

Janne Liimatta

KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KEHITYSSUUNITELMA

Energiatekniikan koulutusohjelma  
Voimalaitostekniikan suuntautumisvaihtoehto  
2009



# TIIVISTELMÄ

## KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KEHITYSSUUNITELMA

Liimatta Janne

Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Tekniikan Porin Yksikkö  
Tekniikantie 2  
28600 Pori  
Puh: +358 (0)2 620 3000

Energiatekniikan osasto  
Energiatekniikka ja voimalaitostekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Insinööriyö: 47 sivua  
Työn ohjaaja: Zenger, Pekka  
UDK: 62 -7, 658.58

Asiasanat: kunnossapito, analyysi, kartonki, varaosat

---

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tehdä ABB Oy Service:n Corenso United Oy Porin Kartonkitehtaalle uusiomassalaitokseen suorittamassa RCM -analyysissä kerättyjen tietojen perusteella laitteistojen kriittisyysluokkatarkastelu. Kriittiseksi todetuille laitteille suoritetaan myös varaosatarkastelu.

Corenso United Oy Porin kartonkitehtaan uusiomassalaitoksen prosessin laitteista kerättykerättyä tietoa tarkastellaan RCM -analyysiä varten tehdyllä ELMAS tietokontyökaluohjelmalla ja RCM -käsittelytaulukko ohjelmalla.

RCM -analyysissä kriittiseksi todettujen laitteiden varaosatarkastelun perusteella tehdään selvitys uusiomassalaitoksen kriittisten laitteiden varaosatilanteesta sekä ehdotus tarpeellisten varaosien hankinnasta.

# ABSTRACT

## DEVELOPMENT PLAN FOR A MAINTENANCE SYSTEM

Liimatta Janne

Satakunta University of Applied Sciences, Pori  
Tekniikantie 2  
28600 Pori  
Tel: +358 (0)2 620 3000

Degree program in Energy technology  
Orientation in Power plant engineering  
Bachelor's thesis: 47 pages  
Project Supervisor: Zenger, Pekka  
UDK: 62 -7, 658.58

Keywords: maintenance, analysis, carton, spare part

---

The aim of this thesis was to perform a criticality class review of equipment based on the information gathered in an RCM analysis by ABB Oy Service from the secondary fibre mill of Corenso United Oy Porin Kartonkitehtas.

The review of information gathered from the process was performed by using computer programs ELMAS and RCM information sheet which are designed for the RCM analysis.

Based on the spare part survey of the critical equipment, a report and an acquisition proposal of necessary spare parts are made.

## **Alkusanat**

Tämä insinöörityö on tehty ABB Oy Service:ssä opinnäytteeksi Satakunnan ammattikorkeakoulun energiatekniikan osastolle. Työn ohjaajana on toiminut TkL Pekka Zenger, jolle kiitokset täsmällisestä ohjauksesta.

Haluan kiittää työmaapäällikkö Mika Valkeejärveä mahdollisuudesta tehdä insinöörityö ABB Oy Service:lle. Kiitän myös ABB:n huoltoteknikoita ja asentajia jotka avustivat minua työn suorittamisessa. Kiitokset kaikille.

Porissa 15.5.2009

Janne Liimatta

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT .....	4
SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 ABB -YHTYMÄ.....	8
3 CORENSO UNITED OYJ LTD PORIN KARTONKITEHDAS .....	9
4 RCM (RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE).....	10
4.1 Taustat.....	10
4.2 Historia.....	11
4.3 RCM:n päämäärät .....	13
4.4 RCM prosessi .....	14
4.4.1 Toiminnot ja suorituskykystandardit .....	15
4.4.2 Toimintahäiriö .....	15
4.4.3 Vikaantumistavat .....	15
4.4.4 Vikojen vaikutukset .....	15
4.4.5 Vikojen seuraukset .....	15
4.4.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta .....	16
4.4.6.1 Jaksotettu korjaus ja jaksotettu uusiminen .....	16
4.4.6.2 Kunnonvalvonta.....	17
4.4.6.3 Vian etsintä.....	17
4.4.6.4 Uudelleensuunnittelu .....	17
4.4.6.5 Korjaava kunnossapito .....	17
5 UUSIOMASSATEHDAS.....	18
5.1 Uusiomassa.....	18
5.2 Uusiomassan valmistus Corenso United Oy:n Porin Kartonkitehtaalla .....	18
6 RCM TYÖKALUT .....	21
6.1 ELMAS (Event Logic Modelling and Analysis Soft Ware) .....	21
6.1.1 Fault Tree Analysis.....	21
6.1.1.1 Failure Mode and Effect Analysis .....	23
6.1.1.2 Risk Priority Number .....	24
6.2 RCM – käsittelytaulukko.....	25
6.2.1 Vikatyypin- ja vaikutuskriittisyysanalyysi.....	26
6.2.2 Kriittisyysluokka ja riskiluku .....	27
6.2.2.1 Kriittisyysluokka.....	27
6.2.2.2 Riskiluku .....	28
7 SAP – TIETOJÄRJESTELMÄ.....	31
8 UUSIOMASSALAITOKSEN RCM – ANALYYSI .....	31

8.1 RCM -analyysin tulosten tarkastelu .....	31
8.2 Kriittisten laitteiden varaosatarkastelu .....	32
9 VARAOSATARKASTELUN HUOMIOT .....	34
9.1 Sähkö ja automaatiopuolen varaosat .....	34
9.2 Mekaanisen puolen varaosat .....	34
10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
LIITTEET .....	37
LIITE 1: RPN LUOKKIEN KUVAUS .....	38
LIITE 2: RPN MUUNNOSTAULUKKO .....	41

# 1 Johdanto

ABB Oy Service Porin Aittaluodon yksikkö tarjoaa Full Service kunnossapitopalvelua Corenso United Oy Porin kartonkitehtaalle. Osana kunnossapidon tehostusta Porin Kartonkitehtaan uusiomassalaitoksella on suoritettu RCM -analyysi, vuosina 2006 – 2007.

RCM -analyysin tarkoituksena on kartoittaa Uusimassalaitoksen prosessin kriittiset laitteet ja komponentit. Kartoituksen tulosten perusteella voidaan priorisoida kunnossapito kriittisille laitteille ja minimoida vikaantumisen aiheuttamat tappiot kustannustehokkaasti.

Uusimassalaitoksen RCM -analyysi suoritettiin ELMAS -tietokonetyökalua hyväksikäyttäen, mutta Porin Kartonkitehtaan muiden laitosten RCM -analyysi toteutetaan ABB:n RCM -käsittelytaulukko Excel -ohjelmaa hyväksikäyttäen. ABB haluaa uusiomassalaitoksen RCM -analyysin olevan myös käsitelty RCM -käsittelytaulukko-ohjelmalla. Tällöin Porin Kartonkitehtaan laitosten RCM -analyysien tulokset olisivat helposti tarkasteltavissa koska ne ovat kaikki toteutettu samalla formaatilla.

Uusiomassalaitoksen RCM -analyysiä ei viety alun perin aivan loppuun asti. RCM -analyysistä kerättyjen tietoja pitäisi jatko käsitellä, jotta saataisiin selville kriittisten laitteiden todellinen varaosatilanne. Varaosatarkastelussa ilmenneiden huomioiden perusteella tulisi luoda ehdotus mahdollisesti tarpeellisten varaosien hankinnasta ja selvitys saatavuudesta.

## 2 ABB -yhtymä

ABB -yhtymä syntyi tammikuussa 1988 Ruotsalaisen Asea AB:n ja Sveitsiläisen BBC Brown Bover Ltd:n sähköteknisten liiketoimien fuusiosta. Yhtymän holding-yhtiö sijaitsee Zürichissä, Sveitsissä. Yhtiön osakkeet omistavat puoliksi emoyhtiöt ABB AB ja ABB AG. Kummankin yhtiön osakkeet on listattu useissa pörseissä Euroopassa ja Yhdysvalloissa.

ABB:n palveluita on saatavilla ympäri maailman. Asiakkaita palvelee sähkönjakelun, automaation, voimantuotannon ja voimansiirron aloilla. ABB palvelee myös öljy-, kaasu- ja petrokemianteollisuudessa. ABB:llä on tarjottavana myös sen omat tuotteet, urakointi ja rahoituspalvelut. /1/

ABB on maailman johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, jonka ansiosta asiakkaat teollisuudessa ja energiantuotannossa pystyvät parantamaan kilpailukykyään ympäristöystävällisesti. ABB:llä on palveluksessaan yli 120 000 henkilöä yli sadassa maassa. /2/

Suomessa ABB:llä on kattava erikoisosaaminen teollisuuden sähkö- ja automaatioteknologiassa, jota on hyödynnetty lähes sadankahdenkymmenen vuoden ajan. Suomessa ABB Oy:n liikevaihto on kaksi miljardia euroa vuodessa ja sen palveluksessa on 6650 henkilöä.

