

# Virtaviivaistettu RCM-metodiikan pilotointi Oy Kontino Ab:lle

Ilari Hokkanen

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2011

Kone- ja tuotantotekniikka  
Teknologia





Tekijä(t) HOKKANEN, Ilari	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 9.12.2011
	Sivumäärä 68	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( )
Työn nimi Virtaviivaistettu RCM-metodiikan pilotointi Oy Kontino Ab:lle		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) MARJAKOSKI, Mikko		
Toimeksiantaja(t) Oy Kontino Ab ÅDAHL, Magnus, Suunnittelupäällikkö		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena on virtaviivaistetun RCM-metodiikan pilotointi Kontinolla. Työn avulla on tarkoitus tuoda RCM-metodiikan perusteet tutuksi Kontinolla sekä soveltaa käytännössä virtaviivaistetusti RCM:ää Kontinon tuotannossa. Virtaviivaistettu RCM-metodiikan pilotointi tehdään sinkomaalauslinjalle, jonka lopputuloksena saadaan huoltosuunnitelmapohjat sekä tietoa siitä, että minne kunnossapito tulisi kohdistaa valitussa prosessissa. Aihepiiriin kuuluu myös pohdiita siitä, että sosisiko täysipainoinen RCM:ä sovellettavaksi Kontinolla.</p> <p>Tutkimuksen apuna on käytetty tuotannon työnjohtajaa, tuotantopäällikköä sekä suunnittelupäällikköä, joilla on paljon käytännön tason tieto taitoa. Käytännön työn tietopohjana toimii Algol Oy:n vuoden 2010 aikana keräämää vikatietohistoriaa sinkomaalauslinjasta.</p> <p>Teoriaosuudessa käsitellään kunnossapidon perusasioita sekä taustoja myös RCM-metodiikka käydään teorian tasolla läpi.</p>		
Avainsanat (asiasanat)  Kunnossapito, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito		
Muut tiedot		



Author(s) HOKKANEN, Ilari	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 9.12.2011
	Pages 68	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( )
Title Streamlined RCM-methology pilot to Oy Kontino Ab		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) MARJAKOSKI, Mikko		
Assigned by Oy Kontino Ab ÅDAHL, Magnus, Planning Manager		
Summary <p>The objective of this thesis is to make a streamlined RCM-methodology pilot to Kontino. The purpose of this work is to make RCM-methodology known in Kontino and to use streamlined RCM practice's in chosen process's. Streamlined RCM is to be used in the painting line. As a result of the practical work, we will get a maintenance plan basis and information about where maintenance should be addressed at the chosen system. Also, in the work is included reflection about the possibility to do full-scale RCM at Kontino.</p> <p>The practical knowledge of the production supervisor, production manager and planning manager was used as an aid to this research.. Algol Oy's collected failure data of the painting line over the year 2011 was used as the basis to this research.</p> <p>The theory part includes basic information about maintenance and its backgrounds. RCM-methodology is also presented in the theory part.</p>		
Keywords Maintenance, Reliability Centered Maintenance		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 TUTKIMUSMENETELMÄT .....</b>	<b>5</b>
<b>3 OY KONTINO AB .....</b>	<b>6</b>
3.1 TUOTTEET JA TUOTANTOPALVELUT .....	7
3.1.1 <i>Terminen leikkaus</i> .....	8
3.1.2 <i>Särmäys</i> .....	9
3.1.3 <i>Poraus</i> .....	9
3.1.4 <i>Vüsteytys</i> .....	9
3.1.5 <i>Sahaus</i> .....	10
3.1.6 <i>Sinkopuhdistus ja maalaus</i> .....	10
3.1.7 <i>Ohutlevyjien raina- ja arkkileikkaus</i> .....	11
3.1.8 <i>Muut palvelut</i> .....	11
3.2 OY KONTINO AB:N TUOTANTOJÄRJESTELMÄ.....	12
<b>4 KUNNOSSAPITO .....</b>	<b>13</b>
4.1 HISTORIA JA KEHITYS .....	14
4.2 VAIKUTUS YRITYKSEN TOIMINTAAN .....	15
4.3 TERMEJÄ .....	16
4.3.1 <i>Vikaantumisen</i> .....	16
4.3.2 <i>Kunnossapito ja tuotanto</i> .....	16
4.3.3 <i>Käyttövarmuus</i> .....	17
4.3.4 <i>Tuotannon kokonaistehokkuus</i> .....	19
4.4 KUNNOSSAPITOLAJIT .....	19
4.5 TAUSTAA VIOILLE .....	21
4.5.1 <i>Vikaantumisen syyt</i> .....	22
4.5.2 <i>Vikojen tyypit</i> .....	23
4.6 KUNNOSSAPITOTOIMINTAMALLEJA .....	23
<b>5 RCM .....</b>	<b>24</b>
5.1 TAUSTAT .....	24
5.2 HISTORIA.....	25
5.3 PÄÄMÄÄRÄT.....	26
5.4 RCM PROSESSI .....	26
5.4.1 <i>Toiminnot ja suorituskystandardit</i> .....	30
5.4.2 <i>Toimintahäiriö</i> .....	30
5.4.3 <i>Vikaantumistavat</i> .....	31

	2
5.4.4 Vikojen vaikutukset .....	31
5.4.5 Vikojen seuraukset .....	32
5.4.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta .....	33
5.4.7 Jaksotettu huolto ja jaksotettu uusiminen .....	33
5.4.8 Kunnonvalvonta .....	34
5.4.9 Vian etsintä .....	34
5.4.10 Uudelleen suunnittelu .....	34
5.4.11 Korjaava kunnossapito .....	34
<b>6 RCM TYÖKALUT .....</b>	<b>35</b>
6.1 TOIMINTA- JA LAITEHIERARKKINEN PUUMALLI .....	35
6.2 VVKA .....	36
6.2.1 RPN .....	37
<b>7 VIRTAVIIVAISTETTU RCM .....</b>	<b>40</b>
7.1 KOHTEEN VALINTA .....	41
7.2 KÄYTETTÄVÄ DATA .....	42
7.3 PUUMALLIT .....	42
7.3.1 Laitehierarkkinen puumalli .....	42
7.3.2 Toimintahierarkkinen puumalli .....	43
7.4 VIRTAVIIVAISTETTU RCM – VVKA .....	47
7.4.1 RPN .....	48
7.4.2 Toimintamalliehdotukset .....	48
7.5 TULOKSET / HUOLTOSUUNNITELMAPOHJA .....	50
7.5.1 Travelssi .....	50
7.5.2 Kuljetin .....	51
7.5.3 Turbiinit .....	52
7.5.4 Pumpit .....	53
7.5.5 Maalipistoolit .....	54
7.5.6 Suppilo .....	55
7.5.7 Maalihuone .....	55
7.5.8 Puhallin .....	55
7.5.9 Pesukone .....	56
<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>57</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>59</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>60</b>
<b>LIITE 1: VAKAVUUSTAULUKKO .....</b>	<b>61</b>
<b>LIITE 2: TODENNÄKÖISYYSTAULUKKO .....</b>	<b>62</b>

<b>LIITE 3: HAVAITTAVUUSTAULUKKO.....</b>	<b>63</b>
<b>LIITE 4: LAITEHIERARKKINEN PUUMALLI.....</b>	<b>64</b>
<b>LIITE 5: SINGON TOIMINTAHIERARKIA.....</b>	<b>65</b>
<b>LIITE 6: MAALAAMON TOIMINTAHIERARKIA .....</b>	<b>66</b>
<b>LIITE 7: KULJETTIMEN, PUMPPUJEN JA PESUKONEEN TOIMINTAHIERARKIA.....</b>	<b>67</b>
<b>LIITE 8: VIRTAVIIVAISTETTU RCM KÄSITTELYTAULUKKO.....</b>	<b>68</b>

## **KUVIOT**

<b>KUVIO 1. VANTAAN HAKKILAN YKSIKKÖ.....</b>	<b>6</b>
<b>KUVIO 2. LIIKEVAIHTO TOIMIALOITTAIN VUONNA 2010.....</b>	<b>7</b>
<b>KUVIO 3. OY KONTINO AB:N TOIMITUSKETJU.....</b>	<b>13</b>
<b>KUVIO 4. TOIMINTAVARMUUS .....</b>	<b>17</b>
<b>KUVIO 5. KUNNOSSAPIDETTÄVYYS.....</b>	<b>18</b>
<b>KUVIO 6. LAITE- JA TOIMINTAHIERARKKINEN PUUMALLI .....</b>	<b>36</b>
<b>KUVIO 7. LAITEHIERARKKINEN PUUMALLI.....</b>	<b>43</b>
<b>KUVIO 8. SINGON TOIMINTAHIERARKIA.....</b>	<b>44</b>
<b>KUVIO 9. MAALAAMON TOIMINTAHIERARKIA .....</b>	<b>45</b>
<b>KUVIO 10. KULJETIN-, PUMPPU- JA PESUKONETOIMINTAHIERARKIA .....</b>	<b>46</b>
<b>KUVIO 11. VVKA TAULUKON YLEISNÄKYMÄ.....</b>	<b>47</b>

## **LYHENTEET JAMERKINNÄT**

<b>FMEA</b>	Failure Mode and Effects Analysis. Vika- ja vaikutusanalyysi.
<b>KNL</b>	Tuotannon kokonaistehokkuus.

<b>LTA</b>	Logic Tree Analysis. Looginen päätöskaavio.
<b>RCM</b>	Reliability Centered Maintenance. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.
<b>RPN</b>	Risk Priority Number. Riskiluku.
<b>Six Sigma</b>	Ajattelutapa ja laatutyökalu.
<b>SRCM</b>	Streamlined RCM. Virtaviivaistettu RCM
<b>TPM</b>	Total Productive Maintenance. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.
<b>VVKA</b>	Vikavaikutus- ja kriittisyysanalyysi.

## 1 JOHDANTO

Oy Kontino Ab on Vantaalainen vuonna 1928 perustettu pitkät perinteet omaava teräksen myyntiin ja käsittelyyn erikoistunut yritys. Yritys elää koko ajan jatkuvassa murroksessa, jossa pitää pystyä kehittymään ja parantamaan toimintaa ja toimintamalleja jatkuvasti, että pystyy säilyttämään asemansa markkinoilla. Kontinolla ollaan isojen haasteiden edessä esimerkiksi jo osaksi vanhentuneiden tuotantolaitteiden kanssa, joiden kunnossapitokustannukset vain kasvavat. Kunnossapito itsessään on elänyt pitkän ja kirjavan kaaren Kontinolla ja se nykyään on ulkoistettu Algol Oy:lle, joka vastaa kunnossapidosta.

Opinnäytteessäni lähdimme etsimään vastauksia kysymyksiin, jotka koskivat vanhojen, mutta strategisesti tärkeiden laitteiden kunnossapitoa sekä myös tulevaisuutta ajatellen suunniteltaessa uusien laitekokonaisuuksien huolto-ohjelmia. Vastauksia etsiessämme päädyimme käyttämään RCM periaatteiden mukaista menetelmää.

Lähtökohtana on se, että kukaan ei ollut kuullut RCM:stä mitään, jonka pohjalta opinnäytteen keskeisimpiä tavoitteita on tehdä RCM tutuksi Kontinolla. Tavoitteena on käydä RCM prosessi teorian tasolla läpi sekä toteuttaa käytännössä valitulle kohteelle virtaviivaistettu RCM – metodiikan pilotti. On myös tarkoitus pohtia menetelmän sopivuutta Kontinolle.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä työ on tehty yhteistyössä Oy Kontino Ab:n tuotannon- sekä tuotannon suunnittelun vastaavien henkilöiden kanssa. Teoria taustaa työlle on etsitty alan kirjallisuudesta kunnossapidon ja RCM:n osa-alueilta. Käytännönsuuden tietopohjana käytetään Algol Oy:n keräämää vikatietohistoriaa Kontinon tuotantolaitteista. Käytännönsuus toteutetaan RCM menetelmää mukailien virtaviivaistettuna RCM – metodiikan pilottina.



### 3 Oy Kontino Ab

Oy Kontino Ab on teräksen myyntiin ja käsittelyyn erikoistunut yritys, joka on perustettu vuonna 1928. Yritys työllistää keskimäärin noin 127 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2010 oli 74,6 miljoonaa euroa. Kontinolla on varastoja kahdella paikkakunnalla Vantaalla ja Tampereella, joissa on laaja valikoima sekä koti- että ulkomaisten terästehtaiden tuotteita. Kuviossa 1 on ilmakuva Vantaan yksiköstä.

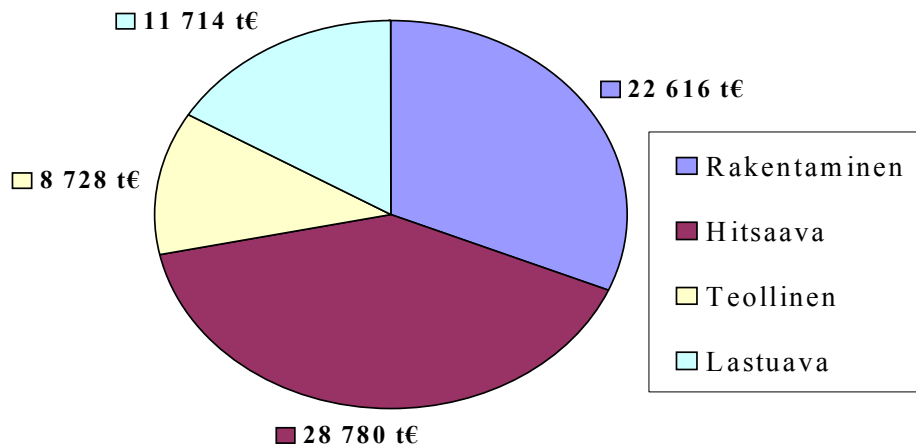


Kuvio 1. Vantaan Hakkilan yksikkö

Markkina-alueena on koko Suomi ja seitsemän myyntikonttoria sijaitsevat Vantaalla, Turussa, Kouvolassa, Tampereella, Jyväskylässä, Seinäjoella ja Oulussa. Oy Kontino Ab:n toiminta on jaettu neljään eri toimialaan, jotka ovat:

- Rakentaminen
- Hitsaava kone- ja laiterakennus
- Teollinen sarjatuotanto
- Lastuava kone- ja laiterakennus. (Oy Kontino Ab n.d. .)

Kuviossa 2 on esitetty vuoden 2010 liikevaihdon jakautuminen toimialojen kesken.



Kuvio 2. Liikevaihto toimialoittain vuonna 2010

### 3.1 Tuotteet ja tuotantopalvelut

Tuotteista löytyy kaikki yleisimmät varastoteräslaadut ja myös erikoislaatuja on mahdollista Kontinon kautta saada, mutta varastovalikoima on erittäin laaja. Oy Kontio Ab:n tuotteita ovat:

- palkit
- putket
- levyt
- kanget. (Oy Kontino Ab n.d. .)

Suoran varastomyynnin ohella Kontino tarjoaa laajan valikoiman erilaisia esikäsittelypalveluita. Esikäsittelyn ja tuotantopalvelujen osuus toiminnasta on

merkittävästi kasvanut ja luo suuntaa tulevaisuudelle. Laaja tuotantopalvelujen tarjonta mahdollistaa asiakkaille valmiimpien tuotteiden toimittamisen, jonka ansiosta esikäsitelty tuote voidaan käyttää sellaisenaan asiakasyrityksen tuotannossa.

Tuotantopalveluita ovat:

- terminen leikkaus
- särmäys
- poraus
- viisteytys
- sahaus
- sinkopuhdistus ja maalaus
- ohutlevyjen raina- ja arkkileikkaus
- muut palvelut. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### 3.1.1 Terminen leikkaus

Termistä leikkausta Oy Kontino Ab:llä suoritetaan happikaasuleikkauksena että nykyaikaisilla plasmakoneilla. Osalla koneista on myös mahdollista viisteyttää levytuotteita. Leikkausvahvuudet tuotannossa yltyvät aina 400mm asti. Leikkaushalli sijaitsee Vantaan varaston yhteydessä. (Varastoluettelo 2010, 59.)

Termisistä leikkausmenetelmistä yleisimmin käytetty on kaasuleikkaus, joka soveltuu parhaiten paksujen 10mm – 300mm levyjen leikkaamiseen. Tässä leikkausmenetelmässä leikkauksen aloituskohta kuumennetaan kaasuliekin avulla syttymislämpötilaan, jonka jälkeen lisätään leikkaushappi, joka muodostaa happisuihkun, joka suorittaa varsinaisen polttoleikkauksen ja puhaltaa palamisjäänteet pois leikkausurasta. Kontinolla on käytössä kolme erilaista kaasuleikkauskonetta, joiden suurin leikkausala on kaasuleikkauksessa 5,8m x 18m. (Varastoluettelo 2010, 59.)

