

OHUTLEVYMAALAUSSLINJAN ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN

Jiri Vehmasto

**Opinnäytetyö
Elokuu 2010**

**Teknologia
Paperikoneteknologia**





Tekijä(t) Vehmasto, Jiri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 25.8.2010
	Sivumäärä 65+3	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Ohutlevymaalauuslinjan ennakkohuollon kehittäminen		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) Mäki, Kari		
Toimeksiantaja(t) Rautaruukki Oyj Kankaanpää Tuominen, Jouni		
Tiivistelmä <p>RCM eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä sellaisen ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi, joka tehokkaasti ja järkipäisesti mahdollistaa laitteistolta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyyden saavuttamisen. Sen tarkoituksena on johtaa käyttötoiminnassa parantuneeseen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja talouteen.</p> <p>Tehtäväni oli tehdä laitetietokannan päivitys ohutlevymaalauuslinjalle ja RCM-analyysi pintamaalauuskoneelle sekä antaa mielipide värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuudesta. Tehtävän toimeksiantaja oli Rautaruukki Oyj, Kankaanpään tehdas.</p> <p>Laitetietokannan päivitys suoritettiin lisäämällä uudet, poistuneet ja modifioidut laitteet Excel-taulukkoon, joka oli otettu kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä Artusta. Lisättyjä laitteita ja niiden osia oli kaiken kaikkiaan 79 kappaletta. Päivityksessä pysyttiin moottori ja vaihte tasolla eikä purettu niitä vielä osiin.</p> <p>RCM-analyysi suoritettiin istunnoissa Kankaanpään tehtaalla. Istunnoissa käytiin läpi kaikki RCM-analyysiin kuuluvat osa-alueet. Tulokseksi analyysistä tuli ennakkohuoltosuunnitelma, joka piti sisällään 53 eri työtehtävää. Työtehtävät jaettiin niiden suorittajille tarkennettavaksi, jotta töiden suoritus tulevaisuudessa olisi mahdollisimman helppoa.</p> <p>Värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuuden pohtimisessa kävin Rautaruukilla läpi lähtökohtia, kuten järjestelmän ja annetun tarjouksen. Näiden tietojen pohjalta tein oman mielipiteeni värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuudesta ja siitä mitä sille pitäisi tehdä. Mielestäni kiinteän järjestelmän hinta oli suhteellisen kallis verrattuna mittauskierroksiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, ennakkohuolto, RCM, laitetietokanta, värähtelymittaus, Ruukki		
Muut tiedot		



Author(s) Vehmasto, Jiri	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 25.8.2010
	Pages 65+3	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (X)
Title Improving of preventive maintenance of sheet metal coating line		
Degree Programme Paper machine technology		
Tutor(s) Mäki, Kari		
Assigned by Rautaruukki Oyj Kankaanpää Tuominen, Jouni		
Abstract <p>RCM, reliability centered maintenance is a method for creating a preventive maintenance-routine which effectively and rationally makes it possible for the machinery and structure to reach all the required safety and usability levels. Its purpose is to achieve better safety, usability and economy.</p> <p>My mission was to update the system hierarchy to the coating line, do RCM analysis to coat-ing unit 2 and give an opinion about the future of vibration measuring. The costumer of this thesis was Rautaruukki Oyj, Kankaanpää work.</p> <p>Update of the system hierarchy was done by adding the new, removed and modified devices to Excel-spreadsheet, which was taken from Arttu maintenance control system. There were overall 79 added devices and components. At the update we stood in motor/ gear level and didn't go deeper.</p> <p>RCM analysis was fulfilled in sessions that were held in Kankaanpää work. There was good participating in the sessions and in those sessions all sectors of RCM were done. As a result from the analysis came preventive maintenance plan, which holds inside 53 different preven-tive maintenance tasks. Tasks were shared to those executors to make adjustments, so that in the future it would be easier to accomplish them.</p> <p>At the thinking of the vibration measuring systems future we did go trough bases, like the vibration measuring system and the given offer. From these bases, I did my opinion about the vibration measuring systems future and about what should be done. I though that the firm systems price was too high compared to the vibration measuring circuit.</p>		
Keywords Maintenance, preventive maintenance, RCM, system hierarchy, vibration measuring, Ruukki		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

<u>1 JOHDANTO.....</u>	<u>4</u>
<u>2 RAUTARUUKKI OYJ.....</u>	<u>5</u>
<u>2.1 Historia.....</u>	<u>5</u>
<u>2.2 Toiminta ja konsernirakenne.....</u>	<u>7</u>
<u>2.3 Kankaanpään tehdas.....</u>	<u>9</u>
<u>3 KUNNOSSAPITO.....</u>	<u>12</u>
<u>3.1 Kunnossapidon kehittyminen.....</u>	<u>12</u>
<u>3.2 Kunnossapito Suomessa.....</u>	<u>15</u>
<u>3.2.1 Kunnossapidon kehittyminen Suomessa.....</u>	<u>15</u>
<u>3.3 Kunnossapitolajit.....</u>	<u>17</u>
<u>3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito.....</u>	<u>19</u>
<u>3.3.2 Huolto.....</u>	<u>20</u>
<u>3.3.3 Korjaava kunnossapito.....</u>	<u>21</u>
<u>3.3.4 Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen.....</u>	<u>21</u>
<u>3.3.5 Parantava kunnossapito.....</u>	<u>22</u>
<u>3.4 Laitetietokanta.....</u>	<u>23</u>
<u>3.5 Total productive maintenance.....</u>	<u>24</u>
<u>3.5.1 Mitä TPM on? Miksi TPM?.....</u>	<u>24</u>
<u>3.5.2 TPM:n päämäärät.....</u>	<u>25</u>
<u>3.5.3 TPM kehitysohjelma.....</u>	<u>26</u>
<u>3.6 RCM.....</u>	<u>28</u>
<u>3.6.1 Mikä on RCM?.....</u>	<u>29</u>
<u>3.6.2 Työn määrittäminen.....</u>	<u>30</u>
<u>3.6.3 Resurssien määrittäminen.....</u>	<u>31</u>
<u>3.6.4 RCM:n seitsemän peruskysymystä.....</u>	<u>32</u>
<u>3.6.5 RCM analyysi: kohteen valinta.....</u>	<u>33</u>
<u>3.6.6 RCM analyysi: toiminnot ja toiminnallinen vika.....</u>	<u>34</u>
<u>3.6.7 RCM- analyysi: vikamuodot, vian vaikutus ja vian merkitys.....</u>	<u>35</u>
<u>3.6.8 RCM- analyysi: toimenpiteen valinta.....</u>	<u>35</u>
<u>3.6.9 RCM – analyysin vaikutukset.....</u>	<u>36</u>
<u>3.6.10 Mitä RCM- analyysissä voi mennä pieleen?.....</u>	<u>36</u>
<u>3.7 Värähtelymittaus.....</u>	<u>37</u>
<u>3.7.1 Värähtelysignaalin analysointi.....</u>	<u>38</u>
<u>4 LAITETIETOKANNAN PÄIVITYS.....</u>	<u>41</u>
<u>4.1 Työn suoritus.....</u>	<u>41</u>

4.2 Laitetietokannan päivityksen tulokset.....	45
<u>5 RCM- ANALYYSI MAALAUSSKONEELLE.....</u>	<u>46</u>
5.1 RCM- analyysin suoritus.....	46
5.1.1 Kohteen valinta.....	46
5.1.2 Kohteen rajaaminen.....	48
5.1.3 RCM- analyysi: toiminnot ja toiminnalliset viat.....	49
5.1.4 RCM- analyysi: vikamuodot, vian vaikutus ja vian merkitys.....	50
5.1.5 RCM- analyysi: toimenpiteet.....	51
5.1.6 RCM- analyysi: seuranta.....	52
5.2 RCM- analyysin tulokset.....	53
<u>6 Värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuuden miettiminen.....</u>	<u>55</u>
6.1 Värähtelymittausjärjestelmä.....	56
6.2 Värähtelymittauskierrokset.....	57
6.3 Päätelmät.....	58
<u>7 YHTEENVETO.....</u>	<u>61</u>
<u>LÄHTEET.....</u>	<u>63</u>
Liite 1. Työtehtävä 1.....	65
Liite 2. Työtehtävä 2.....	66
Liite 3. Työmääräin.....	67

KUVIOT

KUVIO 1. Raudan valmistusta 1970-luvulla.....	6
KUVIO 2. Ruukki on Rautaruukki Oyj:n markkinointinimike.....	7
KUVIO 3. Ruukin tuotteiden käyttö maittain.....	8
KUVIO 4. Eri tuotteiden prosenttiosuus liikevaihdosta.....	8
KUVIO 5. Kankaanpään maalipinnoituslinja.....	9
KUVIO 6. Kankaanpään Ruukin tehdas, maalikone sekä laadun valvonta.....	11
KUVIO 7. Sijoitus koneiden kunnossapitoon.....	15
KUVIO 8. Kunnossapidon osa-alueiden kehitystrendi Suomessa.....	16
KUVIO 9. Kunnossapitolajit.....	17
KUVIO 10. Kunnossapitolajit	18
KUVIO 11. Lämpökamerakuva auton moottorista.....	20
KUVIO 12. esimerkki laitetietokannasta	23
KUVIO13. Tasasuunnatun signaalin verhokäyrä.....	39
KUVIO 14 Hydraulikka-asema.....	44
KUVIO 15. Kiihtyvyyssanturi kiinnitettynä mittapisteeseen.....	56

KUVIO 16. Kiihtyvyyssanturi kiinnitettynä uunin puhaltimeen.....	57
KUVIO 17. Puhaltimen värähtelymittausanturit mittapisteissään.....	58
KUVIO 18. Kiihtyvyyssanturi.....	59

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Kriittisyyden arviointi.....	26
TAULUKKO 2 Esimerkki vika- ja vaikutusanalyysistä.....	32
TAULUKKO 3 Osa PSK-5705 standardin kriittisyysanalyysitaulukosta.....	34
TAULUKKO 4 Osan lyhenne, käytettävä numerointi ja selitys.....	42
TAULUKKO 5 Numerointi Ruukin tehtaalla.....	43
TAULUKKO 6 Sähkömoottorin lisätietokentät.....	45
TAULUKKO 7 Lisättyjä laitteita ja osia.....	45
TAULUKKO 8 Osa häiriöhistorian yhteenvedosta.....	47
TAULUKKO 9 Pintamaalaus koneen kahden viime vuoden vikaantuminen....	53
TAULUKKO 10 Työtehtävän suomennokset sekä muokkaukset.....	54
TAULUKKO 11 Ote RCM++ -ohjelman raportin tehtävät -osiosta.....	54

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa laitetietokannan päivitys, RCM- analyysi tietylle koneelle sekä miettiä värähtelymittauksen tulevaisuutta Rautaruukin Kankaanpään tehtaalla. Laitetietokannan päivityksessä poistettiin vanhat koneet, lisättiin uudet sekä lisättiin lisätietoja kyseisistä laitteista. Päivitys suoritettiin Excel-pohjaisena ja lisättiin kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä Arttuun. RCM- analyysi tehdään pintamaalaus koneelle, joka valittiin vikaantumisherkkyden mukaan. Värähtelymittausjärjestelmästä mietitään sen kannattavuutta ja tulevaisuutta Kankaanpään tehtaalla.

Teollisuudessa on alettu yhä enemmän panostamaan kunnossapidon kehittämiseen. Kunnossapitoa kehitetään erilaisilla analyyseillä ja koulutuksilla. Yleisimmät analyysit ovat RCM ja TPM, joilla pyritään poistamaan liikahuoltaminen.

Opinnäytetyölle oli tarvetta Rautaruukilla, sillä kunnossapito kaipasi kehittämistä ja tutustumista uusiin huoltamisen lähestymistapoihin. Työn tarkoitus Rautaruukille oli parantaa ennakoivaa kunnossapitoa sekä saada laitetietokanta päivitettyä.

Työn tarkoitus on syventää osaamista laitetietokannoista, RCM- analyysista, värähtelymittauksesta sekä toimia opinnäytteenä Jyväskylän ammattikorkeakoululle ja olla näytteenä taidoistani työelämään. Lähteinä teoriaosuuteen käytän alan kirjallisuutta, opinnäytetöitä, opittua asiaa sekä Internetistä löytävää aineistoa.

2 RAUTARUUKKI OYJ

2.1 Historia

1960-luku. Rautaruukki perustettiin vuonna 1960 hyödyntämään Suomen malminvaroja sekä turvaamaan telakka- ja muun metalliteollisuuden raaka-ainehuolto. Rautaruukkia olivat perustamassa Suomen valtion lisäksi mm. Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola ja Fiskars. Muutaman vuoden kestneiden rakennustöiden jälkeen Raahessa aloitettiin vuonna 1964 harkkoraudan valmistus ja muutaman vuoden jälkeen päästiin kiinni lisäinvestointien kautta terästuotantoon 1967. Raahen terästehdas oli ensimmäinen laatuaan länsimaissa. Vuonna 1960 Rautaruukki työllisti vain kuusi ihmistä, mutta henkilöstömäärä oli jo 1700 vuosikymmen lopussa. (Ruukki 50 vuotta. 2010.)

1970-luku. Rautaruukki keskittyi 1970-luvulla tuotannon jatkojalostukseen, jotta pystyttiin palvelemaan asiakkaita monipuolisemmin. Silloin tehtiin myös laajennuksia toiminnoissa ohutlevy- ja putkituotantoon (ks. kuvio 1). Jotta kapasiteettivaatimukseen pystyttiin vastaamaan, aloitettiin Hämeenlinnassa kylmävalssaus ja putkituotanto. Myös Raahessa tehtiin uudistuksia ja siellä avattiin toinen masuuni vuonna 1976. Uudistuksien myötä tuli myös lisää työpaikkoja ja 1970-luvun lopussa työntekijöitä oli jo yli 7000. (Ruukki 50 vuotta. 2010.)



KUVIO 1. Raudan valmistusta 1970-luvulla (Ruukki 50 vuotta. 2010)

1980-luku. Rautaruukki alkoi etsiä uusia tuulia ja kasvumahdollisuuksia Länsi-Euroopasta 1980-luvulla. Yhtiö teki yritysostoja ja perusti myyntiyhtiöitä kyseisillä matkoilla Länsi-Euroopassa. Rautaruukki teki yritysostoja muun muassa Tanskassa, Norjassa sekä Saksassa. Vuosikymmenen aikana yritys jatkoi kasvamistaan yritysostojen kautta ja näin ollen henkilöstömäärä oli 1980-luvun lopulla jopa lähemmäs 10000 henkeä. (Ruukki 50 vuotta. 2010.)

1990-luku. 1990-luvulla Rautaruukki alkoi kehittää omia merkkituotteitaan ja ryhtyi investoimaan tuotannon jalostusasteen nostamiseen. Merkkituotteiden kehittämisen myötä asiakkaiden saataville tuli entistä kevyempiä ja kestävämpiä terästuotteita. 1990-luvun alussa Rautaruukki osti kattovalmistaja Rannilan ja siirtyi tätä myötä myös rakentamiseen. Rautaruukki kansainvälistyi voimakkaasti ja sille avautuivat markkinat Itä-Euroopassa ensin Baltiassa ja Puolassa sekä myöhemmin Venäjällä, Tšekissä, Unkarissa ja Ukrainassa. Kansainvälistymisen myötä yritys jatkoi kasvamistaan ja sillä oli vuosikymmenen lopulla jo 12000 henkeä töissä, joista noin 5000 oli muita kuin suomalaisia. (Ruukki 50 vuotta. 2010.)

2000-luku. Vuonna 2004 kaikki Rautaruukki-konserniin kuuluvat yhtiöt ottivat käyttöön markkinointinimen Ruukki (kuvio 2). Ruukki alkoi panostaa enemmän rakentamiseen ja konepajateollisuuteen. Erikoisterästuotteet valittiin painopisteeksi teräsliiketoiminnassa. Ruukki on pitkän taipaleensa aikana kehittynyt

kansainväliseksi yhtiöksi, joka toimittaa asiakkailleen metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia. (Ruukki 50 vuotta 2010.)



The logo for Ruukki consists of the word "RUUKKI" in a bold, orange, sans-serif font. The letters are stylized with rounded, blocky shapes. Below the logo, the tagline "more with metals" is written in a clean, black, sans-serif font.

more with metals

KUVIO 2. Ruukki on Rautaruukki Oyj:n markkinointinimike (Ruukki Suomessa. 2009.)

2.2 Toiminta ja konsernirakenne

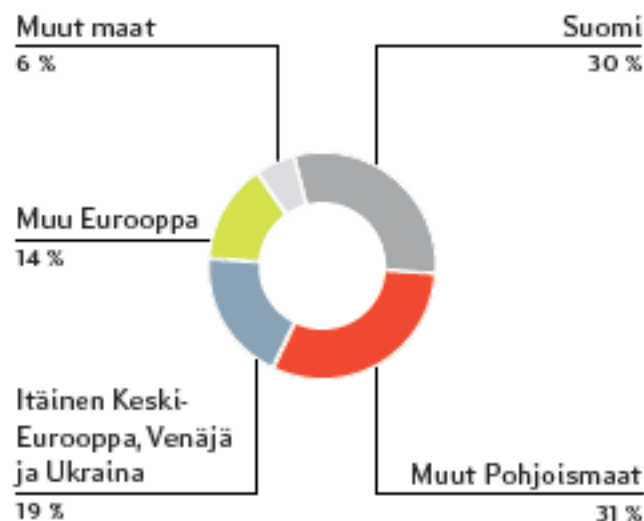
Rautaruukki tekee metallista ratkaisuja eri toimialoille ympäri Suomea ja Eurooppaa. Rautaruukki jaottelee toimintansa kolmeen eri divisioonaan, Ruukki Constructions, Ruukki Engineering ja Ruukki Metals.

