

# PAPERIKONELINJAN HUOLTO-OHJELMAN RATIONALISOINTI RCM-MENETELMÄN AVULLA

Vesa Mäenpää

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014

Paperikoneteknologian koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Mäenpää, Vesa	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 25.04.2014
	Sivumäärä 42	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi Paperikonelinjan huolto-ohjelman rationalisointi RCM-MENETELMÄN AVULLA		
Koulutusohjelma Paperikoneteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) TUUKKANEN, Harri, projekti-insinööri		
Toimeksiantaja(t) UPM Kymmene Oyj Latvanen, Harri, kehityspäällikkö		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin UPM Kymmene Oyj:n tehtaalle Kaipolaan. Kohteena oli paperikone 6, joka valmistaa kevyesti päällystettyä aikakauslehtipaperia. Opinnäytetyön tavoitteena oli, selvittää soveltuuko RCM-menetelmän työkaluna paperikoneympäristöön ja päivittää koneen huolto-ohjelmaa RCM-menetelmän avulla. Työn tuloksena saatiin päivitetty huolto-ohjelma ennalta määritetyille alueelle ja laitteille.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla paperikoneen huolto-ohjelmaan ja vikahistoriaan. Työlle rajattiin oma alue vikahistoriatietojen ja monipuolisen laitekannan perusteella, koska yksi työn tavoitteista oli selvittää, soveltuuko RCM-menetelmä paperikoneympäristöön. Työn aikana pidettiin istuntoja ja haastatteluita, joissa käytiin läpi rajatun alueen toimintopaikkoja ja niiden toimintoja sekä vikoja ja vikojen vaikutuksia prosessiin.</p> <p>Työstä saatua huolto-ohjelmaa ja huoltotoimenpiteitä verrattiin olemassa oleviin huolto-ohjelmiin ja tutkittiin, löytyikö uusia huoltokohteita. Vertaamisessa käytettiin apuna myös koneen ODR-järjestelmää, joka oli rakennettu yhdessä AB SKF:n kanssa.</p> <p>Työstä saatujen tulosten perusteella koneen huolto-ohjelma oli ajan tasalla. Saatujen tulosten perusteella koneen operaattorit ovat myös aktiivisia huoltajia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, ennaoiva kunnossapito, huolto-ohjelma, RCM		
Muut tiedot		



Author(s) Mäenpää, Vesa	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 25.04.2014
	Pages 42	Language Finnish
		Permission for web publication ( x)
Title Developing paper machine line maintenance programs developing by RCM method		
Degree Programme Paper Machine Technology		
Tutor(s) TUUKKANEN, Harri, Project Engineer		
Assigned by UPM Kymmene Oyj Latvanen, Harri, kehityspäällikkö		
Abstract <p>The Bachelor's Thesis was done for UPM Kymmene OYj factory at Kaipola. The target was paper machine 6 which produces lightweight coated paper. The aim was to find out if the RCM method is suitable for paper machine environment and to update the maintenance program with the help of RCM. The result of the study was an updated maintenance program for the area and the equipment which were chosen beforehand.</p> <p>The work was started by getting familiar with the maintenance program and fault history data. The area was limited by the help of the fault history data. One of the criteria was versatile equipment field because one target was to find out if the RCM is suitable for paper machines environment. There were meetings and interviews all the equipment and functions of the chosen area were examined. Faults and their effects on the process were also analyzed.</p> <p>The current maintenance program and tasks were compared to the program and tasks of the RCM analysis. For comparing these programs the ODR system was used to help. ODR is an operator driven reliability system which was earlier built up with SKF for decreasing faults.</p> <p>Based on the results it is possible to say that the maintenance program and tasks are like they should be. Moreover, the results show that the machine operators are active repair men.</p>		
Keywords Maintenance, Preventive maintenance, RCM		
Miscellaneous		

# Sisältö

1	Opinnäytetyön lähtökodit .....	3
2	UPM Kymmene Oyj, Jokilaakson tehtaot .....	4
3	Kunnossapito .....	6
3.1	Kunnossapidon historia .....	6
3.2	Kunnossapidon määritelmä .....	8
3.3	Kunnossapitojärjestelmä .....	9
3.4	Kunnossapitolajit .....	10
4	RCM-analyysi .....	16
4.1	RCM-analyysin tarkoitus .....	16
4.2	RCM-analyysin seitsemän askelta .....	17
4.3	RCM-analyysi kohteen valinta .....	18
4.4	RCM-analyysin vaikutukset .....	19
4.5	RCM-analyysin sudenkuopat .....	20
5	RCM-analyysin toteutus .....	21
5.1	Kohteen valinta .....	21
5.2	Kohteen rajaus .....	22
6	Tulokset .....	24
7	Opinnäytetyön ja tulosten kriittinen tarkastelu ja analysointi .....	26
8	Pohdinta .....	27
	Lähteet .....	29
	Liitteet .....	31
	Liite 1. Päätöslogiikkapuu .....	31
	Liite 2. Operaattorin suorittamat kunnossapitotoimenpiteet .....	32
	Liite 3. Käyttökunnossapidon suorittamat kunnossapitotoimenpiteet .....	35
	Liite 4. Kunnossapidon valvonta- ja analysointityöt .....	37

Liite 5. Kunnossapidon vaihto- ja kunnostustyöt.....	40
Liite 6. Vian etsintätyöt.....	42

## **Kuviot**

Kuvio 1 UPM Kymmene paperitehtaat .....	5
Kuvio 2 UPM Jokilaakson tehtaat.....	6
Kuvio 3 Kunnossapidon vikaantumismallien kehitys sukupolvien mukana.....	8
Kuvio 4 Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 standardin mukaan.....	10
Kuvio 5 Standardin PSK 6201:2011 mukaiset kunnossapitolajit .....	11
Kuvio 6 Standardin PSK 7501:2010 mukaiset kunnossapitolajit .....	12
Kuvio 7 Suunnitelmallisen kunnossapidon ja kunnossapidon kokonaiskustannusten suhde.....	14
Kuvio 8 Toimintopaikkojen tiedot .....	22

## **Taulukot**

Taulukko 1 PSK 6800 standardin mukainen kriittisyysanalyysi .....	19
---	----

# 1 Opinnäytetyön lähtökodit

## **Työn tavoite ja tehtävä**

Opinnäytetyö tehtiin UPM Kymmene Oyj:n Kaipolan tehtaalle paperikone 6:lle. UPM Kymmene Oyj on maailmanlaajuinen yritys. Kaipolan tehtailla valmistetaan päällystettyä aikakauslehtipaperia, luettelopaperia ja sanomalehtipaperia.

Opinnäytetyön aiheena oli UPM Kymmene Oyj:n Kaipolan tehtaan PK6:n huolto-ohjelman ja ennakkohuolto-ohjelman analysointi tehtaan henkilöstön kanssa ja huolto-ohjelmien rationalisointi RCM-menetelmää hyväksikäyttäen. Tehtävänä oli myös selvittää, miten hyvin RCM-menetelmä toimii paperikoneympäristössä.

## **Työn tausta ja rajaus**

Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli selvittää, voisiko RCM-menetelmällä löytää kustannussäästöjä kunnossapidon kasvaneisiin kustannuksiin. Kohteen rajauksen apuna käytettiin kunnossapidon kustannuksia, kustannusten historiatietoja vuodesta 2005 lähtien sekä kunnossapitojärjestelmiä SAP ja JOKUMA. Aluksi tehtävä kohdennettiin koskemaan PK 6:n viiraosaa. Viiraosalla oli paljon erilaisia toimintopaikkoja, joten näin tarkastelu saatiin koskettamaan mahdollisimman monta erilaista laitetta ja toimintopaikkaa.

Tarkempi rajaus opinnäytetyölle saatiin, kun kaikki viiraosan toimintopaikat kunnossapitokustannuksineen oli käyty läpi. Tässä vaiheessa apuna oli tehtaalla käytössä ollut ODR (Operator Driven Reliability) järjestelmä. Koska viiraosan toimintopaikkojen lukumäärä oli liian suuri opinnäytetyön kannalta, päätettiin työ rajata koskemaan toimintopaikkojen osalta konemiehen vastuualueella sijaitsevia toimintopaikkoja. Lisäksi työ rajattiin koskemaan vain mekaanisen kunnossapidon vastuulla olleita toimintopaikkoja.

### **Dokumentaatio suunnitelma**

Kaikki opinnäytetyöhön liittyvät tiedostot tallennettiin muistitikulle ja Microsoftin pilvipalvelu SkyDriveen. Tällä kahdennetulla toiminnolla varmistettiin, että tiedostohävikin sattuessa opinnäytetyön dokumentit olisivat saatavilla toisesta lähteestä. SkyDriven ansiosta viimeisin versio dokumenteista oli aina saatavilla ajasta ja paikasta riippumatta. Dokumentointia tehtiin opinnäytetyön aikana.

## **2 UPM Kymmene Oyj, Jokilaakson tehtaat**

### **Biofore**

UPM Kymmene Oyj on bio- ja metsäteollisuusyhtiö. Se on luonut oman Biofore käsitteen. Bio viestii suuntautumista tulevaisuuteen, kestäviä ratkaisuja ja hyvää ympäristönsuorituskykyä. Fore viittaa metsään (forest) ja yhtiön asemaan kehityksen edelläkävijänä (in the forefront). (UPM 2013)

UPM:n liiketoimintarakenne jakautuu seuraaviin liiketoiminta-alueisiin:

- UPM Biorefining, johon sisältyy biopolttoaineet, sellu ja saha
- UPM Energy
- UPM Raflatac
- UPM Paper Asia
- UPM Paper ENA Eurooppa ja Pohjois-Amerikka
- UPM Plywood
- Muut toiminnot, sisältäen metsät ja puunhankinnan.

