaltaisesti tuottava kunnossapito), on ajattelumalli, jonka avulla pyritään parantamaan tuottavuutta kunnossapidon avulla. TPM-malli syntyi 1970-luvun lopulla Japanissa ja se on sieltä levinnyt ympäri maailmaa. (6, s. 144.)

TPM tavoitteet

TPM:n tavoitteet ovat seuraavat (6, s. 144):

- kokonaistehokkuus eli pyrkimys tehokkuuteen mitattuna taloudellisin mittarein

- kokonaiskattavuus; kunnossapitotarpeen pienentäminen, huolto ja korjaustoimien helpottaminen rakenteita muuttamalla sekä ehkäisevällä kunnossapidolla
- kokonaisvaltainen osallistuminen; kaikki osallistuvat, häiriötön toiminta on tulos, jonka osatekijöinä ovat kaikki yrityksen osastot ja ihmiset asemasta rippumatta.

TPM-prosessin idea on, että kaikki ne koneet ja laitteet, joista tuotanto on riippuvainen, pidetään optimikunnossa ja suorituskyyvyt maksimoituna. Tämä toteutuu, kun tehtaiden ja laitteiden käyttöhenkilökunta on henkilökohtaisesti ja suoraan vastuussa toteuttamisesta. (6, s. 144.)

TPM kunnossapidon periaatteet

Kun tavoitellaan koko laitoksen korkeaa käyntiastetta ja tuottavuutta, niin on selvää, että keskittyminen ainoastaan päivittäisen kunnossapidon huolelliseen hoitamiseen ei tuota tavoiteltavia tuloksia. TPM vaikuttaa hyvin laajasti koko organisaation toimintaan. Seuraava kuvaus TPM:n eri elementeistä pyrkii valaisemaan, mitä asioita otetaan huomioon, kun organisaation toimintaa kehitetään TPM:n periaatteiden pohjalta. (9, s. 43–44.)

TPM periaatteet

TPM-mallin periaatteet ovat seuraavat (9, s. 43-44):

- kunnossapitotarpeen vähentäminen hankintatyön ja suunnittelun yhteydessä
- koneita kehittävä kunnossapito
- laatua parantava kunnossapito
- ennaltaehkäisevä kunnossapito ja kunnonvalvonta
- korjaava kunnossapito toimintahäiriön sattuessa
- mittaaminen
- raaka-aineen käyttösuhteen parantaminen
- koulutus
- työympäristön siisteys
- henkilöstön aktiivisuus.

3.6 RCM

RCM eli reliability centered maintenance (suomeksi luotettavuus keskeinen kunnossapito). RCM kehitettiin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvun loppupuolella ja se on nykyään monella teollisuudenalalla, kuten esimerkiksi ydinvoimateollisuudessa koeteltu ja hyväksytty metodologia. RCM käsittää päätöslogiikkapuun, jonka avulla saadaan selville tehokkaat ja soveltuvat ehkäisevän kunnossapidon vaatimukset rakenteille ja laitteille. Päätöslogiikkapuun antamat tulokset perustuvat tunnistettuihin vikaantumismekanismeihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin, turvallisuuteen, käyttöön ja talouteen. Lopputuloksena päätöslogiikkapuun käyttämisestä saadaan perusteet sille, onko välttämätöntä tehdä yksittäinen kunnossapitotehtävä. (4, s. 20.)

3.6.1 RCM:n seitsemän peruskysymystä

Näiden seitsemän peruskysymyksen avulla, voidaan alkaa rakentamaan laitteelle RCM-analyysia. Seuraava vaihe RCM-prosessissa on määrittää laitteelle vika- ja vaikutusanalyysi eli VVA-analyysi. (10, s. 7.)

RCM:n peruskysymykset

RCM asettaa seitsemän peruskysymystä (10, s. 7):

- Mitkä ovat kohteen toiminnot ja mitä suorituskykytasoa käyttäjä siltä edellyttää nykyisissä toimintaolosuhteissa?
- Millä tavoin laite vikaantuu ja on näin ollen kykenemätön täyttämään sille asetetut suorituskykytasot?
- Mitkä syyt aiheuttavat toiminnalliset viat?
- Mitä tapahtuu vian ilmettyä?
- Millä tavalla vika vaikuttaa laitteen toimintaan?
- Mitä voidaan tehdä vian ennustamiseksi tai sen ennaltaehkäisemiseksi?
- Mitä pitäisi tehdä, jos sopivaa ennakoitavaa toimenpidettä ei löydetä?