Ruukki Constructions tekee metalliin pohjautuvia ratkaisuja erityisesti kaupan, logistiikan, teollisuuden ja infrastruktuurirakentamisen tarpeisiin sekä myös talonrakentamiseen. (Ruukki Suomessa. 2009)

Ruukki Engineering tekee metalliin pohjautuvia ratkaisuja energiateollisuudelle, nosto- ja kuljetusvälineiteollisuudelle, paperi- ja puunjalostusteollisuudelle sekä meriteollisuudelle. (Ruukki Suomessa. 2009)

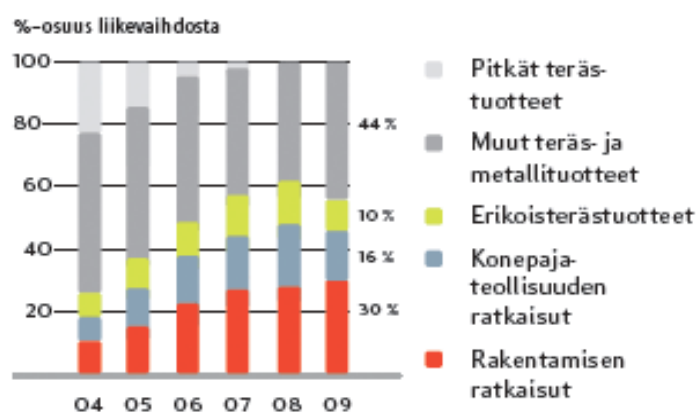
Ruukki Metals toimittaa asiakkailleen kuuma- ja kylmävalssattua sekä metalli- ja maalipinnoitettua terästä eri muodoissa. Näitä on saatavilla nauha-, levy-, profiili- ja putkituotteina sekä komponentteina ja kokoonpanoon valmiina osina. Ruukki Metals tarjoaa myös esikäsitteily-, logistiikka- ja varastointipalveluita sekä antaa konsultointia ja teknistä tukea. Metals divisioona vastaa Rauta-

ruukin terästuotannosta ja teräkseen liittyvistä palveluista. (Ruukki Suomessa. 2009)



KUVIO 3. Ruukin tuotteiden käyttö maittain (Ruukki Suomessa. 2009)

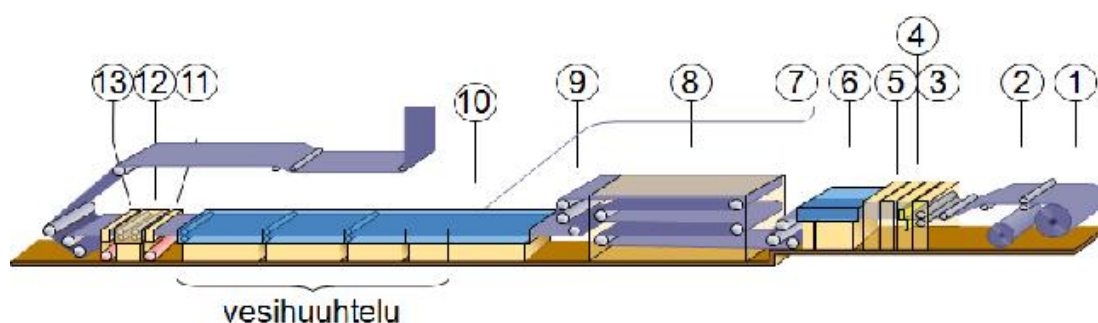
Liikevaihto on Ruukilla melko paljon keskittynyt ulkomaille, kuten huomataan kuviosta 3. Suomi edustaa kuitenkin yksittäisenä maana suurinta osuutta 30 %:n osuudellaan. Liikevaihto vuonna 2009 oli Ruukki Metalsilla 1050 miljoonaa euroa, Ruukki Engineeringillä 312 miljoonaa euroa ja Ruukki Constructionilla 589 miljoonaa euroa. Kuviosta 4 nähdään, että Ruukin tuotteet keskittyvät teräs- ja metallituotteisiin sekä rakennusalan ratkaisuihin. (Ruukki konsernirakenne. 2010)



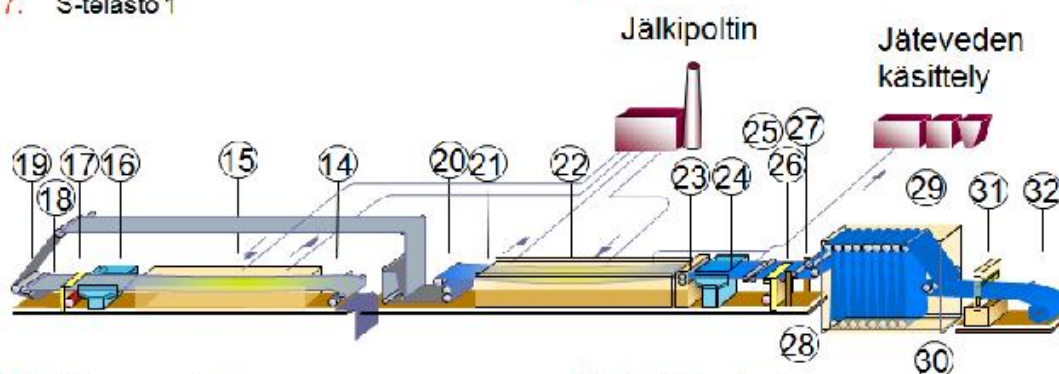
KUVIO 4. Eri tuotteiden prosenttiosuus liikevaihdosta (Ruukki Suomessa. 2009)

2.3 Kankaanpään tehdas

Rautaruukin Kankaanpään tehtaassa tuotetaan maalipinnoitettuja ohutlevykelejä, joiden paksuus on 0,4–1,5 mm ja leveys 760–1500 mm. Ohutlevykelat ovat kuumasinkittyä terästä ja ne päällystetään maalipinnoitteella. Maalattavat ohutlevykelat tulevat Kankaanpään tehtaalle Hämeenlinnan tehtaalta. Tuotteita tuotetaan rakennus- ja metalliteollisuudelle. (Kankaanpään tehdasesittely, 2007)



- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Aukikelain 1 | 8. Nauhavarasto 1 |
| 2. Aukikelain 2 | 9. S-telasto 2 |
| 3. Katkaisuleikkuri | 10. Esikäsitely |
| 4. Liitospuristin | 11. Ilmaveitsi 1 |
| 5. Jäysteenpoistolaitteisto | 12. Orgaaninen telalevyty |
| 6. Pesu 1 | 13. Ilmaveitsi 2 |
| 7. S-telasto 1 | |



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 14. Primer-maalauuskone | 24. Vesijäähdytys 2 |
| 15. Primer-uuni | 25. Kuivaustelasto |
| 16. Vesijäähdytys 1 | 26. Ilmaveitsi 4 |
| 17. Ilmaveitsi 3 | 27. Pinta- ja kokonaiskalvon mittaus |
| 18. Primer-kuivakalvonmittaus | 28. S-telasto 4 |
| 19. S-telasto 3 | 29. Nauhavarasto 2 |
| 20. Pintamaalauuskone | 30. S-telasto 5 |
| 21. Pintamaalin märkäkalvon mittaus | 31. Katkaisuleikkuri |
| 22. Pintauuni | 32. Uudelleenkelain |

KUVIO 5. Kankaanpään maalipinnoituslinja (Kankaanpään tehdasesittely, 2007)

Kankaanpään maalipinnoituslinjalla (ks. kuviot 5 ja 6) ohutlevyrata kulkee 25–65 m/min. Ohutlevykelan paino voi olla aukikelauksessa enintään 16 tonnia ja loppukelassa 10 tonnia. Nauha saavuttaa parhaimmillaan noin 260 °C:n lämpötilan ja kelan halkaisija voi olla enintään 1600 mm. (Kankaanpään tehdas-esittely. 2007)

Kankaanpään tehtaassa rulla kulkee aukikelaimelta liitospuristimeen, joka liittää rullien päät yhteen, jotta päätä ei tarvitse viedä joka rullalla erikseen. Tämän jälkeen nauhasta poistetaan jäyste ja siitä pestään liat pois ensimmäisen kerran. Nauha jatkaa matkaansa s-telaston läpi nauhavarastoon, mikä antaa aikaa rullien päitä liitettäessä yhteen. Toisen s-telaston jälkeen nauha pestään uudestaan ja pintakäsittelään, jotta maali tarttuisi paremmin ja tuote kestäisi kauemmin. Pintakäsittelyn jälkeen nauha kuivataan puhaltimella. Kuivauksen jälkeen nauha saapuu pohjamaalaus koneelle ja jatkaa siitä matkaansa uuniin, jossa pohjamaali kuivatetaan nauhan pinnalle. Uunin jälkeen nauha jäädytetään vedellä ja kuivataan ilmapuhalluksella. Tämän jälkeen nauha palaa maalaamoon pintamaalaus koneelle. Pintakoneen jälkeen nauha kulkee jälleen uuniin, vesijäädytyksen ja ilmakeivauksen kautta pinta- ja kokonaiskalvomittaukseen. Ennen matkaansa loppukelaukseen nauha kulkee vielä toisen nauhavaraston kautta.



KUVIO 6. Kankaanpään Ruukin tehdas, maalikone sekä laadun valvonta (Ruukin koululaisvierailuesitys. 2007.)

Kankaanpään tehdas työllistää 66 henkeä, joista tuotantoon kuuluvat henkilöt työskentelevät kolmessa vuorossa. Kankaanpään tehtaan tuotantokapasiteetti on vuodessa noin 128 000 tonnia maalipinnoitettua ohutlevyä. (Ruukin koululaisvierailuesitys. 2007.)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapidon kehittyminen

Kunnossapito on keino vastustaa, hidastaa kulumista tai jopa kompensoida sitä. (Järviö, J. 2007, 11)

Kunnossapitotoimintaa on todennäköisesti harjoitettu yhtä kauan kuin ihminen on rakentanut ja käyttänyt koneita. Aluksi kunnossapito oli lähinnä kaksinkertaistamista sekä vian esiintymisen jälkeistä huoltoa ja korjaamista. Kunnossapidossa on saatu selville neljä sukupolvea, jotka ajoittuvat ajasta ennen toista maailmansotaa nykyisyyteen. (Järviö, J. 2007, 16–20)

Ensimmäinen sukupolvi. Ensimmäisen sukupolven aikana luonteenomaista kunnossapitotoiminnassa oli:

- Vikaantuneita koneita voitiin pitää seisokissa.
- Koneet olivat varsin yksinkertaisia, tämä näkyi myös vikaantumisessa, tavanomaisin mekanismi oli ajasta riippuva vikaantuminen, mutta ilman ns. lastentauteja.
- Koneet olivat usein ylimitoitettuja, joten ne kestivät enemmän. Ylimitoitutus johtui runsaista varmuuskertoimista, joilla korjattiin mitoituksen laskennallinen epätarkkuus.
- Vian määrittäminen ja korjaaminen olivat helppoja toimenpiteitä.
- Ennakoiva kunnossapito koostui lähinnä säätämisestä, voiteluhuollosta sekä puhdistamisesta. Tarvittava osaamistaso oli suhteellisen matala. (Järviö, J. 2007, 16–20)

Toinen sukupolvi. Toinen sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin. Teollisuuden piti tehdä valtaisia määriä sotatarvikkeita ja kokeneet käyttäjät vietiin samaan aikaan sotarintamille. Käyttäjinä oli kokemattomia kotirintamalaisia. Lisäämällä automaatiota sekä yhdistelemällä koneita pidemmiksi linjoiksi saatiin tuotantomäärät riittäviksi. Teollisuuden kilpailutilanteen jatkuva kiris-

tyminen aiheutti sen, että lisääntyvässä määrin koneiden käytön tehokkuudesta riippui yritysten kannattavuus. (Järviö, J. 2007, 16–20)

Monimutkaisemmat koneet toisen sukupolven aikana aiheuttivat myös uuden vikaantumismekanismien, joka oli aikariippuvainen ja jossa esiintyi myös lastentauteja. Lisääntynyt monimutkaisuus lisäsi myös kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tämän seurauksena syntyi ja kehittyi ehkäisevä kunnossapito, joka oli aluksi lähinnä jaksotettua huoltoa. Kustannuksien kasvamisen myötä piti kunnossapidon suunnittelua ja johtamista alkaa miettiä sekä niiden avulla pyrittiin lisäämään koneiden käyntivarmuutta ja pienentämään kustannuksia. (Järviö, J. 2007, 16–20)

Kolmas sukupolvi. Kolmannen sukupolven katsotaan käynnistyneen 1970-luvulla amerikkalaisten avaruusprojektien konseptien ja innovaatioiden pohjalta. Käyttövarmuusvaatimukset voitiin asettaa aivan uusille tasoille. Kunnossapitoon tuli uusia työkaluja, tekniikoita ja lähestymistapoja, sekä tehokkuuden ja luotettavuuden merkitys kasvoi seuraavista syistä:

- Koneiden mekanismien määrä ja automaatio kasvoivat, näin ollen liiketoiminta oli yhä enemmän riippuvainen koneista.
- Uudet teknologiat muuttivat toiminnan painopisteitä; kyvystä uusiutua ja hallita uutta teknologiaa kehkeytyi kriittinen menestystekijä.
- Kilpailu muuttui maailmanlaajuiseksi ja kiristyi. Länsimaisille markkinoille ilmestyi yrityksiä, joiden toiminnallinen tehokkuus oli omiimme verrattuna ylivoimainen. Kustannusrakenteiden erilaisuus loi myös lisäpaineita.
- Kun puskurivarastointi maksaa, koneiden luotettavuus oli saatava sellaiselle tasolle, että välivarastointia ei tarvita. Tavaraa alettiin valmistaa vain tilausta vastaan ja toimitusajat lyhenivät.
- Tuotantolaitteisiin sidottiin yhä enemmän pääomaa. Pääomaa tarvittiin sitä vähemmän, mitä tehokkaampaa koneiden käyttö oli. (Järviö, J. 2007, 16–20)

Kunnossapidon suunnittelu on aikaisemmin rakentunut olettamukselle, että koneen käytön määrä ja rasittavuus olisi yhteydessä vikaantumiseen. Näin varmaan olikin silloin, kun koneet olivat yksinkertaisia mekaanisia laitteita. Ny-

kyisin koneet kuitenkin ovat monimutkaisia ja niissä käytetään monia teknologioita. Käytettävissä on tarkempia suunnittelumenetelmiä, parempia raaka-aineita sekä kehittyneempiä valmistusmetodeja. Nämä kaikki yhdessä ovat synnyttäneet uusia vikaantumismalleja, joille on ominaista ajasta tai käytön määrästä riippumattomuus. (Järviö, J. 2007, 16–20)

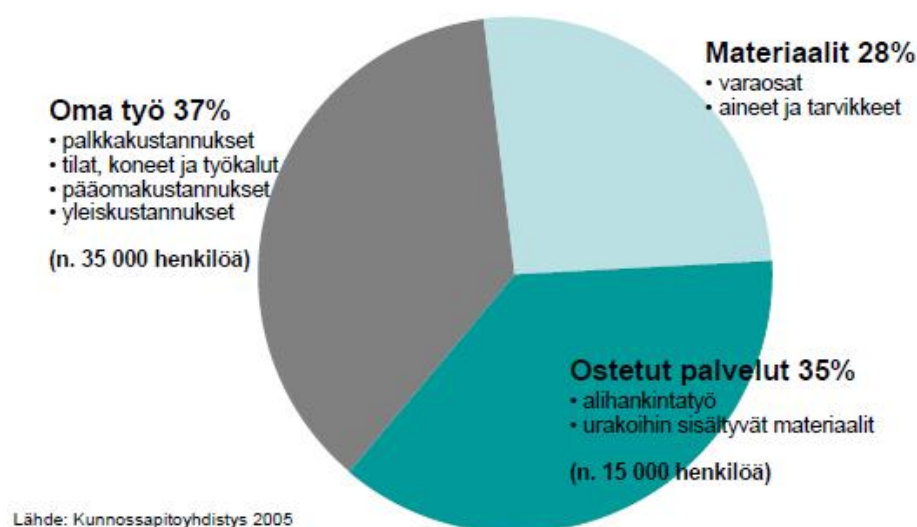
Neljäs sukupolvi. Neljäs sukupolvi käynnistyi 1990 luvulla IT-teknologioiden ja mikroelektroniikan läpimurron yhteydessä. Sukupolvelle tyypillisiä piirteitä ovat:

- Valmistusprosessien integraation ja automaation lisääntyminen nostavat tuotantokoneiden hintoja. Tästä seuraa, että puutekustannukset ovat suuremmat kuin korjauskustannukset ja kunnossapito.
- Uudet teknologiat, kuten elektroniikka, pneumatiikka, AI- sekä kompleksiset tuotantovälineet muuttavat kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia. Ohjelmistojen kunnossapito on hyvä esimerkki tästä kehityksestä
- Tarvittavien työkalujen kuten testauslaitteiden hankintahinnat ovat karranneet käsistä, maksavat usein enemmän kuin testattava laite
- Käynnin valvonta erilaisilla sensoreilla tuo uusia, tehokkaita työkaluja kunnonvalvontaan. Jälleen kunnossapitäjien osaamisvaatimukset kasvavat.
- Etävalvonta tuo mahdollomaankin paikkaan huippuasiantuntijuutta. Keskellä merta olevan laivan korjaamisessa voidaan ottaa yhteyttä asiantuntijoihin, jotka mittaustulosten ja videokuvan avulla neuvovat korjaajia. (Järviö, J. 2007, 16–20)

3.2 Kunnossapito Suomessa

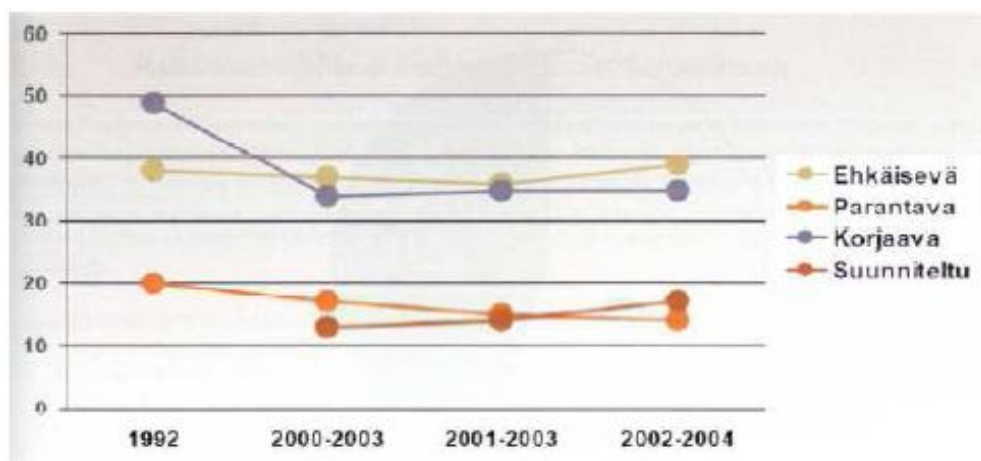
3.2.1 Kunnossapidon kehittyminen Suomessa

Teollisuuden palkansaajista Suomessa noin 11 % on kunnossapitäjiä. Jos kunnossapitoa pidettäisiin omana toimialana, olisi se Suomessa kolmanneksi suurin teollisuuden toimiala. (Järviö, J. 2007, 26–31) Kuviosta 7 voidaan arvioida kunnossapitoon kuuluvan henkilöstön määrä.



KUVIO 7. Sijoitus koneiden kunnossapitoon (Kunnossapitoyhdistys 2007.)

Kuviossa 8 on esitetty kunnossapitolajien kehitys Suomessa viime vuosina. Kuviosta nähdään, että korjaava kunnossapito on menettänyt hieman otettaan ja on alettu enemmän kiinnittää huomiota ennakoivaan kunnossapitoon. (Järviö, J. 2007, 26–31)



KUVIO 8. Kunnossapidon osa-alueiden kehitystrendi Suomessa (Kunnossapitoyhdistys 2007.)