Plasmaleikkausmenetelmä sopii parhaiten 3mm – 30mm paksujen levyjen leikkaamiseen. Plasmaleikkauksessa käytetään korkeaan lämpötilaan kuumennettua sähköä johtavaa kaasua, jonka tehtävänä on sulattaa perusaine ja sen kuljettaminen pois leikkausrailosta. Jotta pystytään tuottamaan plasmaa tarvitaan kaasua, joka

ionisoituu suuttimessa. Kontinolla on kaksi plasmaleikkauskonetta, joista hienosädeplasma soveltuu enintään 16mm levyille ja suurtehoplasma, joka soveltuu enintään 30mm paksujen levyjen leikkaukseen. Suurtehoplasman suutin on kääntyvä joten se mahdollistaa kappaleiden viisteytyksen jo polttovaiheessa. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### **3.1.2 Särmäys**

Särmäystä suoritetaan Oy Kontino Ab:n omassa tuotannossa sekä käytössä on myös kattava yhteistyöverkon laitekanta. Tässä menetelmässä levyä taivutetaan särmäyskoneen avulla haluttuun muotoon. Kontinolla on 4200mm leveä ja puristusvoimaltaan 400t oleva särmäyskone. Koneella pystytään tekemään 90 asteen taivutuksen täydellä leveydellä 12mm:een S355 – lujuusluokan levyyn. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### **3.1.3 Poraus**

Porauksia ja kierteytyksiä tarjotaan asiakastarpeiden mukaan. Yleisimmin porausta käytetään kuumavalssattujen levyjen polttoleikkeille. Porausta ja kierteytystä tehdään kun kappaleen reikien toleranssi ja sijainti on hyvin vaativa ja nämä työvaiheet tehdään säteis-, pylväs- tai magneettiporakoneilla. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### **3.1.4 Viisteytys**

Viisteitä tarjotaan asiakkaiden tarpeiden mukaan polttoleikkaamalla sekä automaattisilla polttoleikkauskoneilla sekä ryömijöillä (Varastoluettelo 2010, 59).

### 3.1.5 Sahaus

Katkaisupalvelu tarjotaan kaikille varastotuotteille. Laitekanta koostuu ohutseinäputkisahoista aina automaattiseen korkeavarastoon integroituihin sahoihin. Varastossa on kolmen kategorian sahoja pyörö-, vanne- ja ohutseinämäputkisaha. Sahoilla on myös kulmaansahausmahdollisuus. Sahausilla tarjotaan asiakkaalle mahdollisuus tilata valmiiksi määrämittaan sahattuja kappaleita. Pyörösahoja on kaksi kappaletta ja niillä sahataan pääasiassa palkkiteräksiä. Kummatkin sahat ovat pystyjohteisia jolloin terän syöttö tapahtuu ylhäältä alaspäin. Vannesahoja on kaksi kappaletta, jotka sopivat hyvin putki-, palkki- ja profiiliteräksien sahaamiseen. Näillä sahoilla on käytössä automaattiset materiaalinsyöttölaitteistot, jotka nopeuttavat sahaamista. Lisäksi tietokoneohjatuilla sahoilla voidaan terän kulmaa vaihdella 30 – 90 asteen välillä. Ohutseinäputkisahoja on myöskin kaksi kappaletta, jotka ovat tarkoitettu suurtuotantoon, joiden sahauskapasiteetti on noin 600 – 800 kappaletta tunnissa. Putkien halkaisijat näille sahoille liikkuu välillä 10mm – 108mm. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### 3.1.6 Sinkopuhdistus ja maalaus

Oy Kontino Ab:llä on käytössä kaksi sinkolinjaa. Linjoilla tehdään asiakastarpeiden mukaista sinkousta ja maalausta. Maalaus on jaettu kolmeen eri vaihtoehtoon, jotka ovat:

- vesiohenteinen konepohjamaali
- konepohjamaali
- sinkkisilikaatti. (Varastoluettelo 2010, 59.)

Raepuhalluksessa eli sinkouksessa tuotteet puhdistetaan ruosteesta, valssihilseestä ja muista epäpuhtauksista (Varastoluettelo 2010, 59).

### 3.1.7 Ohutlevyjien raina- ja arkkileikkaus

Kontinon tuotannosta löytyy linja raina- ja arkkileikkaukseen. Ohutlevylinjan tuotteet ostetaan keloissa, joiden paino on enintään 10 000 kg. Kelat kelataan auki ja leikataan pienempiin keloihin tai arkeiksi. Paksuusalue ohutlevylinjalla on 0,45mm – 2.00mm. (Varastoluettelo 2010, 59.)

### 3.1.8 Muut palvelut

Oy Kontino Ab tarjoaa laajan kirjon myös muitakin palveluita tuotteille kattavan alihankintaverkoston ansiosta. Muita alihankintapalveluita on:

- kuumasinkitys
- pintamaalaus
- mekaaninen leikkaus
- laserleikkaus
- vesileikkaus
- hitsaus
- taivutus
- sorvaus. (Varastoluettelo 2010, 59.)

Tavoitteenahan on tarjota asiakkaalle mahdollisimman valmistuote, joten esikäsittelyn osuus tuotannosta korostuu entisestään.

### 3.2 Oy Kontino Ab:n tuotantojärjestelmä

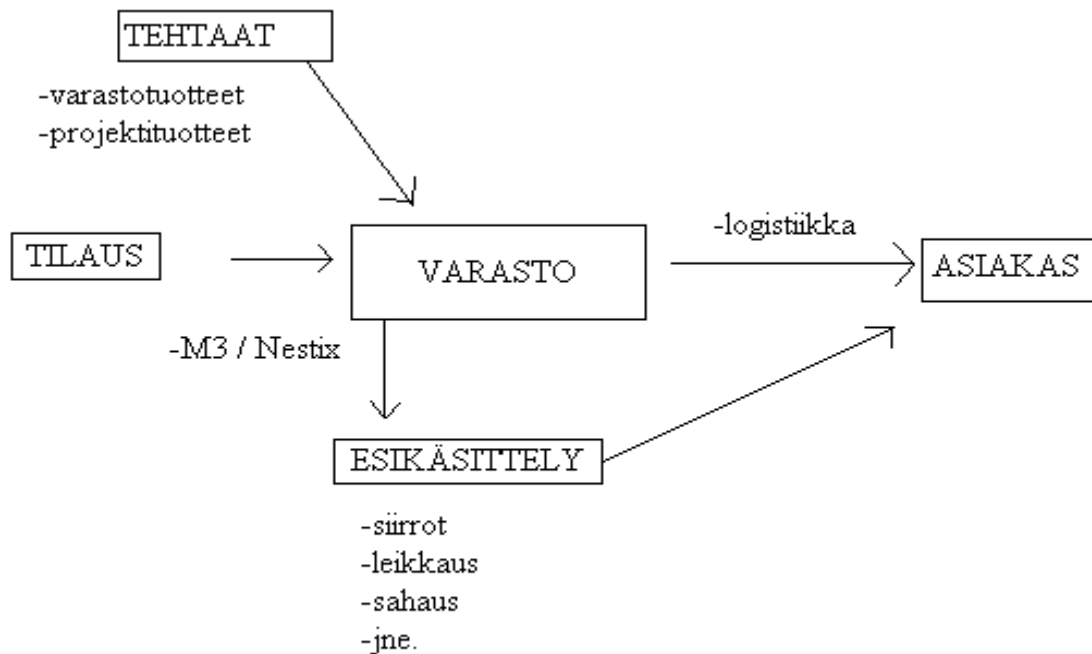
Oy Kontino Ab:n tuotantojärjestelmä rakentuu varastotoimintojen ympärille, terästukkurin ominaisuudessa varasto on kaiken toiminnan pohja. Kuitenkin, jotta pystytään toimimaan kilpailukykyisesti ja kehittymään täytyy varastotoimintojen ympärille rakentaa muita palveluita ja kehittää toimintaa siihen suuntaan, että saadaan toimitettua asiakkaille mahdollisimman pitkälle jatkojalostettuja tuotteita.

Varastotoiminta perustuu tiettyihin varastotuotteisiin, jotka kattavat kaikki yleisimmät suomessa käytetyt teräslaadut, joita Kontinolla on käytännössä aina saatavilla. Vuosien kokemuksen perusteella on voitu tehdä vuosimenekki arviot tuotteille, jolloin varastotasoja pystytään optimoimaan järkevästi. Kontinolla on myös sopimusasiakkaita, joiden vuositarpeet on tarkkaan tiedossa. Näiden lisäksi Kontino tarjoaa myös projektikohtaisia tuotteita, jotka tilataan tapauskohtaisesti tehtailta ja tarvittaessa jatkojalostetaan Kontinon omassa tuotannossa. Kaikki tämä toiminta antaa laajan näkemyksen ja kokemuksen teräksen käsittelystä ja sitä kautta tarjoaa asiakkaille erittäin kattavan tarjonnan eri tuotteita ja palveluja. (Kangasniemi, V 2011.)

Toimintoja Kontinolla ohjataan toiminnanohjausjärjestelmillä ja niitä on käytössä kaksi erilaista. Toinen näistä on toiminnanohjausjärjestelmä M3, joka on erityisesti suunniteltu yrityksille, jotka toimivat tukkukaupassa ja tuottavat tuotteita. M3:lla ohjataan varastoa, tilauksia ja taloushallintaa. Toinen toiminnanohjausjärjestelmä on Nestix, joka soveltuu erinomaisesti osatuotannon tarpeisiin ja hitsattujen rakenteiden valmistukseen. Järjestelmä mahdollistaa myös toiminnot työnsuunnitteluun ja kappaleiden sijoitteluun. Kontinolla Nestixiä käytetään työnsuunnittelussa sekä esikäsittelyn toimintojen ohjaamiseen. Koska Nestix on geometriapohjainen järjestelmä, jossa on mukana kaikki materiaalia rikkovat tuotantotekniikat leikkaus, sahaus, kelamateriaalin käsittely sekä toiminnot hitsattujen rakenteiden tuottamiseen on se omiaan auttamaan Kontinon tapaisen yrityksen tuotantoa ja työnsuunnittelua. Erityisesti Nestix Cutting ohjelmisto, joka mahdollistaa sijoittelu- ja NC – ohjelmointitoiminnot, jolloin pystytään maksimoimaan materiaalisäästöt ja varmistaa leikkauskoneiden tehokkaan käytön. Materiaalin tehokkaan käytön takaa myös se, että

järjestelmään voidaan reaaliaikaisesti tallentaa kaikki jättöpalat mitä eri työvaiheista jää jolloin tämä toimii palavarastona ohessa M3:n varastotietojen kanssa. (Nestix n.d.; Lawson M3 n.d. .)

Kaikki nämä toiminnot, jotka on varastotoiminnan ympärille rakennettu tähtäävät siihen, että saadaan toimitettua asiakkaalle mahdollisimman pitkälle jalostettuja tuotteita mahdollisimman nopeasti. Kuviossa 3 on yksinkertaistettu Oy Kontino Ab:n toimitusketjua, joka tapahtuu tilauksesta siihen, että tuotteet on asiakkaalla.



Kuvio 3. Oy Kontino Ab:n toimitusketju.

## 4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnan huolehtimista siten, että voidaan taata edullisimmat olosuhteet tuotannolle nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Jotta edellä mainittuun päästään täytyy pystyä



oikeanlaiseen kunnonvalvontaan, huoltotoimiin, korjauksiin ja ymmärtämään erilaisia koneita ja laitteita. (Aalto 1994, 13.)

Kunnossapito ei pelkästään ole vikojen korjausta vaan kunnossapito käsitteenä tulee nykyään ymmärtää laajemmin jolloin puhutaan käyttöomaisuuden tuottokyvyn ylläpitämisestä ja säilyttämisestä (Aalto 1994, 13).

*Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon (SFS-EN 13306, 2001).*

## 4.1 Historia ja kehitys

Kunnossapitotoiminta juontaa juurensa niin pitkälle kun ihminen on rakentanut ja käyttänyt koneita. Varhaiset kunnossapitotoimet olivat lähinnä varmistamista, vian jälkeistä korjaamista ja jonkin asteista huoltoa. Kunnossapito on historiansa aikana kokenut valtavia muutoksia ja kun tätä historiaa katsoo taaksepäin voidaan kunnossapidosta erottaa neljä eri sukupolvea. (Kunnossapito 2006, 15.)

Ensimmäisen sukupolven kunnossapidossa oli luonteenomaista se, että laitteet olivat yksinkertaisia ja niiden korjaaminen oli verrattain helppoa. Koneita pystyttiin helposti pitämään seisokissa korjauksen ajan ja koneiden tekemisessä ja hankinnassa ne yleensä ylimitoitettiin kestämaan enemmän. Vikaantumismekanismina oli ajasta johtuneet rikkoutumiset. Alkeellista ennakoivaa kunnossapitoa harjoitettiin myös ja se oli pääasiassa puhdistamista ja voiteluhuoltoa. Kuvaavaa ajalle oli myös se, että kunnossapito ei vaatinut korkeaa osaamistasoa. (Kunnossapito 2006, 15-16.)

Toisen sukupolven kunnossapito katsotaan alkaneeksi toisen maailmansodan aikaan jolloin suuri osa sen aikaisten koneiden käyttäjistä joutui rintamalle ja käyttäjiksi koneille jouduttiin ottamaan kotirintamalaisia. Kuitenkin teollisuuden paineet tuottaa tuotteita sotaa varten olivat suuret ja tämä pakotti tekemään muutoksia tuotannossa. Tähän muutokseen vastattiin lisäämällä koneiden automaatiota ja tämä johti ongelmiin tuotteiden laadussa jolloin aloitettiin kehittämään hankkeita millä pystyttäisiin takamaan tuotteiden tasalaatuisuus työvoiman määrästä ja laadusta huolimatta.

Monimutkaisemmat koneet toivat uudenlaisen ajasta riippuvan vikaantumismekanismiin jossa esiintyi lapsen tauteja eli vikaantumisia tuli laitteen eliniän alussa paljon. Monimutkaisuus koneissa ja tuotantoketjuissa lisäsi huomattavasti tarvetta kunnossapidolle ja sen hallittavuudelle. Tämä kaikki johti ehkäisevän kunnossapidon syntyyn, jonka mukana kustannusten kasvaessa tuli kunnossapidon suunnittelu ja johtaminen, jonka tarkoituksena oli saada kustannukset alas ja koneiden käyttövarmuus ylös. (Kunnossapito 2006, 16.)

Kolmannen sukupolven kunnossapito alkaa 1970-luvulla, jolloin tuotantokoneiden automaatio kasvoi huomattavasti ja liiketoiminnat tulivat enemmän ja enemmän riippuvaiseksi koneista. Alun tälle muutokselle antoi amerikkalaisten avaruusprojektit ja innovaatiot teollisuudessa. Kilpailuasetelma muuttui myös maailmanlaajuiseksi jolloin paineet toiminnan tehostamiselle muuttuivat oleellisesti. Maailmankaupan vapauduttua tultiin tilanteeseen, jossa paikallisuudella ei ollut enää niin suurta merkitystä vaan kilpailuvaltteina olivat laatu, osaaminen, toimitusvarmuus ja hinta. Edellä mainittuihin kilpailuvaltteihin pystyttiin oleellisesti vaikuttamaan hallitsemalla koneiden käytettävyyttä, luotettavuutta sekä lopputuotteiden laatua. Uudet teknologiat toivat mukanaan myös uusia vikaantumismekanismeja, jotka eivät olleet riippuvaisia ajasta tai käytön määrästä. (Kunnossapito 2006, 16-17.)

Neljäs sukupolvi käynnistyi 1990-luvulla jolloin koneiden automaatiot ja valmistusprosessien integraatiot olivat jo niin pitkälle vietyjä ja kalliita, että puutekustannukset nousivat suurelta osin isommiksi kuin kunnossapito ja korjauskustannukset. Kunnossapitäjien osaamisvaatimukset muuttuivat koneiden kehityksen mukana entistä vaativimmiksi esimerkiksi monimutkaisten automaatioiden ja ohjelmistojen yleistymisen myötä. Tästä johtuen myös kunnossapitäjien ammattiosaamisvaatimukset nousivat uudelle vaatimustasolle. (Kunnossapito 2006, 18.)

## 4.2 Vaikutus yrityksen toimintaan

Kunnossapito on yritykselle yksi suurimmista kustannuseristä, jonka vuoksi on elintärkeää, että kunnossapidon toiminnat ja resurssit ovat tarkoituksen mukaisesti

johdettuja ja hallittuja. Kunnossapito ei suoraan vaikuta yrityksen tulokseen vaan vaikutus on välillinen ja tämän vaikutuksen arvioimiseen tarvitaan valtavaa kokemusta ja tietotaitoa. Ilman tätä ymmärrystä käy helposti niin, että kunnossapidon vaikutukset tulokseen menevät jonkun muun osaston kunniaksi, siksi kunnossapitoon pitää laatia kunnolliset toimintasuunnitelmat ja budjetit, joita seurataan myös yrityksen tuloksen suhteen. (Kunnossapito 2006, 21.)

### 4.3 Termejä

Tässä osiossa esitellään kunnossapidon keskeisiä termejä ja käsitteitä sekä käsitellään sitä mitä ne tarkoittavat. On tärkeää kunnossapidon kokonaiskuvan kannalta ymmärtää siihen liittyvät käsitteet ja termit. Termit ja käsitteet, jotka käydään läpi ovat seuraavat:

- vikaantuminen
- kunnossapito ja tuotanto
- käyttövarmuus
- tuotannon kokonaistehokkuus.

#### 4.3.1 Vikaantuminen

Vikaantuminen on tapahtuma, jonka johdosta kone tai laite ei pysty suorittamaan siltä vaadittua toimintoa ja tämä tarkoittaa sitä, että joko koko toimintoa ei pystytä tekemään tai sitten se tehdään määrällisesti ja laadullisesti väärin. Tähän ei lasketa tapauksia, jotka ovat ennalta suunniteltuja pysäytyksiä esimerkiksi ehkäisevää kunnossapitoa. (Kunnossapito 2006, 30.)

#### 4.3.2 Kunnossapito ja tuotanto

Toteutunut tuotanto on hyvä mittari mitattaessa kunnossapidon tehokkuutta.