3.6.2 VVA-analyysi

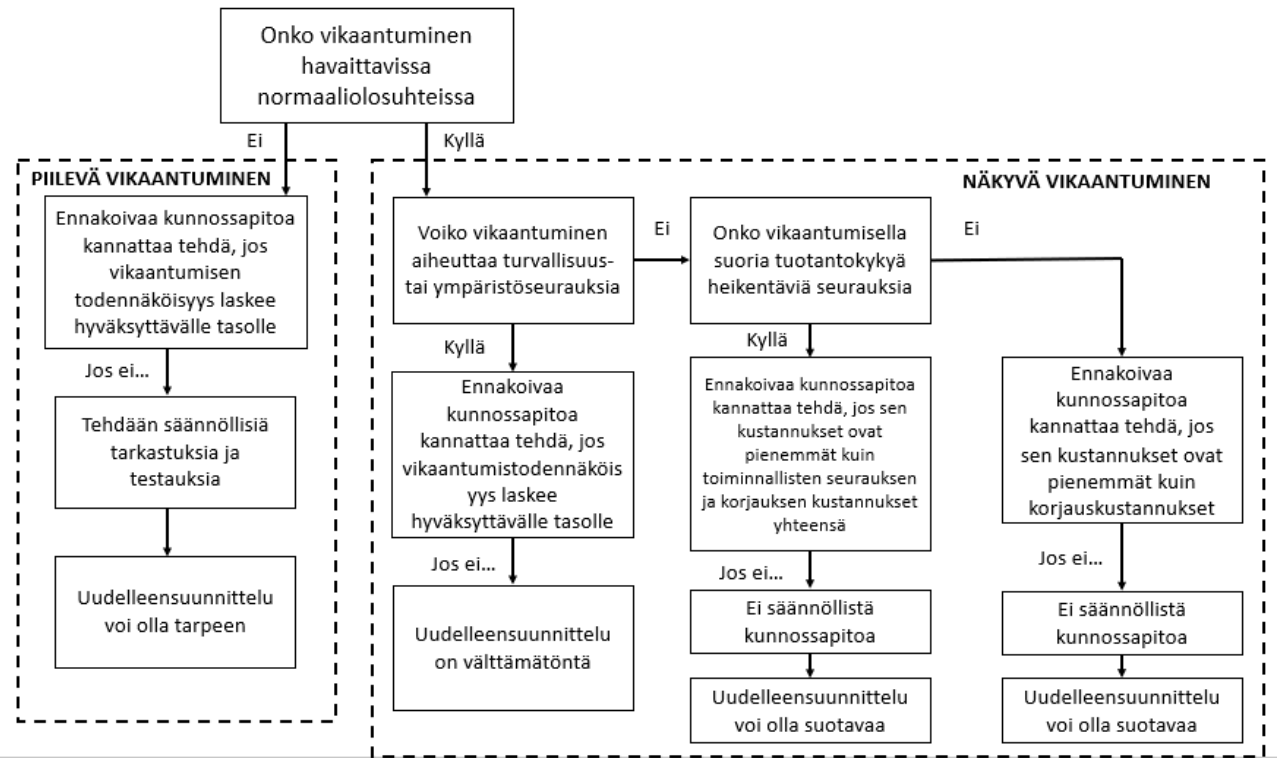
VVA-analyysi on toimintavarmuuden analysointimenetelmä, joka pyrkii sellaisten vikojen tunnistamiseen, joiden seurauksilla on merkittävä vaikutus tarkasteltavan

järjestelmän suorituskykyyn. VVA-analyysillä selvitetään myös mitä vaikutuksia ja seurauksia tietyllä vialla on. (4, s. 32.)

Kunnossapitotoiminnan perusedellytys on vioittumistapojen tuntemus. Yksittäinen laite voi vikaantua usealla eri tavalla. Tuotantolinjasta puhuttaessa vioittumistapoja on jo satoja. Koko tehtaassa on tuhansia erilaisia vioittumistapoja. Vioittumistapojen analysointi koetaan usein liian työlääksi. Tällöin ei kuitenkaan huomioida sitä, että käytännön kunnossapito, sekä suunnittelun että toteutuksen osalta, tapahtuu vikaantumisen ehkäisemiseksi tai seurausten korjaamiseksi. (4, s. 33.)

3.6.3 RCM-prosessin suunnittelu

RCM-prosessille luonteenomaista on selväpiirteinen, laitekohtainen vikaantumisten seurauksien selvittäminen ja tapauskohtaisesti parhaiten kunnossapitomenetelmien määrittely (kuva 7). Prosessille ominainen seurausvaikutusten priorisointi eli tärkeysjärjestykseen asettaminen on tarkka ja helposti ymmärrettävä keino päättää, mitkä ehkäisevän kunnossapidon keinot ovat käyttökelpoisia erilaisissa toimintaympäristöissä, kuinka usein niitä on käytettävä ja minkä osaamistason kunnossapitäjää tarvitaan. Priorisoinnin avulla voidaan myös päättää, mitä tehtäviä on järkevä tehdä. Päätöksen teko mahdollistuu, kun jokaiselle vikaantumiselle on etukäteen arvioitu seurannaisvaikutusten määrä ja arvo. Jos jollekin vikaantumistavalle ei ole olemassa teknisesti mahdollista tai taloudellisesti järkevää ehkäisevää toimenpidettä, etukäteen voidaan valmistaa toimintamalli, jota käytetään kyseisen vian esiintyessä. (6, s. 168.)