Viime vuosina teollisuuden kehittymiseen länsimaissa on voimakkaasti vaikuttanut Aasian suuri talouskasvu varsinkin Kiinassa ja Intiassa. Koska Aasian markkinoilla on syntyvyyttä ja voimakkaasti kasvavaa kysyntää ei voida tyydyttää Suomesta käsin, on investoinnit vientiteollisuudessa suunnattu juuri näille kasvaville markkina-alueille. Tämä tarkoittaa sitä, että Suomesta vienti taantuu. (Järviö, J. 2007, 26–31)

Aasian talouskasvun takia tulee kunnossapidolle Suomessa kovat vaatimukset; ikääntyvien koneiden luotettavuus ja tehokkuus on pystyttävä pitämään uusien koneiden tasolla, jotta kilpailuasetelma ei muutu epäedulliseksi. (Järviö, J. 2007, 26–31)

Täten kunnossapitoalalla nähdään seuraavia mahdollisuuksia:

- Kun investointien osuus vähenee, kunnossapidon merkitys kasvaa.
- Kunnossapidon rooli kokonaistehokkuuden (OEE) parantamisessa.
- Erikoistuminen kunnossapitopalveluihin.
- Kumppanuusajattelua.
- Kansainvälistyminen. (Järviö, J. 2007, 26–31)

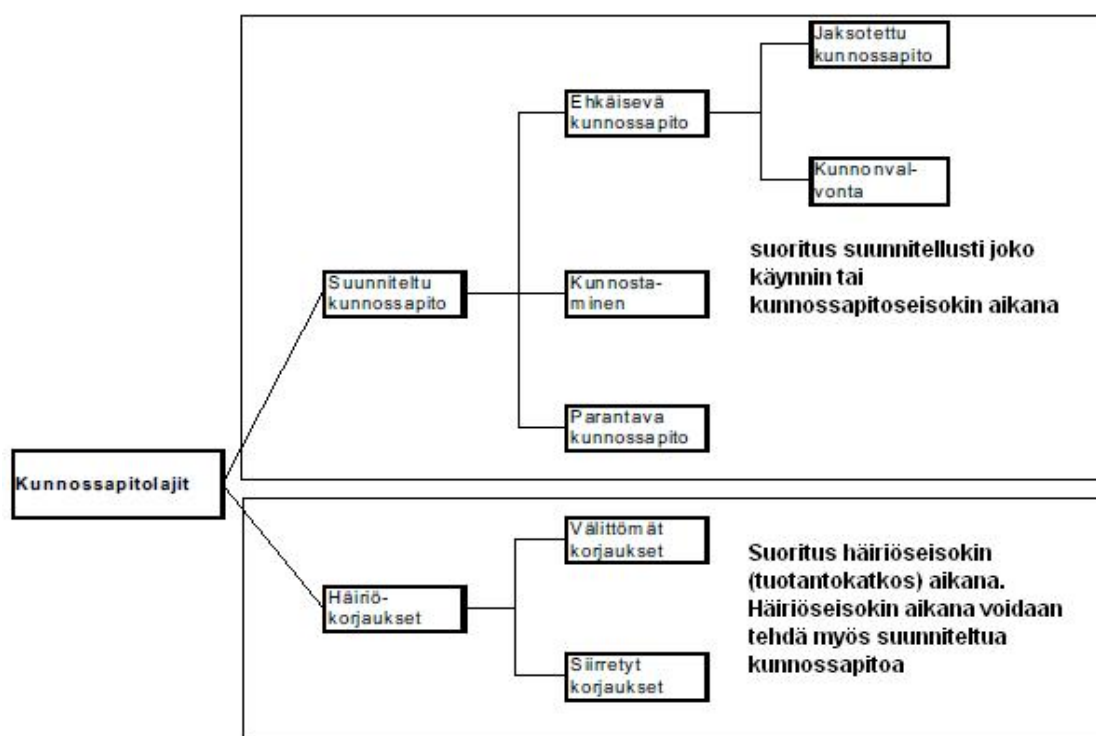
Uhkina puolestaan koetaan seuraavat:

- ammattitaitoisen henkilöstön riittävyys, osaavan työvoiman saaminen markkinoilta.

- kunnossapitohenkilöstön ikärakenne, ammattihenkilöstön ikääntyminen.
- ala ei kiinnosta nuoria
- muutosvastarinta
- jatkuva koulutustarve, kehittyvä ala (Järviö, J. 2007, 26–31)

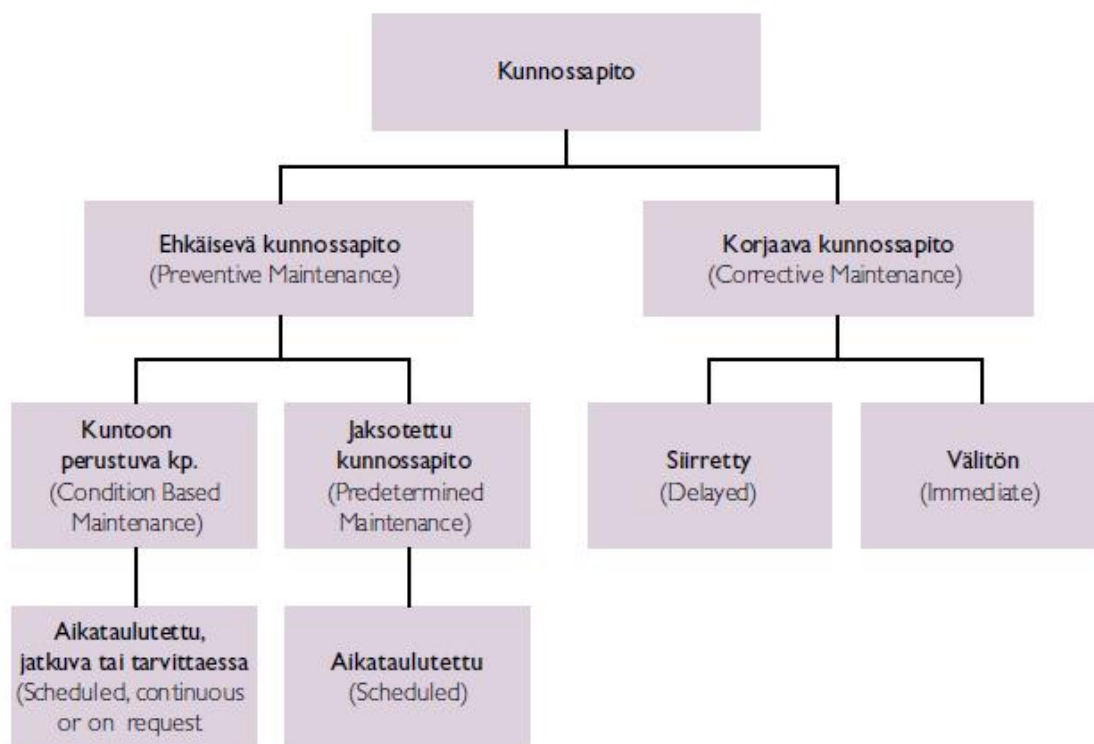
3.3 Kunnossapitolajit

PSK 7501 standardi jakaa kunnossapitolajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantokatkoksen. Jako on esitetty kuviossa 9.



KUVIO 9. Kunnossapitolajit (Järviö, J. 2007, 47–52, muokattu)

SFS-EN 13306 standardi jakaa puolestaan toimenpiteen vian havaitsemisen mukaan. Aikaisemmin vika määriteltiin tilaksi, jossa kohteen vaaditun toimenpiteen suorittaminen estyy. Näin ollen ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kaikki ne toimenpiteet, joissa tehdään jotain ennen kohteen vikaantumista. Jako on esitetty kuviossa 10. (Järviö, J. 2007, 47–52)



KUVIO 10. Kunnossapitolajit (Järviö, J. 2007, 47–52, muokattu)

Kunnossapitotoiminnassa pystytään tunnistamaan viisi päälajia, jotka ovat

- Ehkäisevä kunnossapito, joka pitää sisällään jaksotetun kunnostamiset, kunnonvalvonnan, ennustavan kunnossapidon sekä kuntoon perustuvan kunnossapidon.
- Huolto.
- Korjaava kunnossapito, joka pitää sisällään korjaamisen ja kunnostamisen.
- Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen.
- Parantava kunnossapito. (Järviö, J. 2007, 47–52)

Näihin viiteen ryhmään jaotellut kunnossapitolajit ryhmittyvät luonteviksi kokonaisuuksiksi, joilla hallitaan tuotantolaitoksen kunnossapito seuraavasti:

- Ehkäisevä kunnossapito koostuu joukosta tekniikoita, joiden avulla vikaantuminen yritetään estää tai hallita. Komponentin vaihtaminen määrätyn väliajoin perustuu vikaantumisen estämiseen. Vikaantumisen hallinnassa taas pyritään etsimään vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttä-

neet konetta. Toimenpiteet voivat olla jatkuvasti suoritettavia, tarpeen tullen tehtäviä tai jaksotettuja.

- Huolto pyrkii pitämään koneiden toimintaympäristön ja edellytykset mahdollisimman hyvänä. Pääsääntöisesti huolto on jaksotettua.
- Korjaavassa kunnossapidossa korjataan havaitut viat.
- Vikojen ja vikaantumisten selvittämisessä pyritään etsimään tekijöitä, jotka ovat haitallisia tuotantoprosessille. Ongelma voi olla vaikkapa huonosti suunniteltu komponentti tai väärä käyttötapa
- Parantavan kunnossapidon keinoin pyritään parantamaan koneen luotettavuutta ja käytettävyyttä sekä muutetaan kunnossapidollisesti huonoja kohtia paremmiksi. (Järviö, J. 2007, 47–52)

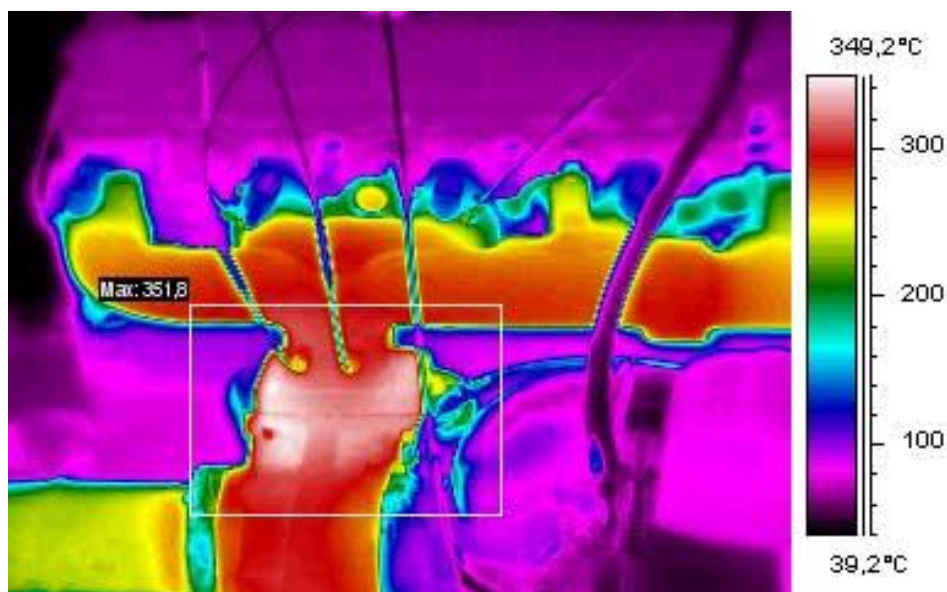
3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan koneen suorituskykyä tai sen parametreja. Tehtävänä on vähentää koneen tai osan toimintakyvyn heikkenemistä tai vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään joko vaadittaessa tai säännöllisesti. Ehkäisevän kunnossapidon avulla on helppoa suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät

- kunnonvalvonta
- tarkastaminen
- testaaminen/ toimintakunnon toteaminen
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi (Järviö, J. 2007, 47–52)

Kunnonvalvontaa voidaan tehdä seisokin aikana tai koneen toimiessa. Kunnonvalvonnan avulla pyritään löytämään oireilevat viat tai todetaan vikojen avulla kohteen olevan toimintakunnossa. (Järviö, J. 2007, 47–52)

Ehkäisevän kunnossapidon ensisijainen tavoite on paikallistaa vika ennen kuin se tapahtuu, esimerkiksi lämpökameralla (ks. kuvio 11). Ehkäisevää kunnossapitoa kohtaan on monia vääriä oletuksia, kuten että ehkäisevä kunnossapito olisi kallista. Oletetaan, että säännöllisesti aikataulutetut seisokit ja kunnossapitotehtävät ovat kalliimpia, kuin se että korjaisi viat silloin, kun se on todella tarpeellista. Tämä voi olla totta joillakin komponenteilla, mutta asiassa pitäisi katsoa pitkän aikavälin hyötyä ja säästöjä. (Preventive maintenance. 2007.)



KUVIO 11. Lämpökamerakuva auton moottorista (Infradex, n.d.)

3.3.2 Huolto

Huoltaminen on tärkeässä osassa, kun pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Huoltoa tehdään yleensä määrävälein, eli jaksotetusti. Jaksotettuun huoltoon liittyvät seuraavat toimet:

- puhdistus
- huoltaminen
- voitelu
- kalibrointi

- toimintaedellytysten vaaliminen, käytön suorittama kunnossapito
- kuluvien osien vaihtaminen
- toimintakyvyn palauttaminen

Ehkäisevän kunnossapidon ja huollon tehtävät voivat olla osittain päällekkäisiä. (Järviö, J. 2007, 47–52)

3.3.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti korjataan, eli palautetaan käyttökuntoon. Osan tai komponentin elinaika voidaan laskea korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla. Korjaavaan kunnossapitoon liittyvät kaksi erilaista tehtävää, suunnittelematon eli häiriökorjaus ja suunniteltu eli kunnostus. Korjaavaan kunnossapitoon liittyvät seuraavat toimet:

- vian tunnistaminen
- toimintakunnon palauttaminen
- korjaus
- väliaikainen korjaus
- vian paikallistaminen
- vian määrittäminen (Järviö, J. 2007, 47–52)

3.3.4 Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisten selvittämistä ei ole vielä mielletty kunnossapitoon liittyväksi toiminnoksi. Niiden tärkeys ymmärretään, mutta näiden asioiden tekeminen on systemaattista vain harvassa yrityksessä. (Järviö, J. 2007, 47–52)

Vikojen ja vikaantumisten selvittämisellä selvitetään vian vikaantumisprosessi sekä perussy. Tuloksilla voidaan mahdollisesti estää vian tapahtuminen uu-

destaan. Analysointi vaatii erikoisosaamista, joten aivan kaikkia vikoja ei kannata analysoida, vaan kriittisimmät. Tavanomaisimmat menetelmät ovat:

- vikaantumisen selvittäminen, simulointi
- perussyyn selvittäminen, juurisyyanalyysi
- materiaalianalyysit
- vika-analyysi
- mallintaminen
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset/ riskihallinta
- suunnittelun analyysit (Järviö, J. 2007, 47–52)

3.3.5 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä muutetaan kohdetta käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset. Koneen suorituskykyä kuitenkin vältetään muuttamasta. (Järviö, J. 2007, 47–52)

Toiseen ryhmään kuuluvat erilaiset uudelleensuunnittelut ja korjaukset, joilla pyritään muuttamaan konetta luotettavammaksi, ilman että suorituskykyä muutetaan. (Järviö, J. 2007, 47–52)

Kolmanteen ryhmään kuuluvat modernisaatiot, joissa pyritään muuttamaan koneen suorituskykyä. Yleensä modernisaatiossa uudistetaan koneen ohella valmistusprosessi. Näin toimitaan yleensä, kun laitteisto on vanhentunut, eikä sillä pystytä enää kilpailemaan. (Järviö, J. 2007, 47–52)

3.4 Laitetietokanta

Laitetietokannan tarkoituksena on luoda laitepaikoista looginen pyramidi tai ”puu”, jonka avulla laitepaikkakortti on helppo löytää, vaikkei tiedetä sen koodia. Laitetietokantaa käytetään myös kustannusten seurannan apuna, sillä tietokannan avulla on helppo määrittellä laitepaikat kokonaisuuksiksi ja sitä kautta myös samaan kustannuspaikkaan. (Parantainen, T. 2007, 224–228)

Ideana laitetietokannassa on kerätä laitepaikkoja ”ryhmiin” esimerkiksi sijainnin, prosessin (PI-kaavion) tai tuotantosolujen mukaan. Näitä ryhmiä kootaan taas yhteen kunnes löytyy yksi kaikkia yhdistävä laitepaikkakortti. Ylimmästä laitepaikkakortista aloittaen voi löytää eri hierarkiatasojen läpi haluamalleen laitepaikalle, mikäli tuntee laitoksen toiminnan yleisellä tasolla. (Parantainen, T. 2007, 224–228)

Laitepaikka koodi luodaan usein hierarkiseksi (ks. kuvio 12), jotta se kertoisi jotain laitteen sijainnista tai itse laitteesta. Näin rakennettu laitepaikkakoodi on hyvä apuväline ajettaessa raportteja, koska tällöin tiettyyn alueeseen rajaaminen on helppoa laitepaikkakoodin avulla. (Parantainen, T. 2007, 224–228)

Laitetunnus	Nimi	Ylätaso	Sijainti	Malli	Tyyppi	Valmi
01HÖ-LA24	LAUHDEVEDEN POISTAJ			SARCO	LAUHDEVEDENPOI	
01HÖ-LA25	PAINEILMAPUTKISTON V			SPIRAX	LAUHDEVEDENPOI	
01HÖ-LA26	PAINEILMAPUTKISTON V			SPIRAX	LAUHDEVEDENPOI	
01HÖ-LA27	LAUHDEVEDEN POISTAJ			FT43-10	LAUHDEVEDENPOI	SPIR.
01HÖ-LI01	PIENI LÄMMÖNVAIHDIN			220634	LÄMMIT.JA ILMAST	OY A
01HÖ-LI02	ALFA-LAVAL LAMELI-LÄM			CB76-40	LÄMMIT.JA ILMAST	ALFA
01HÖ-PL01	LÄMMÖNKIERTOPUHALL			GEA-501	PUHALTIMET	TEKN
01HÖ-PU01	RASVANSULATUSALTAI			AKN-65/	KESKIPAKOPUMPU	KOLM
01HÖ-PU02	LAUHDEVESIPUMPPU 12			SPUP-5C	KESKIPAKOPUMPU	KOLM
01HÖ-PU02.01	KÄYTTÖMOOTTORI P12	01HÖ-PI		HXUR2E	OIKOSULKUMOOTTI	STRÖ
01HÖ-PU03	LAUHDEVESIPUMPPU 13			SPU-32	KESKIPAKOPUMPU	KOLM

KUVIO 12. esimerkki laitetietokannasta (Arrow maint 2008.)