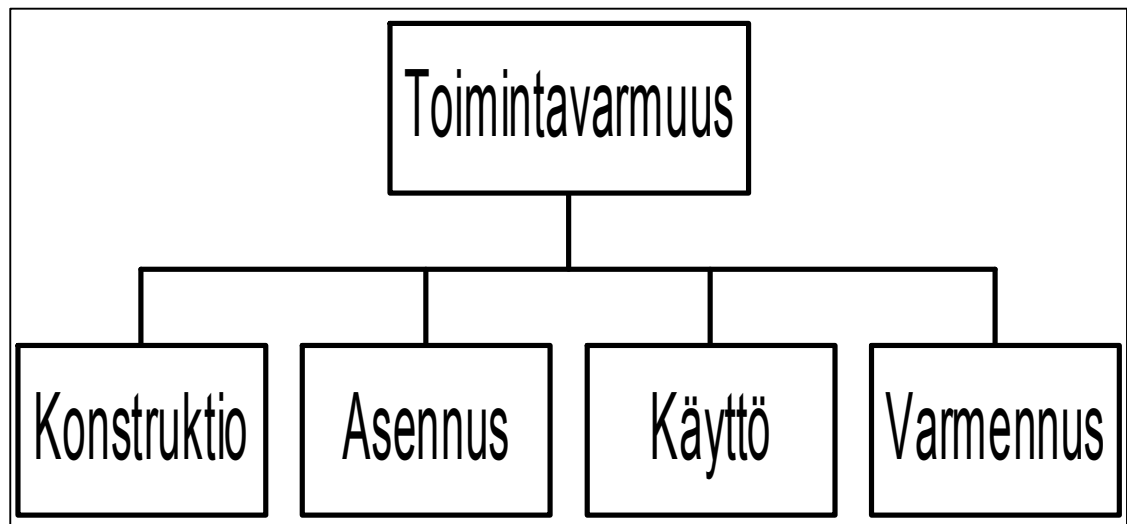
Toteutunut tuotanto eli koneen suorituskykyyn vaikuttavat sen tekninen suorituskyky, käyttövarmuus ja käytön tehokkuus. (Kunnossapito 2006, 31.)

### 4.3.3 Käyttövarmuus

*Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla (PSK Standarsointi, 2003).*

Käyttövarmuuteen vaikuttavat toimintavarmuus, kunnossapidettävyys ja kunnossapitovarmuus (Kunnossapito 2006, 32).

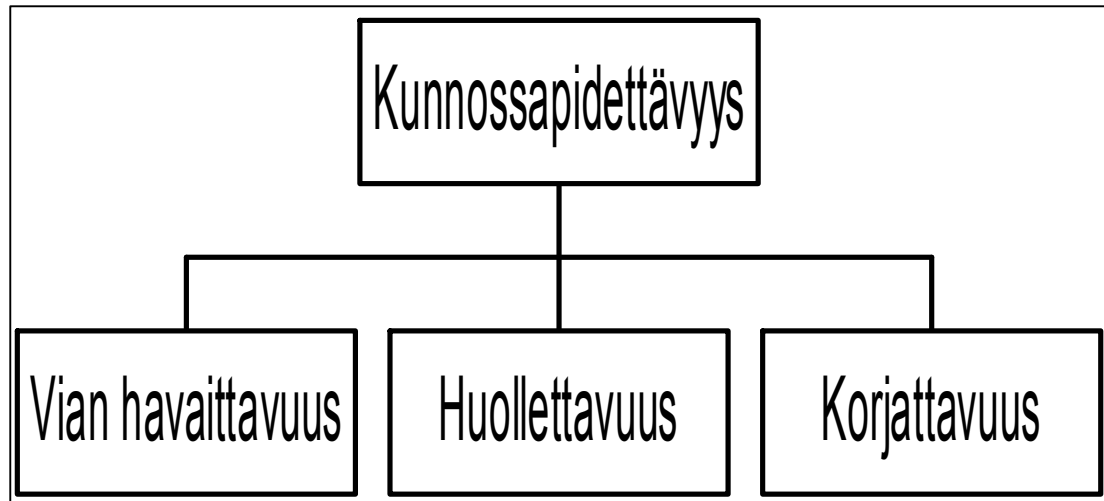
Toimintavarmuus tarkoittaa sitä, että mikä on kohteen kyky suorittaa sille tarkoitetut toiminnot vaaditun ajanjakson aikana. Toimintavarmuuteen vaikuttavat konstruktio, asennus, käyttö sekä varmennus. Kuviossa 4 on havainnollistettu toimintavarmuuden tekijöitä.



Kuvio 4. Toimintavarmuus

Konstruktio sisältää koneen tai laitteen suunnitteluun liittyvät asiat kuten materiaalit sekä suunnitteluperiaatteet. Asennukseen liittyy laitteen tai koneen käyttöönotto ja luovuttaminen jolloin täytyy kouluttaa tekijät ja olla valmiina kunnossapitosuunnitelma. Käyttöön sisältyy luonnollisesti itse käyttäminen, mutta myös käyttäjien motivaatio ja koulutus. Varmennus tarkoittaa laitteen tai koneen saatavuutta ja sen valintatapaa. (Kunnossapito 2006, 32.)

Kunnossapidettävyys muodostuu kohteen vikojen havaittavuudesta, huollettavuudesta sekä korjattavuudesta. Kuviossa 5 on havainnollistettu mistä kunnossapidettävyys muodostuu. (Kunnossapito 2006, 33.)



Kuvio 5. Kunnossapidettävyys

Vian havaittavuudella tarkoitetaan sitä, että minkälainen on vian osoittamismahdollisuus ennen kuin se tapahtuu. Huollettavuudella tarkoitetaan laitteen tai koneen ominaisuuksia huollon kannalta kuten esimerkiksi luoksepäästävyys ja reititettävyyttä. Korjattavuudella tarkoitetaan laitteen ominaisuuksia korjauksien kannalta esimerkiksi standardityökalujen käyttö. Korjattavuuteen liittyy myös varaosien sekä dokumentaatioiden saatavuus. (Kunnossapito 2006, 33.)

Kunnossapitovarmuus pitää sisällään kunnossapidon hallinnollisen puolen ja sen minkälaiset rutiinit kunnossapidolle on muodostuneet sekä myös sen, että minkälaiset resurssit kunnossapitäjillä on tehdä työtään eli materiaalit varusteet jne.

Kunnossapitovarmuuden osatekijät ovat:

- hallinto
- rutiinit, systeemit
- dokumentaatiot
- korjausvarusteet
- varaosat, materiaalit
- kunnossapitäjät. (Kunnossapito 2006, 33-34.)

Hallinnolla tarkoitetaan organisaatiota ja sen avainhenkilöitä. Rutiinit ja systeemit pitävät sisällään kunnossapidon talontavat. Dokumentaatiot tarkoittaa piirustuksia, ohjeita ja vikatietohistoriaa. Korjausvarusteet ovat nimensä mukaisesti vakiotyökaluja ja erikoistyökaluja. Varaosat ja materiaalit ovat olennainen osa kunnossapitovarmuutta ja niiden sijainti ja saatavuus on tärkeää. Kunnossapitäjien ammattitaito ja osaaminen on suuri tekijä kunnossapitovarmuudessa sekä myös se, että missä osaavat kunnossapitäjät ovat ja kuinka hyvin heidät tavoittaa. (Kunnossapito 2006, 34.)

#### 4.3.4 Tuotannon kokonaistehokkuus

Kokonaistehokkuus muodostuu seuraavien kolmen tekijän tulosta, jotka ovat: käytettävyys, toiminta-aste ja laatukerroin. KNL muodostuu seuraavalla tavalla:

- K = käytettävyys
- N = toiminta-aste
- L = laatukerroin. (Kunnossapito 2006, 35.)

Käytettävyys on kohteen kykyä suorittaa sille vaadittu toiminto tietyissä olosuhteissa sille vaaditun ajan puitteissa tietyllä ajan hetkellä. Käytettävyydessä oletetaan, että laitteen vaaditut ulkoiset resurssit ovat kohdallaan. (Kunnossapito 2006, 35-36.)

#### 4.4 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajeilla jaetaan kunnossapito eri osa-alueisiin ja eri tavalla toteutettaviin toimintoihin. Näitä lajeja on laidasta laitaan ja ne kattavat kaikki kunnossapidolliset toimet.

**Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa sitä, että kohteelle tehdään määräajoin tai tiettyjen kriteereiden täytyessä kunnossapitotoimia. Tässä toimintamallissa on tavoitteena vähentää toimintakyvyn heikkenemistä sekä hajoamisen mahdollisuutta.

(Kunnossapito 2006, 46-47.)

**Jaksotettu kunnossapito**

Kunnossapito perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään, on myöskin ehkäisevää kunnossapitoa (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Jaksotettu kunnostaminen**

Jaksotetussa kunnostamisessa koneen sen hetkinen kunto ei vaikuta huoltotoimenpiteisiin vaan se perustuu aikajaksoihin (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Kuntoon perustuva kunnossapito**

Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa seurataan kohteen kuntoa ja toimitaan havaittujen poikkeamien mukaan. Korjauksia tehdään aikatauluissa ja tarpeen mukaan. (Kunnossapito 2006, 46-47.)

**Ennakoiva kunnossapito**

Ennakoiva kunnossapito perustuu kohteen tekijöihin, jotka alentavat sen suorituskykyä. Näitä tekijöitä analysoidaan ja tarkkaillaan, jonka pohjalta tekijöitä poistetaan, jotta suorituskyky pysyy tasaisena (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Korjaava kunnossapito**

On nimensä mukaisesti korjaavaa eli kunnossapito toiminnot suoritetaan vikaantumisen jälkeen, jotta kohde saadaan jälleen toimintakykyiseksi (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Etäkunnossapito**

Etäkunnossapitoa voidaan suorittaa siten, että kunnossapito henkilökunnan ei tarvitse olla tekemisissä kohteen kanssa (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Siirretty kunnossapito**

Kuuluu korjaavaan kunnossapitoon, joka suoritetaan viivästetysti vikaantumisen tapahtumisen jälkeen (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Välitön kunnossapito**

Välittömästi vian havaitsemisen jälkeen suoritettava toiminto, jotta vältytään vakavimmilta haitoilta (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Käynninaikainen kunnossapito**

Kohteen huoltoa sen ollessa käynnissä (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Lähikunnossapito**

Paikanpäälle tehtävä kunnossapito (Kunnossapito 2006, 46-47).

**Käyttäjän suorittama kunnossapito**

Nimensä mukaisesti kohteen käyttäjän tekemää kunnossapitoa (Kunnossapito 2006, 46-47).

**4.5 Taustaa vioille**

Kaikki laitteet on suunniteltu kestävämmän niille tarkoitettua käyttöä ja mikäli käyttö on oikeanlaista ja tarkoituksen mukaista rikkoutumisia ei tapahdu. Vikoja kuitenkin syntyy aina ja nämä viat eivät tule tyhjästä vaan niillä on aina joku syy mistä ne



johtuvat. Vikaantumiset eivät yleensä johdu yhdestä syystä vaan vian takana on pitkä ketju eri tapahtumia, jotka johtavat isompaan ongelmaan. Kunnossapidossa halutaan päästä kiinni tähän tapahtumien sarjaan ja sitä kautta ehkäistä vikaantumisia ja mikäli tähän tapahtumasarjaan päästään alkutekijöissä vaikuttamaan niin vaurioitumisen riskiä voidaan vähentää huomattavasti. Kaikki tämä vähentää myös kunnossapidon määrää, koska laitteet pysyvät kauemmin toimintakuntoisina olettaen, että koneen käyttäjä ja kunnossapitäjä ovat ammattitaitoisia, vikojen määrä kertookin yleensä tämän. Nykypäivän kunnossapidolle ominainen laadun mittari on kunnossapidon vähentäminen, mikä kertoo onnistuneesta vikaantumisten estosta. (Kunnossapito 2006, 48-49.)

Tiettyä vikaantumista myös sallitaan kuten kulumista ja tällöin kohteelle on mitoitettu tietty elinaika jonka sen tulee kestää ja elinajan loppupäässä kulumista ja vikaantumista tuleekin olla. Mikäli tämänkaltaisessa suunnittelussa kohteen elinajan loputtua se on kuin uusi kertoo se siitä, että se on suunnittelussa ylimitoitettu. (Kunnossapito 2006, 49.)

Yleisimmin vikaantuminen liitetään aikaan jolloin laitteessa alkuun esiintyy lapsentauteja, jotka vähänajan kuluttua häviävät ja toiminta tasaantuu, jonka jälkeen lopussa laite hajoaa (Kunnossapito 2006, 52).

#### 4.5.1 Vikaantumisen syyt

Yleisesti ottaen on aina luultu, että vikaantuminen johtuu laitteen suunnittelusta tai virheellisistä tekniikoista. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa ja vikaantumisille on löydettävissä viisi eri pääsyytä, jotka ovat:

- laitteita käytetään väärin
- käyttäjän ja kunnossapitäjän tieto taito
- ikääntyvän laitteen toimintakyvyn heikkenemistä ei havaita, korjata tai se vain hyväksytään
- epäsuotuisat käyttöolosuhteet

- todellista käyttöä ei ole tarpeeksi huomioitu laitetta suunniteltaessa. (Kunnossapito 2006, 55.)

#### 4.5.2 Vikojen tyypit

Laitteiden ja koneiden vikaantumisia aiheuttavat viat voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat vakavat ja lievät viat. Lievät viat eivät vaikuta kohteen keskeisiin toimintoihin kun taas vakavat vaikuttavat. (Kunnossapito 2006, 55.)

On myös muita vikaantumistyyppisiä, joiden syntymekanismi vaihtelee. Näitä vikaantumistyyppisiä ovat:

- äkkivikaantuminen
- kriittinen vika
- lievä vika
- piilevä vika
- käyttövirhe
- vähittäisvikaantuminen. (Kunnossapito 2006, 56.)

On myös oirehtivia vikoja, jotka voivat olla erittäin vaikeita poistaa, koska niiden alkuperää on vaikea paikallistaa ja ne yleisimmin johtuvat kohteen rakenteesta ja käytöstä. (Kunnossapito 2006, 57).

#### 4.6 Kunnossapitotoimintamalleja

Kunnossapitostrategian luomisessa sovelletaan usein toimintamalleja joiden mukaan valittua strategiaa lähdetään toteuttamaan. 1990-luvun loppupuolella ja 2000-luvun alku ovat tuoneet kunnossapidon murrokseen monia erilaisia toimintamalleja ja näistä merkittävimpiä ovat olleet:

- Laatujohtannaiset strategiat
- TPM, Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
- RCM, Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
- SRCM, Streamlined RCM, virtaviivaistettu RCM
- Asset Management, käyttöomaisuuden hallinta
- Six Sigma. (Kunnossapito 2006, 77.)

Nämä edellä mainitut kunnossapitotoimintamallit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat ne toimintamallit, jotka keskittyvät työtehtävien tekemiseen oikein kerralla ja tähän kuuluvat laatujohtannaiset strategiat ja Six Sigma. (Kunnossapito 2006, 77.)

TPM valtaa toisen kategorian, jonka perusideana on yhteistyö yrityksen osastojen välillä ja koneen käyttäjän oma huolehtiminen koneestaan (Kunnossapito 2006, 77).

Viimeinen ja kolmas kategoria on ryhmä, joka tähtää tehokkaiden kunnossapitostrategioiden käyttöön, tähän kuuluvat RCM, SRCM ja Asset Management (Kunnossapito 2006, 77).

## 5 RCM

### 5.1 Taustat

Kunnossapito on historiansa aikana kokenut suuria muutoksia, jotta se on pystynyt vastaamaan uusien teknologia mullistusten tarpeisiin. Perinteinen ehkäisevä kunnossapito ja sen suunnittelu on ollut ongelmallista, koska tehokkaita työkaluja ei ole ollut. Näissä tilanteissa kunnossapidon suunnittelu on jouduttu pohjaamaan omiin

kokemuksiin sekä valmistajien ohjeisiin. Tämä kaikki johtaa siihen, että kunnossapitoa tehdään liikaa eikä sitä kohdisteta oikeisiin paikkoihin ja usein käykin niin, että kunnossapitoa eniten kaipaavat kohteet jäävät sitä vaille ja sitä kaipaamattomat saavat sitä merkittävästi liikaa. Englantilaisen John Moubrayn mukaan edellä puhutusta suunnitellusta ja ehkäisevästä kunnossapidosta jopa 40% on turhaa. (Kunnossapito 2006, 123.)

## 5.2 Historia

RCM juontaa juurensa 1950-luvun Yhdysvaltojen ilmailuvirastoon, jossa työryhmä kehitti lentokoneiden ennakoivan kunnossapidon huolto-ohjelmaa. Heidän suunnittelemansa huolto-ohjelma perustui ajatukseen, että vikaantuminen on ajasta riippuva tapahtumaketju, mutta tämä ajattelumalli ei johtanut toivottuihin tuloksiin vaan huomattiin, että ennakoivalla kunnossapidolla ei juurikaan ollut vaikutusta monimutkaisten laitteiden vikaantumiseen. Tämän johdosta työryhmä joutui tilanteeseen jossa vanhat tottumukset ja toimintamallit eivät toimineetkaan. He lähtivät hakemaan ratkaisua ongelmaan tutkimalla minkälaisia vikaantumismalleja koneissa ilmeni ja tuloksena he saivat kuusi erilaista vikaantumismekanismia, joista kolmella ei ollut lainkaan aika riippuvuutta. Tämän tiedon pohjalta he lähtivät kokonaan uudistamaan ehkäisevän kunnossapidon ohjeistusta. (Kunnossapito 2006, 124-125.)