Suurin osa tilauksista menee vientiin. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa kysyntä keskittyy korjausinvestointeihin ja sähköverkkojen luotettavuutta parantaviin hankkeisiin. Aasiassa, Lähi-Idässä ja Afrikassa kysyntä painottuu verkkoinfrastruktuurin rakentamiseen. /3/

ABB Oy Service Porin Aittaluodon yksikkö tarjoaa Full Service kunnossapitopalvelua Corenso United Oy Porin kartonkitehtaalle eri ABB:n tuotteiden mukaan. Pääasiallisesti ABB huoltaa ja korjaa laitteita sekä suorittaa ennakkohuoltotöitä. Full Service perustuu pitkäaikaiseen suoritus pohjaiseen sopimukseen, jossa ABB sitoutuu ylläpitämään ja parantamaan tuotantokalustoa. /4/



### **3 Corenso United Oyj Ltd Porin Kartonkitehdas**

Corenso United Oyj:n Porin Kartonkitehdas sijaitsee Aittaluodon kaupunginosassa lähellä Porin keskustaa. Kartonkitehdas aloitti toimintansa vuonna 1992 Yhtyneet Paperitehtaat Oy Porin Paperi – nimellä ja saman vuoden lokakuussa nimi vaihtui omistajavaihdoksen myötä Corenso United Oy Ltd:ksi. Tuolloin omistajina olivat Yhtyneet Paperitehtaat Oy (myöh. UPM-Kymmene Oyj) ja Enso Gutzeit Oy (myöh. Stora Enso Oyj). Corenson omistaa kokonaisuudessaan Stora Enso Oyj. Corenson Porin kartonkitehdas kuuluu Stora Enson Pakkauskartongin-tuotealueeseen.

Corenson pääkonttori sijaitsee Lahdessa ja kartonkitehtaat Porin lisäksi Ranskan Saint-Seurin-sur-l'Isle:ssa sekä USA:ssa Wisconsinin osavaltiossa. Hylsytehtaita Corensolla on Porissa, Iso-Britanniassa, Espanjassa, Saksassa, Ruotsissa, USA:ssa, Kiinassa ja Hollannissa. Lisäksi Corensolla on vähemmistöosuus Espanjan Alpasa S.L.:n ja Kanadan Crown Fibre Tube Inc:n hylsytehtaista. Maailman laajuisesti Corenso työllistää noin 1100 henkilöä. Porin kartonkitehdas työllistää noin 110 henkilöä ja sen vuotuinen liikevaihto on noin 40 miljoonaa euroa.

Corenso United Oy:n tavoitteena on pitkäaikaisten asiakassuhteiden solmiminen tehokkaan kehityksen ja innovaatioiden avulla. Ympäristövastuu ja kestävyys ovat yrityksen kulmakiviä. Corenso käyttää tuotannossaan kierrätysmateriaaleja tuottaakseen kierrätettäviä ja luontoystävällisiä tuotteita.

Corenso United Oyj Ltd Porin Kartonkitehdas valmistaa hylsykartonkia, joista edelleen valmistetaan kartonkihylsyjä paperi-, tekstiili- ja muoviteollisuuden tarpeisiin. Hylsykartongin pääraaka-aine on uusiokuitu- eli kierrätyspaperi. Myös lopputuote on 100 prosenttisesti kierrätettävää. Porin tehtaalla hylsykartonkia tuotetaan vuodessa noin 120 tonnia. Corenson tuotevalikoima sisältää myös reunasuojukset sekä alumiini- ja kuitupohjaiset maalipurkit.

Corenson Porin Kartonkitehtaan toimintakokonaisuuteen kuuluu uusiomassan ja kemimekaanisen massan valmistus, hylsykartongin valmistus, jäteveden käsittely, puuhakkeen ja keittokemikaalin vastaanottovarastot. /5, 6, 7/

## 4 RCM (Reliability Centred Maintenance)

### 4.1 Taustat

Usein kunnossapidon suunnittelu, varsinkin ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu, perustuu käyttäjien kokemukseen ja laitteen valmistajan ohjeisiin. Tämä johtuu tehokkaiden kunnossapitomenetelmien ja työkalujen puuttumisesta. Näiden syiden takia on todettu, että ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan aivan liikaa. On todettu, että jopa 40 prosenttia suunnitellusta - ehkäisevästä kunnossapidosta on turhaa työtä.

Tavallisimpia esimerkkejä turhasta kunnossapidon työstä on:

- Laitteita puretaan tai avataan turhaan, kun yritetään päätellä laitteen toimintakuntoa. Laitteen avaaminen lisää mahdollisuutta laitteen vikaantumiseen.
- Laitteiden tarkkaa kunnossapitotarvetta ei tiedetä. Laitteet, jotka tarvitsevat huoltoa, ei välttämättä saa kaikkea tarvittavaa huoltoa. Toisaalta taas jotkut laitteet saavat turhaa huoltoa.
- Usein ehkäisevän kunnossapidon menetelmät ovat vääriä ja tehottomia, mutta ehkäisevää kunnossapitoa tehdään, koska ”sitä pitää kuulemma tehdä”.

Kunnossapidossa on tärkeää, että tunnetaan vikaantunut prosessi ja tämän prosessin kaikki komponentit. Tämän tiedon perusteella voidaan päättää sopivasta kunnossapitomenetelmästä jokaisen komponentin kohdalla.

Kunnossapitotyökalut pystyvät tunnistamaan kriittisimmät prosessit ja näiden kriittisimmät komponentit, jolloin pystytään päättämään sopivasta kunnossapito menetelmästä. Kunnossapidossa käytettävät menetelmät on suunniteltu prosesseille joiden vikaantuminen saattaa aiheuttaa riskejä, jotka eivät ole hyväksyttäviä. Näiden menetelmien kanssa kunnossapidosta voidaan tehdä kustannustehokasta toimintaa.

RCM (Reliability Centred Maintenance) eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on yksi näistä työkaluista. RCM -menetelmää käytettäessä kunnossapidon suunnittelu aloitetaan selvittämällä missä prosesseissa kunnossapitoa eniten tarvitaan. Prosessin tärkeysjärjestyksen määrittämisen jälkeen selvitetään mitä koneita ja laitteita prosesseissa on. Tämän jälkeen tutkitaan mitenkä kyseiset laitteet voivat vikaantua ja mitä vikaantumisesta seuraa. Näin saadaan laitteet järjestykseen sen mukaan kuinka

vakavat seuraukset vikaantumisella on. Seuraavaksi tutkitaan mitä kunnossapito-resursseja on käytettävissä ja voidaanko niitä tässä tapauksessa käyttää. Näiden kerättyjen tietojen mukaan voidaan kirjoittaa uusi kunnossapito-ohjelma.

RCM-menetelmässä selvitetään ensin kaikki mahdollinen prosessista ja sen kunnossapidon tarpeesta. Vasta perusteellisen pohjatyon jälkeen siirrytään toimintaan. /8/

## 4.2 Historia

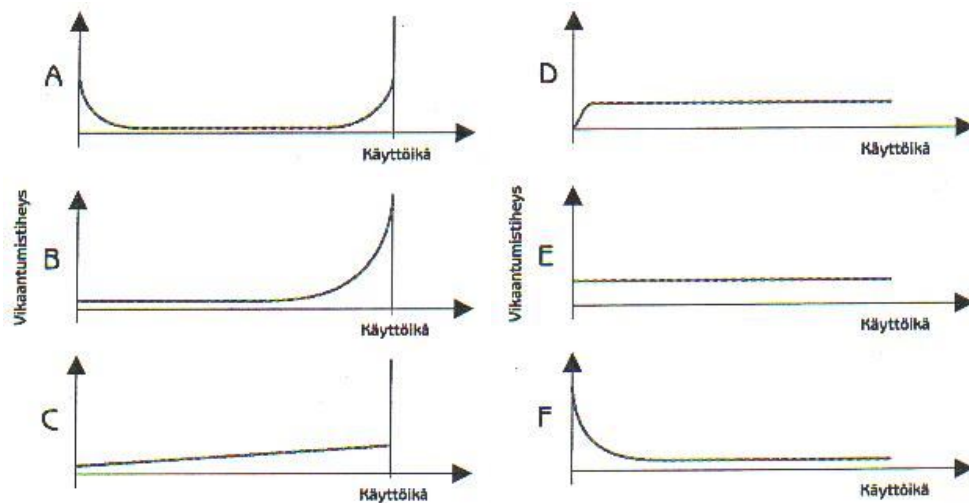
RCM idea syntyi 1950-luvulla. Aluksi kehitystyö oli hidasta, mutta vuonna 1960 FAA (Federal Aviation Agency, Yhdysvaltain ilmailuvirasto) perusti työryhmän, jonka tehtävänä oli kehittää lentokoneiden ennakoivaa kunnossapitoa.