3.5 Total productive maintenance

3.5.1 Mitä TPM on? Miksi TPM?

TPM eli Total Productive Maintenance tarkoittaa suomeksi kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa. TPM korostaa sanaa kokonaisvaltainen seuraavasti:

- kokonaiskattavuus; kunnossapitotarpeiden pienentäminen, huolto ja korjaustoimenpiteiden helpottaminen rakenteita muuttamalla sekä ehkäisevällä kunnossapidolla
- kokonaisvaltainen osallistuminen; kaikki osallistuvat, tuloksena on häiriötön toiminta, jonka osatekijöinä ovat kaikki ihmiset ja yrityksen osat asemasta riippumatta.

TPM prosessin avainsanoma on, että kaikkien niiden laitteiden ja koneiden, joista tuotanto on riippuvainen, suorituskyvyt maksimoidaan ja ne pidetään optimikunnossa. (Järviö, J. 2007, 111–122)

TPM on kunnossapito-ohjelma, joka pitää sisällään uudenlaisen tavan huoltaa tehtaita ja laitteita. TPM:n tavoite on kasvattaa tuotantoa samalla, kun kasvatetaan työntekijän moraalialia ja tyytyväisyyttä työhön. (Venkatesh, J. 2007)

TPM:n tavoitteena on luoda kunnossapito ja ennakoiva huolto sille tasolle, että suunnittelemattomia pysähdyksiä ja hätätilanteita ei tule. TPM:n tavoite on sama kuin RCM:n, eli saada kaikki vikaantumiset laitteelta kiinni siten, ettei suunnittelemattomia seisokkeja tule. (Venkatesh, J. 2007)

TPM on oikea tavoite, mikäli halutaan seuraavia asioita:

- Pyritään välttämään materiaalin hukkaamista nykyään nopeasti muuttuvassa ekonomisessa ympäristössä.
- Tuottaa hyviä tuotteita ilman, että joudutaan huonontamaan tuotteen laatua.
- Vähentää kustannuksia.

- Tuottaa pienin määrä mahdollisimman aikaisin.
- Asiakkaalle lähetettävät tuotteet eivät ole virheellisiä. (Venkatesh, J. 2007)

3.5.2 TPM:n päämäärät

TPM:ssa pyritään seuraaviin asioihin:

- ylläpitämään minimissään 90 % laitteiden kokonaistehokkuus
- ajamaan laitteilla ruokatunnit (ruokatunti on ihmisille, ei koneille)
- työskennellä siten, ettei tule reklamaatioita
- vähentämään valmistuskustannuksia 30 %
- saavuttamaan 100 % tuotteen toimitus asiakkaan haluamaan aikaan
- ylläpitämään onnettomuusvapaa ympäristö
- lisäämään työntekijöiden aloitekykyä, tekemään enemmän moniosaajia ja joustavia työntekijöitä (Venkatesh, J. 2007)

Suurin TPM:n ero muihin käytettäviin konsepteihin on se, että siinä myös operaattori huoltaa laitteita, eli konseptia operaattori käyttää ja kunnossapitäjä korjaa, ei ole käytetty. (Venkatesh, J. 2007)

TPM sisältää menetelmiä analysointiin, tiedonkeruuseen, prosessin ohjaukseen ja ongelmien ratkomiseen. Kaikilla näillä pyritään parantamaan laitteen tehokkuutta. TPM kannustaa kaikkia käytön ja kunnossapidon työntekijöitä työskentelemään yhdessä yhteisen hyvän eteen. TPM auttaa myös edistämään laiteparannuksia ja sille on laajaa käyttöä työpaikkojen organisoinnissa, visuaalisessa johtamisessa, standardoinnissa sekä ongelmien ratkaisussa. (Järviö, J. 2007, 111–122)

TPM:n vaikuttavat paljon myös kulttuuri, jossa se on käytössä, eikä sovi siten siirrettäväksi sellaisenaan maasta toiseen. Se tulee muokata jokaisen tuotantolaitoksen vaatimusten ja kulttuurien mukaan. (Järviö, J. 2007, 111–122)

3.5.3 TPM kehitysohjelma

TPM on kehitysohjelma, joka pitää sisällään kolme vaihetta ja niihin sisältyy yhdeksän askelmaa. Vaiheet ovat kuntovaihe, mittausvaihe ja kehitysvaihe. (Järviö, J. 2007, 111–122)

Kuntovaihe. Aluksi arvioidaan laitteen tai linjan kriittisyys. Arviointiin käytetään pisteitä tiettyjen kriteerien suhteen (ks. taulukko 1). Eniten pisteitä kerännyt kone tai linja käsitellään ensimmäisenä. Sen jälkeen käsitellään kone tai linja, joka tuli toiseksi ja niin edelleen. Kun laite on käyty läpi, selvitetään saavutettu hyöty. Kun hyöty on liian pieni, uusien laitteiden mukaan otto ei tuota taloudellista hyötyä. (Järviö, J. 2007, 111–122)

TAULUKKO 1 Kriittisyyden arviointi

Kriteeri	Määritys
Korjauksen helppous	kuinka helppoa (tai vaikeaa) on päästä käsiksi ja työskennellä laitteella? Vaatiiko vikojen havaitseminen tai korjaaminen erikoisosaamista
Luotettavuus	Kuinka eri tekijät vaikuttavat kohteen luotettavuuteen? Onko havaittu jatkuvia ongelmia? Ovatko ongelmat satunnaisia vai toistuvia? Kuinka usein viat esiintyvät? Onko kyse rikkoontumisesta, hidastuneesta nopeudesta vai asetusten muuttamisesta?
Tuotteiden laatu	Mikä vaikutus toimintahäiriöllä on tuotteiden laatuun? Kuinka helposti laatupoikkeamat ovat havaittavissa?
Läpimeno nopeus	Mikä vaikutus laitteen kunnolla ja suorituskyvyllä on tuotteen läpimeno nopeuteen?
Tuotannon menetys	Mikä on merkitys koko valmistusprosessin, tuotantolinjan tai osaston suorituskykyyn, jos laite ei toimi oikein, on rikki, epäluotettava tai vaikea korjata?
Turvallisuus	Mitä vaaratilanteita syntyy, jos laite ei ole kunnossa tai ei toimi luotettavasti?
Ympäristö	Mikä vaikutus laitteen kunnolla on ympäristöön?
Kustannukset	Mikä ovat vian, epäluotettavuuden tai huonon suorituskyvyn taloudelliset seuraukset (välittömät ja välilliset kustannukset)?

Toinen tapa suorittaa priorisointi on tutkia laitteiden vikahistoriaa ja etsiä ongelmallisimmat koneet. Sitten kun järjestys on selvinnyt, otetaan kunnostettavaksi 3 - 5 konetta kerralla. Näin edetään niin pitkälle, kunnes hyöty on liian pieni (katso edellä). (Järviö, J. 2007, 111–122)

Tämän jälkeen arvioidaan laitteen kunto komponenteittain: onko kunto hyvä vai onko komponentti vikaantunut. Vikaantumistapauksessa mietitään, korjataanko heti vai myöhemmin. Kuntovaiheen kolmas askelma on tehdä kunnossuunnitelma, aikataulutusta, varata resurssit sekä suorittaa kunnostaminen ja puhdistus. Sitten laaditaan uudet tarkastus-, puhdistus-, ja huolto-ohjeet, kun laite on ”palautettu” uutta vastaavaan kuntoon. Uudet ohjelmat dokumentoidaan käytössä oleviin kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmiin. (Järviö, J. 2007, 111–122)

Mittausvaihe. Laitehistoria auttaa löytämään tarvittavat tiedot koneiden luotettavuuden selvittämiseen. Näin ollen se on tehokkaan kunnossapidon tärkeimpiä tukijalkoja. Ongelmanratkaisuvaiheessa pyritään selvittämään, miksi häviöt heikentävät toimintaa. Syitä löytyy yleensä kaikista eli koneista, käyttäjistä ja kunnossapitäjistä. Ongelmaan pitää perehtyä kunnolla, jolloin ratkaisu löytyy yleensä helposti. Viimeisellä askelmalla kaikki uusitut ohjeet ja menettelytavat kootaan dokumenteiksi ja otetaan käyttöön, sekä viedään laatujärjestelmään. (Järviö, J. 2007, 111–122)

Kehitysvaihe. Käyttäjien aktiivinen osallistuminen koneiden huoltamiseen on tärkeää. Operaattoreiden suorittamaan huoltamiseen siirtyminen toteutetaan seitsemän askeleen ohjelmalla:

- yleistarkastukset
 - perusteellinen puhdistaminen
 - ympäristön siistiminen (poistetaan likaantumisen aiheuttajat)
 - käyttöhenkilöstön suorittamat tarkastukset
 - työpaikan järjestyksen varmistaminen
 - laaditaan puhdistus- ja huolto-ohjeet
 - käyttäjien osallistuminen koneen kunnossapitoon osana käynnissäpitoa
- (Järviö, J. 2007, 111–122)

Koneet pyritään puhdistamaan perusteellisesti, jolloin poistetaan kulumista kiihdyttävät tekijät. Puhdistuksen yhteydessä laaditaan lista havaituista vioista ja puutteista, jotka kunnossapitäjä voi suorittaa. Puhdistamisella luodaan

”omistamisen” tunnetta, mikä on käytön suorittaman kunnossapidon perusedellytyksiä. Puhdistamiseen liittyy myös ympäristön pitäminen siistinä. Ympäristön siistiminen on tärkeää, mikäli laitteen ympäristöstä on tullut hylätyn tavaran säilytyspaikka. Ympäristöä puhdistamalla eliminoidaan kaikenlaiset pölyn ja lian lähteet. (Järviö, J. 2007, 111–122)

Operaattoreiden koulutus ja kunnollisten tarkastusohjeiden laatiminen on tärkeää. Mikäli tarkastaminen tai kohteeseen pääsy on vaikeaa, muokataan laitetta siten, että pääsy helpottuu. Tarkastaminen perustuu aisteihin, eli kaikenlaiset oudot äänet ja hajut kuuluvat tarkastamiseen. Operaattorien suorittamia huoltotehtäviä varten täytyy laatia hyvät ohjeet, jotta kaikki tulee tehtyä eikä mitään tärkeää jää tekemättä. Myös työpaikka vakioidaan ja organisoidaan, eli kaikille työkaluille järjestetään tietty paikka ja ylläpitoon nimetään vastuhenkilöt. (Järviö, J. 2007, 111–122)

Kuntoa pitää seurata jatkuvasti, siksi koko yritystä koskevat tavoitteet pitää laatia, sillä näin ollen kannustetaan oppivaan toimintatapaan ja parannetaan koneiden käytettävyyttä kerätyn tiedon pohjalta:

- parannetaan koneiden kunnossapidettävyyttä, käytettävyyttä ja luotettavuutta
- analysoidaan ja kerätään tarkastustietoja
- kartoitetaan toiminnallisia ”pullonkauloja” ja poistetaan ne, luodaan suunnitelmia koneiden eliniän pidentämiseksi. (Järviö, J. 2007, 111–122)

3.6 RCM

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on eräs perinteisen kunnossapidon perusongelmista. Kunnossapito-ohjelmat on jouduttu suunnittelemaan koneiden valmistajien ohjeiden sekä omien kokemusten perusteella, sillä mitään tehokasta menetelmää tai työkalua ei ole ollut. Tästä johtuu se, että kunnossapitoa ja varsinkin ehkäisevää kunnossapitoa tehdään merkittävästi liikaa. John Moubroy totesi Suomessa pitämässään seminaarissa, että suunnitellusta/ eh-

käisevästä kunnossapidosta jopa 40 % on tarpeetonta. Tyypillisiä esimerkkejä ovat:

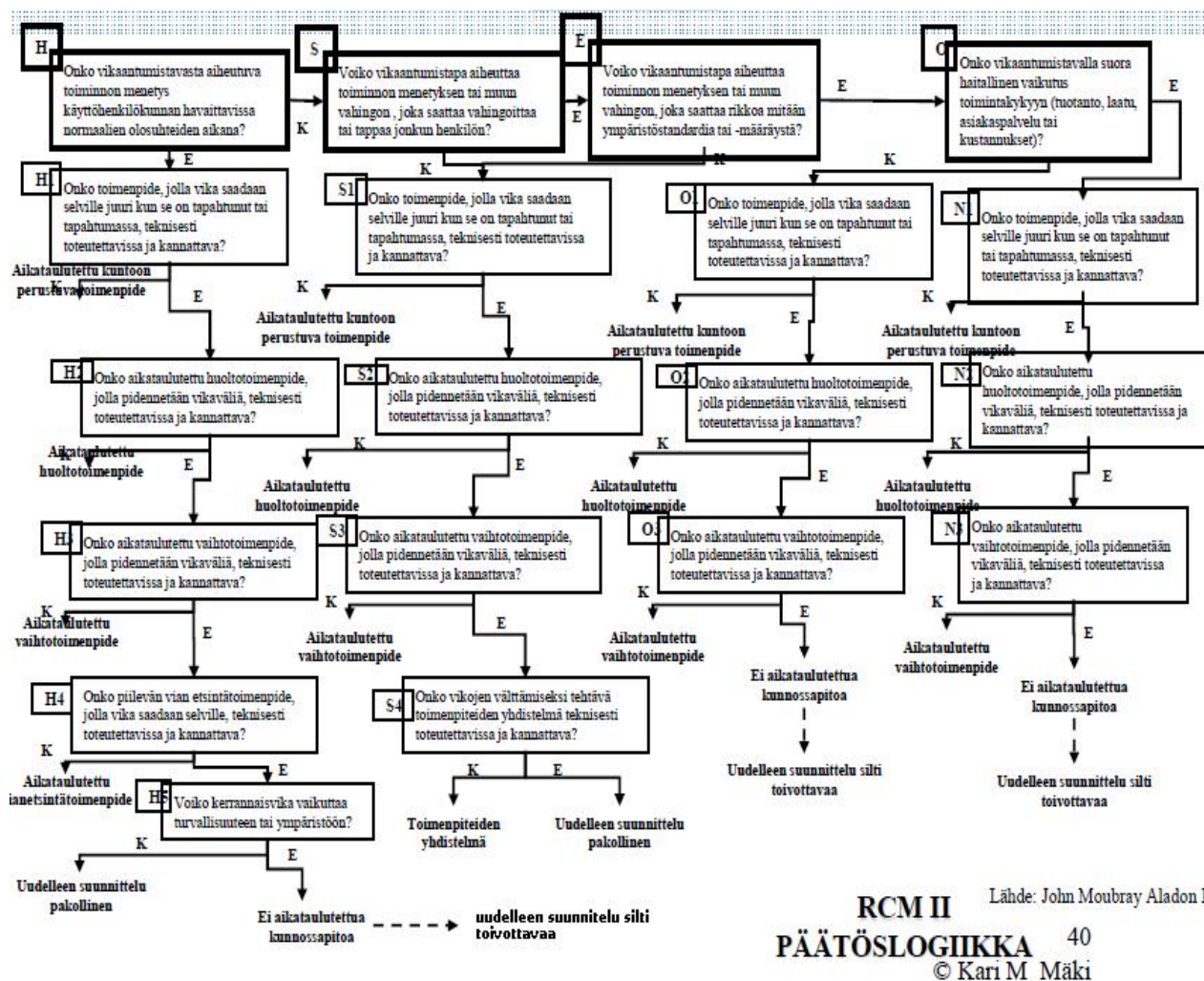
- kunnossapitoa ei kohdisteta. Kunnossapitoa toimitetaan sinne liian paljon, missä sitä ei tarvita ja liian vähän sinne, missä sitä tarvitaan. Perinteisessä kunnossapidossa eurot ja sentit kylvetään ilman selkeitä tuotovaatimuksia toivoen, että tuotosta tulisi mahdollisimman hyvä. Kilpailu pakottaa kunnossapitajat panostamaan kohteisiin, joista tulee suurin tuotto ja näin ollen jättämään muut kohteen vähemmälle huomiolle
- ehkäisevällä kunnossapidolla ei ole mitään perustaa, vaan sitä tehdään, koska ”kuulemma pitää tehdä”. Usein käytetyt menetelmät ovat vääriä tai tehottomia
- koneita puretaan tai avataan usein turhaan vain toimintakunnon havaitsemiseksi. Tyypillisiä tällaisia laiteryhmiä ovat sähkökoneet ja vaihteistot. Toimintakunto pystytään toteamaan parhaimmillaan jopa laitteen käydessä. Itse asiassa tarpeettomilla purkamisilla lisätään kohteen viikaantumisen todennäköisyyttä.
- koneiden vanhentuessa sekä tuotantomäärät, valmistettavat tuotteet että valmistusprosessit ovat saattaneet muuttua siten, että kunnossapitotarve on ajanut alkuperäisten kunnossapito-ohjeiden ohitse. (Järviö, J. 2007)

Viimeisten vuosikymmenten aikana on kehitetty työkaluja, joilla voidaan tunnistaa kriittiset prosessit ja valita niille sopivimmat kunnossapitomenetelmät. Kyseiset menetelmät on kehitetty sellaisia prosesseja varten, joissa epäluotettavuus aiheuttaa riskejä, joita ei voida hyväksyä. Kunnossapito on suunniteltu näille prosesseille siten, että riskitilanteisiin ei edes jouduta. (Järviö, J. 2007)

3.6.1 Mikä on RCM?

RCM kehitettiin alun perin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvun loppupuolella ja se on nykyään monella teollisuudenalalla kuten esim. ydinvoimateollisuudessa koeteltu ja hyväksytty. RCM, eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä sellaisen ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi, joka tehok-

kaasti ja järkipäisesti mahdollistaa laitteistolta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyytasojen saavuttamisen. Sen tarkoituksena on johtaa käyttötoiminnassa parantuneeseen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja talouteen. RCM käsittää päätöslogiikkapuun (ks. kuvio 13), jonka avulla saadaan selville tehokkaat ja soveltuvat ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteet rakenteille ja laitteille. Tämän puun antamat tulokset perustuvat tunnistettuihin vikaantumismekanismeihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Lopputuloksena saadaan perusteet sille, onko välttämätöntä tehdä yksittäinen kunnossapito- tehtävä. (Konola, J. 2000)



KUVIO 13 RCM:n päätöslogiikkapuun (Moubray, J. 1997)

3.6.2 Työn määrittäminen

RCM:n tavoitteena on varmistaa tuotantovälineiden toiminta. Ensimmäiseksi nämä toiminnot määritetään. Tämän jälkeen pystytään selvittämään tarkasti, mitä kunnossapidon on pyrittävä tekemään. Sitten on määriteltävä tarkasti, mitä vikaantuminen tarkoittaa kussakin tapauksessa. Vasta tämän jälkeen voidaan mennä seuraavalle suunnittelutasolle, joka on vikaantumisen aiheuttajien ja seurannaisilmiöiden määrittäminen kussakin vikaantumistilanteessa. (Järviö, J. 2007, 123–134)

Kun vikaantumistavat, eli vikojen aiheuttajat, ja seuraukset on määritelty, kaikki vikaantumistavat ja niiden seuraukset voidaan arvioida. Vasta tässä vaiheessa voidaan luotettavasti määritellä, millä kunnossapidon menetelmällä ja strategialla läpikäydyt vikaantumistavat voidaan hallita. (Järviö, J. 2007, 123–134)

3.6.3 Resurssien määrittäminen

Vaadittavien toimenpiteiden yksityiskohtaisen määrittämisen jälkeen, siirrytään askel eteenpäin ja määritellään, mitä resursseja tehtävän suorittaminen vaatii. Resurssit muodostuvat ihmisistä ja asioista. RCM- analyysissä selvitetään seuraavat asiat:

- kuka toimenpiteen suorittaa (kunnossapitäjä, alihankkija, koneen käyttäjä). Lisäksi on huomioitava mahdollinen koulutus ja modernisaatiotarve
- mitä työkaluja ja varaosia tarvitaan tehtävän suorittamiseksi (Järviö, J. 2007, 123–134)

Kun resurssivaatimukset ovat selkeästi hallinnassa, pystytään resurssien käytämisestä laatimaan tarkka suunnitelma niin, että kunnossapitotehtävät voidaan tehdä oikein ja tehokkaasti ja täten varmistaa tuotantovälineiden toimintakyky. (Järviö, J. 2007, 123–134)

3.6.4 RCM:n seitsemän peruskysymystä

John Moubrayn mukaan RCM – analyysi tietylle kohteelle suoritetaan vastaamalla alla oleviin seitsemään kysymykseen.