Muutaman vuosikymmenen aikana kehitettiin yhteensä kolme eri kehitysversiota näistä ohjeistuksista MSG1 (Maintenance Steering Group), MSG2 ja MSG3, joka kattoi jo suurimman osan kaupallisista konemalleista. Vuonna 1974 United Airlines – lentoyhtiötä pyydettiin laatimaan raportti kaupallisten lentokoneiden huolto-ohjelmasta ja tämän pyynnön tuloksena tehtiin raportti, jonka nimeksi annettiin Reliability Centered Maintenance eli RCM. Lopullisesti RCM:n tutuksi teki englantilainen John Moubray, joka kehitti 1980-luvun alussa teollisuuden tarpeisiin sopivan ohjelman. (Kunnossapito 2006, 124-125.)

### 5.3 Päämäärät

RCM menetelmä pohjautuu siihen, että suunnitellaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito siten, että kunnossapito kohdistuu kohteessa juuri oikeisiin paikkoihin oikealla tavalla. RCM:n keskeisimmät päämäärät ovat:

- prosessien laitteiden priorisointi siten, että kunnossapito kohdistuu laitteisiin, jotka sitä eniten vaativat.
- Tehokkaille kunnossapitomenetelmille luodaan pohjaa selvittämällä kohteen vikaantumismekanismit
- Myös prosessin toimiessa olevat raja ja turvalaitteet otetaan mukaan.
- Prosessin laitteet, joille ei löydy sopivaa tehokasta ehkäisevää kunnossapito ratkaisua laaditaan valmiit ohjeet vikaantumisten varalle
- Laitteiden käyttäjien on opittava itsenäisesti seuraamaan keskeisten osien toimivuutta
- Toiminnalla, jossa kunnossapito kohdistetaan oikeisiin paikkoihin saavutetaan alemmat kunnossapidon kustannukset, luotettavammat koneet sekä tuottavuus paranee. (Kunnossapito 2006, 125.)

### 5.4 RCM Prosessi

RCM metodiikan mukaisesti läpi käyty prosessi on kurinalainen ja johdonmukainen. Jokaisella vaiheella on oma tarkoituksensa ja jokainen vaihe toteutetaan vaiheen sääntöjen vaatimalla tavalla. Prosessi on jaettu seitsemään eri vaiheeseen jotka ovat:

- vaihe 1. Kohteen valinta ja informaation kerääminen
- vaihe 2. Kohteen rajaus

- vaihe 3. Kohteen osien sekä toimintojen mallinnus
- vaihe 4. Kohteen toiminnot ja toiminnalliset häiriöt
- vaihe 5. Vika- ja vaikutusanalyysi
- vaihe 6. LTA looginen päätöskaavio
- vaihe 7. Tehtävien valinta. (Smith & Hinchcliffe 2004, 71.)

### **Kohteen valinta ja informaation kerääminen**

Kohteen valinnassa on tärkeää miettiä millä tasolla prosessia aiotaan toteuttaa, onko prosessin taso tehdas-, osakokonaisuus- vai komponenttitasolla. Kokemukset ovat osoittaneet, että prosessin soveltaminen on tuonut parhaat lopputulokset kun sitä on sovellettu osakokonaisuustasolla. Kohteen valinnassa on myös tärkeää se, että mitkä tai mikä esimerkiksi osakokonaisuus valitaan mukaan vai tehdäänkö RCM prosessi tehtaalla kaikille osakokonaisuuksille. Kaikkien osakokonaisuuksien valinta prosessiin ei ole kannattavaa vaan prosessiin kannattaa valita strategisesti tärkeät ja korvaamattomat kohteet. Informaatiota kerätään valitun kohteen dokumenteista kuten vika- ja laitehistoriadokumentit. Myös laitteiden manuaalit kerätään mukaan, jotta saadaan yksityiskohtaista tietoa siitä, että kuinka kohteen tulisi toimia. (Smith & Hinchcliffe 2004, 74-81.)

### **Kohteen rajaus**

Erillisiä tunnistettavia järjestelmiä ja kohteita yrityksistä saattaa löytyä kymmeniä ja jopa satoja kappaleita jolloin on tärkeää rajata prosessin kohde mahdollisimman tarkkaan. Rajauksessa täytyy tietää tarkasti mitä komponentteja mukaan tulee jolloin myös muut myöhemmin tai eriaikaan prosessia tekevät tietävät tarkkaan mikä on prosessin kohteena. (Smith & Hinchcliffe 2004, 82-83.)

## **Kohteen osien sekä toimintojen mallinnus**

Kohteen valinnan ja rajauksen jälkeen kolmannessa vaiheessa tulee kohteen toimintojen ja osien mallinnus. Kolmas vaihe jaetaan viiteen askeleeseen, jotka ovat:

- järjestelmän kuvaus
- toimintojen mallinnus
- sisään / ulos rajapinta
- järjestelmän toimintojen erittely
- laitehistoriat. (Smith & Hinchcliffe 2004, 86-96.)

Järjestelmän kuvauksessa kuvataan kaikki järjestelmän komponentit, jotka prosessiin on päätetty mukaan ottaa. Tämä takaa sen, että prosessin tekijät ymmärtävät mistä prosessin kohteena olevasta järjestelmästä on kysymys. Toimintojen mallinnus tehdään jokaiselle komponentille siten, että niiden toiminnot tulevat selväksi ja ymmärretyksi jokaiselle prosessissa mukana olevalle henkilölle. Sisään ja ulos rajapinta tarkoittaa sitä, että valittuun ja rajattuun järjestelmään tulee rajojen ulkopuolelta esimerkiksi sähköä tai kaasuja, jotka menevät järjestelmän läpi. Järjestelmän toimintojen erittelyssä kaikki komponentit jaetaan toimintojensa perusteella esimerkiksi suojalaitteisiin ja hallintalaitteisiin. Laitteistorioilla tarkoitetaan kohteilta vuosien varrella kerättyä dataa vikatiedoista ja vikojen aiheuttajista. (Smith & Hinchcliffe 2004, 86-96.)

## **Kohteen toiminnot ja toiminnalliset häiriöt**

Kohteen toiminnoissa ja toiminnallisissa häiriöissä keskitytään prosessin kohteen laitteiden toimintojen puutumiseen ja siihen mitä toimintojen puuttumisesta seuraa. Tässä täytyy ottaa myös huomioon se, että jonkun laitteen toimimattomuus saattaa

aiheuttaa monen muun laitteen toimimattomuuden ja pahimmassa tapauksessa jopa koko tehtaan pysäytyksen. Toisaalta taas joidenkin laitteiden toimimattomuudesta ei aiheudu välttämättä lainkaan mitään harmia. (Smith & Hinchcliffe 2004, 96.)

### **Vika- ja vaikutusanalyysi**

Viides vaihe on vikaantumisten ja niiden vaikutusten arvioimista. Vika- ja vaikutusanalyysi tehdään taulukko muotoon, johon kerätään kaikki vikaantumiset ja niiden seuraukset. Taulukkoon saadaan tiedot vikaantumisista, jotka on kerätty kasaan aikaisemmassa vaiheessa prosessia. Vikaantumistavat tunnistetaan ja etsitään jokaisen vian kohdalla jonka jälkeen arvioidaan vian aiheuttamia seurauksia valittuun järjestelmään sekä myös aiheutuneet seuraukset tehdastasolla arvioidaan myös. (Smith & Hinchcliffe 2004, 98-105.)

### **LTA looginen päätöskaavio**

Kuudennessa vaiheessa loogisen päätöskaavion tarkoituksena on priorisoida resursseja, jotka pitäisi jokaiselle vikaantumiselle osoittaa. Jokaisen vikaantumisen kohdalla kysytään kolme kysymystä joihin vastataan kyllä tai ei, kolme kysyttävää kysymystä ovat:

- mikä on turvallisuus vaikutus
- mikä on seisahdus vaikutus
- mikä on taloudellinen vaikutus. (Smith & Hinchcliffe 2004, 107-112.)

Näiden kysymysten avulla jokaiselle vikamuodolle saadaan vakavuusluokka, jonka perusteella voidaan aloittaa toimenpiteiden valinta kohteille (Smith & Hinchcliffe 2004, 107-112).



## Tehtävien valinta

Viimeisessä seitsemännessä vaiheessa valitaan ennakoivat kunnossapidolliset tehtävät kohteille. Kaikille kohteille listataan mahdollisimman monta ennakoivaa toimenpidettä, joista sitten valitaan kaikista tehokkain käyttöön. Valinnan pohjana käytetään LTA:n tuloksia. (Smith & Hinchcliffe 2004, 112-113.)

### 5.4.1 Toiminnot ja suorituskykystandardit

RCM prosessin alussa tulee tarkasti määritellä kohteen toiminnot, jotta voidaan asettaa tarkat tavoitteet mitä kunnossapidolla halutaan saavuttaa. Jotta edellä mainittu pystytään toteuttamaan tulee alkuvaiheessa jokaisen kohteen toiminnot sekä suorituskykystandardit määrittää käyttöympäristössään. RCM prosessin onnistumisen kannalta on elintärkeää, että kohteiden käyttäjät ovat tiiviisti alusta alkaen mukana, koska he tietävät käytännössä parhaiten miten laitteella saavutetaan taloudellisesti, määrällisesti ja laadullisesti edullisin tulos koko yritykselle. (Kunnossapito 2006, 127-128.)

### 5.4.2 Toimintahäiriö

RCM:n yhteydessä vikaantumisesta käytetään myös nimitystä toimintahäiriö. Tällä tarkoitetaan sitä tilannetta, että laite ei täysin kykene suorittamaan sille tarkoitettua tehtävää. Toimintahäiriö käsitteenä kattaa täysin seisauttavan vikaantumisen sekä myös vajaatoiminnan eli tilan, jossa laite vielä toimii, mutta ei vastaa esimerkiksi tuotantomäärältään ja laadultaan asetettuja tavoitteita. Tavoitteet laitteille määritellään toimintojen ja suorituskykystandardien pohjalta ja jotta nämä tavoitteet täytyisi laitteen tulisi pystyä toimimaan häiriöttä. Häiriöt estävät laitetta toimimasta sitä tavoitteeksi asetetulla tavalla ja jotta voidaan valita tehokas kunnossapito menetelmä

tulee nämä häiriö mekanismit tunnistaa. RCM prosessissa nämä häiriöitä aiheuttavat tekijät tunnistetaan kahdessa vaiheessa:

- missä olosuhteissa vikaantuminen voi tapahtua
- selvitys siitä, että mitkä tilanteet / tapahtumat voivat aiheuttaa vikaantumisen.  
(Kunnossapito 2006, 128.)

### 5.4.3 Vikaantumistavat

Vikaantumistavoiksi kutsutaan niitä tapahtumia, jotka jollakin todennäköisyydellä aiheuttavat toimintahäiriön. Näihin jollakin todennäköisyydellä aiheutuviin häiriön lasketaan mukaan jo tapahtuneet häiriöt samaisella laitteella tai samantyyppisellä laitteella samanlaisessa käyttöympäristössä. Myöskin mukaan otetaan häiriöt, joiden esiintymistä estetään käytössä olevilla huoltosuunnitelmillä. RCM:n vikaantumistapalistanne tulee lisäksi vielä mukaan inhimillisistä erehdyksistä ja väärinkäytöistä johtuvat viat sekä suunnittelusta koituvat häiriöt. (Kunnossapito 2006, 128.)

### 5.4.4 Vikojen vaikutukset

RCM prosessia analysoidaan vikojen vaikutusta, joka tehdään jokaiselle listatulle vialle. Tässä työvaiheessa seurataan tarkasti listattujen vikojen syy-seuraus suhteita, jotka ovat:

- miten vikaantuminen havaitaan
- minkälaiset ovat vikaantumisen aiheuttamat riskit terveydelle ja ympäristölle
- vaikutukset tuotantoon ja toimintaan
- vahingot, jotka vikaantuminen aiheutti

- tapahtuvat korjaustoimenpiteet. (Kunnossapito 2006, 128-129.)

#### 5.4.5 Vikojen seuraukset

Vikojen seurauksissa ja niiden analysoinnissa usein tuloksena saadaan tuhansia eri vikaantumistapoja, joiden vaikutukset yrityksen toimintaan ovat jokainen yksilöllisiä siksi RCM prosessissa vikojen seuraukset jaetaan neljään eri ryhmään:

- piilevien vikojen seuraukset
- turvallisuus ja ympäristöseuraukset
- toiminnalliset seuraukset
- ei-toiminnalliset seuraukset (Kunnossapito 2006, 129.)

Piilevien vikojen seuraukset eivät ole suoria, mutta ne saattavat käynnistää tapahtumaketjuja joiden seurauksena tulee paljon vikaantumisia.

Turvallisuusseurauksia tulee mikäli vika voi aiheuttaa vammautumisen tai kuoleman ja ympäristöseuraukset ovat esimerkiksi päästöjä ja haittoja, mitkä ylittävät säädökset. Toiminnalliset seuraukset vaikuttavat suoraan toimintaan eli tuotantoon ja esimerkiksi sen määrän ja laatuun. Ei-toiminnalliset seuraukset ovat korjauksesta koituvia kustannuksia eivätkä vaikuta turvallisuuteen tai toimintaan. (Kunnossapito 2006, 129.)

Tämän kaltaisella ryhmittämisellä pystytään erottamaan kunnossapidettävistä kohteista ne kohteet, jotka ovat yrityksen toiminnan kannalta tärkeimmät ja keskittää kunnossapito niihin. Tällöin kohteet, joiden seuraukset ovat vähäiset tai niitä ei ole voidaan jättää pienemmälle huomiolle. Nämä neljä edellä mainittua ryhmää toimivat RCM prosessin strategisen päätöksenteon pohjana. (Kunnossapito 2006, 129.)

#### 5.4.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta

RCM jakaa vikaantumisen hallinnan tehtävät kahteen ryhmään:

- proaktiivisiin
- toimintajohjeisiin. (Kunnossapito 2006, 129.)

Proaktiivisia tehtäviä suoritetaan ennen kuin vakava vikaantuminen on päässyt tapahtumaan ja nämä tehtävät jaotellaan RCM:ssä kolmeen ryhmään:

- jaksotettu huolto
- jaksotettu uusiminen
- kunnonvalvonta. (Kunnossapito 2006, 129.)

Toimintaohjeet kattaa ne toiminnot, jotka suoritetaan laitteen ollessa rikki kuten vian etsintää sekä korjaavaa kunnossapitoa. Ohjeet toiminnasta joudutaan laatimaan siksi, että ei ole ollut mahdollista tehdä kohteelle tehokasta ehkäisevää kunnossapitomallia. (Kunnossapito 2006, 129.)

#### 5.4.7 Jaksotettu huolto ja jaksotettu uusiminen

Näillä termeillä käsitetään laajemmin nimitys ennakoiva kunnossapito ja se sisältää uudelleenvalmistuksen ja määräaikaistarkastukset riippumatta laitteen kunnosta sen eliniän lopussa tai siitä riippumatta (Kunnossapito 2006, 130).

#### **5.4.8 Kunnonvalvonta**

Kunnonvalvonnassa viat ovat oirehtivia ja täten ne ovat jo havaittavissa ja ne voidaan tunnistaa esimerkiksi aistinvaraisesti ja mittauksilla. Kunnonvalvonnan tavoitteena on löytää tunnistaa oirehtivat viat siten, että niihin voidaan vaikuttaa suunnitelmallisesti. (Kunnossapito 2006, 130.)

#### **5.4.9 Vian etsintä**

Vian etsinnän päämääränä on etsiä ja löytää vikaantuneita osia ja kunnonvalvonnan puolella vian etsinnällä on tarkoitus löytää osia, jotka eivät vielä ole vikaantuneet (Kunnossapito 2006, 130).

#### **5.4.10 Uudelleen suunnittelu**

Uudelleen suunnittelussa kohteen osia tai rakenteita muutetaan tai uusitaan. Tähän kuuluu myös toimintatapojen päivittämistä sekä päivityksen myötä tarvittavaa koulutusta. (Kunnossapito 2006, 131.)

#### **5.4.11 Korjaava kunnossapito**

Korjaavassa kunnossapidossa kohteelle ei tehdä ennakoivia toimenpiteitä vaan toimenpiteet tehdään rikkoontumisen jälkeen eli laite työskentelee rikkoutumiseen asti (Kunnossapito 2006, 131).

## 6 RCM Työkalut

RCM analyysin tekoon on kehitetty paljon erilaisia RCM prosessia tukevia työkaluja, jotka helpottavat ja havainnollistavat analyysin tekoa. Voidaankin sanoa, että ilman kunnollisia työkaluja ei menestyksestä RCM:ää voida tehdä ollenkaan.