### UPM paperiliiketoiminta ja henkilöstö

UPM valmistaa sanoma- ja aikakauslehtipaperia sekä hieno- ja erikoispapereita erilaisiin loppukäyttökohteisiin. Paperin valmistus tapahtuu uusiutuvista ja kierrätettävistä materiaaleista. UPM:llä on 21 paperitehdasta Suomessa, Saksassa, Kiinassa, Isossa-Britanniassa, Ranskassa, Itävallassa ja Yhdysvalloissa. UPM paperin liikevaihto vuonna 2012 oli 7,2 miljardia euroa. Henkilöstöä on maailmanlaajuisesti noin 20 950, joista Suomessa työskentelee 8110 (Vuosikertomus 2013)



**Kuvio 1 UPM Kymmene paperitehtaet**

UPM Jokilaaksoon tehtaet koostuu kahdesta erillisestä tehtaasta, jotka sijaitsevat 15 kilometrin päässä toisistaan. Jokilaakson tehtailla on seitsemän paperikonetta, joista neljä sijaitsee Jämsänkoskella ja kolme Kaipolassa. Tehtailla työskentelee vuosittain omia ja aliurakoitsijoiden edustajia yhteensä noin 1000-2000 henkilöä. Osa henkilöstöstä työskentelee molemmilla tehtailla. (UPM 2012)





**Kuvio 2 UPM Jokilaakson tehtaat**

Jokilaakson tehtaiden paperikoneiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on 1 600 000 tonnia vuodessa. Molemmilla tehtailla on omat voimalaitokset, jotka tuottavat höyryä ja sähköä. Pääraaka-aineena on kuusipuu, sahaake ja kotikeräyspaperi. Kaipolassa toimii Suomen ainut siistaamo. Suurin osa tuotannosta menee vientiin. (UPM 2012)

### **3 Kunnossapito**

#### **3.1 Kunnossapidon historia**

##### **Ensimmäinen sukupolvi**

Ensimmäisen sukupolven ajanjakso osuu toisen maailmansodan aikaan 1940- luvulle. Tuona aikana teollisuus ei ollut kovin mekaanista, laitekanta oli varsin pieni ja laitteiden käyttöasteet olivat matalia. Useimmat laitteet olivat yksinkertaisia ja helppoja käyttää, sekä usein myös ylisuunniteltuja. Ennakoivaa kunnossapitoa ei ollut, koska

siitä ei olisi ollut pienillä käyntiajoilla suurtakaan merkitystä. Tuon ajan ennakoiva kunnossapito koostuikin siivoamisesta, säätämisestä ja voitelusta. (Moubray 1997, 2)

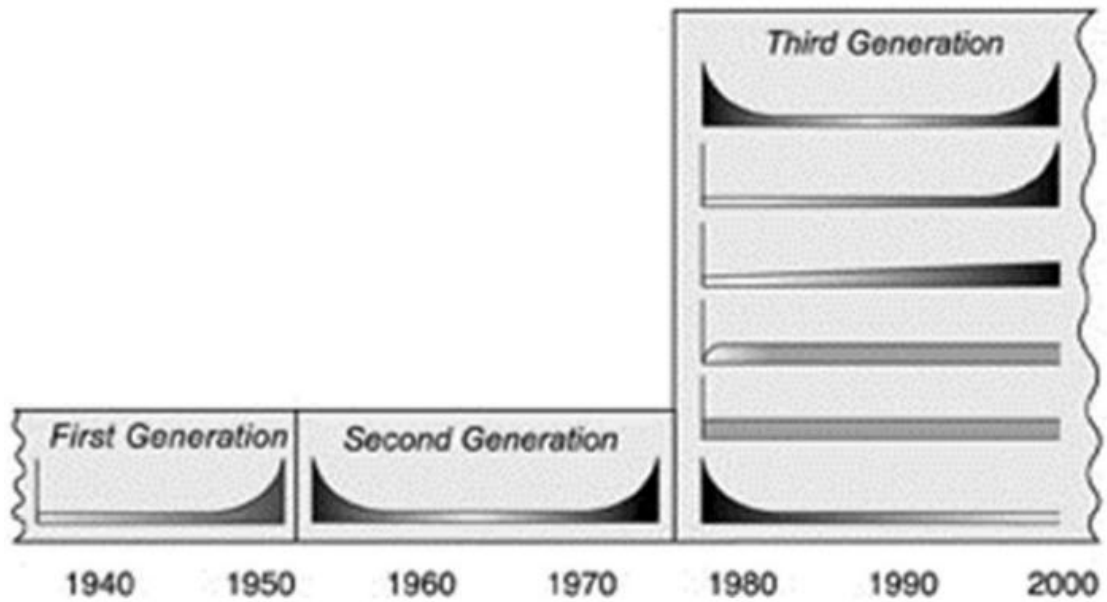
### **Toinen sukupolvi**

Toinen sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin. Teollisuudessa tapahtui suuri muutos, jonka seurauksena teollisuuslaitokset siirtyivät enemmän massatuotantoon. Sotatarvikkeita tarvittiin paljon, ja niiden piti olla tasalaatuisia keskenään. Tämä sai aikaan useamman laatuhankeksen käynnistymisen, joilla pyrittiin varmistamaan tuotteiden tasalaatuisuus. Massatuotantoon siirryttäessä automaation osuutta laitteissa lisättiin ja laitteista tuli paljon monimutkaisempia käyttää kuin aikaisemmin. Teollistumisen kasvaessa eri aloille tuli enemmän toimijoita. Tämä sai aikaan sen, että koneiden käyttöastetta oli saatava nostettua, jotta yritysten kilpailukyky säilyi. Tämä nosti ennakoivan kunnossapidon osuutta, joka puolestaan nosti kunnossapitokustannuksia jyrkästi. Tämä johti kasvavaan kunnossapidon suunnitteluun ja järjestelmien hallintaan, jonka johdosta syntyi jaksotettu ehkäisevä kunnossapito. (Mts. 2.)

Vikaantuminen oli edelleen usein aikariippuvaista, mutta komponentin vikaantuessa vikaantumisessa saattoi esiintyä niin sanottuja lastentauteja, kuten kuviosta 3 voi huomata.

### **Kolmas sukupolvi**

Kolmannen sukupolven katsotaan alkaneen 1970-luvulla. Tämän sukupolvi muotoutui uusien innovaatioiden, uusien olettamusten ja uusien tekniikoiden ympärille. Käyttövarmuuden merkitys kasvoi ja liiketoiminta muuttui yhä enemmän koneista riippuvaiseksi, koska automaation määrä koneissa kasvoi ja koneiden monimutkaisuus kasvoi. Tuotteiden valmistaminen alkoi perustua asiakaslähtöiseksi. Tuotteita ei enää tehty varastoon, vaan niitä tilattiin suoraan tarpeeseen. Myös turvallisuuteen ja ympäristöön alettiin kiinnittää enemmän huomiota. Uusien teknologioiden ja monimutkaisten laitteistojen johdosta syntyi kuvion 3 mukaisia uusia vikaantumismalleja, jotka ovat riippumattomia ajasta tai käytön määrästä. (Mts. 2–3)



**Kuvio 3 Kunnossapidon vikaantumismallien kehitys sukupolvien mukana**

#### **Neljäs sukupolvi**

Neljäs sukupolvi alkoi 1990-luvulla. IT-teknologia alkoi ottaa enemmän jalansijaa varsinkin koneiden ohjaamisessa ja kunnossapitoa piti ohjata myös laitteistojen ohjaamiseen käytettyihin käyttöliittymiin. Koneista tuli entistä monimutkaisempia kokonaisuuksia. Myös laitteiden korjaaminen monimutkaistui. Koneita alettiin valvoa etävalvontalaitteilla ja erilaisilla sensoreilla. Tämä aiheutti lisävaatimuksia kunnossapidolle. Kunnossapitoon kehitettiin erilaisia tietojärjestelmiä joilla laitteistojen toimintoihin liittyviä tietoja saatiin paremmin hallintaan. (Järviö, Piispa, Parantainen&Åström 2011, 19)

### **3.2 Kunnossapidon määritelmä**

Kunnossapidon tehtävänä on pitää laitteet tilassa, jota niiltä vaaditaan toiminnan suorittamiseksi. Näihin tehtäviin kuuluu laitteen toimintakunnon ylläpito, käytön turvallisuus, laaduntuottokyky, elinjakson hallinta, oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen, palauttaminen alkuperäiseen kuntoon, modernisointi, suunnitteluheikkouksien korjaaminen sekä käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen. (Järviö, Piispa, Parantainen&Åström 2011, 13)

Standardin PSK 6201:2011 mukaisesti kunnossapidon määritelmä on seuraava: *Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimien kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.* (PSK 6201, 2011)