- Mitkä ovat kohteen toiminnot ja mitä suorituskykytasoa käyttäjä siltä edellyttää nykyisissä toimintaolosuhteissa?
- Millä tavoin laite vikaantuu ja on sitä kautta kykenemätön täyttämään vaaditut toiminnot?
- Mitkä ovat syyt kuhunkin toiminnalliseen vikaan?
- Mitä tapahtuu kunkin vian ilmettyä?
- Millä tavoin kukin vika vaikuttaa, mikä on niiden merkitys?
- Mitä voidaan tehdä kunkin vian ennustamiseksi tai ennaltaehkäisemiseksi?
- Mitä pitäisi tehdä jos soveltuvaa ennakoivaa toimenpidettä ei ole määriteltävissä? (Moubray, J. 1997)

Ennen näihin kysymyksiin vastaamista, täytyy selvittää tehtaan tai linjan kriittisimmät kohteet. Yksi esimerkki tämän tiedon saavuttamiseksi on VVA eli vika-, vaikutus- ja kriittisyysanalyysi. Vika- ja vaikutusanalyysissa kohteesta selvitetään siltä vaaditut toimenpiteet, sen mahdolliset toiminnalliset viat, vikamuoto, vian aiheuttaja, vian vaikutus ja sen seuraus. (ks. taulukko 2) (Moubray, J. 1997)

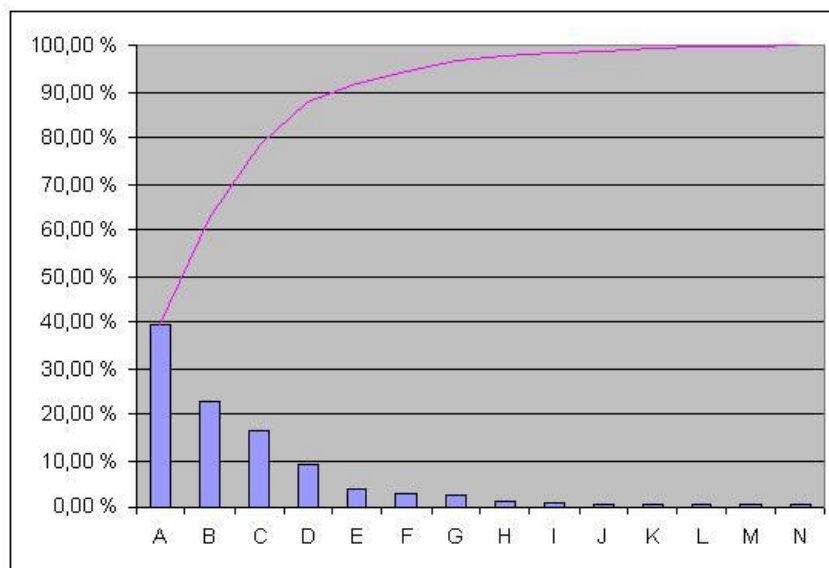
TAULUKKO 2 Esimerkki vika- ja vaikutusanalyysistä (Mäki, K. 2008)

Toiminto	Toiminnallinen vika	Vikamuoto	Vian aiheuttaja	Vian vaikutus	Vian seuraus
Mitä kohteen odotetaan tekevän ja millä suorituskyvyllä	Millä tavalla tämä tämä toiminto estyy?	Mikä tapahtuma aiheuttaa toiminnallisen vian	Mistä syystä vikamuoto syntyy?	Mitä tapahtuu vikamuodon vuoksi?	Mitä väliä kullakin vikaantumisella on? Mikä on niiden seurausten kriittisyys
Pumpata vettä 300 l/min 24 h/vrk säiliöön	1. Ei lainkaan pumppausta 2. Tilavuusvirta << 300 l/min. 3. Pumppaus ei käynnisty	1.1 Pumpun laakerin ulkokehä vaurioituu 2.1 Kytkimen linjausvirhe 3.1 Juoksupyörä kulumut	1.1.1 Voitelun puute 1.1.2 Ikkääntyminen 1.1.3 Epäpuhtaus 2.1 Ilnhimillinen virhe 2.1.2 Muutos perustuksissa 3.1.1 Ikkääntyminen	1. Pitää pysäyttää kuumentamisen vuoksi. Varapumpun vaihto vaatii 4 h seisokin	4 h tuotantoseisokki, xxx €. Vaihtotyöt xxx € Varapumpun oltava kunnossa. Ei turvallisuusseurauksia

3.6.5 RCM analyysi: kohteen valinta

Kohdetta valittaessa voidaan valita kolmesta kohteen valintavaihtoehdosta: pareto-analyysi, kriittisyysanalyysi tai kysytään henkilöstöltä. Kohteeksi valitaan yleensä kaikkein vikaantumisherkin laite eli kriittisin laite. Kriittisin laite yleensä aiheuttaa myös eniten korjauskustannuksia. (Mäki, K. 2008)

Pareto-analyysissä käytetään hyväksi vikahistoriaa ja kustannuksia. Niistä tehdään Excel-taulukkolaskentaohjelmalla diagrammi, jossa vikahistoria ja kustannukset ovat järjestettynä siten, että diagrammin alussa on vikaantumisherkeimmät laitteet ja samaan diagrammiin tulee kustannukset prosentteina ensimmäisestä laitteesta lähtien. Diagrammi muodostuu useimmiten siten, että noin 20 % laitteista aiheuttaa noin 80 % kustannuksista ja vioista (ks. kuvio 14). Näin ollen voidaan valita kriittisin laite analyysin kohteeksi. (Mäki, K. 2008)



KUVIO 14. Pareto-analyysi esimerkki (Pareto-analyysi, 2009)

Kriittisyysanalyysissä edetään PSK-standardin mukaan ja pisteytetään valittu laite tiettyjen kertoimien avulla. Kriittisyysanalyysin avulla pystymme luokittelemaan monet kohdepaikan laitteet tärkeysjärjestykseen vikaantumisen näkökulmasta tarkasteltuna. Analyysi voidaan suorittaa esimerkiksi taulukossa 3 olevalla PSK:n kriittisyysanalyysillä. (Mäki, K. 2008)

TAULUKKO 3 Osa PSK-5705 standardin kriittisyysanalyysitaulukosta (Mäki, K. 2008)

Tekijä	Mittausarpeen määrittely, PSK 5705		
	Painoarvo	Kerroin	Valintakriteeri
Kriittisyys	40	0	Pysähtymisellä ei merkitystä tehtaan tai osaston tuotannolle
		2	Lyhyt seisokki, vähäinen tuotannon menetys, järjestelyvaraa tai käyttövalmis varalaite
		4	Laaja seisokki, suuri tuotannon menetys, vähän järjestelyvaraa tai ei varalaitetta
		8	Tehtaan tai osaston täydellinen pysähtyminen, pitkä korjausaika, huono varaosien saatavuus tai katastrofivaara
Häiriöherkkyys	15	1	Varmakäyntinen
		2	Vähäisiä häiriöitä
		4	Häiriöherkkä
		8	Erittäin häiriöherkkä
Ympäristöolosuhteet ja luoksepäästävyys	15	1	Hyvät tai kohtuulliset, lattiatasolla
		2	Kosteutta, likaa, syrjässä
		4	Kuuma, kylmä tai hankala luoksepäästävyys
		8	Erittäin kuuma, märkää, likaa, syövyttäviä kaasuja tai luoksepäästävyys aikana lähes mahdoton
		16	Erittäin ankarat olosuhteet olosuhteet tai mittauspaikalle ei pääse laitetta purkamatta

Kolmantena vaihtoehtona on kysyä henkilöstöltä, mikä on heidän mielestään kaikkein hankalin laite. Tämä laite on yleensä se kaikkein vikaantumisherkkin ja kriittisin, joten näin etenemällä voi säästää aikaa joissakin tapauksissa. (Mäki, K. 2008)

3.6.6 RCM analyysi: toiminnot ja toiminnallinen vika

RCM- analyysin ensimmäisessä vaiheessa määritellään analysoitavan kohteen toiminnot sekä suorituskykystandardit kussakin käyttöympäristössä. Laitteen käyttäjät tietävät yleensä parhaiten, miten laitteella saadaan aikaan paras mahdollinen tulos koko organisaatiolle. Tämä johtaa siihen, että käyttäjien osallistuminen analyysiin on tärkeää. Toiminnoissa määritellään miten laite toimii, eli mitkä ovat sen pää- ja sivutehtävät. (Tikkanen, J. 2008)

Toisena kohtana RCM- analyysissä on selvittää, miten laitteen toiminnot voivat vikaantua. Tähän riittää se, että laite ei toimi sen käyttäjää tyydyttävällä tavalla, eli toimii toisin sanoen hieman alitehoisesti tai ei ollenkaan. Toiminnallisten vikojen määrittäminen on tärkeää, sillä ilman niitä ei pystytä määrittämään vikamuotoja. (Tikkanen, J. 2008)

3.6.7 RCM- analyysi: vikamuodot, vian vaikutus ja vian merkitys

Vikamuodoissa määritellään mikä on aiheuttanut toiminnallisen vian, eli mikä on vikaantumisen juurisyy. Vikamuotojen tunnistaminen mahdollistaa vikaantumisten ennaltaehkäisyn tai korjauksen suunnittelun ennen vikaantumista.

Vikamuotoja tarkastellaan siksi, että kunnossapitotoimenpiteet suoritetaan tällä tasolla, vikailmoitukset ja työmääräimet syntyvät vikamuotojen vuoksi sekä siksi että kunnossapidon historiatiedot koskevat vikamuotoja. (Tikkanen, J. 2008)

Vian vaikutukseen listataan, mitä tapahtuu heti vikaantumisen sattuessa. Välitömiä seurauksia voi olla esimerkiksi tuotannon pysähtyminen, jokin ääni, haju tai melu. Vaikutuksista voidaan myös huomata tuleeko vikaantumisesta mitään haittaa kenellekään henkilölle tai ympäristölle. (Mäki, K. 2008)

Vian merkityksessä katsotaan, mihin kaikkiin vikaantuminen vaikuttaa kuten kustannuksiin, tulokseen, tuotannon laatuun, asiakaspalveluun, ympäristöön / turvallisuuteen. Kustannuksia lisätään RCM- analyysissä jokaiseen vikaantumiseen ja jokaiseen huoltotehtävään. Näin ollen saadaan luotettavaa dataa siitä, kuinka paljon jokin vikaantuminen tulee maksamaan. (Mäki, K. 2008)

3.6.8 RCM- analyysi: toimenpiteen valinta

RCM -päätöslogiikka ohjaa valitsemaan ainoastaan seuraavista huoltokategorioista soveltuvimman/tehokkaimman:

1. Aikaan perustuvat toimenpiteet eli Time Directed TD
2. Kuntoon perustuvat toimenpiteet eli Condition Directed CD
3. Vian etsintätoimenpiteet eli Failure Finding FF
4. Uudelleen suunnittelu eli Re-Design RD
5. Vian salliminen eli Run To Failure RTF

Edellä olevista vaihtoehtoista oikean huoltokategorian valitseminen tapahtuu vikaantumisen kriittisyyden, vikataajuuden sekä vikamuodon perusteella. (Mäki, K. 2008)

RCM -analyysin tuloksien avulla lopuksi luotu huolto-ohjelma sisältää normaalit huoltotoimenpiteet, eli mitä tehdään ja koska. Lisäksi sen on otettava huomioon resurssit, kuten miestyötunnit, varaosat, mahdollisesti ostettavat palvelut, ja edellyttääkö huolto kohteen pysäyttämistä. Huolto-ohjelma voidaan kirjata RCM – datalomakkeen jatkoksi. (Mäki, K. 2008)

3.6.9 RCM – analyysin vaikutukset

Laajemmin tarkasteltuna, analyysin avulla voidaan saavuttaa mm. seuraavia asioita:

- Parempi ympäristön ja turvallisuusnäkökohtien huomioon ottaminen
- Parempi suorituskyky ja käytettävyys
- Vähemmän äkillisiä vikoja
- Kunnossapidon parempi kustannustehokkuus
- Laitteiden ja koneiden pidentynyt elinkaari eli käyttöikä
- Yhtenäinen käyttövarmuustietokanta laitteista
- Motivaation ja yhteistyön paraneminen

Tyypillinen piirre RCM – menettelyssä on, että se saavuttaa vaihe vaiheelta kaikki nämä tavoitteet sitouttaen mukaansa kaikki henkilöt, jotka ovat tekemisissä jollain tavalla analysoitavien laitteiden kanssa. Lisäksi RCM antaa tuloksia nopeasti. (Konola, J. 2000)

3.6.10 Mitä RCM- analyysissä voi mennä pieleen?

RCM- analyysi voi mennä myös pieleen monella tavalla. Mikäli kohdetta ei esimerkiksi tunneta tarpeeksi hyvin, voi analyysistä tulla epäonnistunut, sillä kukaan ei osaa sanoa varmaa tietoa kohteesta. Kaikki olettavat tietävänsä jotain, mutta sanovat asioita vain siten miten heistä tuntuu. (Mäki, K. 2008)

Analyysi voi epäonnistua myös siten, että RCM- menetelmä ja ohjelmisto eivät ole tuttuja, näin ollen analyysin vetäjä on useimmiten hakoteillä ja aika menee pääasiassa RCM-ohjelmiston opettelemiseen. (Mäki, K. 2008)

Epäonnistumiseen voi olla myös syynä liian tiukka aikataulutus. Analyysin alussa lähdetään etenemään hyvää vauhtia, mutta lopuksi tulee kiire saada työ pois alta, joten analyysi mennään liian hätäisesti läpi. Näin ollen analyysistä tulee hieman pintapuolinen, eikä se aja asiaansa. (Mäki, K. 2008)

Myös jos analyysiä lähdetään käymään ”mutteri” tasolla läpi, eli liian tarkkaan, menee analyysin tekemisestä mielenkiinto ja aikaa kuluu turhaan liian paljon. RCM- analyysi pitäisi pyrkiä pitämään laite- tai komponenttitasolla. (Mäki, K. 2008)

RCM-analyysi voi epäonnistua myös siten, että sen odotetaan antavan oikeat vastaukset, eikä tehdä mitään kun analyysi saadaan valmiiksi. Tuloksia pitäisi kehittää jatkuvasti sekä verrata niitä kunnossapidon tunnuslukuihin, jotta nähdään onko tapahtunut mitään kehitystä. (Mäki, K. 2008)

Epäonnistumiseen voi olla syynä myös implementoinnin puute, eli kun analyysi saadaan valmiiksi, se laitetaan vain työpöydän laatikkoon eikä tehdä mitään. Näin ollen kaikki ovat tietoisia että RCM- analyysi on tehty, mutta itse huoltotehtäviä ei ole tehty kertaakaan. (Mäki, K. 2008)

3.7 Värähtelymittaus

Värähtelymittauksilla tarkoitetaan siirtymän, nopeuden, kiihtyvyyden tai äänen mittaamista kohteen pinnasta tai sen läheltä yleensä taajuusalueilla 0 - 20 kHz. Värähtelymittaukseen kuuluu myös akustisen emission, ultraäänen tai iskusysäysten mittaamista. Näiden taajuus voi mennä jopa huomattavasti korkeammalle kuin 20 kHz. (Mustonen M. 2000)

Vierintäelin tuottaa viallisena ollessaan värähdyksiä seuraavilla taajuuksilla: laakerin osien värähtely niiden ominaistaajuuksilla, laakerin ulko- ja sisäkehän sekä vierintäelinten ja pitimen vikataajuuudet sekä summautuneet ja modifioituneet värähtelyt. (Mustonen M. 2000)

3.7.1 Värähtelysignaalin analysointi

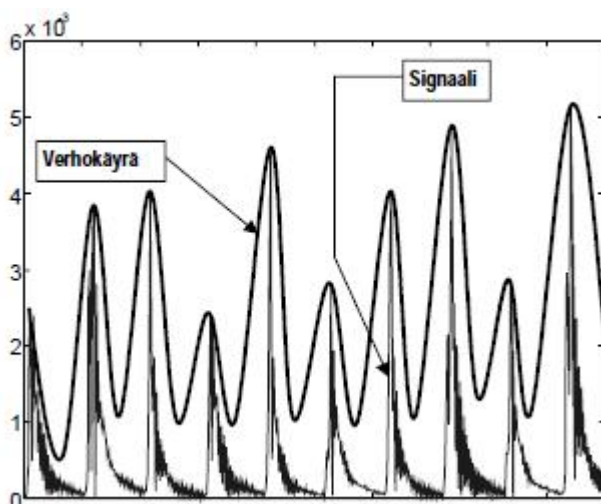
Aikatason signaalin analysointi. Signaali, joka saadaan värähtelymittauksessa, esittää kohteen värähtelyamplitudin aina aikatasossa. Signaali on useimmiten ajan mukaan vaihteleva jännitearvo. Tämän aikasarjan tarkastelu sellaisenaan antaa tietoa kohteen kunnosta. (Mustonen M. 2000)

Hitaasti pyörivien laitteiden värähtelymittauksessa on havaittu, että signaalin derivoiminen ajan suhteen auttaa vikaantumisten havaitsemista. Aikatason nopeus- tai kiihtyvyyssignaalista seurataan yleensä värähtelyn huippuarvoja ja tärinärasitusta. Tärinärasitusta mitataan taajuusalueella 10 - 1000Hz ja PSK-standardi antaa tärinärasitukselle raja-arvoja, riippuen laitteen koosta ja kiinnityksestä. Kiihtyvyyden huippuarvon kasvu on yleensä merkki laakerivauriosta. Huippuarvo on kuitenkin hyvin herkkä häiriötekijöille ja käytetty taajuusalue vaikuttaa paljon huippuarvon- ja tärinärasitusmittaukseen. (Halme, J. & Parikka R. 2005)