KUVA 7. RCM päätöksenteko kaavio (mukaillen 4, s. 45)

Kun priorisoinnin avulla ehkäisevän kunnossapidon tehtävät voidaan kohdistaa vain niihin kohteisiin, joissa ne ovat tehokkaita, seurauksena on "tehottomien" työtehtävien määrien merkittävä väheneminen. Kun RCM-prosessi on otettu käyttöön oikein, työtehtävien määrän on mitattu putoavan 40 - 70 %. Lisäksi jäljelle jääneen suunnitellun kunnossapidon määrä on paljon pienempi, kuin mitä se olisi tavanomaisin keinoin tehtynä. Vähentynyt rutiinien määrä puolestaan vaikuttaa siihen, että tehtävät tehdään kunnolla. Kun lisäksi voidaan luopua taloudellisesti kannattamattomista tehtävistä, lopputuloksena saadaan huomattavasti tehokkaampi kunnossapitotoiminta. (6, s. 168.)

4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SUUNNITTELU

Pölkky Oy:lla kunnossapidon painopiste on ehkäisevällä kunnossapidolla, jotta toimintavarmuus saadaan ylläpidettyä korkealla tasolla. Suunniteltava kunnossapito-ohjelma perustuu ehkäisevän kunnossapidon keinoihin, eli kunnonvalvontaan ja määräaikaishuoltoihin. Suunniteltavat määräaikaishuollot keskittyvät lämpölaitoksen talvi- ja kesäseisakkiin, tehtaan tuotantovaatimusten takia.

Uudelle laitteistolle tehdään kriittisyysluokittelu, jonka perusteella voidaan kohdentaa kunnossapidon tarvetta. Jaksotettuun kunnossapitoon eli määräaikaishuoltoihin sovelletaan laitteen toimittajan määrittämiä huolto-ohjeita sekä tapauskohtaisesti kunnossapito-organisaation antamia yleisiä käytäntöjä.

4.1 Laitteisto ja kunnossapito

Lämmönvaihtimen asennusprojektiin liittyvä laitteisto, jolle kunnossapito-ohjelma suunnitellaan, sisältää lämmönvaihtimen, kattilaverkon pumpput, tehdasverkon pumpput, kattilaverkon varapumpun, vedenkäsittelyjärjestelmän, paineenpitojärjestelmän ja paisuntajärjestelmän, ohjausjärjestelmän, mittareita, venttiilejä, muttaskut, suodattimet, sihdit, sivuvirtasuodattimen ja sivuvirtasuodattimen pumpun. Liitteessä 1 on yksinkertainen kuva prosessikaaviosta.

Laitteistojen kunnossapito-ohjelma on koottu Excel-tiedostoon (kuva 8 ja 9). Excel-tiedostoista tiedot siirretään Pölkky Oy:n omaan kunnossapitojärjestelmään. Laitteistolle ei ole tehty yksityiskohtaisia huolto-ohjeita, koska asennettavat laitteet ovat huoltoperiaatteiltaan tuttuja kunnossapito-organisaatiolle.

Huollot Excel-pohja

Laitteisto			Kriittisyysluokitus	1..3	
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa	
Mitä huolletaan?	Kuinka usein huoltotoimenpide suoritetaan?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja kauanko siihen menee?	Mitä varaosia toimenpide vaatii?	Muuta huomioitavaa?	

KUVA 8. Huoltojen Excel-pohja

Tarkastukset Excel-pohja

Laitteisto			Kriittisyysluokitus	1..3	
Tarkastus	Tarkastusväli	Resurssit	Muuta huomioitavaa		
Mitä tarkastetaan?	Kuinka usein tarkastus suoritetaan?	Kuka toimenpiteen suorittaa ja kauanko siihen menee?	Muuta huomioitavaa?		

KUVA 9. Tarkastuksien Excel-pohja

4.2 Laitteiston kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelulla pyritään määrittämään laitteiston riskit, jotta kunnossapito-toimia ja resursseja voidaan kohdentaa sinne, missä niitä tarvitaan eniten. Asennettava laitteisto ei luo uusia ympäristöön tai ihmisiin kohdistuvia riskejä lämpölaitoksen alueella, joten niitä ei oteta huomioon kriittisyysluokittelussa.

Pölkky Oy:lla lämmöntuotannossa laitteiden kriittisyysluokittelu on jaettu kolmeen luokkaan. Kriittisyysluokka perustuu laitteen aiheuttamaan häiriöön lämmöntuotannossa.

Kriittisyysluokat

Kriittisyysluokkia arvioidaan seuraavin perustein 1 – 3:

1= Pysäyttää lämmöntuotannon tai aiheuttaa kohtuuttomia omaisuusvahinkoja.

Laitteen tai varaosien on oltava varastossa, korjattava tai vaihdettava heti.

2= Aiheuttaa häiriöitä lämmöntuotantoon. Korjattava päivän sisällä.

3= Ei aiheuta häiriöitä lämmöntuotantoon. Korjattava 2 - 7 päivän sisällä.