### 3.3 Kunnossapitojärjestelmä

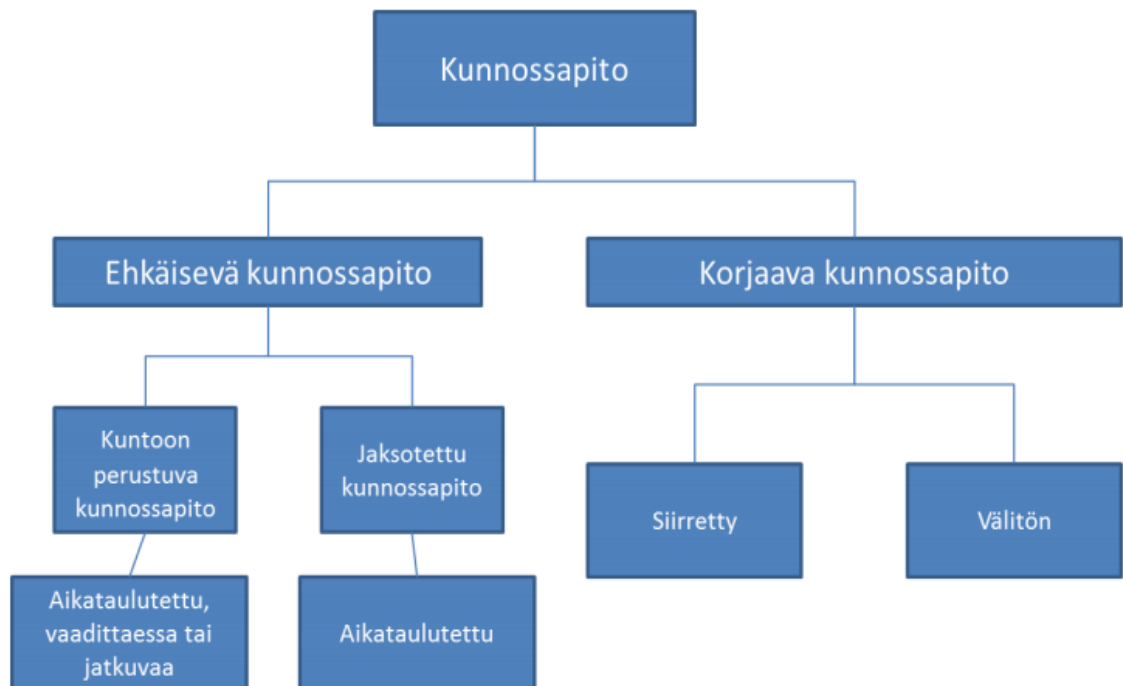
Kunnossapitojärjestelmä on kunnossapidon työkalu, jonka avulla kunnossapito voi päästä tehokkaasti tavoitteisiinsa. Kunnossapitojärjestelmiä on olemassa erilaisia, ja niitä voidaan jaotella monella eri tavalla. Kunnossapitojärjestelmä voi olla esimerkiksi integroitu järjestelmä tai erillinen järjestelmä. Integroidussa järjestelmässä kunnossapitojärjestelmä on osa muita tietojärjestelmiä. Erillisissä järjestelmissä kaikilla osaluilla on omat sovelluksensa, joiden kesken voidaan rakentaa liittymiä. (Järviö, Piispa, Parantainen&Åström 2011, 219–221.)

Yksi yleisimmistä kunnossapitojärjestelmistä on SAP. Se voidaan räätälöidä yrityksen toiveiden mukaiseksi. Esimerkiksi tuotannon suunnittelu voi olla omana osanaan ja kunnossapito omana osana. Kunnossapidon kannalta tietojärjestelmä sisältää erilaisia osioita, joiden avulla laitteista ja laitepaikoista saadaan tietoa. Materiaalinhallinta on oma osionsa, jonka avulla voidaan kartoittaa varaosien tilannetta tai raaka-aineiden tilannetta. Kunnossapidon tietojärjestelmistä löytyy yleisesti myös vika- ja häiriöilmoitusjärjestelmä, työmääräinjärjestelmä aikaseurannalla, ennakkohuoltojärjestelmä, ostotilausjärjestelmä, dokumenttien hallinta, yhteystietorekisteri, resurssihallinta ja seisokkihallinta. Jokaisessa osiossa on raportointi- ja tulostusominaisuus esimerkiksi kustannusseuranta varten. (Mts. 219–221. )

### 3.4 Kunnossapitolajit

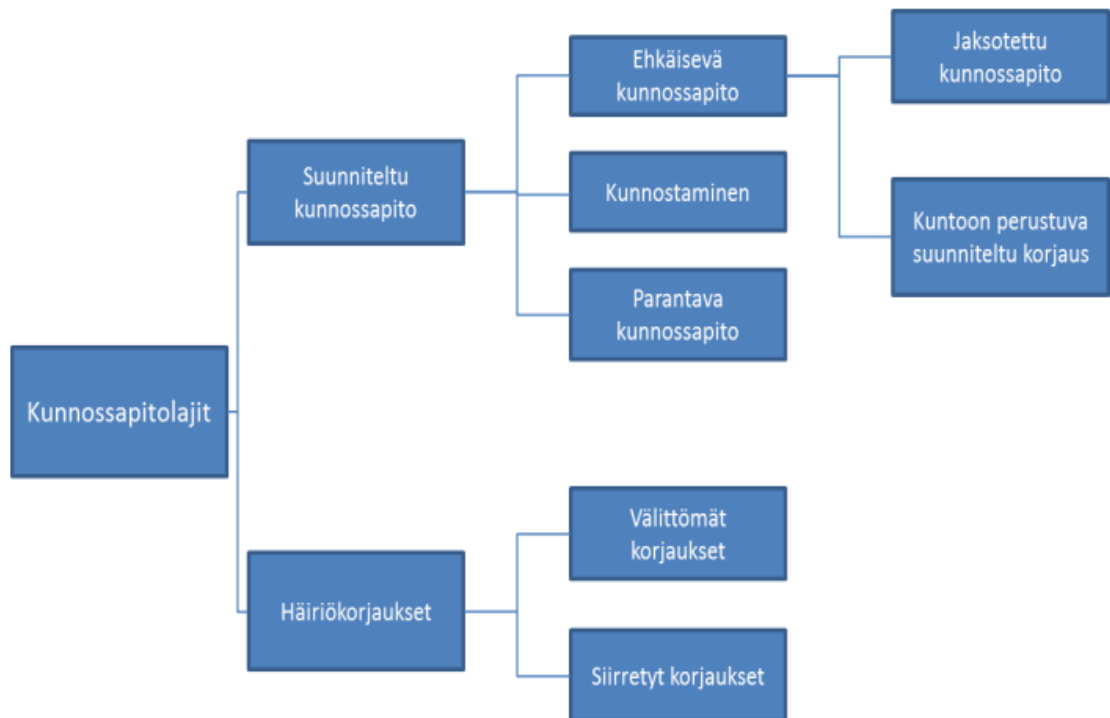
Kunnossapitolajeja on olemassa erilaisia eri lähteiden ja standardien mukaan. Esimerkiksi standardit SFS-EN 13306:2010, PSK 6201:2011 ja PSK 7501:2011 jakavat kunnossapitolajit hieman eri lailla keskenään. (Järviö & Lehtiö 2012, 46.)

SFS-EN 13306:2010 jakaa kunnossapitotoimenpiteet kahteen osaan kuvion 3 mukaisesti. Tässä standardissa vika joko ehkäistään tai korjataan. Ehkäisevään kunnossapittoon kuuluvat kaikki toimenpiteet jotka suoritetaan ennen komponentin sellaista vikaantumista, joka estää sen toiminnan. (SFS-EN 13306, 2010)



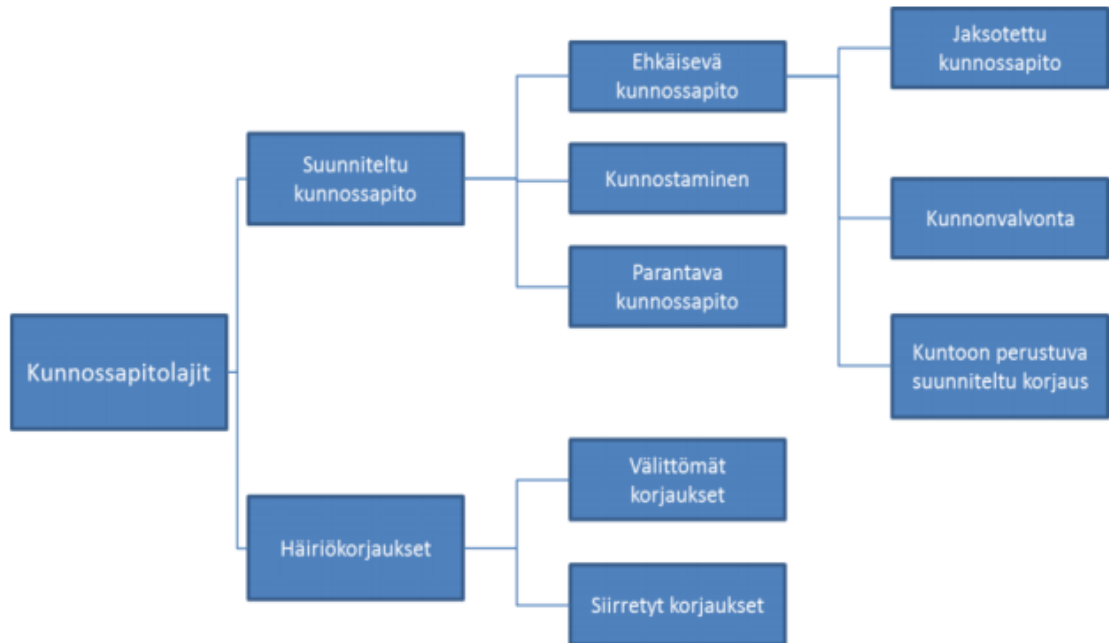
**Kuvio 4 Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 standardin**

PSK standardi 6201:2011 jaottelee kunnossapitolajit kuvion 4 mukaan. Standardissa kunnossapitotoiminta on suunniteltua, jolloin mahdollinen alkava vikaantuminen on tunnistettu, tai suunnittelematonta eli häiriökorjausta. Korjaava kunnossapito aiheuttaa usein tuotantoseisokin ja tuotannonmenetyksen. (Mts. 46–47.)



**Kuvio 5 Standardin PSK 6201:2011 mukaiset kunnossapitolajit**

Standardi PSK 7501:2010 jakaa kunnossapitolajit samalla tavalla kuin standardi PSK6201:2011. Ainoa ero näissä standardeissa on, että PSK 7501:2010 standardiin on lisätty kunnonvalvonta omaksi osakseen, kuten kuvio 5 osoittaa. (Mts.47.)