Lentokoneteollisuuden huolto-ohjelmat perustuivat oletukseen, että vikaantuminen on ajasta riippuva tapahtuma (vikaantumistiheysfunktio kylpyammeen muotoinen). Tämän oletuksen testaukset eivät kuitenkaan tuottaneet haluttua lopputulosta.

Uusien testien jälkeen todettiin että:

- Ennakoivalla (jaksotetulla) kunnossapidolla ei ollut suurta vaikutusta monimutkaisten laitteiden luotettavuuteen, jos laitteella ei ollut (yhtä) selvästi tunnistettavaa tai hallitsevaa vikaantumistapaa.
- Lentokoneissa on paljon sellaisia osia, joille ei ollut olemassa tehokasta tai toimivaa ennakoivan kunnossapidon ohjelmaa.

Työryhmä joutui tilanteeseen jossa vanhat kunnossapitomenetelmät eivät toimineet. Lisätutkimuksista kävi ilmi, että vikaantumismalleja oli kuusi. Kuva 4.1 alkuperäisen yhden vikaantumismallin sijaan kolme malleista ei ollut riippuvaisia ajasta.



Kuva 4.1 Vikaantumismallit

Työryhmän havaitsemista vikaantumismalleista kolme A, B, ja C perustuu aikaan. Malli A koostuu korkeasta ”lapsikuolleisuudesta”, jota seuraa tasainen kausi sekä eliniän lopussa nopeasta vikaantumisesta. Malli B:ssä vikaantuminen ilmenee vasta eliniän lopussa. Malli C:ssä vikaantuminen lisääntyy iän noustessa.

Vikaantumismallit D, E ja F perustuu satunnaiseen vikaantumiseen. Mallissa D vikaantuminen on vähäistä, mutta lisääntyy nopeasti pysyvälle tasolle. Malli E:ssä vikaantuminen on samansuuruista koko eliniän. Malli F:ssä esiintyy aluksi paljon ”lastentauteja” pudoten vakiotasolle, jolla ne pysyvät lopun eliniän.

Lentokoneissa näiden mallien esiintymistä on tutkittu ja tulokset ovat taulukossa 4.1.

Taulukko 4.1 Vikaantumismallien esiintyminen

Malli	Esiintyminen	Malli	Esiintyminen
A	4 %	D	7 %
B	2 %	E	14 %
C	5 %	F	68 %

On todettu, että teollisuudessa tapahtuva vikaantuminen noudattaa lentokoneteollisuudessa mitattuja lukuja. Taulukosta voi päätellä, että kahdeksankymmentä prosenttia vikaantumisista on mallien D, E ja F mukaisia. Vikaantumiset, jotka voidaan

ennustaa, puolet ovat sellaisia, joissa ennakoivien menetelmien käyttö ei ole mielekästä. Eli ennakoivan kunnossapidon keinoin voidaan löytää vain kymmenen prosenttia vioista. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotantolaitoksen kunnossapitoa ei kannata suunnitella ennakoivan kunnossapito menetelmien mukaisesti.

Näiden uusien tietojen perusteella kirjoitettiin uudet toimintaohjeet, jotka kantoivat nimeä MSG (Maintenance Steering Group). Tämän ohjeen uusin versio kattaa lähes kaikki kaupalliset lentokonemallit.

Vuonna 1974 Yhdysvaltain puolustusministeriö pyysi United Airlines-lentoyhtiötä valmistamaan raportin, jonka mukaan siviililentokoneiden huolto-ohjelmat tulisi suunnitella. Raportin nimeksi annettiin Reliability Centred Maintenance.

RCM:n käyttö alkoi vuonna 1978 Yhdysvaltain laivastossa, josta se on levinnyt laajalle. 1980-luvun alkupuolella kehitettiin ohjelma, joka soveltui teollisuuden tarpeisiin. RCM on laajasti käytetty energiasektorilla (ydinvoimalaitokset) ja öljynjalostuksessa.

Alkuperäinen RCM -metodi on todettu erittäin raskaaksi ja kalliiksi, koska metodi ”ei oleta mitään vaan tutkii kaikki”. Tästä syystä usein käytetään RCM:n kevennettyä versiota SRCM eli streamlined RCM. Tässä versiossa voidaan olettaa, että päätösten pohjaksi voidaan ottaa valmista materiaalia tai voidaan käyttää samankaltaisten prosessien jo olemassa olevaa tietoa. /8/

### **4.3 RCM:n päämäärät**

RCM on metodi, jonka avulla suunnitellaan kunnossapidettävän kohteen kunnossapito. Keskeisimmät päämäärät ovat:

- Priorisoida prosessien laitteet ja näin kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Tavanomaisimmat priorisointikriteerit ovat kustannukset, turvallisuus, ympäristövaikutukset sekä laatu.

- Selvittää laitteiden vikaantumismekanismit ja näin luoda pohja oikeiden, tehokkaiden kunnossapitomenetelmien käytölle.
- Kunnossapidon piiriin saatetaan myös sellaiset raja- ja turvalaitteet, jotka prosessin toimiessa ovat ”passiivisia”.
- Sellaisille laitteille, joille ei löydy tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, laaditaan valmiit toimintaohjeet käytettäväksi vikaantumisen ilmettyä.
- Koneiden käyttöhenkilökunta oppii seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa.
- Kohdistamalla kunnossapito sinne, missä sitä tarvitaan, voidaan laskea kunnossapidon kustannuksia, parantaa prosessin tuottavuutta ja laitteiden luotettavuutta.

/8/

#### 4.4 RCM prosessi

**RCM on prosessi, jonka avulla määritellään mitä on tarpeellista tehdä, jotta mikä tahansa tuotantoväline jatkuvasti tekee omistajansa siltä haluamaa toimintoa senhetkisessä toimintaympäristössään.**

Yllä olevasta määritelmästä seuraa seitsemän kysymystä, jotka on kysyttävä jokaisen laitteen arvioinnin yhteydessä:

1. Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkisessä toimintaympäristössä?
2. Mitä tapahtuu kun laite rikkoutuu (mitkä toiminnot jäävät tapahtumatta)?
3. Mikä aiheuttaa kunkin laitteen toiminnon puuttumisen / vajaatoiminnan?
4. Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?
5. Mitä vahinkoja kukin vikaantuminen aiheuttaa?
6. Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumismallin havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
7. Mitä tehdään, jos sopivaa ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

/8/

#### **4.4.1 Toiminnot ja suorituskykystandardit**

RCM -prosessin ensimmäisessä vaiheessa määritellään kunkin tuotantovälineen toiminnot ja suorituskykystandardit kussakin käyttöympäristössä. On oleellisen tärkeää, että latteiden käyttäjät osallistuvat RCM -prosessiin, koska heillä on paras tieto laitteen toiminnasta.

#### **4.4.2 Toimintahäiriö**

Toimintahäiriöllä tarkoitetaan laitteen vikaantumista, kun laite vielä toimii, mutta ei vastaa asetettuja tuotantomääriä tai laatuvaatimuksia ei saavuteta tai laite on vaarallinen käyttää.

#### **4.4.3 Vikaantumistavat**

Ennakkohuollolla pyritään estämään vikaantumiset. Vikaantumisia aiheuttaa tuotantovälineiden rappeutuminen, normaali kuluminen, inhimilliset erehdykset, väärinkäyttö jne. On tärkeää, että jokaisen vikaantumisen alkusyy tunnistetaan riittävän tarkasti, jotta ne voidaan toimintoja muuttamalla poistaa.

#### **4.4.4 Vikojen vaikutukset**

Vikojen vaikutukset selvitetään jokaiselle listatulle vialle. Määrityksiin sisällytetään tiedot joiden avulla voidaan arvioida vikojen seurausvaikutukset. Määrityksissä käsitellään seuraavia asioita:

- Mistä nähdään, että vikaantuminen on tapahtunut?
- Millaisia riskejä vikaantuminen aiheuttaa terveydelle tai ympäristölle?
- Miten vikaantuminen aiheuttaa tuotantoon tai toimintaan?
- Mitä konkreettisia vahinkoja vikaantuminen aiheuttaa?
- Mitkä ovat korjaustoimenpiteet?