Aikatason signaali voidaan keskiarvoistaa häiriöiden poistamiseksi, tällöin signaalista otetaan useita näytteitä ja ne tahdistetaan pyörimisnopeuden mukaan. Näin ollen satunnaiset huiput keskiarvoistuvat pois signaalista ja jäljelle

jää pyörimisnopeuden taajuudella olevat huippuarvot. Laakerien osien tyypilliset vauriotaajuudet eivät ole pyörimisnopeuden kokonaislukumonikertoja, näin ollen aikakeskiarvomittaus ei ole eduksi laakerien vikojen etsinnässä. Aikakeskiarvomittausta käytetään lähinnä telojen vikojen ja epätasapainojen löytämiseen. (Halme, J. & Parikka R. 2005)

Laakerin vauriota herättävät värähtelyt voivat olla alhaisempia kuin koneesta ja ympäristöstä tulevat värähtelyt. Ympäristöstä tulevat impulssit voivat herättää laakerin tai laakeripesän värähtelemään sen omalla resonanssitaajuudella. Verhokäyrämenetelmässä pyritään poistamaan matalat ja korkeat taajuudet jotka ympäristö aiheuttaa. Näin ollen mitataan värähtely vain laakerin resonanssitaajuuden lähistöltä, signaali tasasuunnataan ja siitä piirretään verhokäyrä (kuvio 15). Verhokäyrän spektristä saadaan helposti selville vikataajudet. (Halme, J. & Parikka R. 2005)

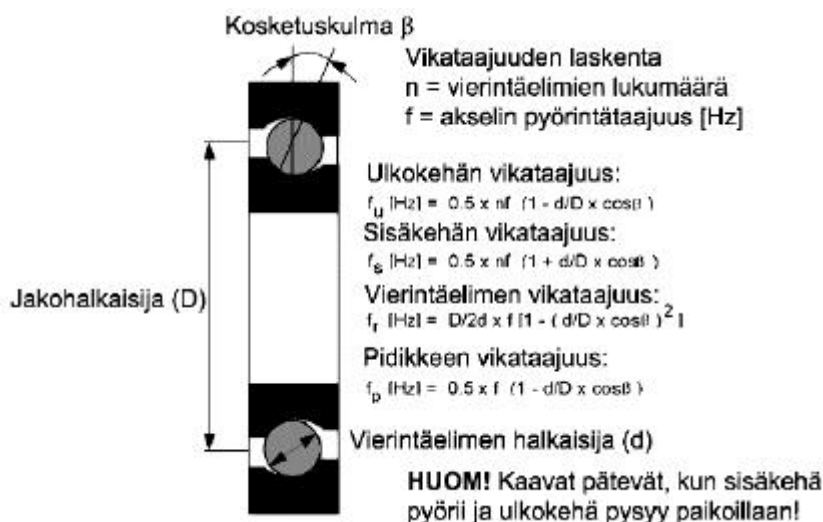


KUVIO13. Tasasuunnatun signaalin verhokäyrä (Mustonen M. 2000)

Taajuustason analyysit. Spektrianalyysiä käytetään yleisesti kunnonvalvonnassa. Spektri esittää signaalin amplitudin taajuuden funktiona, jolloin päästään tarkastelemaan signaalin sisältämiä taajuuskomponentteja. (Mustonen M. 2000)

Laakerilta mitatun värähtelyn taajuudessa on aina näkyvillä pyörimisnopeuden taajuus riippumatta siitä oliko laite tasapainotettu/ linjattu oikein tai ei. Jonkin vikataajuuden näkyminen värähtelyspektrissä on aina merkki jonkin asteisesta viasta. (Mustonen M. 2000)

Jotta laakeria voidaan analysoida, pitää siitä saatavat vikataajuudet, ulko- ja sisäkehille sekä vierintäelimelle ja pitimelle, saada selville. Monessa ohjelmassa on tämä mahdollisuus sisäisenä ja monet laakerivalmistajat tekevät taulukkoja vikataajuuksista, mutta on olemassa myös laskukaavoja (kuvio 16). (Mustonen M. 2000)



KUVIO 16. vierintälaakerin vikataajuuksien laskeminen (Knowpap, 2004)

Koska vierintälaakerin vikataajuudet eivät ole pyörimisnopeuden kokonaislukumonikertoja vaan reaalitylukumonikertoja, on tiedettävä laitteen pyörimisnopeus, kun tutkitaan spektriä. Vaurion vakavuutta voidaan katsoa harmonisten monikertojen kautta. Mikäli niitä on useita ja niillä on sivunauhoja vikataajuuksien läheisyydessä, on laakerin vaihto suositeltavaa. (Halme, J. & Parikka R. 2005)

Muut värähtelyyn perustuvat mittausmenetelmät. Kun mittaus tehdään korkeataajuuksisena, pyritään silloin saamaan diagnoosi riippumattomaksi ympäristöstä ja koneesta tulevista matalataajuisista herätteistä. Kaupallisille ultraääni-alueella toimiville laakerien kunnonvalvontasovelluksille on tyypillistä käyttää verhoikäyrämenetelmää, jolla korkeataajuiset värähtelyimpulssien sisältämä informaatio pystytään muuntamaan takaisin matalataajuiselle alueelle sekä yhdistämään se laakerien vikataajuuksiin. (Mustonen M. 2000)

Akustista emissiota käytetään prosessiteollisuudessa säiliöiden ja putkistojen kunnonvalvonnassa sekä lastuavan työstön työkalun kulumisen seurannassa. Akustisen emission mittaamiseen käytetään 40 kHz -1 MHz taajuusalueella toimivia pietsosähköisiä antureita. Akustisen emission signaalia pystytään käsittelemään aika- ja taajuustasossa samalla tavoin kuin tavallista. Signaalin analysoinnissa on käytetty myös verhokäyrämenetelmää. (Mustonen M. 2000)

Iskusysäysmenetelmä perustuu 32 kHz- resonanssitaajuuden omaavan anturin käyttöön. Laakerin vaurioitumiseen viittaavat heikkotehoiset signaalit pyritään saamaan kiinni koneen muun värähtelyn joukosta korkean mittaustaajuuden käytöllä. Laitteet jotka käyttävät iskusysäysmenetelmää, määrittävät signaalin sisältämän energiaa kahdella tasolla, jotka perustuvat signaalipiikkien esiintymistiheyteen ja amplitudiin. Menetelmällä voidaan havaita laakerin puutteellinen voitelu ja alkava laakerivaurio hyvissä ajoin. (Mustonen M. 2000)

4 LAITETIETOKANNAN PÄIVITYS

4.1 Työn suoritus

Ensimmäisenä tehtävänäni oli suorittaa laitetietokannalle päivitys, jossa lisätään laitetietokantaan kaikki puuttuvat laitteet. Näihin puuttuviin laitteisiin kuuluivat uudet laitteet sekä sellaiset, joihin oli tehty joitain muutoksia, mutta muutokset olivat jääneet päivittämättä. Laitetietokannan päivitys oli kaikkein kiireellisin tehtävä, sillä jos laitteita ei ole tietokannassa, ei niille pysty kohdistamaan työtä. Tietokannasta puuttuvia laitteita oli kaiken kaikkiaan 19. Maalauslinja oli pitkä ja sijaitsi kahdessa kerroksessa (ks. kuvio 17).



KUVIO 17. Maalauslinja ja pieni osa ohutlevyrullavarastoa

Aloitin tehtävän suorittamisen laatimalla sähkötyöjohtaja Jyri Kolehmainen kanssa yleisimmistä laitteista listaa, johon tuli osan lyhenne, Rautaruukilla käytettävä numerointi ja selitys (ks. taulukko 4).

TAULUKKO 4 Osan lyhenne, käytettävä numerointi ja selitys

TELA	??.T001	TELA,
PUMP	??.P001	PUMPPU,
SÄMO	??.M001	AC-MOOTTORI,
HYPU	??.P001	HYDR.PUMPPU,
JOKI	??.H001	JOHDE
VAIH	??.G001	VAIHDE
SUOD	??.F001	SUODATIN
SÄIL	??.U001	SÄILIÖ
KYTK	??.K001	KYTKIN
JARR	??.J001	JARRU
SYLI	??.S001	SYLINTERI
LÄVA	??.W001	LÄMMÖNVAHDIN
VENT	??.V001	VENTTIILI
PUHA	??.A001	PUHALLIN

Tämän listan tekeminen helpottaisi työn suorittamista, sillä päivitykset pitää aluksi tehdä ruutupaperille ja siirtää siitä Excel-tilukoon. Työn suorittamisessa piti hieman tutkia linjaa sekä sen suurimmissa laitteissa olevia numeroita, jotta tiesi missä kohtaa laitetietokannassa on menossa. Numerointi

laitetietokannassa kulkee siten, että itse maalauslinja on numero 39 ja laite lisää sen perään kolme numeroa juoksevana numerointina linjan alusta loppuun. Itse laitteet olivat purettu numeroinnissa siten, että tietyllä osalla oli tietty kirjain ja sen jälkeen kolminumeroinen osan lukumäärää ilmoittava numerointi. Taulukossa 5 numero 39 tarkoittaa maalauslinjaa, 110 aukikelainta, 1 koneistoa ja M001 tarkoittaa moottoria.

TAULUKKO 5 Numerointi Ruukin tehtaalla

SÄMO	391101M001	AC-MOOTTORI, AUKIKELAIN 1
------	------------	---------------------------



KUVIO 18. Maalaus kone 1: pohjamaalattua ohutlevyä

Aloitin työn linjan alkupäästä ja etenin loppua kohti. Katsoin yleensä jonkin suuremman laitteen, numeron puuttuvan laitteen edestä ja takaa, kuten vaikka pohjamaalaus koneen (ks. kuvio 18) ja hydraulikka-aseman (ks. kuvio 19). Näin pystyin paikantamaan hakemani laitteen. Löytäessäni puuttuvan laitteen lisäsin sen kirjoittamalla taulukon 5 tapan laitteet ja osat ruutuvihkoon.



KUVIO 14 Hydrauliikka-asema

Työn suorittaminen sovittiin ajankohtaan, jolloin tehtaalla oli seisokki ja sain rauhassa kierrellä ja tutkia linjaa. Tällöin ei ollut myöskään tarpeen sammuttaa laitteita, jos en nähnyt kunnolla laitteen sisälle suojaporttien ollessa kiinni.

Sovimme, että etsin lisäämistäni laitteista mahdollisimman paljon tietoa, samalla kun päivitän tietokantaa. Etsin moottoreista tiettyjä tietoja (ks. taulukko 6), kuten sähkömoottorista tehon, pyörimisnopeuden, valmistajan ja tyypin/mallin. Näin tuli päivitettyä samalla osasta laitteista lisätietoja, jotka helpottavat ja nopeuttavat varaosien hankintaa tulevaisuudessa. Pyrin etsimään mahdollisimman paljon listaan kuuluvista lisätiedoista, mutta osasta laitteista lisätietokyltit olivat jo niin kuluneet tai niin pahasti maalin peitossa, ettei kaikesta tekstistä saanut selvää.

TAULUKKO 6 Sähkömoottorin lisätietokentät

SÄMO

062	Teho kW
041	Pyörimisnopeus r/min
071	Jännite V
068	Virta A
221	IEC-tunnus
131	Asennusasento
299	Sähköpositio
998	XXX
910	Tyyppi/Malli
908	Valmistaja
213	Säädetty käyttö K/E
193	Laakeri akselipää
194	Laakeri tuuletinpää
508	Piirustus nro

4.2 Laitetietokannan päivityksen tulokset

Laitetietokannan päivityksen tuloksena tuli lista uusista laitteista ja osista Excelliin (ks. taulukko 7), mitkä myöhemmin lisätään kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä Arttuun. Näin ollen lisätyille laitteillekin voi tulevaisuudessa kohdistaa työtehtäviä, ja tämä parantaa vikahistorian laatua sekä kunnossapidon seurantaan tehtaassa. Lisättyjä laitteita ja osia tuli yhteensä 79 kappaletta.

Lisäksi suurimmalle osalle näistä 79 laitteesta ja osasta saatiin lisätietoja kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmään, mikä helpottaa varaston pitämistä näistä laitteista ja helpottaa sekä nopeuttaa uusien osien tilaamista.

TAULUKKO 7 Lisättyjä laitteita ja osia

Uusi konenumero, lisätty JV			KOKO	39187	PAININTELA			
			TELA	39187.T001	TELA, PAININTELA			
Uusi konenumero, lisätty JV			SYLI	39187.S001	ILMASYLINTERI 1-2, PAINAMINEN, PAININTELA			
Uusi konenumero, lisätty JV			KOPA	393353U	ÖLJYJÄÄHDYTIN, NAUHAVARAMEN KÄYTTÖ			
Uusi konenumero, lisätty JV			HYPY	393353.P001	HYDRAULIPUMPPU, ÖLJYNJÄÄHDYTYS			
Uusi konenumero, lisätty JV			SÄMO	393353.M001	AC-MOOTTORI, ÖLJYNJÄÄHDYTYS			
Uusi konenumero, lisätty JV			LÄVA	393353.W001	JÄÄHDYTIN, ÖLJYNJÄÄHDYTIN			
Uusi konenumero, lisätty JV			PUHA	393353.A002	PUHALLIN, ÖLJYNJÄÄHDYTIN, POISTOILMA			
Uusi konenumero, lisätty JV	11562	P	SÄMO	393901M004	AC-MOOTTORI, ESIKÄSITTELYSÄILIÖ 2 A			
Uusi konenumero, lisätty JV			KOPA	394204	ORGAANINEN TELALEVITYS, KROMIVAPAA LAITEISTO, PUMPPUYKSIKKÖ			
Uusi konenumero, lisätty JV			SÄMO	394204.M001	AC-MOOTTORI, KROMIVAPAA LAITEISTO			
Uusi konenumero, lisätty JV			PUH	394204.N001	SUUTINTUKKI 1, KROMIVAPAA LAITEISTO			
Uusi konenumero, lisätty JV			PUMP	394204.P001	PUMPPU 1, KROMIVAPAA LAITEISTO			
Uusi konenumero, lisätty JV			PUMP	394204.P002	SIIRTOPUMPPU 1, KROMIVAPAA LAITEISTO			

5 RCM- ANALYYSI MAALAUSSKONEELLE

5.1 RCM- analyysin suoritus

RCM- analyysi tehtiin pintamaalaus koneelle, joka oli Rautaruukin vikahistorian mukaan lähes häiriöherkin laite ja Rautaruukin henkilökunnalla oli laitteesta parhaiten tietoa. RCM- analyysi suoritettiin lähinnä istunnoissa, joissa oli mukana vaadittu määrä henkilöstöä mahdollisimman hyvän raportin aikaansaamiseksi. Pienemmissä palavereissa sovittiin analyysin tiettyjä asioita kuten se kuinka edetään ja millä aikataululla ja millä kokoonpanolla istunnot pidetään. Aikatauluna oli saada RCM- analyysi tehtyä mahdollisimman nopeasti, sillä käytettävän ohjelman, RCM++, lisenssi oli loppumassa noin kolmen viikon päästä siitä, kun analyysi aloitettiin.

Aivan analyysin alkuun pidin kaikille analyysiin osallistuville esitelmän RCM:stä, jotta kaikki tiesivät, mitä tehdään, mille tehdään ja miksi tehdään koko analyysiä. Näin ollen heidän motivaationsa suorittaa analyysi kasvoi ja toiminta tehostui. Esitelmässä käytin Jyväskylän ammattikorkeakoulussa tehtyjä ryhmätyötä, missä esitellään RCM.

5.1.1 Kohteen valinta

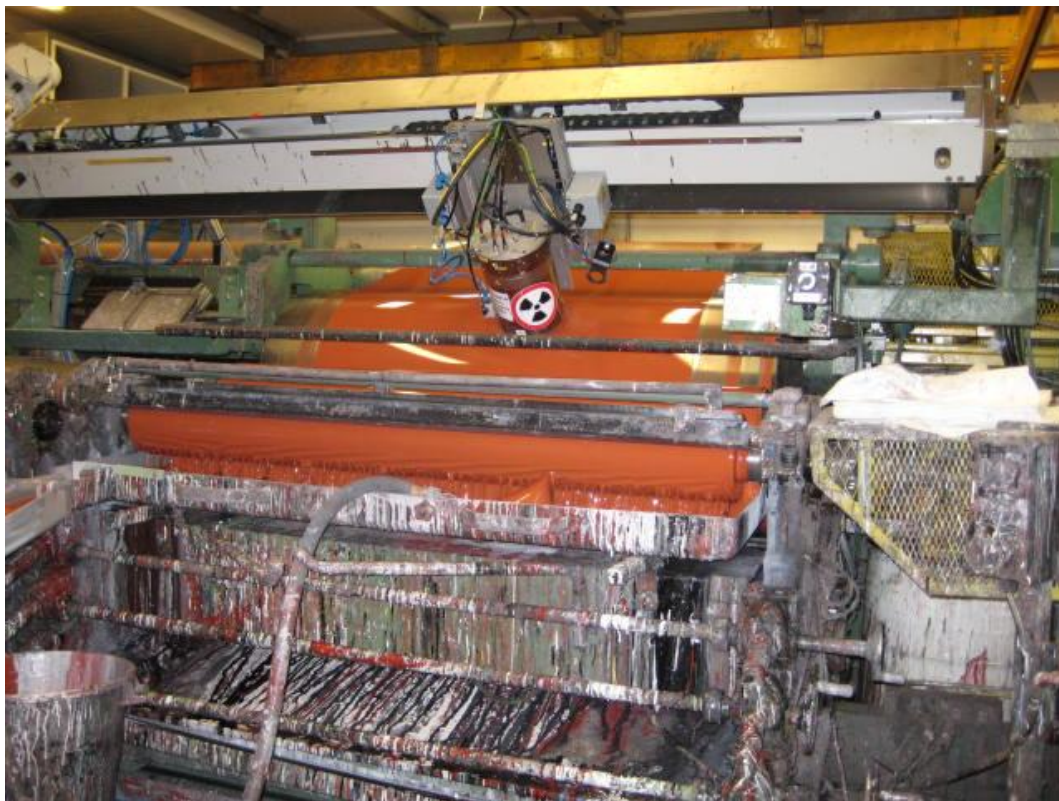
RCM- analyysi aloitettiin tutkimalla maalauslinjan häiriöhistoriaa ja etsimällä sieltä kohde, joka olisi muita kohteita vikaherkempi ja aiheuttaisi näin ollen myös suurimmat kunnossapitokustannukset. Koska maalauslinjalle oli tehty investointeja vuonna 2006, niin jätimme vuoden 2007 kokonaan pois häiriöhistorian tutkimisesta. Vuoden 2007 aikana uusista laitteista johtuvat viat ja uusien koneiden asennusvirheet tulivat esiin, eivätkä ne näin ollen anna luotettavaa dataa laitteiden häiriöistä.