**Kuvio 6 Standardin PSK 7501:2010 mukaiset kunnossapitolajit**

Standardit eivät ota kantaa sallittuihin vikaantumisiin. Ne käsittelevätkin vain vikaantumisia ja korjaavia toimenpiteitä. Kohteen tai komponentin voidaan antaa vikaantua, mikäli se ei ole prosessille kriittinen, eikä aiheuta tuotannonmenetystä. Tällainen kohde voi olla esimerkiksi valaistus. Tätä vikaantumista kutsutaan nimellä RTF (run to failure). Ennen pyrittiinkin estämään vikaantuminen, eikä välttämättä ajateltu, että laitteen voidaan antaa vikaantua ja korjata se vasta vikaantumisen jälkeen suunnitelmallisesti. Nykyään jokapäiväisessä toiminnassa on tunnistettavissa viisi kunnossapidon päälajia:

- ehkäisevä kunnossapito
- korjaava kunnossapito
- parantava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisten selvittäminen

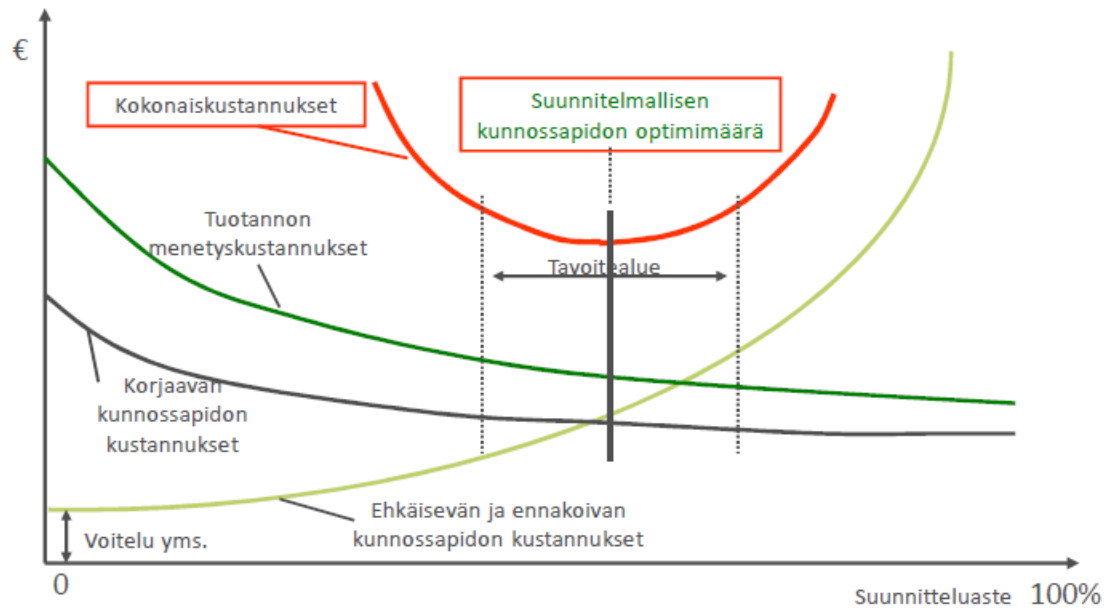
- huolto. (Järviö, Piispa, Parantainen&Åström 2011, 47–51.)

### **Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevä kunnossapidon päämääränä on vähentää kohteen vikaantumisen todennäköisyyttä tai toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito perustuu aikataulutettuun kunnossapitoon tai tarvittaessa tehtävään kunnossapitoon. Mitattujen arvojen perusteella kunnossapitoa voidaan aikatauluttaa ja suunnitella entistä tarkemmin ja paremmin. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy muun muassa tarkastaminen ja kunnonvalvonta, joita tehdään kohteen toimiessa tai seisokin aikana, määrystenmukaisuuden toteaminen, toimintakunnon toteaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. Ehkäisevä kunnossapito siis pyrkii havaitsemaan mahdollisen vikaantumisen ja korjaamaan sen, ennen kuin vikaantuminen pysäyttää koneen. (Mts. 47–51.)

Kuviossa 7 on esitetty suunnitelmallisen kunnossapidon ja kunnossapidon kustannuksien suhdetta toisiinsa. Kunnossapito ei saa olla liian suunniteltua, mutta ei myöskään liiaksi reagoivaa eli suunnittelematonta. Kuvioista 7 näkyy kuinka paljon ennakoivaa kunnossapitoa tulisi suorittaa, että se olisi taloudellisesti järkevää.





**Kuvio 7 Suunnitelmallisen kunnossapidon ja kunnossapidon kokonaiskustannusten suhde**

### Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on nimensä mukaisesti korjaavaa. Korjaavaa kunnossapitoa toteutetaan, kun laite on jo vikaantunut. Korjaava kunnossapito voi olla häiriökorjausta, eli suunnittelematonta tai kunnostusta, eli suunniteltua. Korjaavan kunnossapidon suoritusajkojen avulla pystytään laskemaan osan tai komponentin elinaika. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikantaminen, korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakunnon palauttaminen. (Mts. 47–51.)

### Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla pyritään parantamaan kohteen tai komponentin toimintaa. Parantavaa kunnossapitoa on kolmea erityyppistä:

- 1) Kohdetta voidaan muuttaa vaihtamalla vanhat komponentit uudempiin kuin alkuperäiset. Kohteen suorituskyky ei varsinaisesti muutu.
- 2) Kohteeseen tehdään uudelleensuunnittelua ja korjauksia. Tavoitteena on nostaa kohteen luotettavuutta, ei varsinaisesti suorituskykyä.

- 3) Kohdetta modernisoidaan, jolloin kohteen suorituskykyä muutetaan. Modernisaation mukana yleensä valmistusprosessi uudistuu. Tuotteen elinkaari saattaa olla tiensä päässä, mutta koneella elinaikaa on vielä jäljellä. Tällöin on usein järkevintä uudistaa vanha kone. (Mts. 47–51.)

### **Vikojen ja vikaantumisten selvittäminen**

Vikojen ja vikaantumisten selvittämisellä selvitetään vian perussyy ja vikaantumisprosessi. Näiden selvittämiseen voidaan käyttää monia tehokkaita työkaluja, kuten vika-analyysia, simulointia, mallintamista, juurisyyanalyysia, materiaalianalyysia sekä monia muita analyyskejä prosessista tai toiminnosta riippuen. Esimerkiksi RCM-analyysiin kuuluu yhtenä osana vika-vaikutusanalyysi, jonka avulla selvitetään jokaisen vikaantumisen mahdolliset juurisyyt. (Mts. 47–51.)

### **Huolto**

Huoltamalla kohdetta sen toimintakykyä ylläpidetään ja palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vikaantumista tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään tietyin määräajoin. Määräajat määräytyvät käyttöajan tai käyttömäärän mukaan ottaen huomioon myös käytön rasituksen. Jaksotettuun huoltamiseen kuuluvat esimerkiksi puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi sekä kuluvien osien vaihto aikataulutetusti ja toimintakyvyn palauttaminen vaaditulle tasolle. (Mts. 47–51.)

## 4 RCM-analyysi

### 4.1 RCM-analyysin tarkoitus

Tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on vaikeutunut koneiden ikäännyttyä ja koneisiin tehtyjen muutosten sekä modernisointien kautta. Varsinkin koneen modernisointien yhteydessä yleensä unohtuu kunnossapito-ohjelman ja ennalta ehkäisevän kunnossapidon päivittäminen. Toimittajien tekemät huolto-ohjelmat perustuvat yleensä omiin kokemuksiin, eikä viimeisintä tietoa koneiden toiminnasta ole välttämättä saatavilla. (Järviö, Piispa, Parantainen&Åström 2011, 123–124.)

RCM-analyysi, eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito kehitettiin alun perin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvun lopussa. RCM-analyysin avulla pyritään luomaan sellainen ennakoiva kunnossapito-ohjelma, joka tehokkaasti mahdollistaa laitteiden ja koneiden käynnin niiden vaatimustasojen mukaisesti. RCM-analyysin tarkoitus on parantaa kohteen turvallisuutta ja käytettävyyttä sekä pienentää kunnossapidosta johtuvia taloudellisia välittömiä ja välillisiä menetyksiä. RCM sisältää liitteen 1 mukaisen päätöslogiikkapuun, jonka avulla saadaan määritettyä, onko järkevää tehdä yksittäistä kunnossapitotehtävää. (Marjakoski 2012)

RCM-analyysi pyrkii ohjaamaan kunnossapitoa oikeaan paikkaan oikea-aikaisesti. RCM siis optimoi kunnossapitoa eli estää liiallisen kunnossapitämisen, minkä johdosta laitteistot usein vikaantuvat. Esimerkiksi kone puretaan turhaan toimintakunnon havaitsemiseksi. Päätöslogiikka auttaa valitsemaan seuraavista huoltokategorioista soveltuvimmat ja tehokkaimmat:

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.

Ennakkohuoltokategorian valinta tapahtuu vikaantumisen, kriittisyyden vikataajuuden sekä vikamuodon perusteella. (Marjakoski 2012)

## 4.2 RCM-analyysin seitsemän askelta

RCM-analyysissä on seitsemän askelta, joiden avulla saadaan tehokkain kullekin laitteelle tai toimintopaikalle kohdistuva kunnossapitotoimenpide.