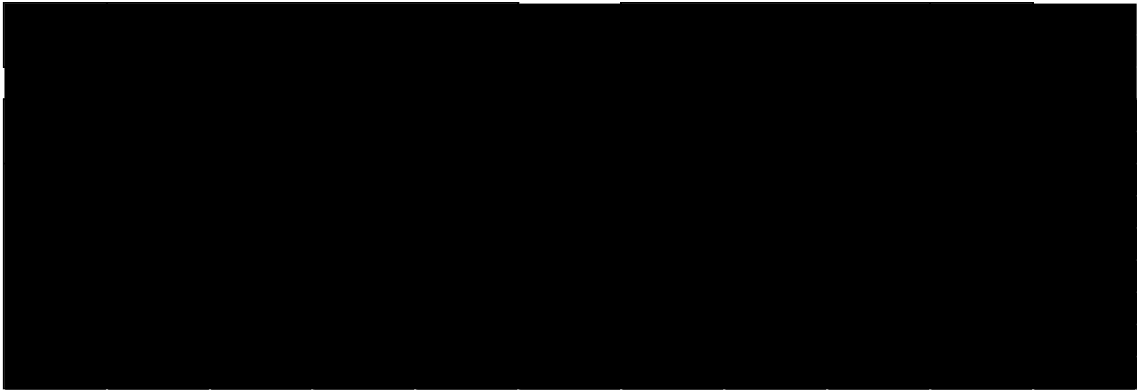
Laitteistokohtainen kriittisyysluokka on määritetty huoltosuunnitelmassa.

4.3 Lämmönvaihdin

(11.)

(11.)

Huollot



KUVA 10. Lämmönvaihtimen huolto

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted] (11.)

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

(11.)

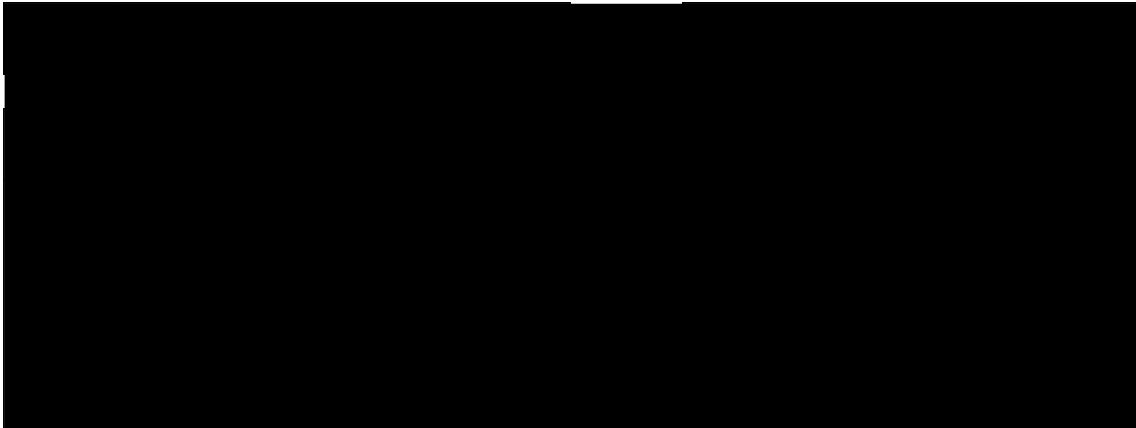
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted] (12.)

Tarkastukset



KUVA 11. Lämmönvaihtimen tarkastus

4.4 Kattilaverkon pumput

Kattilaverkon pumput on toimittanut [REDACTED] (kuva 12). Kattilapumppujen tehtävä on kierrättää kattilaverkon vettä lämmönvaihtimen kautta. Kattilapumput ovat erittäin tärkeitä laitoksen toiminnan kannalta, jonka takia niitä on kaksi kappaletta. Kattilapumppuja käytetään vuorotellen, ja toinen on koko ajan varalla mahdollisen vian yllättäessä. Kattilapumput ovat juoksupyörällisiä keskipakois-pumppuja ja niitä pyöritetään sähkömoottorilla.



KUVA 12. Kattilaverkon pumput

Tarkastukset

KUVA 13. Kattilaverkon pumppujen tarkastus

30

Huollot

Laitteisto	Kattilaverkon pumput		Kriittisyysluokitus	1	
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa	
Kattilaverkon pumppujen laakereiden ja tiivisteiden uusinta.	4 vuotta.	Kunnossapitohenkilöstö vaihtaa laakerit ja tiivisteet. Aika-arvio 4h.		Tarkastetaan pumppujen juoksupyörien kunto.	

KUVA 14. Kattilaverkon pumppujen huolto

4.5 Kattilaverkon varapumppu

Kattilaverkon varapumpun on toimittanut [REDACTED] (kuva 15). Varapumppu on rakenteelta samankaltainen kuin kattilaverkon pumput eli juoksupyörällinen keskipakoispumppu ja sitä pyöritetään sähkömoottorilla. Kattilaverkon varapumpun tehtävä on kierrättää kattilaverkon vettä sähkökatkon sattuessa ja estää näin kattilan kiehuminen. Varapumppua käytetään varavoimageneraattorin avulla. Varapumppu on erittäin kriittinen laite, sillä pidemmän sähkökatkon sattuessa sen toimimattomuus pysäyttää lämmöntuotannon ja aiheuttaa kohtuuttoman suuria omaisuusvahinkoja.