Tutkimme vuosien 2008 ja 2009 mekaanista sekä sähköistä häiriöhistoriaa. Tein näiden kahden vuoden häiriöhistoriasta yhteenvedon, jossa näkyy, kuinka monta vikaa ja kuinka pitkä vikojen yhteiskesto on ollut milläkin laitteella koko linjassa (taulukko 8). Valitsimme kohteeksi maalaus koneen numero 2 eli pintamaalaus koneen (ks. kuvio 20), sillä siinä oli kahden vuoden aikana määrällisesti lähes eniten mekaanisia vikoja ja myös vikojen kesto oli kärkipäätä. Näin Rautaruukki tulisi saamaan parhaan mahdollisen hyödyn opinnäytetyöstä.

TAULUKKO 8 Osa häiriöhistorian yhteenvedosta

2008 Mekaaniset viat			2009 Mekaaniset viat		
	vikojen määrä	ajassa		vikojen määrä	ajassa
Maalaus kone 2	7	4h 59min	Maalaus kone 2	9	15h 16min
Kelansiirtovaunu 3	10	12h 32min	Kelansiirtovaunu 3	2	1h 29min
Kelansiirtovaunu 4	5	4h 37min	Kelansiirtovaunu 4	5	4h 16min
Uuni 1			Uuni 1		
Kelain	10	4h 32min	Kelain	5	1h 20min
Maalaus kone 1	3	5h 55min	Maalaus kone 1	4	19h 33min

2008 Sähköiset viat			2009 Sähköiset viat		
	vikojen määrä	ajassa		vikojen määrä	ajassa
Maalaus kone 2	1	3h 11min	Maalaus kone 2	9	12h 34min
Kelansiirtovaunu 3	3	53min	Kelansiirtovaunu 3		
Kelansiirtovaunu 4	9	23h 56min	Kelansiirtovaunu 4	2	51min
Uuni 1	8	1h 46min	Uuni 1	5	5h 13min
Kelain	11	3h 33min	Kelain	9	4h 2min
Maalaus kone 1	1	1h 34min	Maalaus kone 1		



KUVIO 20. Pintamaalaus-kone: maalinlevitystela, maalikaukalo, maalipinnan paksuusmittari

5.1.2 Kohteen rajaus

Kohteen rajauksen suoritimme palaverissa, jossa paikan päällä minun lisäksi oli kaksi Rautaruukin kunnossapitoon kuuluvaa henkilöä. Päätimme heidän kanssaan valita pintamaalaus-koneen (ks. kuvio 21) RCM- analyysin kohteeksi ja ehdotin, että rajaisimme kohteen siten, että kaikki häiriöhistoriassa pintamaalaus-koneeseen kohdistuvat otetaan mukaan analyysiin. Tämä ehdotus sai Rautaruukin hyväksynnän ja näin työ pysyi selkeänä suorittaa, eikä jälkeempään tarkasteltaessa tulisi ongelmia ymmärtää, mitä analyysiin on kuulunut. Maalaus-kone sijaitsi huoneessa, jossa on sammutusjärjestelmänä hiilidioksidisammutin. Tämän ansiosta työ oli helppo rajata, sillä kaikki pintamaalaus-koneeseen kuuluvat osat olivat huoneessa. Pintamaalaus-koneeseen kuului myös varamaalaus-pää (ks. kuvio 22), mikä käsiteltiin analyysissä. Maalipinnanpaksuusmittareita ei käsitelty analyysissä (ks. kuvio 23).



KUVIO 21. Pintamaalaus kone: pintamaalattua ohutlevyä

Kohteen rajaus oli tärkeää, sillä muuten analyysi olisi voinut paisua liian suureksi; aikaa olisi mennyt paljon eikä lopputulos olisi palvellut asiakasta parhaalla mahdollisella tavalla. Rajauksella oli myös tärkeä osa istunnoissa, jotta kaikki tiesivät, mitä analysoitavaan laitteeseen kuuluu, eivätkä ajatukset lähteneet harhailemaan liikaa.



KUVIO 22. Pintamaalauskeskus: varamaalaukseen

5.1.3 RCM- analyysi: toiminnot ja toiminnalliset viat

Istunnot aloitimme joukolla, johon kuului seitsemän henkilöä sisältäen työnjohtajia, tuotannon esimiehiä, maalareita sekä kunnossapitäjiä. Koska joukko oli noinkin suuri, saatiin istunnoissa aikaiseksi keskustelua, mikä onkin istuntojen tarkoitus. Istunnoissa minä johdin ryhmää kyselemällä kysymyksiä ja näyttämällä samalla projektorin kautta RCM++- ohjelmaa. Näin kaikki näkivät konkreettisen tuloksen puheistaan ja heidän motivaationsa suorittaa analyysi kunnolla loppuun kasvoi.



KUVIO 23. Pintamaalauskuone: maalin paksuusmittari sekä valmista pintamaalattua ohutlevyä

Ensimmäisessä istunnossa kävimme läpi minun ennakkoon häiriöhistoriasta kirjaamiani toimintoja ja toiminnallisia vikoja. Joihinkin tehtiin hieman muutoksia, jotta ne olisivat Rautaruukilla helpommin ymmärrettävissä, ja listaan myös lisättiin yksi kohta ennakkoon tekemieni lisäksi.

5.1.4 RCM- analyysi: vikamuodot, vian vaikutus ja vian merkitys

Ensimmäisen istunnon lopuksi kävimme läpi RCM++- ohjelmalle totuttuun tapaan ensin vikojen vaikutuksia ja tämän jälkeen vikamuotoja. Saimme kirjattua ensimmäiseksi kerraksi mielestäni erittäin hyvin toimintoja, toiminnallisia vikoja, vian vaikutuksia ja pääsimme jopa katsomaan hieman vikamuotoja.

Kun saimme vikamuodot kirjoitettua oikeaan muotoon, niin jatkoimme vikamuotojen lisäämistä listaan. Kun olimme saaneet kirjattua asiakkaan mielestä kaikki vikamuodot, kävimme pikaisesti läpi, että kaikki oli kirjattuna. RCM++

ohjelman hyviä puolia on se, että kaikkea voi muokata myöhemminkin, vaikka analyysissä menisi eteenpäin.

Kävimme vikamuotoja läpi yhteensä kahdessa istunnossa. Vikamuotojen jälkeen pääsimme etenemään vian merkitykseen eli kustannuksiin sekä todennäköisyyteen. Jokainen vikamuoto käytiin erikseen läpi, jolloin kirjasimme vian todennäköisyyden eli sen kuinka usein vika tapahtuu. Todennäköisyyden pystyi RCM++- ohjelmaan kirjaamaan monella eri tavalla, mutta käytimme lähinnä normaalijakaumaa, joka antaa arvoksi säännöllisen vikaantumisen, ja exponentiaalijakaumaa, joka antaa arvoksi satunnaisen vikaantumisen. Vikamuodoille kirjasimme myös mahdolliset materiaalit vikaa korjattaessa sekä työn suorittajan, tuntiveloituksen, työnsuoritusajan ja materiaaleihin kuluvat kustannukset.

Vikojen todennäköisyyksiä ja kustannuksia, eli vian merkitystä, kävimme läpi kolmessa istunnossa, joissa saimme selville kaikille vikamuodoille todennäköisyydet ja kustannukset.

5.1.5 RCM- analyysi: toimenpiteet

Vikojen merkityksien jälkeen pääsimme etenemään toimenpiteiden valintaan. Toimenpiteitä kävimme läpi yhteensä neljässä istunnossa, joissa mietimme aina mahdollisimman sopivaa toimenpidettä vikamuodon estämiseksi ennakoon. Saimme kaiken kaikkiaan 53 erilaista työtä, jotka auttaisivat vikojen ennakoinnista.

Kirjasimme toimenpiteet aluksi pintapuolisesti ja merkitsimme, kenen työ mikin tehtävä on. Kun saimme analyysin valmiiksi ja otettua RCM++- ohjelmasta raportin, jaoimme saamamme työt erikseen jokaiselle sen tulevalle suorittajalle. Tämä henkilö kävi tarvittaessa pintamaalaus koneen vieressä katsomassa, mitä työtä suorittaessa pitää tehdä sekä millä välineillä, ja kirjasi asiat ylös. Työn kuvaus oli helpompi kirjata paikanpäällä sillä siellä näki paremmin, mitä pitää tehdä vaikkapa maalaus koneen taustapuolella (ks. kuvio 24). Näin säästimme hieman asiakkaan aikaa analyysia tehdessämme, sillä kaikki eivät aina

muistaneet istunnoissa, miten jokin työ tehdään, joten se oli helpompi tarkistaa samantien. Valmiit ja tarkennetut tehtävät lisäsimme RCM++- ohjelmasta saatuun Excel-taulukkoon. Näin Rautaruukki saisi parhaan mahdollisen hyödyn analyysista.



KUVIO 24. Pintamaalaus koneen tausta

Valmiit tehtävät oli nyt helppo jakaa niitä suorittaville henkilöille, eikä heidän tarvinnut ihmetellä mitä piti tehdä, koska työn suoritus ja välineet lukivat suoraan jaettavassa tehtäväpaperissa. Näin varmistettiin, ettei työ jäänyt ainaakaan sen vaikeaselkoisuudesta tai tehtävien ymmärtämisvaikeuksista johtuen työhuoneen laatikkoon.

5.1.6 RCM- analyysi: seuranta

RCM- analyysiä pitäisi oikeaoppisesti seurata pitkän aikaa, jotta konkreettiset tulokset tulisivat esille paremmin. Oikeastaan RCM- analyysi on sulkeutumaton ympyrä niin kauan kunnes kaikki huoltotehtävät ovat optimaalisia, sillä analyysin tuloksena tulleita ennakkohuoltotehtäviä pitää seurata ja verrata

kunnossapidon tunnuslukuihin. Ennen analyysiä pitää määrittää, millä tunnusluvuilla kunnossapitoa ja RCM- analyysin onnistumista mitataan. Noin vuoden tai kahden vuoden päästä katsotaan, onko suunnittele mattomien seisokkien määrä vähentynyt.

5.2 RCM- analyysin tulokset

RCM analyysin tuloksena saimme aikaiseksi RCM++- ohjelmasta saadun raportin, jota minä muokkasin Rautaruukille sopivaksi. Poistin turhia välilehtiä sekä raportissa liian usein esille tulleet asiat toiston välttämiseksi. Tuloksena tuli siis ennakkohooltosuunnitelma Rautaruukin kankaanpään tehtaan maalaus kone 2:lle, jossa on listattuna huoltotehtävät erikseen ja yhdessä, jotta niitä on helppo tarkkailla.

Tuloksena tuli myös listattuna tieto maalaus kone 2:n vioista ja kestoista kahden viime vuoden aikana. Tämä listaus toimii mittarina (ks. taulukko 9), josta nähdään vuoden kuluttua, onko mitään edistystä tapahtunut käyttöönotettujen huoltotoimenpiteiden jälkeen.

TAULUKKO 9 Pintamaalaus koneen kahden viime vuoden vikaantuminen

2008 Mekaaniset viat			2009 Mekaaniset viat		
	vikojen määrä	ajassa		vikojen määrä	ajassa
Maalaus kone 2	7	4h 59min	Maalaus kone 2	9	15h 16min
2008 Sähköiset viat			2009 Sähköiset viat		
	vikojen määrä	ajassa		vikojen määrä	ajassa
Maalaus kone 2	1	3h 11min	Maalaus kone 2	9	12h 34min

Suomensin myös tärkeitä kohtia raportista, jotta Rautaruukilla raportti olisi helppolukuisempi ja helpommin ymmärrettävissä (ks. taulukko 10). Tein myös raportista tarkennetun version, jossa lukee lyhyesti, mitä mikäkin kohta tarkoittaa tai mitä sillä haetaan takaa. Rautaruukin työntekijät laativat jokaisesta työtehtävästä tarkennetun ohjeen, josta selviää, mitä tehdään (liitteet 1 ja 2). Toimimme näin, sillä aikaa olisi mennyt turhan paljon tarkennuksien miettimiseen, emmekä olisi päässeet ryhmänä helposti kohteen luo. Tuloksena tuli myös jokaiselle tehtävälle tarkennettu työmääräin, josta selviää, mitä tehdään (liite 3).

TAULUKKO 10 Työtehtävän suomennotukset sekä muokkaukset

#:	5
Type:	FF
Status:	Current
Tehtävän nimi	
Letkun kunnon tarkastus	
Tehtävän tarkennus	
Letkun kunnon tarkastaminen 4 viikon välein, tarkastetaan myös liittimet	
Item:	12.180.189 - Maalauskuone 2
Toiminto	
1 - Pumpata maalia maalikaukalo	
Toiminnallinen vika	
1 - Pumppu ei pumpkaa maalia maalikaukalo	
Vaikutus	
1 - Tuotantokatkos	
Vikamuoto (Syy)	
3 - Maaliletku rikki	
FEC: HO-Hidden Operational	
Maintenance Package:	
Reference Document:	
Proposed Interval:	
Määritelty intervalli: 4 Week	
Zone:	
Access:	
Condition	
Remarks	
Tekijä (Ryhmän nimi): Operaattori	
Labor Rate:	
Materials (Spare Name/Part Number):	

Parasta RCM++- ohjelman raportissa on tehtävät -osio (ks. taulukko 11). Siitä saa selville, mitä tehdään, mille tehdään, miksi tehdään, kuinka usein tehdään, miten tehdään ja kuka tekee.

TAULUKKO 11 Ote RCM++ -ohjelman raportin tehtävät -osiosta

#	Task Name	Status	Type	Assigned Interval	Labor (Crew Name)	Zone	Access	Remarks	Total Duration per Incident	Total Cost per Incident	Cost per Uptime	Total Operating Cost	Average Availability (%)	Item	F-F-E-C	Failure Mode (Cause)
1	Teflon-tiivisteiden kunnon tarkistaminen ja tarvittaessa varaletkun käyttöön otto	Current	FF	1Day										12.180.189 - Maalauskuone 2	1111	Pumppu likaantunut, venttiilin välissä roskia
2	Tynggripinnan varmistussokan oikeaoppinen hävittäminen	Current	FF	1Day										12.180.189 - Maalauskuone 2	1111	Pumppu likaantunut, venttiilin välissä roskia
3	Telarikosta aiheutuvan pinnoitepalojen poistaminen	Current	S	2Month						5,00	0,047 / Hour	8 218,29	100,00 %	12.180.189 - Maalauskuone 2	1111	Pumppu likaantunut, venttiilin välissä roskia
4	Tiivisteiden vaihto, kun tiiviste vuotaa	Current	FF		Operaattori									12.180.189 - Maalauskuone 2	1113	Maaliletku rikki
5	Letkun kunnon tarkastus	Current	FF	4 Week										12.180.189 - Maalauskuone 2	1113	Maaliletku rikki
6	Pumpun huoltaminen	Current	S	1Year	Laitosmies					500,00				12.180.189 - Maalauskuone 2	1115	Pumppu on rikki, ilmappää hajalla, nestepuoli hajalla
7	Paineilmaverkoston huolto	Current	S	3000 Hour	Laitosmies					150,00	0,133 / Hour	23 385,57	99,99 %	12.180.189 - Maalauskuone 2	1116	Paineilmahäiriö, verkostossa ei ilmaa

Hyvää raportissa on myös se, että jokaisen työn saa erilliselle välilehdelle, josta ne on helppo tulostaa ja jakaa suoritettaviksi.

6 VÄRÄHTELYMITTAUSJÄRJESTELMÄN TULEVAISUUDEN MIETTIMINEN

Sain tehtäväkseni miettiä myös Kankaanpään Rautaruukilla olevan värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuutta. Nykyinen värähtelymittausjärjestelmä on demo-versio (ks. kuvio 25), ja Rautaruukin pitäisi päättää, ottavatko he käyttöön kokonaisen version vai kehittävätkö he jonkin toisen vaihtoehdon. Vaihtoehtona on ottaa ulkopuolinen asiantuntija käymään ja tekemään värähtelymittauskierroksia tietyin väliajoin. Mahdollisuutena on myös kannettavan värähtelymittauslaitteiston hankkiminen, mutta koska oli ongelmallista päättää, kuka mitaukset suorittaa ja analysoi, niin päädyimme tarkastelemaan lähinnä kahta ensimmäistä vaihtoehtoa.



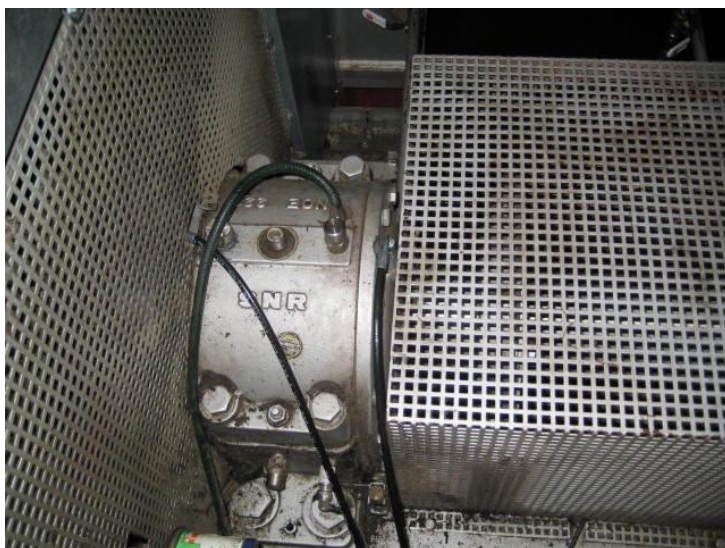
KUVIO 25. Tärinämittausyksikkö

6.1 Värähtelymittausjärjestelmä

Värähtelymittausjärjestelmän hankkiminen olisi kaksiosainen operaatio, joka sisältäisi antureiden ja muiden osien hankkimisen, niiden asentamisen sekä lopuksi kuukausihintaisen vuokran 2 x 16-kanavaisesta analysaattorista, kustannukset järjestelmän ylläpidosta sekä asiantuntijapalvelusta. Kaiken tämän hoitaisi paikallinen värähtelymittausasiantuntija.

Itse antureiden ja muiden osien hankkimisesta koituisi 2640 €:n kustannus, minkä jälkeen värähtelymittauksen analysoinnista tulisi maksamaan 2080 € kuukaudessa. Antureita on kuvattu kuvioissa 26, 27, 28, 29 ja 30. Tässä värähtelymittausjärjestelmätapauksessa Ruukin ei tarvitsisi miettiä itse juuri mitään vaan työt hoituisivat paikallisen värähtelymittausasiantuntijan puolesta. Tämä tarkoittaisi kaikkea ohjelmistojen päivityksistä, lisensseistä ja ylläpidosta alkaen.