1. Määritetään kohteen toiminto ja suorituskykyvaatimukset nykyisessä kunnossa nykyisissä toimintaolosuhteissa.
2. Määritellään toiminnalliset viat eli se, millä tavoin laite vikaantuu ja on näin ollen kykenemätön täyttämään käyttäjän siltä vaatimat toiminnot ja suorituskykyvaatimukset.
3. Määritellään vikamuodot, mietitään mitkä syyt voivat johtaa kuhunkin toiminnalliseen vikaan.
4. Määritellään vian vaikutus kohteelle, mitä tapahtuu kunkin vian ilmettyä. Voiko käyttöhenkilöstö havaita vian normaaliolosuhteissa? Onko viasta haittaa ympäristölle tai ihmisille ja miten vika vaikuttaa kohteen toimintaan.
5. Määritellään vikojen seuraukset, millaiset seuraukset kullakin vialla on. Onko vika havaittava vai piilevä? Aiheutuuko viasta turvallisuus- ja ympäristöseurauksia? Aiheuttaako vika tuotantoseisokin.
6. Määritellään ennakoivat kunnossapitotoimenpiteet, mitä pystytään tekemään jokaisen toiminnallisen vian ennalta havaitsemiseksi tai ennaltaehkäisemiseksi.
7. Määritellään mitä tehdään mikäli soveltuvaa ennakoivaa toimenpidettä ei ole.

Ennen kuin näitä seitsemää kohtaa voidaan lähteä miettimään, täytyy valita kohde, jolle RCM-analyysi tehdään ja rajata se tarkoin. Viimeisenä vaiheena kohde paketoit-

daan, eli käydään läpi kaikki ennakkohuoltotehtävät ja päätetään mitä on järkevä tehdä ja mitä ei, sekä päätetään kenelle huoltotoimenpide kuuluu. (Moubray 1997, 7–16.)

### 4.3 RCM-analyysi kohteen valinta

Kohdetta valittaessa käytetään hyväksi aikaisemmin tehtyjä kriittisyysanalyysijä ja vika- vaikutusanalyysejä tai kysytään henkilöstöltä. Kohteeksi valitaan yleensä kaikkein kriittisin laite tai suurimmat kustannukset aiheuttava laite. Yleensä nämä kaksi kulkevat käsi kädessä. (Marjakoski 2012)

Mikäli kriittisyysanalyysi päätetään tehdä ennen kohteen valitsemista, se tehdään esimerkiksi PSK standardin mukaan. Valittu laite pisteytetään tiettyjen kertoimien avulla. Kriittisyysluokittelun avulla pystytään luokittelemaan laitteet tärkeysjärjestykseen. Kriittisyysanalyysi voidaan suorittaa esimerkiksi taulukossa 1 olevalla PSK 6800 kriittisyysanalyysillä. (Marjakoski 2012)

Taulukko 1 PSK 6800 standardin mukainen kriittisyysanalyysi

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 5 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_s = 0$	Ei turvallisuusrisiä
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusrisi
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusrisi
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusrisi
			$M_s = 16$	Vakava turvallisuusrisi
	Ympäristöriskit $W_p = 20$		$M_p = 0$	Ei ympäristörisiä
			$M_p = 2$	Vähäinen ympäristörisi
			$M_p = 4$	Kohtalainen ympäristörisi
			$M_p = 8$	Merkittävä ympäristörisi
			$M_p = 16$	Vakava ympäristörisi
Tuotanto- ja laatuvaikutukset	Tuotannon menetykset $W_m = 0 \dots 100$	$M_t = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta osaprosessissa tai osaston heikentymistä (esimerkiksi $\leq 3$ h)	
		$M_t = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi $\leq 10$ h)	
		$M_t = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
		$M_t = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi $> 24$ h)	
		$M_t = 4$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatuvaikutuksia.	
	Laatukustannus $W_k = 30$	$M_k = 0$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatuvaikutuksia, jotka vastaavat heikentymistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 1$ h)	
		$M_k = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatuvaikutuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 3$ h)	
		$M_k = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatuvaikutuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
		$M_k = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatuvaikutuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 8$ h)	
		$M_k = 4$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyskuluihin.	
Korjaus- tai seurauskustannukset	Korjaus- tai seurauskustannus $W_c = 20$	$M_c = 0$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat heikentymistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 2$ h)	
		$M_c = 1$	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $\leq 10$ h)	
		$M_c = 2$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)	
		$M_c = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi $> 24$ h)	

#### 4.4 RCM-analyysin vaikutukset

RCM-analyysin avulla voidaan saavuttaa muun muassa seuraavia etuja:

- parempi ympäristön ja turvallisuusnäkökohtien huomioon ottaminen
- parempi suorituskyky ja käytettävyys
- äkillisten vikojen väheneminen
- kunnossapidon parempi kustannustehokkuus
- laitteiden ja koneiden pidentynyt elinkaari
- motivaation ja yhteistyön paraneminen.

”RCM-analyysi toimii parhaimmillaan siltana ylimmän johdon ja lattiatason mutterinvääntäjän välillä” (Tikkanen 2008)

#### 4.5 RCM-analyysin sudenkuopat

RCM-analyysi voi mennä vikaan monella tavalla. Tikkasen mukaan ongelmat voivat olla esimerkiksi seuraavanlaisia:

- Vetäjä joutuu juoksemaan ympäri taloa ja etsimään ihmisiä kahvitunneilla ja ruokatunneilla saadakseen tarvittavia tietoja.
- Analyysiin ei käyttökelpoisia työkaluja sen suorittamiseksi. Muistiinpanot tai kömpelö ohjelma vie liikaa huomiota ja aikaa. Ei keskitytä itse asiaan. Jälkityöt vievät paljon aikaa.
- Usein aikataulu ja kustannukset karkaavat käsistä ja koko projekti vaarantuu.
- Istuntoon osallistuvat eivät ymmärrä RCM-analyysin ideaa, eivätkä muutenkaan ole perillä siitä mitä ollaan tekemässä. Kukaan ei toisin sanoen tiedä mistään mitään.
- Kaikki odottavat, että vetäjä tai RCM- ohjelma antaa oikeat vastaukset heti, nyt ja tässä.
- Tuloksia ei oteta käyttöön, vaan ne työnnetään syrjään ja saatuihin tuloksiin ei paneuduta tarvittavalla tavalla. Koko projekti unohtuu ja asiat hoidetaan, kuten aina ennekin.
- Aikataulutusta pettää ja huolellisen alun jälkeen toimenpiteet taitetaan hihasta sinne päin kiireen vuoksi.
- RCM-analyysi aloitetaan suoraan komponenttitasolta, eikä huomioida toimintaympäristöä ja olosuhteita. Hypätään suoraan vikavaikutus analyysiin. (Marjakoski 2012)

## 5 RCM-analyysin toteutus

RCM-analyysi tehtiin Kaipolan paperikone 6:n viiraosalle. Viiraosalla on paljon erilaisia toimintopaikkoja ja laitteita. RCM-analyysi suoritettiin pitämällä istuntoja ja haastatteluita. Mukana oli tuotannon työntekijöitä, kunnossapidon työntekijöitä, tuotannon toimihenkilöitä, kunnossapidon toimihenkilöitä, sekä ylempiä toimihenkilöitä ja asiantuntijoita. Kaikkien analyysiin osallistuneiden ei tarvinnut osallistua kaikkiin istuntoihin, vaan ryhmä valikoitui analyysin vaiheiden mukaisesti. Aikataulutus tehtiin opinnäytetyösuunnitelman pohjalta, sekä UPM:n henkilöstön lomat huomioon ottaen.

Ennen RCM-analyysin aloittamista pidettiin kaikille analyysiin osallistuville esitelmän RCM-analyysistä. Näin kaikille tuli selväksi mikä RCM-analyysi on ja miksi sitä tehdään. Esitelmässä käytettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulussa tehtyä projektiluontoista harjoitustyötä joka on tehty RCM-analyysin avulla, sekä luentomateriaaleja.

### 5.1 Kohteen valinta

Kohteen valinnan apuna käytettiin vikahistoriatietoja kunnossapitojärjestelmistä sekä henkilöstön tuntemusta koneesta ja sen toiminnoista. Kuviossa 8 on esimerkki toimintopaikan kortista. Opinnäytetyön tavoitteena oli RCM-analyysiä hyväksikäyttäen käydä läpi mekaanisen kunnossapidon huolto-ohjelma tehtaan asiantuntijoiden kanssa ja tunnistaa tehokkaat ja tarpeelliset työt ja rationalisoida ohjelmia nykyvaatimuksia vastaavaksi. Tavoitteena oli myös tutkia, soveltuuko RCM-analyysi paperikoneympäristöön ja voidaanko sitä käyttää tehokkaasti. Tavoitteena oli siis tunnistaa tarpeelliset ja tarpeettomat huoltotyöt mekaanisen kunnossapidon osalta.



KAI1-365270		PK6 NASH-KANAALIN PUMPPU			
18977844	MOOTTORI 690 22 1500 180L48FF300 V15 HXU N			1	KPL
KAI1-P6322	KESKIPAKOPUMPPU				
18670993	LAAKERointi E3-UUSI-MALLI SULZE DE-150 2	L		1	KPL
18695665	HOLKKI 4007730111 DE3	L		1	KPL
18699950	TUKIRENGAS 55X68X3 SULZE BS1H556810 SEN1	L		1	KPL
18672950	AKSELI 2005650131 DE-150 SULZE S324	L		1	KPL
10001413	LAAKERI SKF 32311 RG 11331000	L		2	KPL
10005121	VARMISTUSLAATTA 55MM SKF MB 11	L		1	KPL
10003591	AKSELIMUTTERI M55X2 SKF KM 11	L		1	KPL
18659332	AKSELITIIIVISTE 50X65X8 VITON BA	L		1	KPL
18334249	TIIVISTELAMELLI 55X75X5,5 GAMMARENGAS RB	L		1	KPL
18669469	SIVULEVY 2004170140 DE150	L		1	KPL
18669427	JUOKSUPYÖRÄ 100601 DE150	L		1	KPL
18671390	TIIVISTE 40X55X0,5 SIL-C4430 KLING 52803	L		1	KPL
18671386	TIIVISTE 335X347X0,5 SIL-C4430 KLING 528	L		1	KPL
18671393	TIIVISTE 295X307X0,5 SIL-C4430 KLING 528	L		2	KPL
18666014	KYTKINPUOLIKAS G112 OSA12-JA-14 KYTKIN N	L		1	KPL
18431461	VARMISTINRENGAS MUSTA DIN471 A55X2	L		1	KPL
18666052	KYTKINPUOLIKAS E/G112 OSA11 KYTKIN NORME	L		1	KPL
10004172	O-RENGAS 154,2X5,7 NBR 70	L		2	KPL
18695578	AKSELIHOLKKI 3002460131/524 DE-100 SULZE	L		2	KPL
18414138	AKSELITIIIVISTE 55X72X8 VITON BASL	L		1	KPL