KUVA 15. Kattilaverkon varapumppu

Varapumppua ei käytetä säännöllisesti, mutta sen tulee toimia aina tarpeen vaatiessa. Pumppua ja generaattoria tulee koekäyttää kuukauden välein, jotta varmistutaan sen toimivuudesta (kuva 16). Koekäytön aikaväli on määritetty kunnossapito-organisaation kokemusten perusteella. Koekäytön aikana suoritetaan visuaalista ja aistien varaista kunnonvalvontaa, jotta vuodot, tärinät ja ylimääräiset äänet havaitaan. Varapumppua ja varavoimageneraattoria käytetään 10 minuuttia, jotta varmistutaan laitteiston toiminnasta.

Tarkastukset

Laitteisto	Kattilaverkon varapumppu			Kriittisyysluokitus	1
Tarkastus	Tarkastusväli	Resurssit	Muuta huomioitavaa		
Varapumpun toiminta.	Kerran kuukaudessa.	Käyttöhenkilökunta suorittaa tarkastuksen. Aika-arvio 1h.	Samalla koekäytetään varavoimageneraattoria. Raportoidaan välittömästi poikkeamista.		

KUVA 16. Kattilaverkon varapumpun tarkastus

Pumpun laakerit ovat kestovoideltuja, joten niitä ei tarvitse rasvata. Pumppu tulee kuitenkin purkaa osiin neljän vuoden välein ja tarkastaa osien kunto (kuva 17). Samalla tulee uusia laakerit ja tiivisteet uudelleen kasauksen yhteydessä. (13.)

Huollot

Laitteisto	Kattilaverkon varapumppu			Kriittisyysluokitus	1
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa	
Kattilaverkon varapumpun laakereiden ja tiivisteiden uusinta.	4 vuotta.	Kunnossapitohenkilöstö vaihtaa laakerit ja tiivisteet. Aika-arvio 4h.		Tarkastetaan pumpun juoksupyörän kunto.	

KUVA 17. Kattilaverkon varapumppu huolto

Huollot

Laitteisto	Tehdasverkon pumput				Kriittisyysluokitus			1	
Huolto		Huoltoväli	Resurssit		Varaosat		Muuta huomioitavaa		
Tehdasverkon pumppujen laakereiden ja tiivisteiden uusinta.		4 vuotta.	Kunnossapitohenkilöstö vaihtaa laakerit ja tiivisteet. Aika-arvio 4h.		Laakerit ja tiivisteet.		Tarkastetaan pumppujen juoksupyörien kunto.		

KUVA 19. Tehdasverkon pumppujen huolto

4.7 Vedenkäsittelyjärjestelmä

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] (14.)



KUVA 20. Vedenkäsittelyjärjestelmä, annostelupumppu ja varastosäiliö

Vedenkäsittelyjärjestelmälle ei ole määritelty huoltoväliä valmistajan toimesta. Laitteistoa täytyy kuitenkin tarkkailla mahdollisten vuotojen varalta käyttöhenkilökunnan toimesta. Käyttöhenkilökunta tarkastaa laitteiston toiminnan kerran viikossa (kuva 21). (15.)

Huollot

Laitteisto	Ohjausjärjestelmä		Kriittisyysluokitus	1	
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa	
Logiikkakomponentin vaihto.	-	Sähkömies vaihtaa hajonneen komponentin. Aika-arvio 1h-6h.	Hajonnutta komponenttia vastaava osa.	Tilataan uusi varaosa asennetun tilalle.	

KUVA 22. Ohjausjärjestelmä huolto

4.9 Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä

Paineenpito- ja paisuntajärjestelmän on toimittanut [REDACTED]. Paineenpitojärjestelmän tehtävä on ylläpitää painetta vesiverkossa. Jos kattilaverkossa tapahtuu vuoto, paineenpitojärjestelmä pumppaa lisävettä verkkoon, jotta paine ja veden määrä ei laske liian alas. Paineenpitojärjestelmä sisältää 3 000 litran säiliön, kaksi pumppua, varoventtiilit ja ohjausjärjestelmän.

Paisuntajärjestelmän tehtävä on antaa vedelle tilaa lämpölaajenemiseen. Lämpölaajenemista tapahtuu eniten kattilan ylösajon aikana, kun vettä aletaan lämmittämään. Paisuntajärjestelmä sisältää kaksi 1 500 litran paisuntasäiliötä.

Paineenpito- ja paisuntajärjestelmälle ei ole määritetty toimittajan toimesta huolto-ohjelmaa. Pumpuille sovelletaan samaa huolto-ohjelmaa kuin laitteiston muille pumpuille, eli pumput puretaan osiin neljän vuoden välein ja tarkastetaan osien kunto (kuva 23). Kasauksen yhteydessä uusitaan tiivisteet ja laakerit. Järjestelmää tulee tarkkailla vuotojen varalta käyttöhenkilökunnan toimesta päivittäin (kuva 24). Paineenpitopumppujen toiminta tulee tarkastaa talvi- ja ke-säseisakkien aikana.