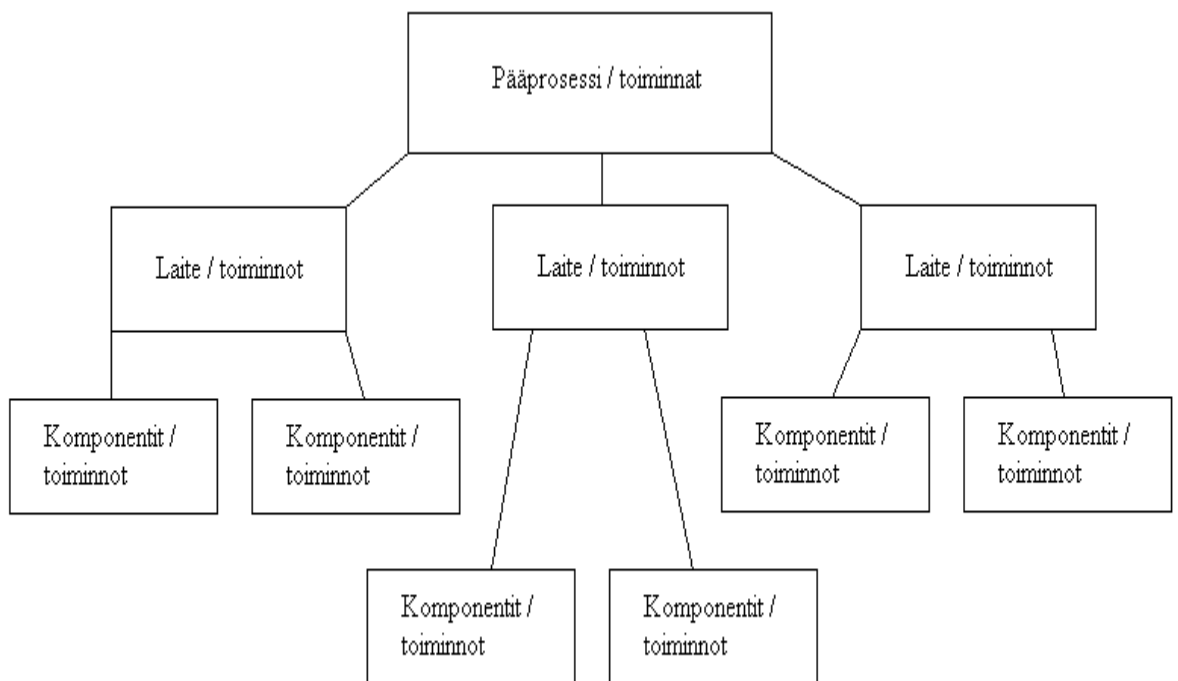
### 6.1 Toiminta- ja laitehierarkkinen puumalli

Toiminta- ja laitehierarkkisella puumallilla havainnollistetaan ja yksinkertaistetaan valitun prosessin toimintaa ja siihen kuuluvia laitteita. Tämän vaiheen syvällisyys riippuu täysin tehtävän RCM analyysin tasosta, joten prosessin alussa valittu analyysin laajuus määrittää myös puumallien laajuuden. Puumalli myös osoittaa ja rajaa analyysiin kuuluvat osat, jotta myös prosessiin myöhemmin osallistuvat henkilöt tietävät mitä prosessissa tarkastellaan. Perusteellisesti tehdyt mallit ovat huomattava apu koko prosessin läpiviemiseksi. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d., 5.)

Puumalleja luetaan ylhäältä alaspäin jolloin ylimpänä on päätoiminto tai laite, joka jakaantuu alemmilla tasoilla pienimpiin kokonaisuuksiin ja toimintoihin. Jako tapahtuu esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Valittu prosessikokonaisuus
- Kokonaisuuteen kuuluvat laitteet
- Laitteiden komponentit. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d., 5.)

Puumalleihin otetaan mukaan kaikki prosessin osat joille RCM analyysi aiotaan tehdä ja puumallien rakentamista suositellaan tehdyksi siten, että tasoja ei olisi tarpeettoman liikaa. Kuviossa 6 on myös havainnollistettu näitä puumalleja. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d., 5.)



**Kuvio 6. Laitte- ja toimintahierarkkinen puumalli**

## 6.2 VVKA

Vikavaikutus- ja kriittisyysanalyysiin kerätään kaikki data vikaantumisista mitä prosessin aikana on kerätty. Analyysi on taulukko mallinen ja se huomioi seuraavat asiat:

- vikaantumiset
- vikaantumisen syyt
- vikaantumisen vaikutukset. (Smith & Hinchcliffe 2004, 100-105.)

Vikaantumisten vaikutuksia arvioidaan seuraavilla tasoilla:

- vaarantaa terveyden ja ympäristön
- vaarantaa tuotannon
- taloudelliset tappiot

- ei vaikutuksia tuotantoon. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d. .)

Vikavaikutus ja kriittisyysanalyysiä käytetään pohjana RCM:n tulosten saamisessa. Analyysin tuloksena saadaan prosessin laitteiden riskiluvut (Risk Priority Number). Sen tulosten perusteella voidaan päättää mikä on jatkotoimenpide jokaisen laitteen kohdalla. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d. .)

### 6.2.1 RPN

Riskiluvulla eli RPN arvolla saadaan selville vikamuodon vakavuus, joka kertoo myös kohteen kunnossapidon tarpeen kriittisyyden. Riskiluku lasketaan kaavasta:

- $R = S \times O \times D$
- S = Severity / Vakavuus
- O = Occurance / Todennäköisyys
- D = Detection / Havaittavuus. (Relia Soft n.d. .)

Kriittisyysluvun perusteella kaikki prosessin laitteet saadaan järjestykseen. Tämän järjestyksen perusteella voidaan suunnitella kunnossapidon tarve joka laitteelle, mitä isompi on kriittisyysluku sitä isompi on kunnossapidon tarve.

Severity eli tapahtuman vakavuutta arvioidaan asteikolla 1 – 10. Tämän arvioinnissa huomioidaan seuraavia asioita:

- Tuotannolliset vaikutukset
- Taloudelliset vaikutukset



- Ympäristö ja terveys vaikutukset. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d.; Relia Soft n.d. .)

Tapahtuman vakavuutta arvioitaessa käytetään hyödyksi taulukkoa, jonka perusteella tapahtumalle annetaan vakavuus arvo. Vakavuustaulukko on myös liitteessä 1.

Tapahtuman vakavuutta arvioidaan seuraavien kriteereiden mukaan:

- 1, tapahtumalla ei ole mitään oleellisia vaikutuksia
- 2, tapahtumalla on erittäin vähäiset vaikutukset
- 3, tapahtumalla on vähäinen vaikutus
- 4, tapahtumalla on jonkinlainen vaikutus
- 5, tapahtumalla on melko oleellinen vaikutus ja aiheuttaa jonkin verran harmia
- 6, tapahtumalla on oleellinen vaikutus ja aiheuttaa harmia
- 7, tapahtumalla on vakavat vaikutukset, prosessi voidaan joutua pysäyttämään
- 8, tapahtumalla on vakavat vaikutukset, prosessi joudutaan pysäyttämään
- 9, tapahtumalla on kriittiset vaikutukset, pysäyttää prosessin
- 10, tapahtumalla kriittiset vaikutukset, pysäyttää prosessin ja saattaa aiheuttaa vaaran ympäristölle ja terveydelle. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d.; Relia Soft n.d. .)

Occurance eli tapahtuman esiintymäväli toisin sanoen todennäköisyys kertoo nimensä mukaisesti sen, että millä todennäköisyydellä tapahtuma tulee tapahtumaan.

Todennäköisyys taulukko löytyy myös liitteestä 2. Tapahtuman todennäköisyyttä arvioidaan asteikolla 1 – 10 seuraavien kriteereiden mukaan:

- 1, tapahtuma käytännössä mahdoton / tapahtuu kerran 30 vuodessa

- 2, tapahtuma käytännössä mahdoton / tapahtuu kerran 20 – 30 vuodessa
- 3, tapahtuma erittäin epätodennäköinen / tapahtuu kerran 20 vuodessa
- 4, tapahtuma erittäin epätodennäköinen / tapahtuu kerran 15 – 20 vuodessa
- 5, tapahtuma on satunnainen / tapahtuu kerran 10 – 15 vuodessa
- 6, tapahtuma on satunnainen / tapahtuu kerran 2 – 10 vuodessa
- 7, tapahtuma on todennäköinen / tapahtuu kerran 2 – 5 vuodessa
- 8, tapahtuma on todennäköinen / tapahtuu kerran 1 – 2 vuodessa
- 9, tapahtuma on väistämätön / tapahtuu 1 – 2 kertaa vuodessa
- 10, tapahtuma on väistämätön / tapahtuu kuukausittain. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d.; Relia Soft n.d. .)

Detection eli havaittavuus kertoo sen, että voidaanko tapahtuma havaita ennen kuin se tapahtuu ja täten estää sen tapahtuminen. Taulukko havaittavuudesta on liitteessä 3. Havaittavuutta arvioidaan asteikolla 1 – 10 seuraavien kriteereiden mukaan:

- 1, tapahtuma löydetään aina ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä
- 2, saatetaan löytää aina ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä
- 3, tapahtuma havaitaan lähes aina ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä
- 4, tapahtuma havaitaan useimmiten ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä
- 5, tapahtuma huomataan yleensä
- 6, tapahtuma saattaa jäädä huomaamatta
- 7, tapahtuma jää usein huomaamatta
- 8, tapahtuma jää todennäköisesti huomaamatta
- 9, tapahtuma on lähes mahdoton havaita etukäteen

- 10, tapahtuma on täysin mahdoton havaita etukäteen. (ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje n.d.; Relia Soft n.d. .)

## 7 Virtaviivaistettu RCM

Käytännön työssä päätettiin soveltaa virtaviivaistettua RCM:ää koska ei ollut mitään järkeä niin pienellä ryhmällä toteuttaa täysipainoista RCM:ää. Täysipainoisen RCM:n toteutus vaatii onnistuakseen tarkoin määritellyn projektiryhmän jolle on määritelty vastuualueet, tehtävät sekä projektin vetäjä.

Työn kulku suunniteltiin siten, että ensimmäiseksi valitaan kohde Kontinon tuotannosta, joka on strategisesti tärkeä tai jopa korvaamaton, jolloin on perusteltua kohdistaa kunnossapidon tutkiminen ja kehittäminen juuri tälle kohteelle. Toisessa vaiheessa rajataan valittu kohde ja rajauksessa apuna käytetään Algol Oy:n dataa siten, että mukaan otetaan ne osat, joille vikaantumisia on tullut ja tämä siksi, että tällöin saamme kohteen osista todenmukaista tietoa. Seuraavaksi kohteen rajaamisen jälkeen tehdään rajauksen mallinnus hierarkkisilla puumalleilla sekä laitteille että toiminnoille. Tällöin kohteen rajat tulee selkeästi määriteltyä sekä tulee myös selväksi mitkä ovat valittujen laitteiden tehtävät. Neljännessä vaiheessa rakennetaan taulukkopohja VVKA:lle, johon kerätään tiedot vikaantumisista, niiden syistä, vaikutuksista, todennäköisyyksistä sekä havaittavuudesta. Taulukko tehdään siksi, että sen perusteella saadaan laskettua vikamuodoille riskiluvut, jonka perusteella vikamuodoille saadaan toimintamalliehdotukset. Toimintamalliehdotukset toimivat pohjana viimeiselle vaiheelle joka on huoltosuunnitelmapohjan teko, joka tulee toimimaan merkittävänä apuna tulevaisuudessa mahdollisesti tehtävälle uudelle huoltosuunnitelmalle.

## 7.1 Kohteen valinta

Virtaviivaistetun RCM:n kohteeksi valittiin sinkomaalauslinja. Keskeisimmistä kriteereistä valinnassa oli se, että sinkomaalauslinja on strategisesti ehkä tärkein kokonaisuus tuotannossa, jonka tulee toimia lähes häiriöttä koko ajan, koska korvaavaa ei ole. Isot vikaantumiset tässä kokonaisuudessa, jotka seisauttavat koko linjan toiminnan pysäyttää käytännössä samalla koko muunkin toiminnan jolloin tulee tuotantotappioita ja ennen kaikkea tyytymättömiä asiakkaita. Virtaviivaistetussa analyysissä tämä on oiva kohde myös siltäkin kannalta, että jos päädytään tulevaisuudessa tekemään syvempää RCM:ää niin sinkomaalauslinja on erittäin vartenotettava vaihtoehto analyysia varten.

Sinkomaalauslinjasta analyysia varten rajattiin kohteet. Kohteiden rajauksessa perusteena käytetty Algol Oy:n keräämää dataa ja datan perusteella sinkomaalauslinjasta kohteiksi on valittu ne osat, joille korjaustoimenpiteitä on tehty. Valitut kohteet ovat:

- puhallin
- turbiinit
- suppilo
- maalipistoolit
- travelssi
- maalihuone
- kuljetin
- pumput
- pesukone.

## 7.2 Käytettävä data

Jotta analyysi voidaan tehdä tarvitaan sitä varten tietoa vikaantumisista. Tässä käytämme hyödyksi Algol Oy:n vuoden 2011 aikana keräämää vikatietoa laitteista. He keräävät kaiken tiedon taulukkomuotoon kaikista korjaustoimenpiteistä mitä kohteille on tehty.

## 7.3 Puumallit

Kohteen valinnan ja rajauksen jälkeen tehdään sinkomaalauslinjasta laite- ja toimintahierarkkiset puumallit. Puumallit selkeyttävät prosessin rajausta sekä niihin on myös helppo mallintaa valittujen kohteiden toiminnat.

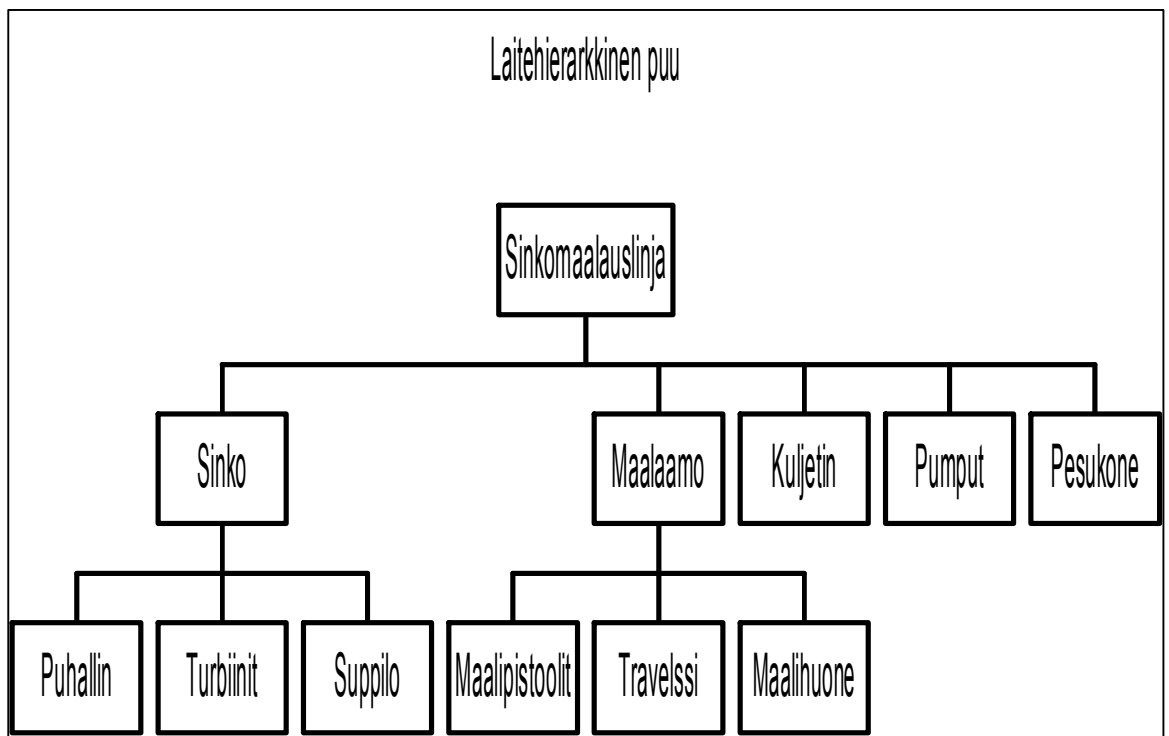
### 7.3.1 Laitehierarkkinen puumalli

Laitehierarkkinen puumalli tehtiin kohteiden rajaamisen jälkeen kolmetasoiseksi puuksi, joka havainnollistaa kohteen rajausta ja helpottaa huomattavasti analyysin tekoa. Malli laitehierarkiasta on liitteessä 4. Puumalli rakennettiin seuraavalla tavalla:

- Sinkomaalauslinja
  - Sinko
    - Puhallin
    - Turbiinit
    - Suppilo
  - Maalaamo
    - Maalipistoolit

- Maalihuone
- Travelssi
- Kuljetin
- Pumput
- Pesukone.

Kuviossa 7 on esitetty edellä mainitun jaon mukaan tehty laitehierarkkinen puumalli.



Kuvio 7. Laitehierarkkinen puumalli

### 7.3.2 Toimintahierarkkinen puumalli

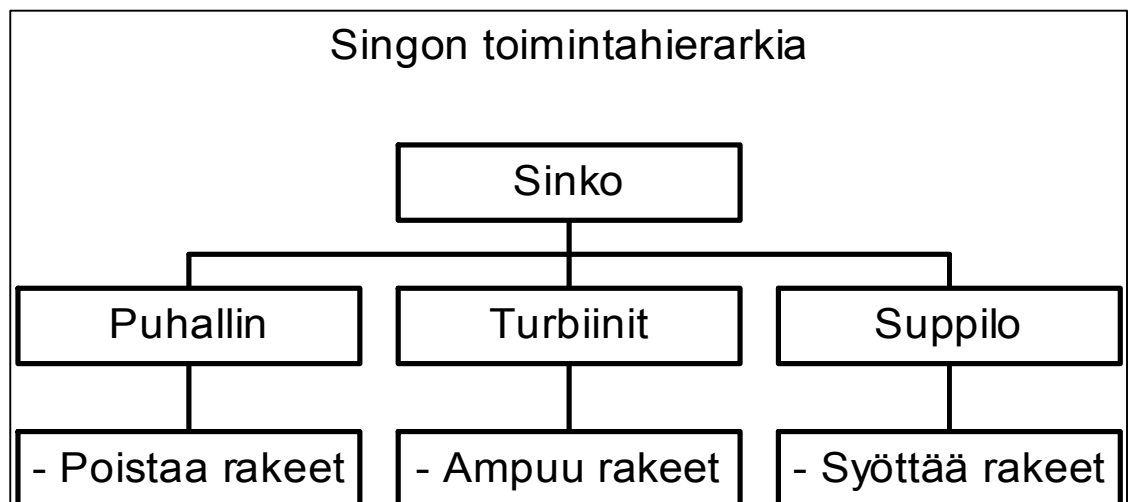
Toimintahierarkkisessa puumallissa kuvataan valittujen kohteiden toiminnat eli mitä laitteen kuuluu tehdä. Toimintapuut rakennettiin osakokonaisuuksittain, jotta mallit pysyvät selkeinä eikä niihin tulisi liikaa tasoja. Osakokonaisuudet jaoteltiin seuraavalla tavalla:

- Sinko
- Maalaamo
- Kuljetin, pumput ja pesukone.