**Kuvio 8 Toimintopaikkojen tiedot**

## 5.2 Kohteen rajaus

Kohteeksi valikoitui paperikonelinja 6 ja sen viiraosa. Viiraosalta löytyi suurimmat kunnossapidolliset kustannukset ja paljon erilaisia laitteita. Tämä varmisti sen, että työhön saatiin monipuolisesti erilaisia laitteita ja näin ollen saatiin näkemys laajemmalta alalta kuin esimerkiksi olisi saatu kuivausosalta, jossa karrikoidusti sanoen olisi ollut vain teloja ja pokseja. Koska viiraosa on suuri ja käsittää paljon laitteita viiraosan ulkopuolellakin, esimerkiksi massankäsittelyssä, päätettiin alue rajata koskemaan konemiehen vastuualuetta mekaanisen kunnossapidon osalta. Toimintopaikkoja konemiehen vastuualueella oli 43 kappaletta.

Selvän rajauksen ansiosta työ pysyi selkeänä ja oli helppo toteuttaa eikä jälkeinpäin tullut ongelmia ymmärtämisen kanssa. Kohteen rajaus oli tärkeää, ettei työ paisunut liian suureksi. Liian suurena aikaa olisi mennyt todella paljon, eivätkä lopputulokset olisi olleet parhaat mahdolliset. Myös tulosten jalkauttaminen eli implementointi oli helppoa, koska työssä ei haukattu liian suurta palaa kerralla. Rajaus oli tärkeä myös,

jotta kaikki analyysiin osallistujat ymmärsivät, mitä prosessiin ja rajattuun alueeseen sisältyi.

### **RCM-analyysi: toiminnot ja toiminnalliset viat**

Istunnot aloitettiin ryhmällä, johon kuului tuotannon työnjohtajia, työntekijöitä ja kunnossapidon työntekijöitä. Jokaisen toimintopaikan toiminnot ja toiminnalliset viat määritettiin. Osa tästä määrittelemisestä suoritettiin istunnoissa ja osa haastattele-  
malla tuotannon työntekijöitä ja työnjohtajia.

### **RCM-analyysi: vikamuodot, vian vaikutus ja vian seuraus**

Toimintojen ja toiminnallisten vikojen jälkeen siirryttiin vikamuotoihin, eli mikä aiheuttaa kunkin toiminnallisen vian. Tässä vaiheessa hyväksikäytettiin ennalta kerättyjä vikahistoriatietoja kunnossapidon toimintajärjestelmästä. Myös uusia vikamuotoja kirjattiin, sekä osaa kerätyistä vikamuodoista muokattiin.

Jokaisen toimintopaikan kohdalla käsiteltiin vikamuodot, vian vaikutukset ja vian seuraukset. Tämä siksi, että ryhmä piti tätä paljon selkeämpänä, verrattuna normaaliin malliin. Normaalisissa mallissa jokainen vikamuoto käydään erikseen läpi ja tämän jälkeen vasta siirrytään vian vaikutukseen ja vian seurauksiin.

### **RCM-analyysi: toimenpiteet, implementointi ja seuranta**

Vikojen vaikutusten ja seurausten jälkeen siirryttiin miettimään, miten vikamuotojen estäminen onnistuisi. Ratkaisuja mietittiin siis vikamuototasolla. Tämän vaiheen alussa ei hylätty ainuttakaan ehdotusta siitä, miten vikamuodon voisi estää. Jokaiselle vikamuodolle mietittiin myös mitä tehdä, jos soveltuvaa ennakoivaa toimenpidettä ei löydetä. Kun nämä oli käyty läpi, kohde paketoitiin. Paketoinnissa pudotettiin pois sellaiset ennakkohuoltotyöt, joita ei olisi järkevää tehdä. Esimerkiksi juoksupyörää ei ole järkevää avata, sen toimintakunnon toteamiseksi. Sen sijaan järkevämpää on antaa sen vikaantua ja vaihtaa se vikaantumisen jälkeen. Paketoinnissa päätettiin myös, kenen vastuulla mikäkin työn suoritus on, ja kuka minkäkin työn suorittaa. Operattorin suorittamista huoltotöistä on lista liitteessä 1. Vaikka kaikki kohteet ovatkin koneenhoitajan vastuualueella, ei voi olettaa hänen ehtivän hoitaa kaikkea.

Kaipolan paperikone 6:lla on käytössä ODR- ohjelma, joka on rakennettu yhdessä SKF:n kanssa. Tuohon ohjelmaan on sisällytetty kaikki paperikoneen toimintopaikat ja mietitty kullekin toimintopaikalle järkeviä kevyitä huoltotöitä ja tarkastuksia. Paketoinnin jälkeen verrattiin RCM-analyysillä saatuja tuloksia ja ODR:n toimenpiteitä keskenään. Tulokset ovat samansuuntaisia, erotuksena työn suorittaja ja joidenkin kohteiden ennakkohuoltotöiden intervallit, sekä RTF työt. ODR-ohjelma ei ota huomioon RTF töitä, eli ODR ei salli, eikä tunne kohteen vikaantumista. Koska työn tulokset ovat hyvinkin lähellä ODR:n toimenpiteitä, päätettiin, että nykyinen huolto-ohjelma jää voimaan. Huolto-ohjelmaa itsessään ei muokattu, vaan RTF työt listattiin ja ne päätettiin antaa kunnossapidon tehtäväksi. Implementoinnin jälkeinen seuranta jää kunnossapidon vastuulle.

## **6 Tulokset**

RCM-analyysin tuloksina saatiin 155 erilaista työtehtävää. Nämä työtehtävät on jaettu tasaisesti henkilöstön kesken paketoinnin aikana. Työt päätettiin jakaa neljään eri vastuualueeseen, niiden kategorisoinnin perusteella. Toimenpiteillä pyritään vaikuttamaan vian ennaltaehkäisemiseen. Liitteenä olevista taulukoista näkee mikä on kohteen nimi sekä mikä on työtehtävä kohteessa ja mitä vikamuotoa, eli vikaantumista tehtävällä ennaltaehkäistään. Liitteissä näkyy myös tehtävän intervalli ja työn tekijä. Töiden kategorisoinnissa tehtävätyyppejä tunnistettiin neljä erilaista. Tehtävät ovat aikataulutettuja, eli niissä on intervallit poislukien RTF-työt. Tehtävätyypit ovat ennakkohuolto (EH), valvonta- ja analysointityöt (CBM), vaihto- ja kunnostustyöt (RTF) ja vian etsiminen (FF).

**Ennakkohuoltotyöt (EH)**

Ennakkohuoltotöitä löytyi 75 kappaletta. Ne jaettiin tasaisesti operaattoreiden ja käyttökunnossapitäjien kesken. Jokaisesta vuorosta löytyy vähintään yksi kunnossapitoon enemmän perehtynyt henkilö, käyttökunnossapitäjä. Ennakkohuoltotyöt ovat yksinkertaisia puhdistus- ja tarkastustoimenpiteitä. Liitteistä 2 ja 3 voi nähdä, että jako operaattorin ja käyttökunnossapidon kesken on tehty intervallin perusteella. Operaattori suorittaa tarkastus- ja puhdistuskierrokset noin 30 vuorokauden välein tai sitä lähimpänä olevan seisokin aikana. Käyttökunnossapitäjä suorittaa omat tarkastus- ja puhdistustoimenpiteet kerran vuodessa. Tarkastukset voi tehdä käynnin tai seisokin aikana. Paperikoneella on seisokkien aikana omat tehtävälistat, joihin osa ennakkohuoltotöistä on sisällytetty listojen laatijoiden toimesta. Suurin osa ennakkohuoltotöistä tehdään käynnin aikana ennen seisokkia. Näin mahdollisen vikaantumisen alku huomataan ennen seisokkia ja korjaavaa työtä päästään suunnittelemaan ennalta. Ennakkohuoltotyöt sisältyvät paperikoneen ODR järjestelmään.

**Valvonta- ja analysointityöt (CBM-Condition based maintenance)**

Valvonta- ja analysointitöitä löytyi 44 kappaletta. Työt koostuvat kunnonvalvonnasta ja värähtelymittauksista. Nämä työt kuuluvat kunnossapidon ammattilaiselle, koska työn suorittajan tulee tehdä mittauksia ja analysoida niitä. Kriittisimmissä toimintopaikoissa valvonta on jatkuvaa, eli se on niin sanotusti online. Paperikoneella on käytössä Metson toimittama 6S- ohjelma, joka hoitaa jatkuvaa mittausta. Liitteestä 4 näkee mitkä toimintopaikoista ovat kunnonvalvonnan piirissä ja mitkä vaativat erillisen värähtelymittauskäynnin. Kunnossapidon henkilö analysoi jatkuvasti mittaustietoja, sekä suorittaa mittauksia tarvittaessa. Kunnossapidosta tämä henkilö löytyy nimikkeellä EH-mies.

**Vaihto- ja kunnostustyöt (RTF-run to failure)**

Vaihto- ja kunnostustöitä löytyi 32 kappaletta. Vaihto- ja kunnostustyöt ovat kunnossapidon vastuulla. Näitä töitä ei ole järkevää tehdä muuta kuin laitteen jo ollessa vikaantunut. Paperikoneen ODR-ohjelma ei huomioi näitä töitä, koska ohjelma ei salli, eikä tunne laitteen vikaantumista. Vaihto- ja kunnostustyöt löytyvät liitteestä 5.