Huollot

Laitteisto	Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä		Kriittisyysluokitus	1
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Paineenpitopumppujen tiivisteiden ja laakereiden uusinta.	4 vuotta.	Kunnossapitohenkilöstö vaihtaa laakerit ja tiivisteet. Aika-arvio 4h.		Samalla tarkastetaan pumppujen juoksupyörien kunto.

KUVA 23. Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä huolto

Tarkastukset

Laitteisto	Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä		Kriittisyysluokitus	1
Tarkastus	Tarkastusväli	Resurssit	Muuta huomioitavaa	
Tarkastetaan paineenpito- ja paisuntajärjestelmän toiminta.	Puoli vuotta.	Käyttöhenkilökunta suorittaa. Aika-arvio 2h.	Raportoidaan poikkeamista välittömästi.	

KUVA 24. Paineenpitojärjestelmä ja paisuntajärjestelmä tarkastus

4.10 Suodattimet, sihdit ja mutataskut

Suodattimet, sihdit ja mutataskut on toimittanut [REDACTED]. Niiden tarkoituksena on kerätä kattilaverkossa kulkevia epäpuhtauksia. Poistamalla kiintoaineita kattilaverkosta, voidaan ehkäistä lämmönvaihtimen tukkeutumista ja pidentää pumppujen elinkaarta.

Suodattimille, sihdeille ja mutataskuille ei ole määritetty määräaikaishuoltoja vaan ne tulee puhdistaa tai vaihtaa talvi- ja kesäseisakkien aikana. Vioittuneet sihdit tai suodattimet tulee uusia seisakkien aikana (kuva 25).



KUVA 26. Sivuvirtasuodatin ja pumppu

Pumpun laakerit ovat kestovoideltuja, joten niitä ei tarvitse rasvata. Pumppu tulee kuitenkin purkaa osiin neljän vuoden välein ja tarkastaa osien kunto (kuva 27). Samalla tulee uusia laakerit ja tiivisteet uudelleen kasauksen yhteydessä. Sivuvirtasuodatin tulee puhdistaa tai vaihtaa talvi- ja kesäseisakin aikana (kuva 28).

Huollot

Laitteisto	Sivuvirtasuodatin ja pumppu		Kriittisyysluokitus	3
Huolto	Huoltoväli	Resurssit	Varaosat	Muuta huomioitavaa
Sivuvirtasuodattimen pumpun laakerit ja tiivisteet uusitaan.	4 vuotta.	Kunnossapitohenkilöstö vaihtaa laakerit ja tiivisteet. Aika-arvio 2h.	Laakerit ja tiivisteet.	Samalla tarkastetaan pumpun juoksupyörän kunto.

KUVA 27. Sivuvirtasuodattimen ja pumpun huolto

Tarkastukset

Laitteisto	Sivuvirtasuodatin ja pumppu		Kriittisyysluokitus	3
Tarkastus	Tarkastusväli	Resurssit	Muuta huomioitavaa	
Sivuvirtasuodattimen puhdistus.	Puoli vuotta.	Käyttöhenkilökunta suorittaa. Aika-arvio 2h.	Sivuvirtasuodatin puhdistetaan tai vaihdetaan uuteen.	

KUVA 28. Sivuvirtasuodattimen ja pumpun tarkastus

4.12 Venttiilit

Projektissa asennettavia venttiilejä ovat: sulkuventtiilit, läppäventtiilit ja palloventtiilit. Venttiileillä ohjataan, rajoitetaan tai suljetaan virtauksia putkistossa. Venttiileille ei ole määritetty määräaikaishuoltoja, mutta kunnonvalvontaa täytyy suorittaa käyttöhenkilökunnan toimesta. Kunnonvalvonnassa tarkastetaan vuodot ja venttiilien toiminta (kuva 29). Vioittuneet venttiilit on vaihdettava uusiin.