Singon toimintahierarkkinen puu rakennettiin seuraavalla tavalla:

- Sinko
  - Puhallin
    - Puhaltimen tehtävä on poistaa rakeet
  - Turbiinit
    - Turbiinien tehtävä on ampua rakeet
  - Suppilo
    - Täyttösuppilo syöttää rakeita turbiiniin.

Kuviossa 8 on esitetty singon toimintahierarkia tehtynä edellä mainitun listauksen mukaan. Singon toimintahierarkia löytyy myös liitteestä 5.

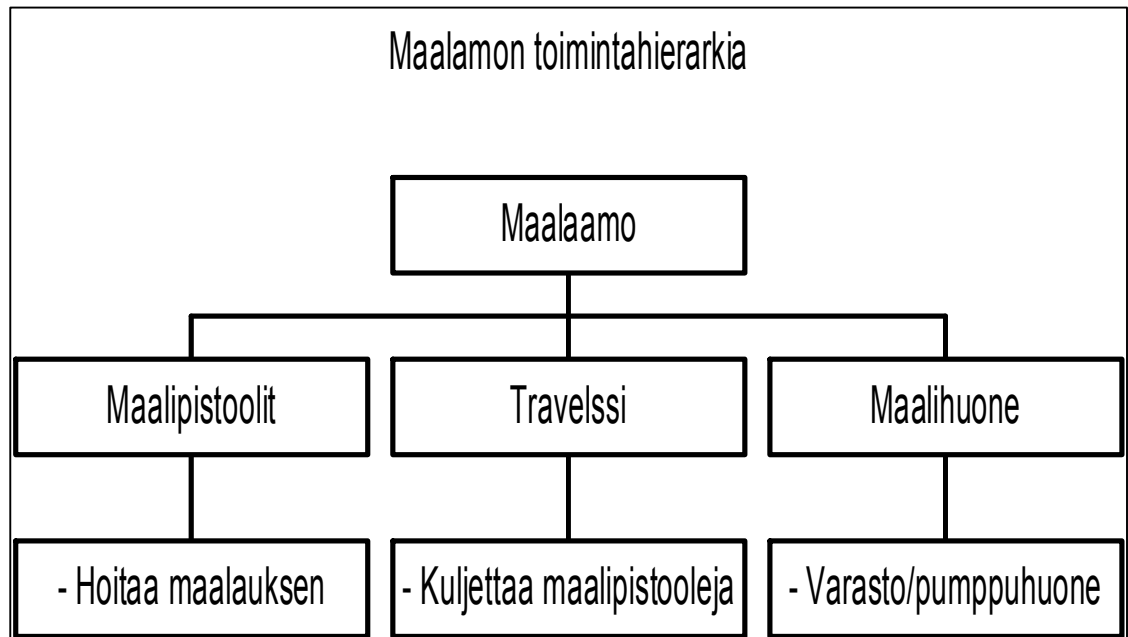


Kuvio 8. Singon toimintahierarkia

Maalaamon toimintahierarkkinen puu rakennettiin seuraavalla tavalla:

- Maalaamo
  - Maalipistoolit
    - Hoitaa maalauksen
  - Travelssi
    - Kuljettaa maalipistooleja
  - Maalihuone
    - Varastotila / pumppuhuone.

Kuviossa 9 on esitetty maalaamon toimintahierarkia edellä mainitun listauksen mukaan. Maalaamon toimintahierarkia löytyy myös liitteestä 6.



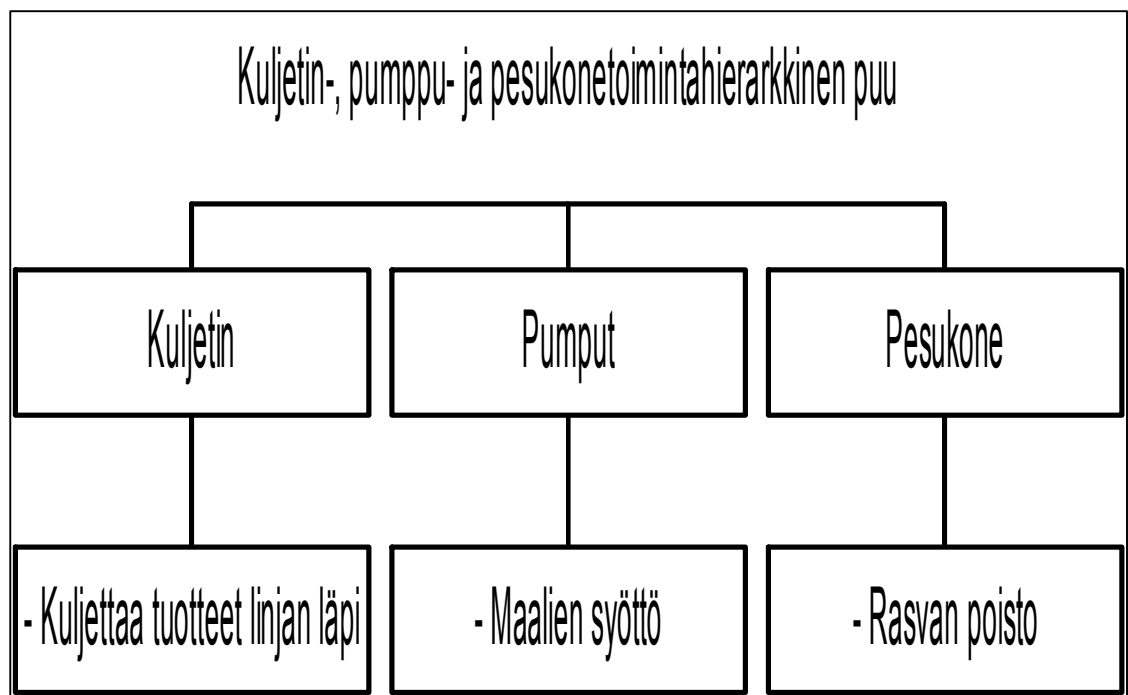
Kuvio 9. Maalaamon toimintahierarkia



Kuljettimen, pumppujen ja pesukoneen toimintahierarkkinen puu rakennettiin seuraavalla tavalla:

- Kuljetin
  - Kuljettaa tuotteet läpi linjan
- Pumput
  - Hoitavat maalinsyötön
- Pesukone
  - Rasvan poisto.

Kuviossa 10 on havainnollistettu kuljettimen, pumppujen ja pesukoneen toimintahierarkkia edellä mainitun listauksen mukaan.



Kuvio 10. Kuljetin-, pumppu- ja pesukonetoimintahierarkkia

Kuljettimen, pumppujen ja pesukoneen toimintahierarkkia löytyy myös liitteestä 7.

## 7.4 Virtaviivaistettu RCM – VVKA

Virtaviivaistetun RCM analyysin pohjana käytetään VVKA käsittelytaulukkoa. Taulukkoon jäsenellään ensiksi laitehierarkkisen puumallin perusteella kaikki kohteet, joille analyysia tehdään. Toisessa vaiheessa taulukkoon kerätään vikaantumiset, joita kohteille on tullut Algol Oy:n keräämästä datasta. Jokaiselle vikaantumiselle kirjataan ylös myös syy, josta se on johtunut. Näiden tietojen perusteella päästään arvioimaan vikaantumisen vakavuutta, todennäköisyyttä ja havaittavuutta. Vakavuuden, todennäköisyyden ja havaittavuuden perusteella vikamuodoille saadaan riskiluvut, joka kertoo vikamuodon kriittisyyden. Riskiluvun pohjalta prosessin jokaiselle kohteelle valitaan toimintaehdotus eli ehdotus toimintamallista mikä olisi oikea ehkäisevä huoltotoimenpide tai toimintaohje, jotta kohteen käyttövarmuus paranisi. Toimintaehdotuksen pohjalta saadaan tehtyä huoltosuunnitelmapohjat kohteille, jotka ovat virtaviivaistetun RCM analyysin lopputuloksia. Kuviossa 11 on VVKA taulukon yleisnäkymä. Liitteessä 8 on käsittelytaulukko kokonaisuudessaan.

	A	B	C	D	E
1	OY KONTINO AB	Virtaviivaistettu RCM käsittelytaulukko Sinkomaalauslinja			
2	VVKA				
3	Kohde:	Vikaantumiset	Vikaantumisen syy	S = Vakavuus	O = Esiintymä / todennäköisyys
4					
5	<b>Sinko</b>				
6	Puhallin	BACKMAN SINGON PUHALLIN PITÄÄ METELIÄ	Laakerit viottuneet	7	5
7	Turbiinit	4 TURBIININ HIHNAT POIKKI	Hihnojen kuluminen	7	8
8		1,3,6 TURBIINIEN HIHNAT	Hihnojen kuluminen	7	8
9		5-TURBIINIIN OTTAA ENEMMÄN VIRTAA	Laakerivika	8	8
10		TURBIINIIN LAAKERIPUKIN LAAKEROINTI	Laakerivika	7	8
11		2 JA 3 TURBIINISTA VUOTAA HIEKKAA	Putkien kulumavika	4	8
12	Suppilo	HIEKKAA VUOTAA SUPPILOSTA	Kulumavika	3	6
13		HIEKKATORVI VUOTAA	Kulumavika	3	6
14					
15	<b>Maalaamo</b>				
16	Maalipistoolit	MAALIPISTOOLIT TUKOSSA	Tukkeuma suuttimissa	5	8
17		MAALIPISTOOLIVUOTO	Letkuvuoto / liitinvika	5	8
18	Travelssi	KÖHNEN YLÄTRAVELSSIN KORJAUS	Kiskojen kuluminen	9	5
19		PAINELMAVUOTO YLÄTRAVELSSISSA	Vuoto letkuissa	4	7
20		KAKSI KETJUA POIKKI	Kuluminen	9	7
21		YKSI KETJU POIKKI JA TOINEN POIS PAIKOILTAAN	Kuluminen	9	8
22	Maalihuone	MAALAAMON ULKO-OVEN LUKKO	Lukko jumissa	2	3
23		JÄLKILÄMMITYS EI TOIMI	Säädinysikkö rikki	6	3
24					
25	<b>Kuljetin</b>				
26		BACKMAN SINKORADAN KULJETINRULLA EI TOIMI	Rullissa likaa	8	8
27		POIKITTAINSKULJETIN TAKKIJAA	Likaa	4	8

Kuvio 11. VVKA taulukon yleisnäkymä.

### 7.4.1 RPN

Käsittelytaulukossa vikaantumisten vakavuudelle, todennäköisyydelle ja havaittavuudelle on annettu jokaiselle arvot väliltä 1 – 10 yhdessä tuotantopäällikön sekä työnjohtajan kanssa. Arvot on annettu vakavuus-, todennäköisyys- ja haittaavuustaulukon kriteereiden mukaan. Riskiluku muodostuu edellä mainittujen kolmen tekijän tulosta jolloin riskiluku on välillä 1 – 1000 ja mitä suurempi riskiluku on sitä kriittisempi vikaantuminen on koko sinkomaalauslinjan toimivuuden kannalta ja täten myös sitä enemmän kohde tarvitsee kunnossapitoa.

Käsittelytaulukon mukaan vikaantumiset saatiin kriittisyysjärjestykseen riskiluvun mukaan. Riskiluvuista tässä käytettiin jokaisen kohteen vikaantumisista suurinta riskilukua, jolloin jokainen kohde tulee käsiteltyä pahimman mahdollisen vikaantumisen mukaan. Järjestys ja riskiluku valituille kohteille oli seuraavanlainen:

- Travelssi = 720
- kuljetin = 576
- turbiinit = 504
- pumput = 486
- maalipistoolit = 400
- suppilo = 180
- maalihuone = 180
- puhallin = 175
- pesukone = 135.

### 7.4.2 Toimintamalliehdotukset

Toimintamalliehdotukset vikaantumisille valitaan niiden saaman riskiluvun perusteella. Valinnassa käytetään myös hyödyksi vakavuuden, todennäköisyyden sekä havaittavuuden arvoja, jotta toimintamalliehdotukselle olisi vankat perustelut.

Toimintamallit pohjautuvat vikaantumisen hallinnan tehtäviin, jotka ovat:

- jaksotettu huolto
- jaksotettu uusiminen
- kunnan valvonta
- toimintaohjeet.

Käsittelytaulukon tulosten mukaan päätettiin laitteille seuraavanlaiset toimintamalliehdotukset:

- Travelssi: Kunnan valvonta, toimintaohjeet ja jaksotettu uusiminen
- Kuljetin: Jaksotettu huolto ja jaksotettu uusiminen
- Turbiinit: Jaksotettu uusiminen ja toimintaohjeet
- Pumput: Jaksotettu uusiminen ja toimintaohjeet
- Maalipistoolit: Jaksotettu huolto
- Suppilo: Toimintaohjeet
- Maalihuone: Toimintaohjeet
- Puhallin: Jaksotettu uusiminen
- Pesukone: Toimintaohjeet.

## 7.5 Tulokset / huoltosuunnitelmapohja

Toimintamalliehdotusten pohjalta rakennetaan perusta huoltosuunnitelmalle, joka tehdään käsittelytaulukon tulosten mukaan jokaiselle kohteelle. Jokaiselle kohteelle tehty huoltosuunnitelmapohja takaa sen, että kunnossapidon painopiste kohdistuu sinne missä sitä eniten tarvitaan. Huoltosuunnitelmapohjien perusteella voidaan jokaiselle kohteelle tehdä yksityiskohtainen huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelmia noudattamalla saadaan koko prosessin käyttövarmuutta kasvatettua ja sitä kautta myös prosessista saatava tulos kasvaa, koska ylimääräiset pysäytykset, jotka johtuvat vikaantumisista saadaan pienennettyä minimiin.

### 7.5.1 Travelssi

Travelssin huoltosuunnitelmapohja koostuu kunnan valvonnasta, toimintaohjeista sekä jaksotetusta uusimisesta.

Jaksotettu uusiminen:

- Travelssin ketjuille sovelletaan jaksotettua uusimista, koska niiden vikaantumista on mahdoton havaita etukäteen ja niiden vikaantuessa koko linja yleensä joudutaan pysäyttämään sekä siksi, että tapahtuman todennäköisyys on suuri niin on järkevää ehkäistä nämä viat jaksotetulla uusimisella.
- Ketjut tulisi uusia kaikki kerralla aina niiden kunnosta riippumatta tietyin väliajoin. Vaihtojen aikaväli tulisi määrittää valmistajan suosituksen mukaan ja myös käytössä havaitun kokemuksen mukaan lisättynä tietty varmuusaika.
- Aikaintervalli ketjujen vaihtoon on 9 kuukauden välein, koska todennäköisyys tapahtumalle on kerran 1-2 vuodessa niin tällä vaihtointervallilla turvataan ketjujen kestävyys.

Toimintaohjeet:

- Travelssin letkuissa ilmetessä vuoto sovelletaan toimintaohjeita, koska vikaantuminen ei aiheuta merkittävää harmia prosessille.
- Toimintaohjeet sisältävät ohjeet siitä, miten letkut vaihdetaan ja mistä uusia saa. Tärkeää on, että varaosatilanne on koko ajan sillä tasolla, että niitä löytyy.

Kunnon valvonta:

- Kunnon valvontaa travelssin kiskoille suoritetaan jaksotettujen uusimisten yhteydessä sekä myös jatkuvasti käyttäjien tekemänä. Kiskojen kuluminen on helppo havaita etukäteen, mutta vikaantuessaan se aiheuttaa aina linjan pysäytyksen ja tuotantotappioita. Tämän takia tarkkaavaisella ja johdonmukaisella valvonnalla vältetään isommilta seurauksilta.
- Kunnon valvonnalle pitää tehdä selkeät ohjeet ja selkeä seurantaavaake, johon tiedot dokumentoidaan. Myös selkeät ohjeet siitä mitä tapahtuu kun poikkeamia havaitaan: suunnitellaan korjaustyöt, suunnitellaan ajankohta ja ketkä tekee.

### 7.5.2 Kuljetin

Kuljettimen huoltosuunnitelmapohja koostuu jaksotetusta huollosta ja jaksotetusta uusimisesta.

Jaksotettu huolto:

- Jaksotettua huoltoa sovelletaan likaantumisen aiheutuviin vikaantumisiin ja ongelmiin. Näistä johtuvia vikaantumisia tapahtuu suurella todennäköisyydellä ja ne saattavat aiheuttaa jopa linjan pysäyttämisen siis on perusteltua jaksottaa rullien ja telojen puhdistaminen, jotta vältetään täysin turhilta pysäytyksiltä.

- Likaantumista tulisi estää viikoittaisella puhdistamisella, jonka tulokset kirjataan ylös ja dokumentoidaan. Dokumentoinnin pohjalta säädetään optimaalinen puhdistusväli.