### **Vian etsintä (FF-failure finding)**

Vian etsimistöitä löytyi liitteen 6 mukaan viisi kappaletta. Vian etsintä kohdistetaan varalla oleville laitteille, jotka eivät normaalisti ole käytössä. Työt suoritetaan mieluiten käynnin aikana. Näin varmistutaan siitä etteivät sekä varalaitte ja varsinainen ole vikaantuneena yhtä aikaa. Vian etsinnässä varalla olevan laitteen toimintakunto koestetaan ja laite todetaan joko toimintakuntoiseksi tai korjattavaksi. Työstä vastaa käyttöhenkilöstö.

## **7 Opinnäytetyön ja tulosten kriittinen tarkastelu ja analysointi**

Opinnäytetyö pyrittiin suorittamaan mahdollisimman yksinkertaisesti, koska alue luotettavuuskeskeisen kunnossapidon analyysille oli suuri. Työssä pyrittiin noudattamaan RCM-analyysin istuntoperiaatetta. Aina tähän ei kuitenkaan päästy, koska henkilöstö ei aina ehtinyt paikalle, ja näin ollen työ tehtiin osittain haastattelemalla henkilöitä erikseen.

RCM-analyysissä tärkeää on vikahistoriatietojen saatavuus ja niiden taso. Monesti täytyi hyppiä työtilauskortilta toiselle sekä ilmoituksilta työtilauksille, että sai selville jonkin tietyn toimintopaikan tarkan vikamuodon. Kunnossapitojärjestelmä oli tässä osittain haasteellinen, koska se oli vaihtunut vuonna 2010 ja kaikkea tietoa ei kokonaan ollut siirretty vanhasta järjestelmästä uuteen. Näin eteen tuli myös vanhan järjestelmän käytön opetteleminen.

Työssä ei otettu kantaa toimintopaikkojen kriittisyyteen, vaan päätettiin käydä kaikki toimintopaikat läpi koneenhoitajan vastuualueelta. Näin saatiin mahdollisimman laaja skaala laitteita osaksi analyysiä ja pystyttiin lopussa arvioimaan, miten hyvin analyysi soveltuu erilaisten laitteiden yhteisöön. Toisaalta itse työstä tuli todella suorittainen ja yksi RCM-analyysin perusteista jäi osaltaan huomioimatta.

Kohteen valinnassa olisi voinut käyttää muutakin menetelmää kuin vikahistorian tutkiminen ja henkilöstön mielipide. Olisi voitu tehdä kriittisyysanalyysi tietystä alueesta ja sen perusteella joko valita tai hylätä alue. Tämä olisi kasvattanut työn laajuutta entisestään ja työstä olisi tullut liian suuri yhdelle opiskelijalle suoritettavaksi.

Työn aikataulutus ja alkuperäinen suunnitelma meni muutamaan kertaan uusiksi erinäisten syiden vuoksi. Työtä tehdessä toimeksiantajalla meni paljon aikaa tunnusien hoitamiseen ja muuhun koulutukseen. Toisaalta oman aikataulun luominen ja aikatauluttaminen osoittautui yllättävän haastavaksi oikeassa tehdasympäristössä. Henkilöstön osallistumisen suunnitteleminen ja analyysin aikataulutus oli haastavaa. Esimerkiksi suunniteltujen ja suunnittelemattomien lomien ajankohdat sekä seisokit sotkivat hieman suunnitelmien toteuttamista.

Opinnäytetyön tietoperusta oli suurimmaksi osaksi englanninkielistä. Tämä loi omalta osaltaan haasteita, koska kieli ei ollutkaan tuttu ja turvallinen suomi. Opinnäytetyö onnistui mielestäni kaiken kaikkiaan hyvin. Työn tekeminen perustui RCM:lle totuttuun tapaan seitsemään perusaskeleeseen, jotka ohjasivat työtä tasolta seuraavalle. Näin työ eteni johdonmukaisesti ja pysyi tarpeeksi yksinkertaisena yhden opiskelijan suoritettavaksi.

## **8 Pohdinta**

Opinnäytetyön aiheena oli paperikonelinjan huolto-ohjelman läpikäynti tehtaan henkilöstön kanssa ja huolto-ohjelmien rationalisointi RCM menetelmää hyväksikäyttäen. Työn tavoitteena oli käydä läpi RCM menetelmää hyväksikäyttäen mekaanisen kunnossapidon huolto-ohjelma, tunnistaa käyttövarmuuden kannalta tehokkaat ja tarpeelliset työt, sekä luoda optimaaliset huoltovälit määrätylle ja tarkkaan rajatulle

alueelle. Tavoitteena oli myös tutkia voidaanko RCM menetelmää käyttää tehokkaasti hyväksi paperikoneympäristössä.

Työstä saadut tulokset olivat järkeviä ja vertailtaessa niitä nykyiseen ohjelmaan, ne olivat samansuuntaisia. Vaikka huolto-ohjelmaa ei otettu käyttöön paperikoneella, saatujen tulosten perusteella voi arvioida RCM-analyysin soveltuvan paperikoneympäristöön.

Isoimpana haasteena työssä oli aikataulujen sovittaminen yhteen tehtaan henkilöstön kanssa. Työ olisi allekirjoittaneen puolesta ollut nopeamminkin tehtävissä, mutta toisaalta työstä tuli kattava ja sitä tehtiin rauhassa, eikä hätäillen.

Tulevaisuudessa käyttäjäkeskeinen kunnossapito tulee kasvamaan. Mielestäni Jokilaaksossa ollaan siinä suhteessa oikealla tiellä. RCM-menetelmä on yksi keino rakentaa ja päivittää huolto-ohjelmaa, sekä jakaa vastuuta ennakoivasta huollosta käyttäjäkeskeisenpään suuntaan.

## Lähteet

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T & Åström, T. 2011. Kunnossapito. 4. painoksen lisäpainos. Helsinki: KP Media Oy.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP Media Oy.

Marjakoski, M. 2012. Käyttövarmuus. Luentomateriaali. PDF-tiedosto. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.2.2014. <http://www.jamk.fi/opiskelijoille>. Optima.

Moubray, J. 1997. Reliability-centered Maintenance, RCM II. MA: Butterworth-Heinemann Woburn

PSK6201:2011. Kunnossapito käsitteet ja määritelmät. 3p. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 7.3.2014

PSK 7501:2010. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2p. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Viitattu 7.3.2014

SFS-EN 13306:2010. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto SFS. Viitattu 7.3.2014

Tikkanen, J. 2008. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito – RCM. Luentomateriaali. PDF-tiedosto. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.2.2014

<http://www.jamk.fi/opiskelijoille>. Optima.

UPM Biofore toiminnassa. 2013. UPM-Kymmene. Viitattu 31.3.2014.

<http://www.upm.com/FI/UPM/biofore-toiminnassa/Pages/default.aspx>



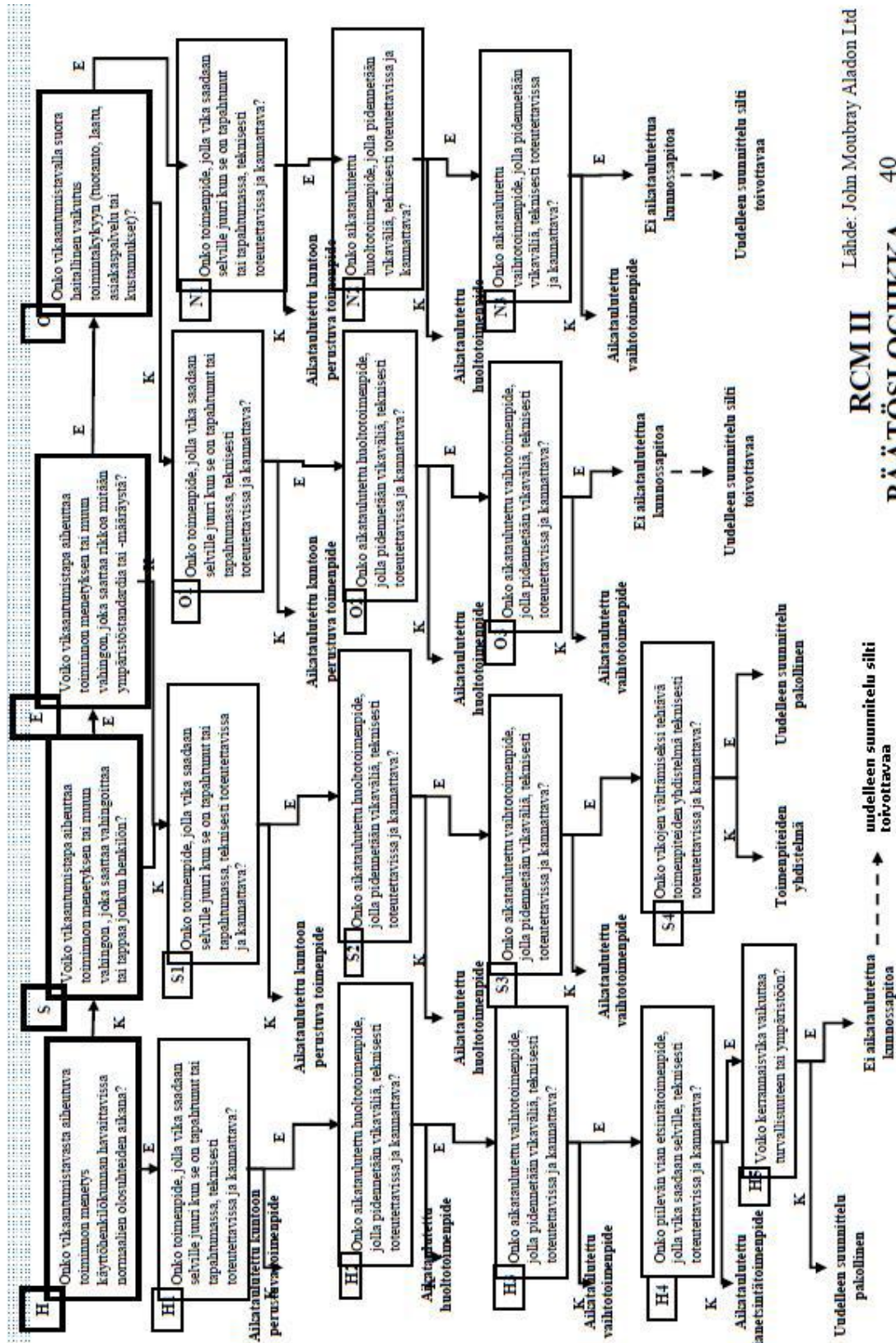
UPM-Kymmene Oyj. 2012. Yrityksen esittelymateriaali. Viitattu 10.1.2014. Yrityksen sisäinen intranet verkko

Vuosikertomus 2013, UPM Kymmene Oyj. Viitattu 31.3.2014.