#### **4.4.5 Vikojen seuraukset**

RCM -prosessissa vikojen seuraukset jaetaan neljään ryhmään:

1. Piilevien vikojen seuraukset: Piilevillä vioilla ei ole suoraa vaikutusta, mutta ne käynnistävät ketjureaktioita, jotka kehittyvät suureksi joukoksi vikaantumisia, joilla on vakavammat seuraukset.
2. Turvallisuus- ja ympäristöseuraukset: Vikaantumisella on turvallisuusseurauksia, jos se aiheuttaa vammautumista tai hengenmenon. Ympäristöseuraukset aiheuttavat erilaisia säädökset ylittäviä päästöjä tai haittoja.
3. Toiminnalliset seuraukset: Vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon (määrä, laatu, asiakaspalvelu tai käyttökustannukset välittömien korjauskustannusten lisäksi).
4. Ei-toiminnalliset seuraukset: Tässä ryhmässä vikaantuminen ei aiheuta turvallisuuteen eikä toimintaan liittyviä seurauksia. Seuraukset ovatkin vain korjauksista aiheutuvia välittömiä kustannuksia.

Pakottamalla vikaantumisien seuraukset tällaiseen jäsenneltyyn muotoon voidaan priorisoida kohteet, jotka ovat kriittisempiä kuin toiset.

#### **4.4.6 Vikaantumisen hallinnan tehtävien valinta**

Vikaantumisen hallinta jaetaan kahteen ryhmään:

1. Proaktiiviset tehtävät: Nämä tehtävät suoritetaan, kun laite ei enää toimi. RCM jakaa nämä tehtävät kolmeen ryhmään: jaksotettu korjaus, jaksotettu uusiminen ja kunnonvalvonta.
2. Korjausohjeet, toimintaohjeet: Jos laitteelle ei pystytä määrittämään tehokasta ehkäisevää toimintamallia, laaditaan ohjeet, jonka mukaan toimitaan, jos laite lopettaa toimintansa.

Vikaantumisen hallintaan voi löytyä järeitäkin vaihtoehtoja riippuen vahingon kriittisyydestä. Esimerkiksi koko laite voidaan joutua uudelleen suunnittelemaan.

##### **4.4.6.1 Jaksotettu korjaus ja jaksotettu uusiminen**

Jaksotettu korjaus sisältää toimenpiteitä, kuten osan uudelleenvalmistaminen, laitteen tai sen osien määräaikaistarkastukset. Jaksotetussa uusimisessa laitteen osa tai osakokonaisuus uusitaan sen kunnosta tai iästä riippumatta.



#### **4.4.6.2 Kunnonvalvonta**

Kunnonvalvonnan tehtävät perustuvat siihen, että alkanut vikaantuminen oireilevaa ja havaittavissa. Nämä viat voidaan havaita eri tavoin (kuten aistein, mittauksin, toiminnan muutoksilla). Tarkoituksena on havaita oirehtivat viat niin, että ne pystytään korjaamaan suunnitellusti.

#### **4.4.6.3 Vian etsintä**

Vian etsintään kuuluu toimenpiteet, joiden avulla tutkitaan piileviä toimintoja päämääränä löytää vikaantuneita osia.

#### **4.4.6.4 Uudelleensuunnittelu**

Uudelleen suunnitteluun kuuluu laitteen toimintaan vaikuttavien osien tai rakenteiden kertaluonteinen muuttaminen. Tällaiseen toimenpiteeseen kuuluu uusia osia, rakenteiden uusimista, toimintatapojen uusimista ja niihin liittyvä koulutus.

#### **4.4.6.5 Korjaava kunnossapito**

Laitteelle ei tehdä mitään vikaantumisen hallintaan kuuluvia toimenpiteitä. Laitetta käytetään kunnes se rikkoontuu, jonka jälkeen se korjataan. /8/

## **5 Uusiomassatehdas**

### **5.1 Uusiomassa**

Corenso United Oy:n Porin Kartonkitehtaalla hylsykartongin pääraaka-aine on uusiomassasta. Uusiomassa valmistetaan kierrätyspaperista. Käytettävät keräyspaperilajit ovat aaltopahvi, sekakeräyspaperi (sanoma- ja aikakauslehdet sekä kuluttajapakkaukset), erilaiset muovipäällystetyt ja laminoidut käärepaperit, paperisäkit sekä aaltopahvitehtaiden leikkuujäte. Myös Porin kartonkitehtaan omaa tuotetta, hylsyjä, käytetään raaka-aineena. Keräyspaperi tuodaan autokuljetuksina pääasiassa Kemi-Jyväskylä-Helsinki -linjan länsipuolelta. Sekakeräyspaperi saadaan kaikki Porin alueelta ja naapurikunnista.

### **5.2 Uusiomassan valmistus Corenso United Oy:n Porin Kartonkitehtaalla**

Keräyspaperin käytetään maksimissaan noin 450 t/d. Noin 85 prosenttia, kierrätyspaperista tulee uusiomassalaitoksen varastoon paaleina ja loput noin 15 prosenttia irtonaisena. Kaikki irtonainen keräyspaperi varastoidaan katetulle asfalttikentälle. Osa paaleista mahtuu myös katetulle alueelle, mutta suurin osa varastoidaan säiden armoille kattamattomalle asfalttikentälle.

Varastosta paalitettu kierrätyspaperi siirretään repijämurskalinjalle. Repijämurskate-la hajottaa paalit, poistaa rautalangat ja murskaa suurimmat kartongit ja paperit pienemmäksi. Irtopaperi ajetaan linjalle murskaimen jälkeen, koska sitä ei tarvitse murskata.

Murskauksen jälkeen pahvi ja paperi syötetään suursakeuspulppiin. Pulppi on säiliö, jossa pahvi ja paperi hajotetaan massaksi veden kanssa. Pulppi toimii panospriaatteella eli pulppiin syötetään ensin vettä ja tämän jälkeen paperi. Panoksen hajotusaika on 20 – 25 minuuttia, mitattuna veden syötön aloittamisesta pulppiin kunnes pulppi tyhjennetään massasta. Yhteen panokseen käytetään yhdeksän tonnia keräyspaperia.

Massa lajitellaan ensimmäisen kerran kun pulpperi tyhjenetään. Massa ajetaan pulpperin pohjalla olevan sihtilevyn läpi. Sihtilevyn päälle jää suurin osa massan seassa olevista epäpuhtauksista, esimerkiksi muovi, metalli, puu, tekstiilit, yms. Sihtilevyyn jäänyt rejekti siirretään vaakasuoraan pesurumpuun, jossa siihen lisätään vielä vettä. Pesun tarkoituksen on pestä rejektistä jäljellä olevat kuidut takaisin prosessiin. Pesun jälkeen rejekti siirretään pesurummusta puristimelle, joka puristaa rejektistä veden pois.

Rejektin kuiva-ainepitoisuus puristimen jälkeen on noin 45 prosenttia. Kuivattu rejekti hyödynnetään energian tuotannossa. Rejekti poltetaan puun ja / tai turpeen kanssa Porin Lämpövoima Oy:n tai UPM-Kymmene Oy:n voimalaitoksilla.

Pulpperoinnin jälkeen massa varastoidaan kahteen 500 m<sup>3</sup>:n massasäiliöön. Massasäiliöistä massa siirtyy pumpuilla karkealajitteluun. Karkealajittelussa massa kulkee sihtien läpi, jotka poistavat pulpperoinnista jääneitä epäpuhtauksia massasta (metallia, puuta, muovia, kiviä, jne).

Syntyneestä rejektistä osa, jota ei voida hyödyntää polttamalla kuten kivet, hiekka ja lasi siirretään kaupungin kaatopaikalle. Karkealajittelussa syntynyt rejekti, siirtyy rejektilajittimeen, jossa rejektistä otetaan kuituja takaisin prosessiin. Lajittelussa erotettu muovi siirtyy rejektinkäsittelylinjan ja vedenpiston kautta polttoon muun poltettavan rejektin kanssa.

Karkealajittelusta massa siirtyy hienolajitteluun. Hienolajittelussa massa ajetaan useamman, toinen toistaan hienomman sihdin läpi. Hienolajittelussa massasta poistetaan pienimmätkin epäpuhtaudet.

Viimeisen hienolajitteluvaiheen jälkeinen rejekti pumpataan jätevesikanaaliin. Pyörrepuristimista rejekti (hiekka) kerätään talteen ja viedään kaupungin kaatopaikalle.