Laitteisto	Huollot/aikaväli/suorittaja	Tarkastukset/aikaväli/suorittaja	Huomioitavaa
Lämmönvaihdin			
Kattilaverkon pumput	Laakereiden ja tiivisteiden vaihto. 4 vuotta. Kunnossapitohenkilöstö.	Vuodot, värinat ja äänet. Joka päivä. Käyttöhenkilökunta.	Huollon aikana tarkastetaan juoksupyörien kunto.
Kattilaverkon varapumppu	Laakereiden ja tiivisteiden vaihto. 4 vuotta. Kunnossapitohenkilöstö.	Varapumpun toiminta. Kerran kuukaudessa. Käyttöhenkilökunta.	Huollon aikana tarkastetaan juoksupyörän kunto. Tarkastuksen aikana koekäytetään varavoimageneraattoria.
Tehdasverkon pumput	Laakereiden ja tiivisteiden vaihto. 4 vuotta. Kunnossapitohenkilöstö.	Vuodot, värinat ja äänet. Joka päivä. Käyttöhenkilökunta.	Huollon aikana tarkastetaan juoksupyörien kunto.
Vedenkäsittelylaitteisto	-	Tarkastetaan vedenkäsittelyjärjestelmän toiminta. Kerran viikossa. Käyttöhenkilökunta.	Seurataan vedenkäsittelykemikaalin kulumista.
Ohjausjärjestelmä	Logiikkakomponentin vaihto. Sähkömies.	-	Tilataan uusi varaosa rikkoituneen tilalle.
Paineenpito- ja paisuntajärjestelmä	Laakereiden ja tiivisteiden vaihto. 4 vuotta. Kunnossapitohenkilöstö.	Tarkastetaan paineenpito- ja paisuntajärjestelmän toiminta. Puoli vuotta. Käyttöhenkilökunta.	Huollon aikana tarkastetaan juoksupyörien kunto.
Mutataskut, suodattimet ja sihdit	-	Tarkastetaan ja puhdistetaan. Puoli vuotta. Käyttöhenkilökunta.	Tarvittaessa uusitaan suodattimet ja sihdit.
Sivuvirtasuodatin ja pumppu	Laakereiden ja tiivisteiden vaihto. 4 vuotta. Kunnossapitohenkilöstö.	Tarkastetaan ja puhdistetaan sivuvirtasuodatin. Puoli vuotta. Käyttöhenkilökunta.	Huollon aikana tarkastetaan juoksupyörän kunto. Tarkastuksen aikana viottunut suodatin vaihdettava uuteen.
Venttiilit	-	Tarkastetaan venttiilien toiminta. Puoli vuotta. Käyttöhenkilökunta.	-
Mittarit	-	Tarkastetaan ja kalibroidaan mittarit. 2-3 vuotta. Ulkopuolinen toimija.	-

KUVA 31. Yhteenveto huolloista ja tarkastuksista

5 POHDINTA

Opinnäytetyössä suunniteltiin kunnossapito-ohjelma lämmönvaihtimen asennusprojektissa asennettavalle laitteistolle. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin, eli kunnossapito-ohjelma suunniteltiin ja luovutettiin tilaajalle.

Suunniteltu kunnossapito-ohjelma perustuu laitetoimittajien ja kunnossapito-organisaation ohjeisiin. Kunnossapito-ohjelma keskittyy ehkäisevään kunnossapitoon eli määräaikaishuoltoihin ja tarkastuksiin, jotta lämpölaitoksen toimintavarmuus säilyy korkealla tasolla. Suunniteltua kunnossapito-ohjelmaa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa, jos Pölkky Oy asentaa uusia lämmönvaihtimia vanhoihin lämpölaitoksiinsa.

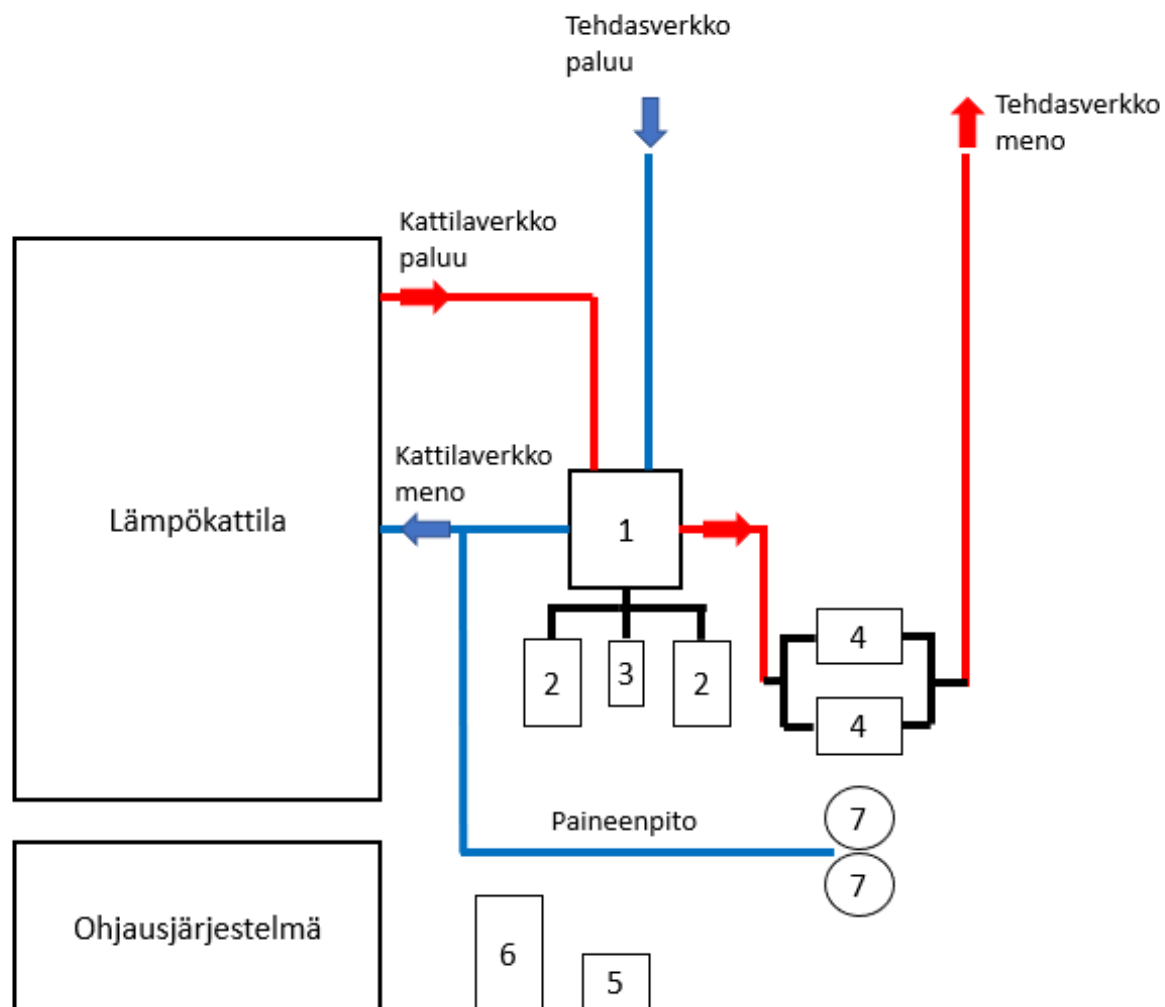
Kunnossapito-ohjelman toimivuutta ei voida vielä arvioida. Todennäköistä on, että laitteistoa käytettäessä ja huollettaessa tulee ilmi uusia kunnossapito-ohjelmaan lisättäviä kohteita. Kunnossapito-ohjelmaa tulee silloin päivittää ja muokata laitteistolle sopivammaksi.