[http://www.upm.com/FI/SIJOITTAJAT/Documents/UPM\\_vuosikertomus\\_2013.pdf](http://www.upm.com/FI/SIJOITTAJAT/Documents/UPM_vuosikertomus_2013.pdf)

Liitteet

Liite 1. Päätöslogiikkapuu (Moubray 1997)



RCM II Lähde: John Moubray Aladon Ltd  
 PÄÄTÖSLOGIIKKA 40  
 © Kari M. Mäki

Uudelleen suunnittelu paikallinen  
 Ei aikataulutettua kunnossapitoa  
 Uudelleen suunnittelu silti toivottavaa  
 Uudelleen suunnittelu silti toivottavaa kunnossapitoa

## Liite2. Operaattorin suorittamat kunnossapitotoimenpiteet

<b>Koneen nimi</b>	<b>Tehtävä</b>	<b>Vikamuoto</b>	<b>Intervalli</b>	<b>Tekijä</b>
MÄRÄNPÄÄN HYDRAULIKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
1-PURISTIN SYMPAINEKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
3-PURISTIN SYM-ZS PAINEKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
MÄRKÄPÄÄ KIERTO-VOITELU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 1	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU 1	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
1.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
PERÄNSYÖTTÖ-PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
2.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
3.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
4.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
5.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
6.PP-PORTAAN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori

nut

REJEKTISIHTI SYÖTÖPUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
SUIHKUVESISÄILIÖN PUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
NASH-KANAALINPUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
LUISKAVESIPUMPPU (perän suihkuvesipumpu)	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 2	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
MP-SUIHKUVESIPUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
REUNANAUHOJEN PUDOTUSPUMPPU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operattori
KONESIHTI 1	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Sihti tukossa, sihtilevyt irti, kiilahihnat poikki, putkistossa vuoto	30d/(seisokki)	Operattori
KONESIHTI 2	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Sihti tukossa, sihtilevyt irti, kiilahihnat poikki, putkistossa vuoto	30d/(seisokki)	Operattori
KONESIHTI 3	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Sihti tukossa, sihtilevyt irti, kiilahihnat poikki, putkistossa vuoto	30d/(seisokki)	Operattori
REJEKTISIHTI	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Sihti tukossa, sihtilevyt irti, kiilahihnat poikki, putkistossa vuoto	30d/(seisokki)	Operattori
ALAVIIRAN VETOTELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operattori
ALAVIIRAN IMUTELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operattori
YLÄVIIRAN VETOTELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operattori

PICK-UP KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operaattori
1-PURISTIN URATELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operaattori
KESKITELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operaattori
2-PURISTIN IMUTELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operaattori
3-PURISTIN URATELAN KÄYTTÖ	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Laakeri vaurioitunut, kytkin jumissa	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 1	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 2	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 3	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 4	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 5	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 6	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 7	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 8	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 9	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
TYHJÖPUMPPU 9	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori

TYHJÖPUMPPU 10	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Operaattori
----------------	-------------------------------------	--	----------------	-------------

### Liite 3. Käyttökunnossapidon suorittamat kunnossapitotoimenpiteet

<u>Koneen nimi</u>	<u>Tehtävä</u>	<u>Vikamuoto</u>	<u>Intervalli</u>	<u>Tekijä</u>
TYHJÖPUMPPU 10	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 9	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 9	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 8	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 7	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 6	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 5	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 4	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 3	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 2	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
TYHJÖPUMPPU 1	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
KONESIHTI 3	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
KONESIHTI 2	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
KONESIHTI 1	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto, laakeri vaurioitunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito

REUNANAUHOJEN PUDOTUSPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
MP-SUIHKUVESIPUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 2	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
LUIKAVESIPUMPPU (perän suihkuvesipumppu)	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
NASH-KANAALINPUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
SUIHKUVESISÄILIÖN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
REJEKTISIHTI SYÖTTÖPUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
6.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
5.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
4.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
3.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
2.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
PERÄNSYÖTTÖPUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
1.PP-PORTAAN PUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU 1	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 1	Poksin tarkastus, tiivisteveden määrä, vuodot	Poksi vaurioitunut, putkiston vuoto,laakeri vaurioutunut	360d/(seisokki)	Käyttökunnossapito

## Liite 4. Kunnossapidon valvonta- ja analysointityöt

<u>Koneen nimi</u>	<u>Tehtävä</u>	<u>Vikamuoto</u>	<u>Intervalli</u>	<u>Tekijä</u>
3-PURISTIN URATELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
KESKITELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
2-PURISTIN IMUTELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
1-PURISTIN URATELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
ALAVIIRAN VETOTELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
LUISKAVESIPUMPPU (perän suihkuvesipumppu)	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
PICK-UP KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
ALAVIIRAN IMUTELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
YLÄVIIRAN VETOTELAN KÄYTTÖ	Kunnonvalvonta	Laakeri vaurioitunut	ONLINE	EH-mies
NASH-KANAALINPUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 10	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 9	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 9	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 8	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 7	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 6	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 5	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies



TYHJÖPUMPPU 4	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 3	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 2	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
TYHJÖPUMPPU 1	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
KONESIHTI 3	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
KONESIHTI 2	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
KONESIHTI 1	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
PERÄNSYÖTTÖPUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
5.PP-PORTAAN PUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
6.PP-PORTAAN PUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU 1	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
REUNANAUHOJEN PUDOTUSPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 2	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
MP-SUIHKUVESIPUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
KP-SUIHKUVESIPUMPPU 1	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
REJEKTISIHTI SYÖTTÖPUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
REJEKTISIHTI	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies

4.PP-PORTAAN PUMP- PU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
3.PP-PORTAAN PUMP- PU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
2.PP-PORTAAN PUMP- PU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
1.PP-PORTAAN PUMP- PU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
SUIHKUVESISÄILIÖN PUMPPU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
MÄRKÄPÄÄ KIERTO- VOITELU	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
3-PURISTIN SYM-ZS PAINEKESKUS	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
1-PURISTIN SYM- PAINEKESKUS	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies
MÄRÄNPÄÄN HYD- RAULIKESKUS	Värähtelymittaukset	Laakeri vaurioitunut	90d	EH-mies

---

## Liite 5. Kunnossapidon vaihto- ja kunnostustyöt

<u>Koneen nimi</u>	<u>Tehtävä</u>	<u>Vikamuoto</u>	<u>Tekijä</u>
LUISKAVESIPUMP- PU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
NASH- KANAALINPUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 10	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 9	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 9	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 8	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 7	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 6	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 5	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 4	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 3	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 2	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
TYHJÖPUMPPU 1	Juoksupyörän vaihto, pumpun vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
KONESIHTI 3	Sihtilevyjen asennus	Sihtilevyt irti	Kunnossapito
KONESIHTI 2	Sihtilevyjen asennus	Sihtilevyt irti	Kunnossapito
KONESIHTI 1	Sihtilevyjen asennus	Sihtilevyt irti	Kunnossapito
PERÄNSYÖTTÖ- PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito

5.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
6.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU 1	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
LISÄAINE LAIM.VESIPUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
REUNANAUHOJEN PUDOTUSPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
KP-SUIHKU-VESIPUMPPU 2	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
MP-SUIHKU-VESIPUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
KP-SUIHKU-VESIPUMPPU 1	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
REJEKTISIHTI SYÖTTÖPUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
REJEKTISIHTI	Sihtilevyjen asennus	Sihtilevyt irti	Kunnossapito
4.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
3.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
2.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
1.PP-PORTAAN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito
SUIHKUVESISÄILIÖN PUMPPU	Juoksupyörän vaihto	Juoksupyörä kulunut	Kunnossapito

## Liite 6. Vian etsintätyöt

<b>Koneen nimi</b>	<b>Tehtävä</b>	<b>Vikamuoto</b>	<b>Intervalli</b>	<b>Tekijä</b>
MÄRÄNPÄÄN HYDRAULIKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus,koestus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Käyttöhenkilöstö
1-PURISTIN SYMPAINEKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus,koestus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Käyttöhenkilöstö
3-PURISTIN SYM-ZSPAINEKESKUS	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus,koestus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Käyttöhenkilöstö
MÄRKÄPÄÄ KIERTOVOITELU	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus,koestus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Käyttöhenkilöstö
KP-SUIHKUVESIPUMPU 1	Silmämääräinen tarkastus, puhdistus,koestus	Pumpun putkistossa vuoto, laakeri vaurioitunut, poksi vaurioitunut	30d/(seisokki)	Käyttöhenkilöstö