Hienolajiteltu massa pumpataan kiekkosaostajaan, jossa massan sakeus nostetaan 8 prosenttiin. Sakeuttamisen jälkeen massan sakeus hienosäädetään kartonkikoneen kiertovedellä 4,5 prosenttiin. Kiekkosaostimesta massa siirretään varastosäiliöön.

Uusiomassalaitoksella kierrätetään kaikki käytetty vesi. Laitos ei siten tuota jätevet-  
tä. Lisävetenä uusiomassalaitos käyttää jo kerran kartonkitehtaalla käytettyä vettä,  
joka on selkeytysaltaan ja kartonkikoneen kiertovettä. Uusiomassalaitoksella kanaa-  
li- ja vuotovedet kerätään, sihdataan ja käytetään uudelleen. Vedestä sihdattu kiinto-  
aine siirtyy muun poltettavan rejektin kanssa poltettavaksi.

Porin Kartonkitehtaalla kartongin lujutta lisätään koivukuitupuusta valmistetulla  
kemimekaanisella massalla ja tärkkelyksellä. Kemimekaaninen massa on suursaan-  
toinen sellu, jonka valmistus eroaa tavallisen sellun keitosta puuta säästävällä keitto-  
tavalla. Kemimekaanisen sellun keitossa ei käytetä valkaisukemikaaleja. Koivuha-  
ketta keitetään viherlipeässä, joka jälkeen pehmennyt hake kuidutetaan sekä massa  
pestään ja laimennetaan vedellä. Kemimekaanisen massan keitossa syntyy TRS –  
yhdisteitä (haisevia rikkiyhdisteitä), jotka kerätään hajukaasujen polttoon, jossa ne  
palavat hajuttomiksi. Kemimekaaninen massa sekoitetaan uusiomassaan tavoitteena  
kartongin lujuuden parantaminen. /9/

## 6 RCM työkalut

### 6.1 ELMAS (Event Logic Modelling and Analysis Soft Ware)

ELMAS on ohjelmisto tapahtumalogiikan eli tapahtumien välisten loogisten suhteiden, mallinnukseen ja analysointiin. Tapahtumalla voidaan tarkoittaa mitä tahansa asian tai tilanteen muutosta. Tapahtumien suhteiden lisäksi voidaan mallintaa muita tapahtumiin liittyviä ominaisuuksia useilla eri menetelmillä. Luotua mallia voidaan käyttää ymmärryksen parantamiseen ja tiedon jäsentämiseen sekä dokumentointiin. Lisäksi se soveltuu lähtötiedoksi stokastiseen (satunnaiseen) simulointiin perustuvaan analysointiin.

ELMAS-ohjelmistossa käytetään hyvin yleistä mallia, joka soveltuu lähes minkä tahansa kohteen mallintamiseen. Erityisesti, jos ollaan kiinnostuneita jonkin laitteen, järjestelmän, prosessin tai muun kohteen vikaantumisista, voidaan ELMAS-ohjelmistoa käyttää vikapuuanalyysin (Fault Tree Analysis, FTA) tekoon. Vikapuuanalyysi on yleisesti tunnettu ja käytetty menetelmä käyttövarmuuden analysointiin. Tämän lisäksi ELMAS-ohjelmisto sisältää työkalun, joka mahdollistaa vikavaikutusanalyysin (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) teon.

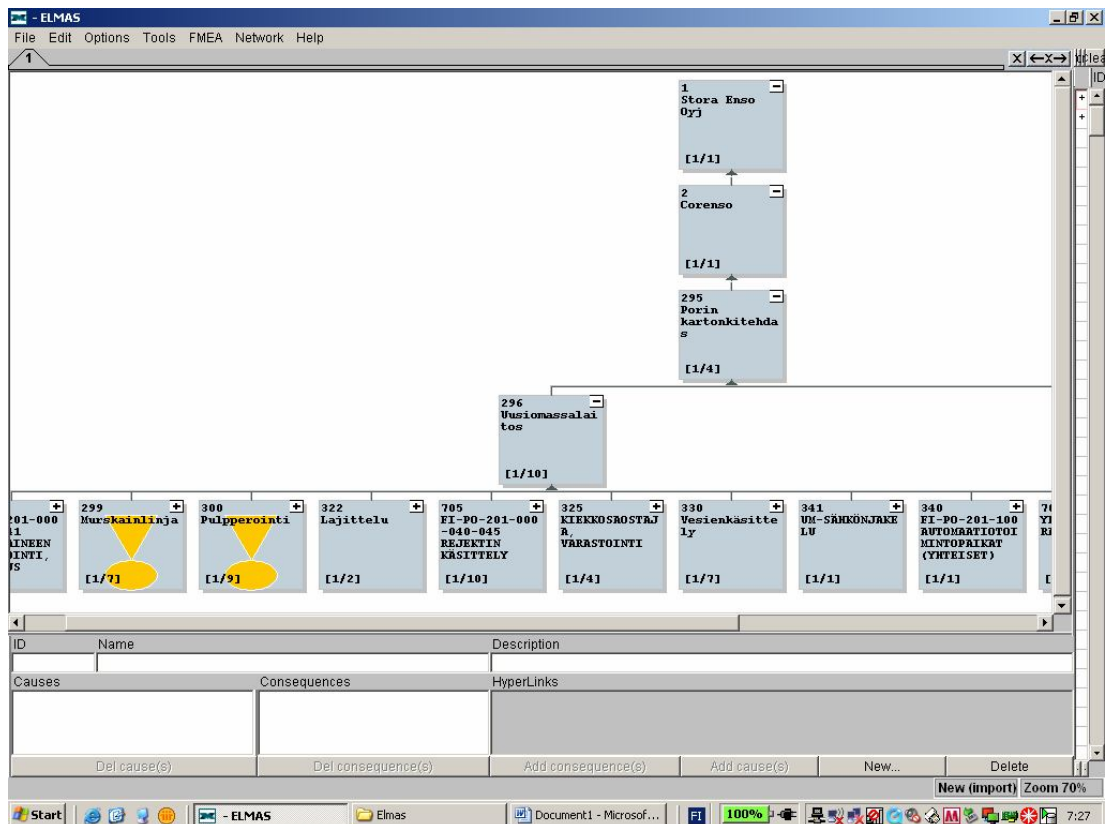
ELMAS ohjelmaa käytettiin Corenso United Oy Porin Kartonkitehtaan RCM -analyysin suorittamiseen. Analyysissä kerätyt tiedot, tallennettiin ELMAS ohjelman tietokantaan, josta tieto olisi saatavilla helposti ennakkohuollon kehittämistä varten.

#### 6.1.1 Fault Tree Analysis

ABB:n RCM -analyysin kohteena ollut Corenso United Oy Porin Kartonkitehdas on mallinnettu puudiagrammiin hierarkkisesti. Puun huipulla on Porin kartonkitehdas, joka jakautuu laitoksen pääprosesseihin, esimerkiksi käsittelyssä olevaan uusiomasalaitokseen.

Uusiomassalaitos on taas pilkottu pienempiin laitekokonaisuuksiin, kuva 6.1. Ne ovat:

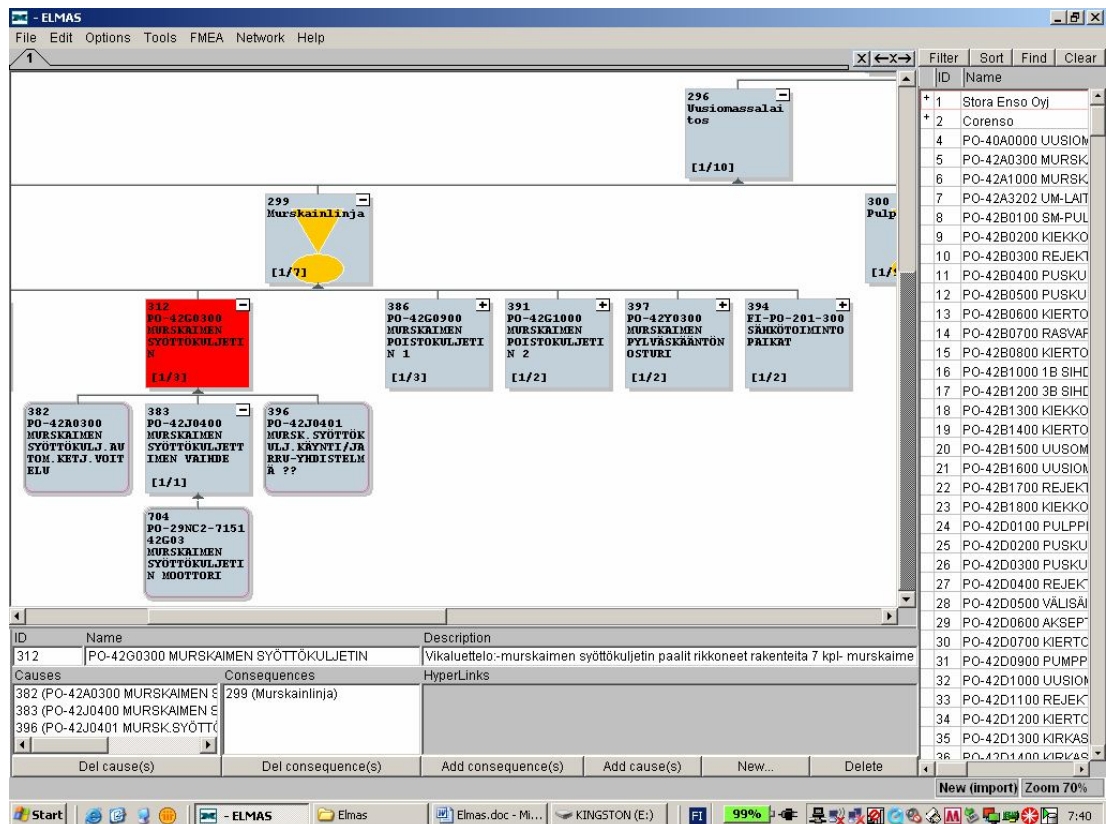
- Raaka-aineen varastointi ja kuljetus
- Murskalinja
- Pulpperointi
- Lajittelu
- Rejektin käsittely
- Kiekkosaostaja
- Vesienkäsittely
- Uusiomassalaitoksen sähköjaku
- Uusiomassalaitoksen automaatioimipaikat
- Yhteiset toiminnot ja rakennus



Kuva 6.1 Uusiomassalaitoksen laitteita

Laitekonnaisuudet on jaettu yksittäisiksi laitteiksi, esimerkiksi murskaimen syöttökuljetin. Tässä esimerkissä itse syöttökuljetin sisältää vielä pienempiä laitteen toimintaan vaikuttavia osia, kuva 6.2.

Vikapuuta voidaan lukea puun huipulta alaspäin, jolloin käsiteltävän laitteen positio ilmenee. Esimerkiksi uusiomassalaitoksen murskalinjan murskaimen syöttökuljettimen vaihteen moottori on tässä vikapuuanalyysissä puun pohjalla eli hierarkian alimmalla tasolla. Se on pienin laitekokonaisuus, jolle RCM -analyysi on suoritettu.



Kuva 6.2 Syöttökuljettimen komponentit

Teollisuuslaitoksissa laitteen positio ilmoitetaan yksinkertaisemmin kirjain ja numero tunnuksella, esimerkiksi PO-42G0300 on uusiomassalaitoksen murskalinjan murskaimen syöttökuljetin.

### 6.1.1.1 Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), eli vikavaikutusanalyysi. Vikapuuhun luodut laitekortit sisältävät RCM -analyysissä kerätyn informaation. Informaation sisältö on tässä tapauksessa laitteen vikahistoria. Vikahistoria on kerätty SAP tietojärjestelmästä (laitteesta tehdyt vikailmoitukset, suoritettavat huollot sekä korjaukset ja tarkastukset) sekä laitteen käyttö- ja huoltohenkilökunnalta. Laitteiden käyttäjiltä ja huoltajilta haastatellaan erikseen, koska heillä voi olla kokemusperäistä tietoa laitteesta, jota ei ole kirjattu tietokantoihin.

Vikavaikutusanalyysin tuloksena saadaan laitteelle Risk Priority Number (RPN) eli riskiluku. Riskiluku määrittää yksittäisen laitteen tai laitekokonaisuuden kriittisyyden. Mitä suurempi kohteen riskiluku on sitä enemmän resursseja käytetään laitteen käyttövarmuuden takaamiseksi. ELMAS -työkalun tarkoituksena on saada uusimasalaitoksen kriittiset laitteet priorisoitua.

### 6.1.1.1.2 Risk Priority Number

Riskiluku muodostetaan arvoista ”**Vakavuus, Toteutuminen ja Ilmeneminen**”, joista kukin on välillä 0-10. Arvoon liittyvä termi on esitetty alavetovalikossa ja tarkempi kuvaus viereisessä tekstikentässä (Kuva 6.3 ja Liite 1). Tuloksena saatava riskiluku on kolmen syötetyn arvon tulo.

The screenshot shows the ELMAS software interface for setting the Risk Priority Number (RPN) for a device failure. The window title is "2 Laitteen 1 häiriö". The interface is divided into a sidebar on the left and a main content area. The sidebar contains a list of menu items: Yleinen, Yhteydet, Tilat, Kustannukset, Simulointi, FMEA (highlighted), and Dynamic. The main content area has three tabs: Kuvaus, RPN, and Toimenpiteet. The RPN tab is active, and the "Riskiluku" section is displayed. It contains three dropdown menus for selecting risk levels: "Vakavuus (S): 3 Minor", "Toteutuminen (O): 4 Very low", and "Ilmeneminen (D): 5 Moderate". Each dropdown menu has a corresponding text box providing a description of the risk level. At the bottom of the RPN tab, there is a text box showing the calculated RPN: "Riskiluku (RPN = S\*O\*D): 60".

Kuva 6.3 Riskiluvun määrittäminen ELMAS ohjelmalla

/10, 11/



## 6.2 RCM – käsittelytaulukko

RCM – käsittelytaulukko on Excel työkalu, jonka avulla RCM – analyysi suoritetaan (Kuva 6.4). Käsittelytaulukkoon lisätään kaikki tarvittava tieto jota vaaditaan RCM – analyysin suorittamista varten. Lopputuloksena käsittelytaulukosta saadaan laitteille riskiluku ja kriittisyysluokka, jonka mukaan määritellään laitteiden kunnossapidon ja huollon tarve. Taulukko sisältää myös mahdollisen parannusehdotuksen laitteen toiminnan varmistamiselle.

Microsoft Excel - Krta\_eh\_UM\_2008\_cc2.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Verdana 10 B I U

ABB

RCM -käsittelytaulukko: Kriittisyysanalyysi, ennakkohuoltotarkastelu, kehitysehdotukset

FMECA = Failure Mode and Effect Criticality Analysis (Vikatyyppi- ja vaikutus kriittisyysanalyysi)

T = tapahtuman todennäköisyys  
M = Tapahtumasta aiheutuvat korjauskustannukset (varaosat + työ)  
K = Tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmenetykskustannukset  
R (riskiluku) = T\*(M+K)

Tunnus	Laite	Vikaantumisen vaikutukset ja / tai seuraukset	T	M	K	R	Esiytys kriittisyysluokaksi (1-5)	Vahvistettu kriittisyysluokka	Huomiot
11							0	0	
20							0	0	
29							0	0	
38							0	0	
47							0	0	
56							0	0	
65							0	0	
74							0	0	
83							0	0	
92							0	0	
101							0	0	
110							0	0	
119							0	0	
128							0	0	
137							0	0	
146							0	0	
155							0	0	
164							0	0	
173							0	0	
182							0	0	
191							0	0	
200							0	0	
209							0	0	
218							0	0	
227							0	0	

Taulukko / Riskiluku kriittisyys / Muistista /

Ready

Start Krta\_eh\_UM\_2008\_c... RCM käsittelytaulukko Pri... 99% 8:08

Kuva 6.4 ABB:n RCM -käsittelytaulukon perusnäky

## 6.2.1 Vikatyypin- ja vaikutuskriittisyysanalyysi

Vikatyypin- ja vaikutuskriittisyysanalyysi eli FMECA (Failure Mode and Effect Criticality Analysis) täytyy määrittellä ensimmäisenä käsittelytaulukkoon (Kuva 6.5 ja Kuva 6.6). Vikatyypin- ja vaikutuskriittisyysanalyysin sisältö:

- Määrittellään laitteet ja niiden komponentit, joita halutaan tarkastella.
- Määrittellään mahdolliset vikaantumiset.
- Selvitetään vikaantumisen syy tai syyt.
- Ehdotetaan mahdollista tapaa, jolla vikaantuminen voidaan estää tai pienentää vikaantumisen todennäköisyyttä.