Työ oli mielenkiintoinen ja opin sen aikana uusia asioita. Oli hienoa työskennellä osana kunnossapito-organisaatiota ja etsiä yhdessä ratkaisuja ongelmiin.

LÄHTEET

1. Laatu puuta vuodesta 1968. 2019. Pölkky Oy. Saatavissa: <https://polkky.com/fi/yritys/>. Hakupäivä 6.2.2019.
2. Pohjois-Suomen suurin yksityinen puunjalostaja. 2019. Pölkky Oy. Saatavissa: <https://polkky.com/fi/yritys/tunnusluvut/>. Hakupäivä 6.2.2019.
3. Biolämpölaitoksen tekniset tiedot 13.000 kW. Sisäinen dokumentti. Pölkky Oy.
4. Järviö, Jorma 2000. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Hamina. KP-tieto Oy.
5. Järviö, Jorma – Piispa, Taina – Parantainen, Timo – Åström, Thomas 2007. Kunnossapito. Neljäs uudistettu painos. Hamina. KP-Media Oy.
6. Jorma, Järviö – Taina, Lehtiö 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Viides uudistettu painos. Helsinki. KP-Media Oy.
7. Mikkonen, Henry – Miettinen, Juha – Leinonen, Pertti – Jantunen, Erkki – Kokko, Voitto – Riutta, Erkki – Sulo, Petri – Komonen, Kari – Lumme, Veli Erkki – Kautto, Juha – Heinonen, Kari – Lakka, Sami – Mäkeläinen, Risto Kunnossapitoyhdistys 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito: käsikirja. Helsinki. KP-Media Oy.
8. SFS-käsikirja 55-2 2013. Kunnossapito ja kunnonvalvonta osa 2: kunnonvalvonnan perusteet. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS Ry.
9. Hannu, S. Laine 2010. Tehokas kunnossapito tuottavuutta käynnissäpidolla. Kerava. KP-Media Oy.
10. John, Moubray 1997. Reliability-centered Maintenance. Toinen painos. New York. Industrial Press Inc.
11. ■■■■■ käyttö- ja huolto-ohje. Sisäinen dokumentti. Pölkky Oy.

12. [REDACTED] 2019. Pölkky lämmönvaihdin projektin huoltosuunnitelma. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: [REDACTED]. 7.3.2019.
13. Hevonoja, Toni 2019. Pölkky lämmönvaihdin projektin huoltosuunnitelma. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: toni.hevonoja@masino.fi. 26.2.2019.
14. [REDACTED]. Sisäinen dokumentti. Pölkky Oy.
15. [REDACTED] 2019. Pölkky lämmönvaihdin projektin huoltosuunnitelma. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: [REDACTED]. 28.2.2019.
16. 16.12.2016/1144. 2016. Painelaitelaki. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161144>. Hakupäivä 21.3.2019.



1. Lämmönvaihdin
2. Kattilaverkon pumpput
3. Kattilaverkon varapumppu
4. Tehdasverkon pumpput
5. Vedenkäsittelyjärjestelmä
6. Varavoimageneraattori
7. Paisunta- ja paineenpitojärjestelmä