Jaksotettu uusiminen:

- Jaksotettua uusimista sovelletaan teloihin, koska niiden rikkoutumiset ovat kohtuullisen vaikeita havaita etukäteen, todennäköisyys on myös tapahtumalle suuri sekä rikkoutuessaan tapahtuma aiheuttaa linjan pysäyttämisen. Eli on tärkeää jaksottaa telojen vaihto siten, että niiden rikkoutumisesta ei tulisi ylimääräisiä pysäytyksiä.
- Uusimisväli tulee määrittää valmistajan suosituksen mukaan sekä käytössä havaitun aikavälin mukaan lisättynä varmuusajalla.
- Aikaintervalli telojen uusimiselle on 6 kuukautta, koska todennäköisyys rikkoutumiselle on väistämätön ja rikkoutuminen tapahtuu 1-2 kertaa vuodessa jolloin tällä vaihtointervallilla pystytään eliminoimaan turhat pysäytykset, jotka johtuvat telojen rikkoutumisesta.

### 7.5.3 Turbiinit

Turbiinien huoltosuunnitelmapohja koostuu jaksotetusta uusimisesta sekä toimintaohjeesta.

Jaksotettu uusiminen:

- Hihnojen kulumiseen sovelletaan jaksotettua uusimista, koska hihnojen rikkoutumista on lähes mahdoton havaita tulee ne sen vuoksi vaihtaa uusiin tietyn väliajoin niiden kunnosta riippumatta, koska rikkoutuessaan tapahtuma pysäyttää linjan.

- Laakereiden kulumiseen sovelletaan myös jaksotettua uusimista, koska laakerivikoja sattuu melko usein ja ne saattavat pysäyttää jopa koko linjan.
- Hihnojen ja laakereiden uusimisväli määritellään valmistajien suositusten mukaan sekä käytössä havaitun kokemusperäisen rikkoutumisvälin mukaan lisättynä tietyllä aikavarmuudella.
- Aikaintervalliksi laakereiden ja hihnojen vaihtoon valitaan 9 kuukautta, koska rikkoutumisten todennäköisyys on kerran 1-2 vuodessa jolloin tällä vaihtovälillä pystytään takaamaan laitteen toimivuus siten, että turhilta pysäytyksiltä vältetään.

Toimintaohjeet:

- Toimintaohjeita sovelletaan putkien kulumavikoihin, koska niitä on lähes mahdoton havaita etukäteen, mutta niiden vaikutukset prosessiin ovat vähäiset jolloin vika voidaan korjata sen jo tapahduttua.
- Putkien kulumavikojen toimintaohjeisiin kuuluu: putken vaihtamisen ohjeet ja mistä saa uusia putkia. Tämä vaatii sen, että koska tapahtuman todennäköisyys on isohko, että varaosia pitää aina löytyä varastosta.

#### 7.5.4 Pumput

Pumppujen huoltosuunnitelmapohja koostuu jaksotetusta uusimisesta sekä toimintaohjeista:

Jaksotettu uusiminen:

- Tiivisteiden ja suodattimien aiheuttamiin vikaantumisiin sovelletaan jaksotettua uusimista, koska niiden vikaantuminen on lähes mahdotonta havaita etukäteen sekä vikaantumisia tapahtuu useita kertoja vuodessa. Nämä vikaantumiset saattavat myös aiheuttaa prosessin pysäyttämisen.



- Uusimisväli määritellään tiivisteiden ja suodattimien käytössä saadun kokemuksen perusteella ja lisäämällä varmuusaika mukaan.
- Aikaintervalli suodattimien ja tiivisteiden uusimisille valitaan 4 kuukaudeksi, koska rikkoutumisen todennäköisyys on 1-2 kertaa vuodessa, jolloin tällä vaihtovälillä pyritään takaamaan laitteen toimivuus.

Toimintaohjeet:

- Toimintaohjeita sovelletaan pumppujen sähkövikoihin, koska vikaantumista on erittäin vaikea havaita etukäteen mutta tapahtuman todennäköisyys on pieni jolloin ehkäisevää toimenpidettä ei ole järkevää suunnitella.
- Toimintaohjeet sähkövioissa sisältävät: turvallisuusnäkökulman, kenelle ilmoitetaan, mistä tilataan uusi ja kuka vaihtaa.

### 7.5.5 Maalipistoolit

Maalipistoolien huoltosuunnitelmapohja koostuu jaksotetusta huollosta.

Jaksotettu huolto:

- Maalipistoolien huollossa sovelletaan jaksotettua korjausta, koska niiden vikaantumista on mahdotonta havaita etukäteen ja niitä tapahtuu kuitenkin suhteellisen usein niin tällöin jaksotetulla huollolla pyritään takamaan maalipistoolien toimivuus.
- Maalipistoolien huolto täytyy tehdä viikoittain ja huollon yhteydessä vaihtaa vialliset suuttimet ja liittimet uusiin. Huolloista tehdään dokumentointia, jonka perusteella etsitään optimaalisin huoltoväli maalipistooleille.

### 7.5.6 Suppilo

Suppilon huoltosuunnitelmapohja koostuu toimintaohjeista.

Toimintaohje:

- Suppilon huoltosuunnitelmassa sovelletaan toimintaohjetta, koska vikaantumiset on lähes mahdoton havaita etukäteen eikä niillä ole oleellista vaikutusta prosessin toimintoihin ja tapahtuman todennäköisyyскään ei ole kovin suuri. Nämä seikat huomioon ottaen ei ole järkevää panostaa ehkäiseviin toimenpiteisiin vaan toimia tapahtuman jälkeen.
- Toimintaohjeet sisältävät: kenelle ilmoitetaan, miten paikataan, miten vaihdetaan ja mistä saa varaosat.

### 7.5.7 Maalihuone

Maalihuoneen huoltosuunnitelmapohja koostuu toimintaohjeista.

Toimintaohjeet:

- Maalihuoneen huoltosuunnitelmassa sovelletaan toimintaohjeita, koska tapahtumat on lähes mahdoton havaita etukäteen, ne tapahtuvat erittäin harvoin eikä niillä ole oleellista vaikutusta prosessin toimintaan jolloin ei ole järkevää kohdistaa ehkäiseviä resursseja tänne vaan korjata viat niiden tapahtumisen jälkeen.
- Toimintaohjeisiin tulee: mistä saa korvaavan osan mikäli huoltotoimenpiteet eivät riitä.

### 7.5.8 Puhallin

Puhaltimen huoltosuunnitelmapohja koostuu jaksotetusta uusimisesta.

Jaksotettu uusiminen:

- Puhaltimen huoltosuunnitelmassa sovelletaan jaksotettua uusimista, koska vikaantumisen sattuessaan saattaa pysäyttää tuotannon jolloin kuluvien osien jaksotettu vaihtaminen ehkäisee turhat pysäytykset prosessissa.
- Uusimisten aikaväli tulee määrittää käytännössä havaitun käyttöiän sekä valmistajan suositusten mukaan lisäämällä tietty varmuusaika mukaan.
- Aikaintervalli uusimiselle on 12 kuukauden välein, koska tapahtuman todennäköisyys on verrattain pieni niin vuoden uusimisväli riittää takaamaan puhaltimen toimintakunnon.

### 7.5.9 Pesukone

Pesukoneen huoltosuunnitelmapohja koostuu toimintaohjeesta.

Toimintaohjeet:

- Pesukoneen huoltosuunnitelmassa sovelletaan toimintaohjeita, koska vikaantumiset ovat vaikeasti havaittavissa etukäteen, niitä ei tapahdu kovinkaan usein ja niiden vaikutukset itse prosessiin ovat minimaaliset, joten on perusteltua kohdistaa ennakoivat huoltoresurssit muualle.
- Toimintaohjeet sisältävät: mistä saa varaosia ja kuka tekee erikoistyöt.

## 8 POHDINTA

Työn alussa asetettiin tavoitteeksi saada RCM menetelmän periaatteet tutuksi Kontinolla. Ainakin teorian tasolla näin on tapahtunut, mutta käytännön tasolla esimerkinomainen RCM:n mallintaminen ei anna kattavaa kokonaiskuvaa siitä, että mitä RCM prosessi todellisuudessa on. Kuitenkin käytännön osuutena tehty mallintaminen on hyvä pohja myöhemmin mikäli RCM menetelmää aiotaan syvällisemmin käyttää. Se miksi päädyttiin virtaviivaistamaan RCM:ää tällä tavalla johtui siitä, että ei ollut mitään järkeä käytännössä yksin edes yrittää tehdä täysipainoista RCM:ää, koska onnistunut RCM prosessi toteutetaan aina nimetyssä projektiryhmässä.

Käytännön osuudesta saatuja tuloksia eli huoltosuunnitelmapohjia voidaan pitää suhteellisen luotettavina ja jo pelkästään noudattamalla työssä tehdyn kaltaista VVKA ja sen toimenpiteitä voidaan Kontinolla ainakin kriittisesti tarkastella sitä, että onko kunnossapito kohdistettu oikein ja sitä, että mitkä kohteet saavat kunnossapitoa turhaan.

RCM prosessi täysipainoisena Kontinolla ei välttämättä olisi paras ratkaisu, koska RCM prosessi on erittäin raskas toteuttaa jolloin kevyempien versioiden käyttö tulisi ennemminkin kysymykseen Kontinon kohdalla, koska strategisesti tärkeät prosessit ovat suhteellisen yksinkertaisia ja ne ovat hallittavissa myös kevennetyllä RCM menetelmällä. Jotta täysipainoinen RCM voitaisiin Kontinolla toteuttaa pitäisi sille varata omat resurssit ja nimetä työryhmä ja vastuut sen sisällä. Työryhmään tulisi kuulua tuotannon työntekijöitä, tuotannon esimiehiä, kunnossapitäjiä ja heidän esimiehiä. Valitulle ryhmälle pitäisi valita projektipäällikkö, jonka vastuulla koko prosessin veto olisi ja prosessin vetäjän tulisi olla perinpohjaisesti tutustunut koulutuksen kautta RCM toimintatapoihin.

Vaikka Kontinolla ei koskaan täysipainoista RCM:ää toteutettaisikaan niin tämän työn pohjalta herää ajatuksia myös siitä, että miten voida käyttää hyödyksi Algol Oy:n keräämää dataa kuin vain kuukausittaisina raporteina. Jos tulevaisuudessa päätetään toteuttaa tämäntapaisia kevyempiä RCM-metodiikan mallinnuksia tulisi niihinkin pitäisi nimetä työryhmä johon kuuluisi minimissään tuotannon työntekijä, kunnossapitäjä, Algolin edustaja ja tuotannon esimies. Työryhmä on tärkeä siksi, että

tällöin saadaan mahdollisimman kattava lopputulos, jossa on mahdollisuuksien mukaan otettu perinpohjaisesti huomioon kaikki eri näkökulmat.

## LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kustannus Oy Kunnossapitotekniikka.

ELMAS FMEA – RCM Toimintaohje. n.d. Ramentor Oy:n kotisivut – ratkaisut – elmas – rcm. Viitattu 17.11.2011. <http://www.ramentor.com>

Kangasniemi, V. 2011. Operatiivinen päällikkö. Oy Kontino Ab. Haastattelu 10.11.2011

Kunnossapito, 2006. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. 3. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy

Lawson M3. n.d. Merit Lawson M3 ohjelmiston kotisivut. Viitattu 13.11.2011. <http://www.meritconsulting.fi>

Nestix. n.d. Nestix ohjelmiston kotisivut. Viitattu 13.11.2011. <http://www.nestix.fi>

PSK Standarsointi, 2003. PSK 6201 Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.

Relia Soft. n.d. Examining Risk Priority Numbers in FMEA. Viitattu 17.11.2011. <http://www.reliasoft.com/newsletter/2q2003/rpns.htm>

SFS-EN 13306, 2001. Kunnossapitosanasto.

Smith, A. & Hinchliffe, G. 2004. RCM Gateway to World Class Maintenance. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann

## **LIITTEET**

Liite 1. Vakavuustaulukko

Liite 2. Todennäköisyystaulukko

Liite 3. Havaittavuustaulukko

Liite 4. Laitehierarkkinen puumalli

Liite 5. Singon toimintahierarkia

Liite 6. Maalaamon toimintahierarkia

Liite 7. Kuljettimen, pumppujen ja pesukoneen toimintahierarkia

Liite 8. Virtaviivaistettu RCM käsittelytaulukko

## LIITE 1: Vakavuustaulukko

		Severity = Vakavuusasteikko	
Vaikutus	Kuvaus		Aste
	Ei mitään oleellisia vaikutuksia		1
Ei vaikutta	Tapahdumalla erittäin vähäiset vaikutukset		2
	Vähäinen vaikutus tuotantoon		3
Vähäinen	Tapahdumalla jonkinlainen vaikutus		4
	Vähän vaikutusta ja aiheuttaa jonkin verran harmia.		5
Melko oleellinen	Tapahdumalla on oleellinen vaikutus		6
	Tapahdumalla on vakavat vaikutukset, prosessi voidaan joutua pysäyttämään		7
Vakava	Tapahdumalla on vakavat vaikutukset, prosessi joudutaan pysäyttämään		8
	Tapahdumalla on kriittiset vaikutukset, pysäyttää prosessin		9
Kriittinen	Tapahdumalla on kriittiset vaikutukset, pysäyttää prosessin		10
	Tapahdumalla on kriittiset vaikutukset, pysäyttää prosessin ja saattaa aiheuttaa vaaran ympäristölle ja terveydelle		10



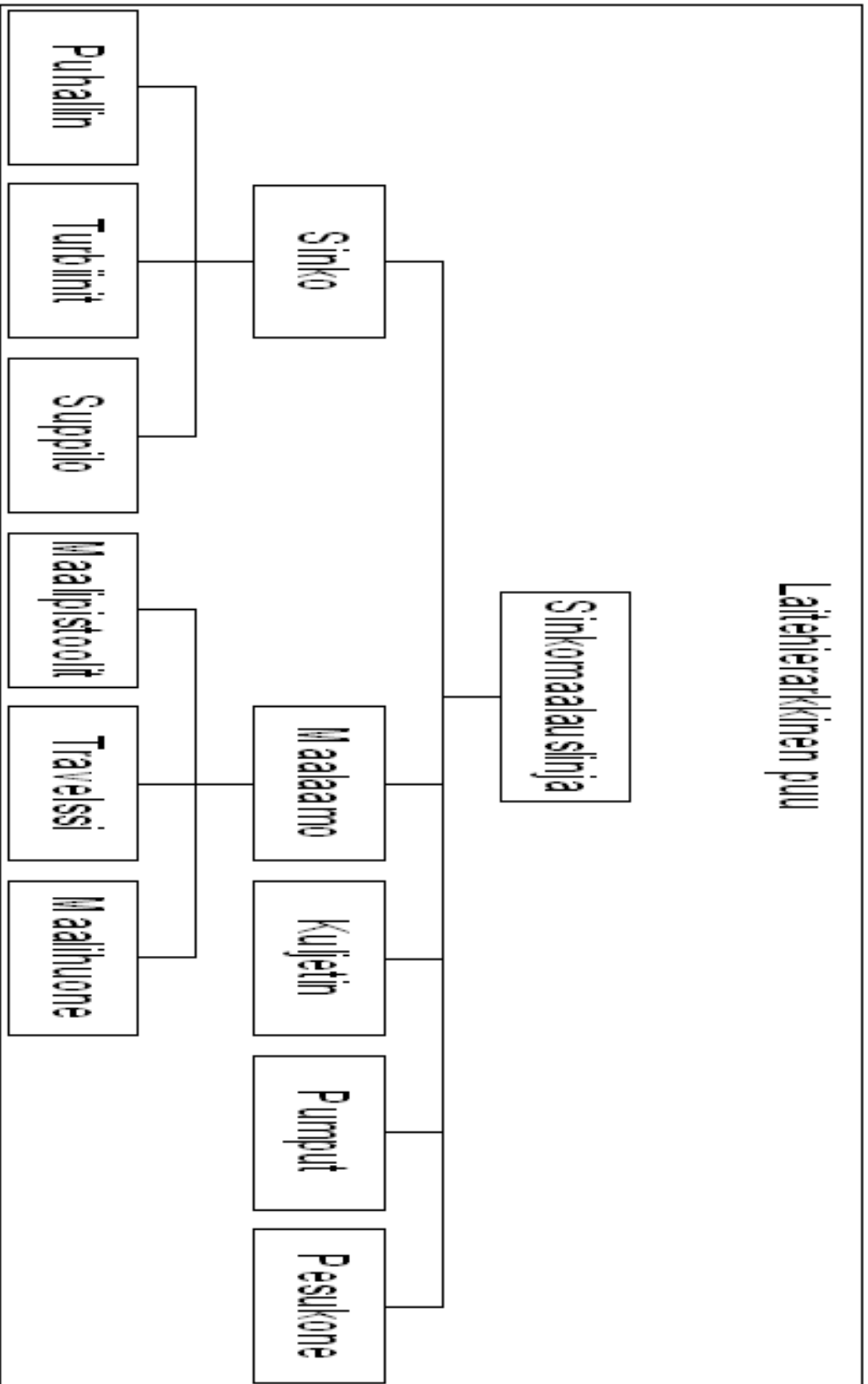
## LIITE 2: Todennäköisyystaulukko

		Occurance = Esintymä / todennäköisyys	
Todennäköisyys	Kuvaus		Aste
		Tapahduma käytännössä mahdoton / kerran 30 vuodessa	1
Mahdoton		Tapahduma käytännössä mahdoton / kerran 20 - 30 vuodessa	2
		Tapahduma erittäin epätodennäköinen / kerran 20 vuodessa	3
Harvinainen		Tapahduma erittäin epätodennäköinen / kerran 15 - 20 vuodessa	4
		Tapahduma on erittäin satunnainen / kerran 10 - 15 vuodessa	5
Satunnainen		Tapahduma on satunnainen / kerran 2 - 10 vuodessa	6
		Tapahduma on todennäköinen / kerran 2 - 5 vuodessa	7
Todennäköinen		Tapahduma on todennäköinen / kerran 1 - 2 vuodessa	8
		Tapahduma on väistämätön / 1 - 2 kertaa vuodessa	9
Väistämätön		Tapahduma on väistämätön / tapahtuu kuukausittain	10