Microsoft Excel - Krta\_eh\_UM\_2008\_cc2.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

A11

1 2 3 4 5 6 7 8 9

**ABB**

RCM-käsittelytaulukko: Kriittisyysanalyysi, ennakkohuoltotarkastelu, kehitysehdotukset

FMECA = Failure Mode and Effect Criticality Analysis (Vikatyypin- ja vaikutuskriittisyysanalyysi)

T = tapahtuman todennäköisyys  
M = tapahtumasta aiheutuvat korjauskustannukset (varaosat + työ)  
K = tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmenetykskustannukset  
R (riskiluku) = T\*(M+K)

Tunnus	Laite	Vikaantumisen vaikutukset ja / tai seuraukset	T	M	K	R	Esitys kriittisyysluokaksi (1-5)	Vahvistettu kriittisyysluokka	Huomiot
11			0	0					
12	<b>VIKA-ANALYYSI</b>		<b>TOIMENPITEET</b>		<b>ENNAKKOHUOLLOT</b>				
13	KOMPONENTTI / LAITE	(TOIMINNALLINEN) VIKA	YTYT / JUU	HUOM!	Poista	Lisää	TOIMENPIDE	SUORITTAJA	KUC (t)
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20							0	0	
29							0	0	
38							0	0	
47							0	0	
56							0	0	
65							0	0	
74							0	0	
83							0	0	
92							0	0	
101							0	0	
110							0	0	
119							0	0	
128							0	0	
137							0	0	
146							0	0	
155							0	0	

Taulukko / Riskiluku kriittisyys / Muistista /

Ready

Start | Krta\_eh\_UM\_2008\_c... | RCM käsittelytaulukko Pri... | 99% | 8:09

Kuva 6.5 Vikavaikutus ja tyyppi analyysin perusnäkökulma

	M	K	R	ENNAKKOHOULLOT				VARAOSAT		TURVALLISUUS / YMPÄRISTÖ	KEHITYSEHDOTUKSET
				NYKYISET	VAHVISTETUT	KUORMITUS (HENK.)	TYÖN KESTO (h)	NIMIKE	ARVO (€)		
11	0	0									
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20	0	0									
29	0	0									
38	0	0									
47	0	0									
56	0	0									
65	0	0									
74	0	0									
83	0	0									
92	0	0									
101	0	0									
110	0	0									
119	0	0									
128	0	0									
137	0	0									
146	0	0									
155	0	0									

Kuva 6.6 Vikavaikutus ja tyyppi analyysin perusnäkökulma

## 6.2.2 Kriittisyysluokka ja riskiluku

### 6.2.2.1 Kriittisyysluokka

Tarkasteluun valittujen laitteiden vikaantumisen vaikutuksen ja / tai seurauksen mukaan työryhmä päättää mitä vika aiheuttaa:

- Vaarantaa turvallisuuden
- Aiheuttaa ympäristölle haitan
- Aiheuttaa ympäristölle haitan ja vaarantaa turvallisuuden
- Pysäyttää tuotannon
- Rajoittaa tuotantoa
- Laadullinen vaikutus
- Taloudellinen vaikutus
- Ei vaikuta suoranaisesti tuotantoon.

Vikaantumisen vaikutuksen ja / tai seurauksen mukaan taulukko esittää laitteelle kriittisyysluokkaa 1 – 5, jossa:

- **5, Ympäristövaikutus ja/tai terveysvaikutus:** Laitteet, jotka vikaantuessaan saattavat aiheuttaa vahinkoa ulkoiselle ympäristölle tai laitteen kanssa tekemisissä olevien terveydelle sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.
- **4, Pysäytys:** Laitteet, joiden vikaantuminen aiheuttaa joko linjan tai yksikön pysäyttämisen tai siihen verrattavissa olevan tuotantotappion. Vian ilmaantuessa tulee aina tuotantotappioita.
- **3, Alentunut tuotanto:** Laitteet, joiden vikaantuminen aiheuttaa todellisen uhkan tuotantotappioille, mutta jotka ovat yleensä korjattavissa tietyn ajan sisällä. Laitteet, jotka vikaantuessaan aiheuttavat huomattavan määrän tuotantotyötä tai laitteet joiden vikaantumisen myötä aiheutuvat tuotantotappiot ovat vähäiset.
- **2, Ei tuotantomenetystä:** Ei aiheuta minkäänlaisia tuotantotappioita lyhyellä aikavälillä. Laitteet, joiden varmentamiseksi on varalaite.
- **1, Muut laitteet**

### 6.2.2.2 Riskiluku

Laitteen riskiluku määräytyy kolmen eri osa-alueen mukaan. Jokaisella osa-alueella on omat määrittelyt joidenka mukaan osa-alue pisteytetään. Osa-alueet ovat:

T = tapahtuman todennäköisyys

Vian todennäköisyyden arviointiluokat:

T=0 (tapahtuma käytännössä mahdoton),

T=1 (tapahtuu kerran 10 - 30 vuodessa),

T=2 (tapahtuu kerran 3 - 10 vuodessa),

T=3 (tapahtuu kerran 1 - 3 vuodessa),

T=4 (tapahtuu 3 kertaa vuodessa - kerran vuodessa)

T=5 (tapahtuu 3 kertaa vuodessa tai useammin)

M = tapahtumasta aiheutuvat korjauskustannukset

Korjauskustannukset (sis. materiaalin ja työn):

M=0 (ei materiaalivahinkoja),

M=1 (< 2 000 €),

M=2 (2 000 - 10 000 €),

M=3 (10 000 - 35 000 €),

M=4 (35 000 - 150 000 €)

M=5 (> 150 000 €)

K = tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmenetykset

Keskeytysvahinkojen arviointiluokat:

K=0 (ei keskeytysvahinkoja),

K=1 (< 2 000 €),

K=2 (2 000 - 10 000 €),

K=3 (10 000 - 35 000 €),

K=4 (35 000 - 150 000 €)

K=5 (> 150 000 €)

Riskiluvun (R) taulukko määrittelee kaavalla:

$$R = T \times (M + K)$$

Saadun riskiluvun mukaan voidaan myös päätellä laitteelle kriittisyysluokka 1 – 5. Kriittisyysluokka määräytyy riskiluvusta alla olevan taulukon mukaan:

- **5, Ympäristövaikutus ja/tai terveysvaikutus:** Laitteet, jotka vikaantuessaan saattavat aiheuttaa vahinkoa ulkoiselle ympäristölle tai sen kanssa tekemisissä olevien terveydelle, sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä
- **4, jos riskiluku on 26 tai suurempi:** Laitteet, joiden vikaantuminen aiheuttaa joko linjan tai yksikön pysäyttämisen tai siihen verrattavissa olevan tuotantotappion. Vian ilmaantuessa tulee aina tuotantotappioita
- **3, jos riskiluku on 12 – 25:** Laitteet, joiden vikaantuminen aiheuttaa todellisen uhkan tuotantotappioille, mutta ovat yleensä korjattavissa tietyn ajan sisällä. Laitteet, jotka vikaantuessaan aiheuttavat huomattavan määrän tuotantotyötä tai laitteet joiden vikaantumisen myötä aiheutuvat tuotantotappiot ovat vähäiset

- **2, jos riskiluku on < 12 ja ei tuotantotappioita:** Ei aiheuta minkäänlaisia tuotantotappioita lyhyellä aikavälillä. Laitteet, joiden varmentamiseksi on varalaite tai ns. “nice to have” laitteet
- **1, Muut laitteet**

Laiteen vahvistetun kriittisyysluokan päättää RCM – analyysiä suorittava työryhmä. Kriittisyysluokkaan vaikuttaa taulukon laskema riskiluku sekä taulukon ehdottama kriittisyysluokka. Laite saa aina kriittisyysluokaksi 5, jos vikaantuminen aiheuttaa ympäristö ja / tai terveyshaittoja. /10/

## 7 SAP – tietojärjestelmä

SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte eli Systeemi, Käyttö ja Tuotto) tietojärjestelmä on ERP -järjestelmä (Enterprise Resource Planning eli yrityksen tietojärjestelmä) jota kutsutaan toiminnanohjausjärjestelmäksi. SAP tietojärjestelmä integroi eri toimintoja, esimerkiksi tuotantoa, jakelua, varastonhallintaa, laskutusta ja kirjanpitoa.

Tässä työssä käytetään hyväksi ABB:n käyttämän SAP sovelluksen varaosahallinnan tietokantaa. Uusiomassalaitoksen kriittisten komponenttien varaosatilanne saadaan selvitettyä tutkimalla tietojärjestelmän varastokirjanpitoa. Tarkastelussa tulen hyödyntämään ABB:n huoltoteknikoiden Jukka Niemen ja Mika Parviaisen sekä asentaja Pekka Lehtosen laitostuntemusta. /12/

## 8 Uusiomassalaitoksen RCM – analyysi

Corenso United Oy Porin Kartonkitehtaan uusiomassalaitoksen RCM -analyysi suoritettiin alun perin vuosina 2006 – 2007.