Hyvä puoli tässä järjestelmässä olisi se, ettei Rautaruukin tarvitsisi tehdä juuri mitään itse. Mitään aluetta ei tarvitsisi järjestää niin, että sinne pääsisi mittaamaan, mikäli edessä olisi vaikkapa suojaverkkoja. Anturit olisivat paikallaan koko ajan mittaamassa ja tuloksia saisi heti, kun vain pyytäisi.



KUVIO 15. Kiihtyvyyssanturi kiinnitettynä mittapisteeseen



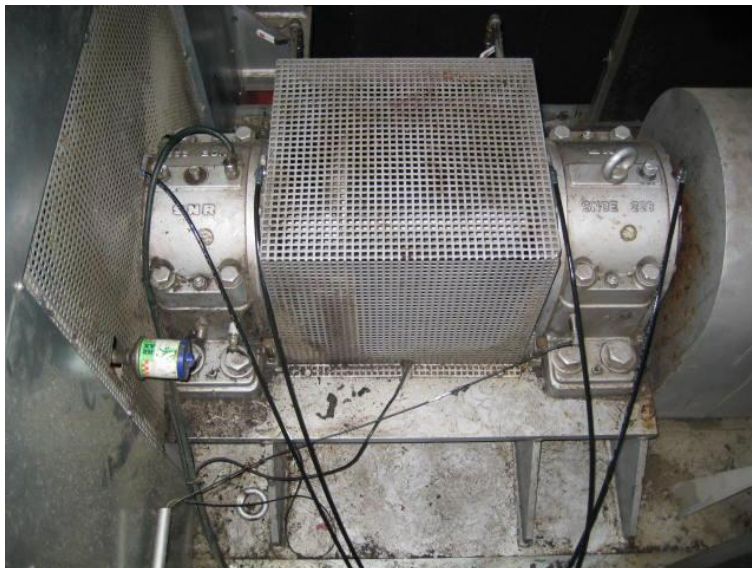
KUVIO 16. Kiihtyvyyssanturi kiinnitettynä uunin puhaltimeen

Huono puoli tässä järjestelmässä olisi se, että se olisi suhteettoman kallis verrattuna värähtelymittauskierroksen hintaan. Kiinteästä järjestelmästä tulevat hyödyt olisivat niin pienet verrattaessa vaikkapa kuukausittain järjestettävään värähtelymittauskierrokseen, ettei tarjotulla hinnalla oleva järjestelmä palvelisi Ruukkia mielestäni parhaiten.

6.2 Värähtelymittauskierrokset

Värähtelymittauskierros tulisi maksamaan noin 1800–2000 €, mikä pitäisi sisältää Rautaruukin haluamat kohteet mittaukselle, niiden analysoinnin ja analysoinnista laaditun raportin laatimisen. Tässä tapauksessa Rautaruukille ei jäisi muuta mietittävää kuin kohteet, joille mittaukset suoritettaisiin.

Värähtelymittauskierroksissa on se hyvä puoli, että kierrokseen voi lisätä helposti lisäpisteitä, mikäli mieleen tulee, että jotakin kohtaa olisikin hyvä mitata. Rautaruukilla pääsy joihinkin kohteisiin on vaivatonta (kuvio 38). Myös mitausten analysointi ja raportin tuottaminen on parempaa kuin kiinteässä järjestelmässä, jossa luultavimmin asetetaan vain hälytysrajat.



KUVIO 17. Puhaltimen värähtelymittausanturit mittapisteissään

6.3 Päätelmät

Mielestäni värähtelymittausjärjestelmän ensimmäinen osa ei ole kallis, sillä kiihtyvyyssanturit (ks. kuvio 29) ovat kalliita ja hinta koostuukin lähinnä kyseisiä antureista. Värähtelymittausjärjestelmän toisesta osasta voi olla monta mieltä, mutta mielestäni 2080 euron kuukausihinta on hieman kallis, sillä järjestelmä ei sisällä vaikkapa kuukausittaista kohteiden analysointia, vaan luultavimmin asiantuntija asettaa sopivat hälytysrajat. Tässä tapauksessa asiantuntijan ei tarvitse välttämättä tehdä pitkään aikaan mitään analysointia laakeista tuleville käyrille ja spektreille.



KUVIO 18. Kiihtyvyyssanturi

Kalliiksi hinnan nostaa myös se, että halvemmalla hinnalla saisi vaikka kuukausittaisen värähtelymittauskierroksen, jolloin asiantuntijan olisi pakko analysoida mittauksen kohteet ja tuottaa niistä raportti. Näin ollen asiantuntijuutta saataisiin käytettyä paremmin hyödyksi. Raportin tuottamismahdollisuus vaikkapa kuukausittain on luultavasti saatavilla myös kiinteään järjestelmään, mutta koska halvemmalla hinnalla saa lähes saman hyödyn, niin en näe kiinteän järjestelmän hyötyä kyseisillä hinnoilla.

Mikäli kiinteä järjestelmä otetaan käyttöön, pitää siitä laatia kunnollinen sopimus, jossa määritellään se, että mittaajalla on hieman vastuutakin työssään. Esimerkiksi jos jokin mitattu laakeri hajoaa ilman että siitä on tullut mitään ilmoitusta, niin värähtelymittausasiantuntija olisi vastuussa ja joutuisi kustantamaan jonkin tietyn summan korjauksesta. Näin ollen asiantuntijalle tulisi lähes pakonomainen tarve välillä tarkkailla mittaustuloksia ja hälytysrajoja sekä tuottaa väliraportteja tilanteesta.

Molemmissa järjestelmissä on omat hyötynsä. Kiinteässä järjestelmässä ei mitattaessa tarvitse tehdä mitään erikoisjärjestelyjä ja tuloksia saa periaatteessa silloin kun haluaa. Kierroksessa etuna on puolestaan analysointien lievästi parempi taso ja edullisuus. Kierroksessa pitää järjestää aikaa mittauksille, sillä suojaverkot ynnä muut ovat yleensä edessä. Kiinteässä järjestelmässä taas raporttien taso luultavammin on heikompi hälytysrajojen takia ja hinta on kalliimpi. Loppujen lopuksi molemmat ovat erittäin hyviä vaihtoehtoja, eikä niitä erota juuri mikään muu kuin hinta.



KUVIO 30. Uunin puhaltimen anturointi

Itse valitsisin värähtelymittauskierroksen kuukauden tai puolentoista kuukauden välein, jolloin taloudellinen hyöty olisi paras mahdollinen ja itse tuloksissa ei olisi juuri mitään eroa, sillä kuukauden mittausvälillä saadaan kiinni lähes kaikki viat. Näin voitaisiin helposti ja vaivatta mitata jotain muutakin kohdetta, jos tulisi tunne, ettei kohteessa ole kaikki kunnossa.

Toisena vaihtoehtona olisi tehdä Rautaruukille itselleen pieni värähtelymittausjärjestelmä, jota vaikkapa operaattori valvoisi. Kankaanpään Rautaruukilla on

yksi tärkeä puhallin, joten siihen tehtävän järjestelmän ei luulisi olevat mahdollisesti kallis. Ongelmana onkin lähinnä se, kuka analysoi järjestelmästä tulevia käyriä.

7 YHTEENVETO

Kunnossapidon ennakkohuollon kehittäminen maalauslinjalle Kankaanpään Rautaruukki Oyj:lle piti sisällään laitetietokannan päivityksen, RCM- analyysin maalauskuone 2:lle sekä mielipiteen Ruukin värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuudesta.

Aluksi suoritettiin laitetietokannan päivitys, joka piti sisällään kaikkien uusien, poistettujen ja modifioitujen laitteiden päivittämisen Excel-taulukkoon, joka oli otettu kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä Artusta. Työ suoritettiin kiertämällä linjaa ja selaamalla olemassa olevaa laitetietokantaa.

Maalauslinjan ennakkohuollon kehittämiseen kuului myös RCM- analyysi valittavalle laitteelle. Kohteeksi valittiin maalauskuone 2, sillä laitteessa oli vikaantumisia lähes eniten ja tehtaan henkilöstöllä oli paras tietämys kyseisestä laitteesta.

Itse analyysi aloitettiin kertomalla kaikille, mistä RCM- analyysissä on kyse. Analyysiä käytiin läpi istunnoissa, joissa oli paikalla henkilöitä lähes kaikilta tehtaan osa-alueilta. Tuloksena analyysistä saatiin ennakkohuoltosuunnitelma, joka piti sisällään 53 työtehtävää. Näiden työtehtävien suorittamista pitäisi seurata ja verrata kunnossapidon tunnuslukuja toisiinsa noin reilun vuoden kuluessa ennakkohuoltotöiden käyttöönotosta.

Opinnäytetyön kolmas osa-alue oli mielipide värähtelymittausjärjestelmän tulevaisuudesta, sillä Rautaruukille oli annettu tarjous kiinteästä värähtelymittausjärjestelmästä. Minun tehtäväni oli miettiä, olisiko kannattavaa hyväksyä tarjous vai tehdä jotain muuta. Mielestäni kiinteä järjestelmä ei ollut järkevä vaihtoehto heidän tilanteessaan sillä se oli liian kallis verrattuna värähtelymittaus-

kierroksen hintaan. Värähtelymittauskierroksesta Rautaruukki saa paremman hyödyn, sillä niissä raportointi olisi oletettavasti parempaa.

Opinnäytetyön tekeminen sujui mielestäni hyvin ja mutkattomasti. Henkilökoh-
taisesti olin tyytyväinen RCM- analyysiin osallistujien määrään, sillä isolla ryh-
mällä saatiin aikaiseksi keskustelua, mikä on erittäin tärkeää RCM analyysiä
tehdessä.

LÄHTEET

Arrow maint. 2008. Teollisuuden tietojärjestelmät. Viitattu 22.7.2010.

www.arroweng.fi, tuotteet, arrow maint, ominaisuudet, tekninen tietokanta.

Halme, J. & Parikka, R. 2005. Servomoottorien rakenne, vikaantuminen ja havainnointi, tutkimusraportti VTT:lle. Viitattu 4.8.2010.

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/prognos/prognos/pdf/servomoottori_rakenne_vikaantuminen&havainnointi.pdf.

Infradex. n.d. Lämpökuvaussovelluksia. Viitattu 19.7.2010. www.infradex.com, sovellusesimerkkejä, autoteollisuus.

Järviö, J. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. KP-media Oy.

Kankaanpään tehdasesittely. 2007 Kankaanpään Ruukin tehdas, diaesitys, saatu sähköpostina. Viitattu 22.7.2010.

Knowpap. 2004. Paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisympäristö. Versio 5.0. Jyväskylän ammattikorkeakoulun verkkodokumentti. Viitattu 5.8.2010.

Konola, J. 2000. RCM luotettavuuskeskeinen kunnossapito. KP-Tieto Oy.

Kunnossapitoyhdistys. 2007. Kunnossapito Suomen kansantaloudessa, diaesitys. Viitattu 28.7.2010. http://www.promaint.net/general/Uploads_files/Kunnossapito_2007_180407.pdf.

Moubray, J. 1997. Reliability -centered Maintenance. 2. uudistettu painos. Butterford-Heinemann.

Mustonen, M. 2000. Paperikoneen vierintälaakerien kunnonvalvontamenetelmät, raportti VTT:lle. Viitattu 5.8.2010.
https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bk65a0300/luennot/paperikoneen_vierintalaakerien_kunnonvalvontamenetelmat.pdf.

Mäki, K. 2008. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito – RCM. Opetusmateriaali opiskelijaportaali Optimassa. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 6.6.2010. <http://www.jamk.fi/opiskelijoille>, Optima.

Parantainen, T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. KP-media Oy. Viitattu 22.7.2010.

Pareto-analyysi. 2009. Pareto-analyysi. Viitattu 26.7.2010. www.qualitas-forum.fi, laadun työkalut, Pareto-diagrammi.

Preventive maintenance. 2007. Preventive Maintenance. Viitattu 19.7.2010. www.Weibull.com, search weibull, preventive, preventive maintenance.

Ruukki 50 vuotta. 2010. Rautaruukin historia. Viitattu 6.4.2010. www.ruukki.com, suomeksi, Ruukki, Ruukki 50 vuotta.

Ruukki konsernirakenne. 2010. Ruukin konsernirakenne. Viitattu 4.5.2010. www.ruukki.com, suomeksi, ruukki, konsernirakenne.

Ruukin koululaisvierailuesitys. 2007. PowerPoint esitys Kankaanpään Ruukin tehtaasta koululaisvieraille, saatu sähköpostina. Viitattu 22.7.2010.

Ruukki Suomessa. 2009. Tietoa Ruukista. Viitattu 4.5.2010. www.ruukki.com, suomeksi, paikalliset sivut, suomi, Ruukki Suomessa, lue lisää.

Tikkanen, J. 2008. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito – RCM. Opetusmateriaali opiskelijaportaali Optimassa. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.8.2010.

Venkatesh, J. 2007. Introduction to TPM. Viitattu 4.8.2010. www.plant-maintenance.com, articles, management articles, total productive maintenance (TPM), an introduction to TPM.

LIITTEET

Liite 1. Työtehtävä 1

TASK DETAILS

Date:
 Page 1.6.2010 of RCM_analysi_Maalaus kone2_Ruukki_Kankasrapää_tehävä.xls



: 26
Type: FF
Status: Culmet

Task Name
Varmistetaan tein koko sovauksen jälkeen
Task Description
Varmistetaan tein koko sovauksen jälkeen

Item: 1, 2, 189 - Maalaus kone 2
Function
3 - Levittää maalia nauhan/ pinta maalin määrä nauhasse lasisele
Failure
1 - Teit eivät levitä maalia
Effect:
1 - Luchtankkaus
Failure Mode (Cause)
6 - Liian pieni teila
FEC: EO-Evident Operational

Maintenance Package:
Reference Document:
Proposed Interval:
Assigned Interval:
Zone:
Access:

Condition
Remarks

Labor (Crew Name): Telähoja
Labor Rate:
Materials (Spare Name/Part Number):

Delay - Wait for Labor:
Delay - Wait for Materials:
Task Duration:
Total Duration per Incident:

Misc. Cost:
Downtime Cost:
Labor Cost Per Incident:
Time Based Labor Cost:
Materials Cost:
Total Cost per Incident:

*T. arbeitsus on ratini toimiva-prode, lisätoim viete
telähoimoon min. pilla nilyyain. OK*

Liite 2. Työtehtävä 2

TASK DETAILS

Date:

Page 13 of 201.0 of ROM_analysi_Maalausone2_Ruukki_Kankaanpää_tehävätyö



: 11
 Type: 5
 Status: Current

Task Name	Kunnonvalvontamittaukset
Task Description	Tehdään kunnonvalvontamittaukset kerran vuodessa, huolto mittauksen perusteella

Item: 1, 2, 180, 189 - Maalausone 2	
Function	2 - Pysyvä liikkuvan maalauspaikalle ja pois sekä lukittuun silleen
Failure	2 - Maalausone 2 ei lukkiudu paikallensa
Effect	1 - Tuotantotappos
Failure Mode (Cause)	3 - Hydrauliikka-aksiikki rikki, pumppu, moottori, venttiili
FEC: EO-Evident Operational	

Maintenance Package:
 Reference Document:

Proposed Interval:
 Assigned Interval: 1 Year
 Restoration Factor: 1
 Zone:
 Access:

Condition
Remarks

Labor (Crew Name): Latosmies
 Labor Rate:
 Materials (Spare Name/Part Number):

Delay - Wait for Labor:
 Delay - Wait for Materials:
 Task Duration:

Total Duration per Incident:

Misc. Cost:
 Downtime Cost:
 Labor Cost Per Incident:
 Time Based Labor Cost:
 Materials Cost: 300,00 €

Suoritetaan iskusyösoy mittausta vntyötyössä
 + ölyanalyysi vuosiHän

Liite 3. Työmääräin



Sivu 1(2)

EH -TYÖMÄÄRÄIN + TOIMENPITEET

22.07.2010

Päätösnro:					
Työnro:	23140	KAMU ABB AC KÄYTTÖJEN HUOLTO			
	23140				
Projekt:					
Selsokki:	KAMU200748	KAMU VUOSIHUOLTOSELKOKKI			
Päätöstyyp:	EH-TYÖ				
Työn tyyppi:	E	HUOLTOTYÖ		Työn tila:	SUORITUKSESSA
Työnlaji:				Kiireellisyys:	VUOSISELSOKISSA
Kohde:	P 39	KAMU MUOVIPINNOITUSLINJA			
Konepalikka:	P 39	KAMU MUOVIPINNOITUSLINJA			
Panu/Satu:	P 39	KAMU MUOVIPINNOITUSLINJA			
Lisäkohteet:	P 39	KAMU MUOVIPINNOITUSLINJA			
Tako:				Takomäärä:	
Kust.palkk	10315230	Tpalk. nro	64	Inv.tunnus	
Int. Order					
Vastaanottaja:	KAMU-SÄÄS-UP	KAMU-SÄÄS-UP		Tilauspvm:	26.01.1998
Vastuuhenkilö:	64JT	TUOMINEN J.		Tolv. valm. pvm:	01.01.1900
Vetäjä:	64JK	KOLEHMAINEN J.		Suunn. aloitus pvm:	03.07.1997
Tilaaaja:	TUNTEMATON	TUNTEMATON		Suunn. valmistumis pvm:	
Kuormitusryhmä:	KAMU-SÄÄS-UP	KAMU-SÄÄS-UP		Suunn. kesto:	16
Suorittaja:				Suunn. henkilömäärä:	
Suunnittelija:					
Vaatii pysäytyksen	<input checked="" type="checkbox"/>	Tarkastus	<input type="checkbox"/>	Hyväksymiskierro	<input type="checkbox"/>
				Ulkopuolinen suorittaja	<input type="checkbox"/>
Varaosat:					
Tako/Osa	Varaus nro	Tarvepvm	Toim.pvm	Nimi	Määrä Tot. määrä Yks. Varasto Hylly Saldo
Työn ohjeistus / kuvaus:					
Selokissa tehtävä työ Huollon suorittaa ulkopuolinen yritys sopimuksen mukaisesti. - KÄYTTÖJEN HUOLTO : MAALAUKONEET 4KPL + 5KPL (Käytöt saadaan jännitteettömiksi kääntämällä keskuksen 01.16.K pääkytkin 0-asentoon) AUKIKELAIMET 2KPL (Käytöt saadaan jännitteettömiksi kääntämällä keskuksen 01.29.K pääkytkin 0-asentoon) KELAVAUNUT 2KPL (Käytöt saadaan jännitteettömiksi kääntämällä keskuksen 01.24.K lähtöjen 24.K12 ja 24.K21 kytkimet 0-asentoon) Suorita huoltotyö laiteosan ohjeiden mukaisesti: - Jäähdytyslaitteen puhdistus vuoden välein - Jäähdytyspuhallimen vaihto 5 vuoden välein - Lisäjäähdytyspuhallimen vaihto 3 vuoden välein (maalaukoneet)					
Ohjeet:					
Työlle liitetyt dokumentit:					
Tunnus	Nimi	Tyyppi			
Raportti:					
Toimenpiteet:					

ARTTU TTYOTRS9