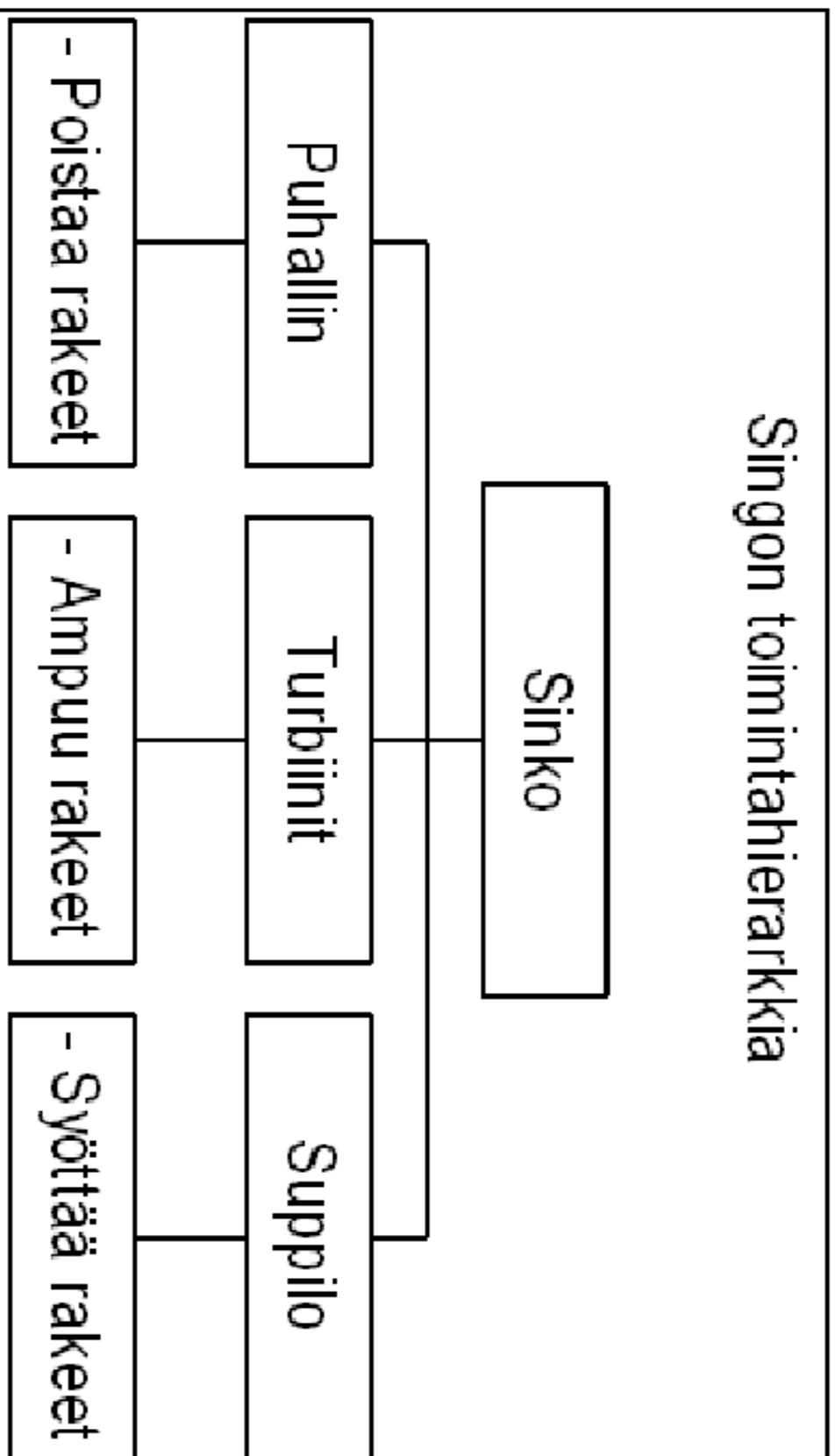
### LIITE 3: Havaittavuustaulukko

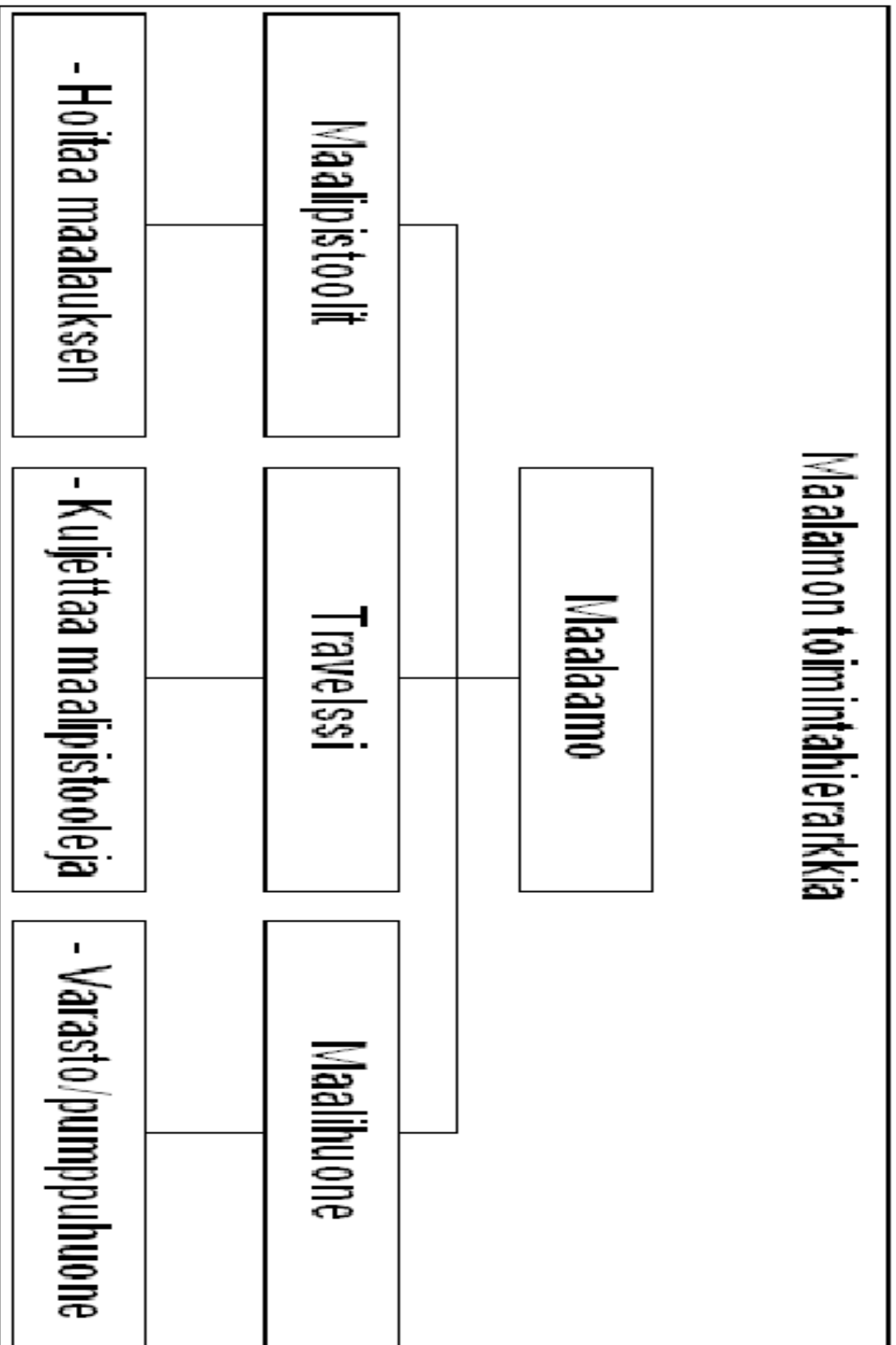
		Detection = Havaittavuus	
Havaittavuus	Kuvaus		Aste
Löydetään aina	Tapahduma havaitaan aina ennen kuin vahinkoa ehtii syntyä		1
	Saatetaan löytyä aina		2
Helppo havaita	Tapahduma havaitaan lähes aina		3
	Tapahduma havaitaan useimmiten		4
Satunnainen	Tapahduma saattaa jäädä huomaamatta		5
	Tapahduma huomataan yleensä		6
Vaikaa havaita	Tapahduma jää usein huomaamatta		7
	Tapahduma jää todennäköisesti huomaamatta		8
Mahdoton havaita	Tapahdumaa lähes mahdoton havaita etukäteen		9
	Tapahduma täysin mahdoton huomata etukäteen		10

## LIITE 4: Laitehierarkkinen puumalli

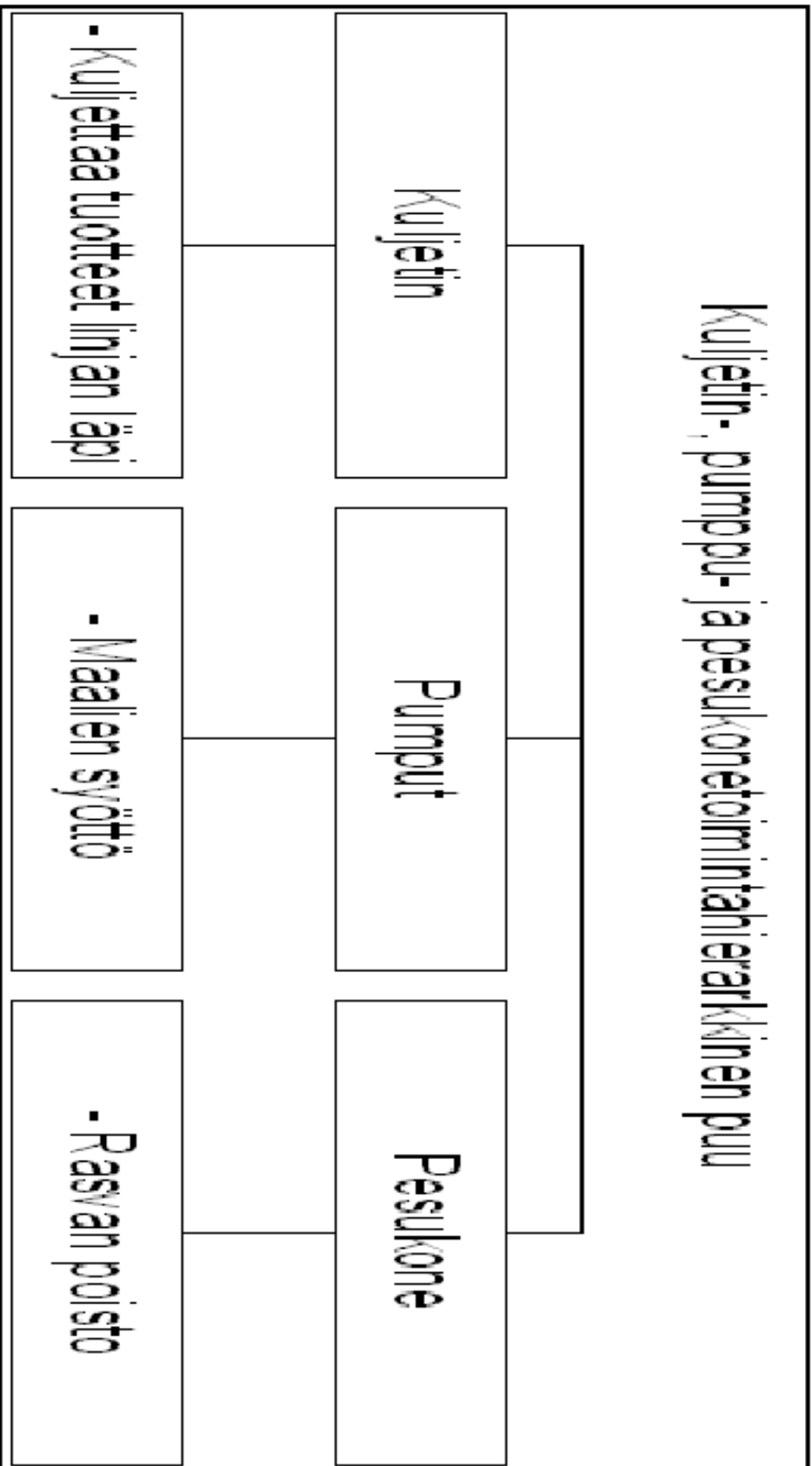


## LIITE 5: Singon toimintahierarkia



**LIITE 6: Maalaamon toimintahierarkia**

## LIITE 7: Kuljettimen, pumppujen ja pesukoneen toimintahierarkia



## Liite 8: Virtaviivaistettu RCM käsittelytaulukko

OY KONTINO AB		Virtaviivaistettu RCM käsittelytaulukko Sinkomaalauslinja									
VYKA	Kohde:	Vikaantumiset	Vikaantumisen syy	S = Vakavus	O = Esintymä /	toistamiskäisyys	D = Havaittavuus	Riskiluku (RPN)	Toimintamalli	ehdous	
	<b>Sinko</b>										
	Puhallin	BACKMAN SINGON PUHALLIN PITÄÄ METELÄ	Laakerit vicihuneet	7	5	8	5	175	Jaksoitettu uusiminen		RPN (keskiarvo)
	Turbiini	4 TURBIININ HIHNAAT POIKKI	Hihnojen kuluminen	7	8	8	9	504	Jaksoitettu uusiminen		Puhallin 175
		1,3,6 TURBIININ HIHNAAT	Hihnojen kuluminen	7	8	8	9	504	Jaksoitettu uusiminen		Turbiini 397
		5-TURBIININ OTTAA ENEMMÄN VIRTAA	Laakerinika	8	8	8	5	320	Jaksoitettu uusiminen		Suppilo 180
		TURBIININ LAAKERIPUKIN LAAKERIOINTI	Laakerinika	7	8	8	6	366	Jaksoitettu uusiminen		Maalipistoolit 400
		2 JA 3 TURBIINISTA VUOTAA HIEKKÄÄ	Putkien kuluminen	4	8	8	10	320	Toimintaohjeet		Traveissi 399
	Suppilo	HIEKKÄÄ VUOTAA SUPPILOSTA	Kuluminen	3	6	6	10	180	Toimintaohjeet		Maalihuone 120
		HIEKKATORVI VUOTAA	Kuluminen	3	6	6	10	180	Toimintaohjeet		Kuljetin 491
											Pumput 378
											Pesukone 121
	<b>Maalihuone</b>										
	Maalipistoolit	MAALIPISTOOLIT TUKOSSA	Tukkeuna suuttimisessa	5	8	8	10	400	Jaksoitettu korjaus		
		MAALIPISTOOLIVUOTO	Letkuvuoto / hiinrika	5	8	8	10	400	Jaksoitettu korjaus		
	Traveissi	KOHENEN YLÄTRAYEISSIN KORJAUS	Kiskojen kuluminen	9	5	5	3	135	Kunnon vakonta		RPN (maks)
		PAINELMAAVUOTO YLÄTRAYEISSISSA	Vuoto lekuissa	4	7	7	4	112	Toimintaohjeet		Puhallin 175
		KAKSI KETJUA POIKKI	Kuluminen	9	7	7	10	630	Jaksoitettu uusiminen		Turbiini 504
		YKSI KETJU POIKKI JA TOINEN POIS PAIKOILTAAAN	Kuluminen	9	8	8	10	720	Jaksoitettu uusiminen		Suppilo 180
	Maalihuone	MAALIAMON ULKO-OVEN LUKKO	Lukko jumissa	2	3	3	10	60	Toimintaohjeet		Maalipistoolit 400
		JÄLKILÄMMITTS EI TOIMI	Säädiäyskiskko rikki	6	3	3	10	180	Toimintaohjeet		Traveissi 720
											Maalihuone 180
	<b>Kuljetin</b>										
		BACKMAN SINKORADAN KULJETINRULLA EI TOIMI	Rullissa ilkaa	8	8	8	9	576	Jaksoitettu korjaus		Kuljetin 576
		POIKITTAISKULJETIN TAKKUA	Liikaa	4	8	8	10	320	Jaksoitettu korjaus		Pumput 496
		TELA RIKKI	Kuluu rikki	8	9	9	8	576	Jaksoitettu uusiminen		Pesukone 135
	<b>Pumput</b>										
		MAALIPUMPPU EI TOIMI	Tiivisteet peltäneet	6	9	9	9	486	Jaksoitettu uusiminen		
		SIIRTOPUMPPU VUOTAA	Tiivisteet peltäneet	5	9	9	10	450	Jaksoitettu uusiminen		
		SIIRTOPUMPPU LÄMMÖTORI	Suodattimet	5	8	8	9	360	Jaksoitettu uusiminen		
		SIIRTOPUMPPU EI PUMPPAA	Sätkökätkä	6	4	4	9	216	Toimintaohjeet		
	<b>Pesukone</b>										
		PESUKONE TEMPPULUE	Sätkökätkä	3	5	5	8	120	Toimintaohjeet		
		PESUKONE OLJYNPÖISTO MATON MOOTTORI	moottorinika	3	5	5	9	135	Toimintaohjeet		
		PESUKONE OLJYNPÖISTÖN VAHTO	eroin hajosi	4	3	3	9	108	Toimintaohjeet		