### 8.1 RCM -analyysin tulosten tarkastelu

RCM -analyysin tietojen tarkastelu sisältää tiedon siirron ELMAS työkalusta RCM -käsittelytaulukon Exceliin. Tiedon siirto suoritetaan, koska uusiomassatehtaan RCM -analyysi on suoritettu eri tietokonetyökalulla kuin kartonkitehtaan muiden laitosten RCM -analyysi. RCM -analyysien tiedot halutaan kaikki samaan formaattiin, jotta niiden vertailu olisi helpompaa. RCM -käsittelytaulukossa tieto on myös selkeämmin esillä kuin ELMAS:ssa. Se on myös helpommin jatkokäsiteltävissä.

Tiedon siirtoa hankaloittavat työkalujen erilaisuudet riskiluvun määrittämisessä. ELMAS työkalussa laitteiden osa-alueet määritellään asteikolla 1 – 10, kun taas RCM -käsittelytaulukossa asteikolla 1 – 5. Asteikot eivät myöskään ole suoraan verrattavissa toisiinsa niiden sisällön mukaan. Tätä varten tein muutostaulukon määritteiden muuntamiseksi (Liite 2).

Myös muut ELMAS työkaluun kirjatut huomiot kriittisistä laitteista siirretään RCM - käsittelytaulukkoon. Nämä huomiot sisältävät yhteenvedon kriittisten laitteiden vi- kahistoriasta.

## 8.2 Kriittisten laitteiden varaosatarkastelu

Alkuperäisessä RCM -analyysissä saatiin määritettyä uusiomassalaitoksen kriittiset laitteet, mutta näiden kriittisten laitteiden jatkokäsittelyä ei viety loppuun asti. Kriittisten laitteiden varaosatarkastelu on osa jatkokäsittelyä. Tarkastelussa käydään läpi kriittisten laitteiden varaosat. Varaosat on lajiteltu kolmeen kategoriaan:

- Mekaanisen puolen varaosat
- Sähköpuolen varaosat
- Automaatio varaosat

Mekaanisen puolen varaosat on helpoin käsitellä, sillä jokaiselle laitteelle on määri- tetty varaosat ja varaosalistat saa helposti SAP tietojärjestelmästä suoraan Excel - taulukoiksi. Mekaanisen puolen varaosat ovat osia, jotka ovat ”elottomia”, eli ne eivät tarvitse minkäänlaista ohjaussignaalia tai sähköä suorittaakseen omaa tehtä- väänsä. Esimerkiksi, tiivisteet, laakerit, ruuvit, pultit jne.

Sähköpuolen varaosat, sisältävät sähkömoottorit ja puhaltimet.

Automaatiovaraosat sisältävät laitteiden ohjaukseen vaikuttavia laitteita, esimerkiksi venttiilit, anturit ja lähettimet.

Tarkoituksena on selvittää SAP -tietojärjestelmää hyväksi käyttäen kriittisten laittei- den varaosatilanne:

- Mitä varaosia löytyy varastosta?
- Mitä varaosia ei ole varastossa?



Varaosien osalta, joita ei ole varastossa tulee selvittää:

- Osan saatavuus
- Tarvitaanko osaa varastossa
- Onko osaa mahdollisesti jossain muussa laitoksen varastossa.

Sähkö- ja automaatiovaraosien osalta SAP -tietojärjestelmä on erittäin puutteellinen. Näiden varaosien osalta hyödynnän ABB:n sähkö- ja automaatiopuolen kunnossapitohenkilökunnan tietotaitoa.

Varaosatilanteen tarkastelussa hyödynnän ABB:n kunnossapitohenkilöstön tietotaitoa. Kunnossapitohenkilökunnan kanssa käyn läpi kriittisten laitteiden komponenttien varaosat.

Varaosat käydään läpi kunnossapitohenkilökunnan kanssa, sillä he pystyvät vastaamaan puutteellisten varaosien osalta niiden tarpeeseen varastossa. He pystyvät myös korjaamaan puutteita, joita saattaa ilmetä varaosalistoissa. Esimerkiksi, jos varaosa löytyy varastosta, mutta se on kirjattu eri nimellä tai toinen laite käyttää samanlaista osaa ja sen laitteen varaosista kyseinen osa löytyy.

## **9 Varaosatarkastelun huomiot**

### **9.1 Sähkö ja automaatiopuolen varaosat**

Sähkö- ja automaatiopuolen varaosatarkastelussa hyödynsin huoltoteknikko Jukka Niemen tietotaitoa. Tarkastelu ei olisi onnistunut ilman hänen avustusta SAP tietojärjestelmän puutteiden vuoksi. Sähkö- ja automaatiopuolen varaosatarkastelussa ilmeni, että varastotilanne kriittisten komponenttien ja niiden varaosien osalta on hyvä. Laitoksella on lähes kaikille laitteille korvaava laite.

Sähkö- ja automaatiopuolen varaosatarkastelussa ilmenneet huomiot olivat pääosin SAP -tietojärjestelmän puutteellinen päivitys. Tietojärjestelmästä löytyi tarkasteltava laitteen tunnus, mutta muuta tietoa laitteesta ei välttämättä löytynyt. Kahdessa tapauksessa ilmeni myös, että prosessin muutostöiden takia laitetta ei ollut SAP:ssa lainkaan.

Puutteellisten varaosien osalta ilmeni, että niitä ei varastossa tarvita. Näitä komponentteja on tarvittaessa saatavilla Porista.

### **9.2 Mekaanisen puolen varaosat**

Mekaanisenpuolen varaosien tarkastelussa hyödynsin huoltoteknikko Mika Parviaisen ja asentaja Pekka Lehtosen laitetuntemusta. Tarkastelussa ilmeni, että kriittisten laitteiden varaosatilanne on kokonaisuudessaan hyvä. Lähes kaikille laitteille löytyy varastosta täydellinen tarjonta varaosia. Puutteellisten varaosien osalta ilmeni, että niitä ei välttämättä varastossa tarvita. Puutteelliset varaosat pitävät sisällään pääosin erilaisia tiivisteitä. Näitä puutteellisia varaosia on saatavilla paikallisilta myyjiltä, joten niitä ei ole välttämätöntä pitää omassa varastossa.

Ilman kunnossapitohenkilökunnan laitetuntemusta en olisi pystynyt suorittamaan mekaanisen puolen varaosatarkastelua. Monet uusiomassalaitoksen laitteista sisältävät samoja osia ja usean laitteen kohdalla varaosatilanne näyttää huonolta, mutta varaosa löytyy kyllä varastosta, koska moni laite sisältää saman osan ja varastossa oleva varaosa on kirjattu vain tietylle laitteelle. Varastossa ei ole suurta määrää tiet-

tyä osaa, koska on epätodennäköistä, että tietynlainen tiiviste vikaantuu kaikista laitteista samaan aikaan.

## **10 Yhteenveto ja johtopäätökset**

Tämä opinnäytetyö tehtiin ABB Oy Servicen Porin Aittaluodon toimipisteellä. Työn tavoitteena oli ABB Service Oy:n Corenso United Oy Porin Kartonkitehtaalle uusiomassalaitokseen suorittamassa RCM -analyysissä kerättyjen tietojen perusteella laatia laitteistojen kriittisyysluokkatarkastelu sekä suorittaa kriittiseksi todetuille laitteille varaosatarkastelu.

RCM – analyysin kriittisyysluokkatarkastelussa ilmeni että RCM -analyysiä varten tehdyssä ELMAS -tietokoneohjelmassa ja RCM –käsittelytaulukko-ohjelmassa laitteiden kriittisyysluokkien määritykset poikkesivat toisistaan. Myös työkaluissa kriittisyysluokan määrittävät asteikot eivät olleet suoraan verrattavissa toisiinsa. Määritteiden muuttamiseksi tein muutostaulukon, jonka avulla tiedonsiirto ELMAS tietokoneohjelmasta RCM – käsittelytaulukkoon sujui ongelmitta.

Uusiomassalaitoksen kriittisten laitteiden varaosatarkastelussa ilmeni, että kokonaisuudessaan varaosatilanne on hyvä. Lähes kaikille kriittiseksi todetuille laitteille on varaosa omassa varastossa tai varaosat ovat saatavilla Porista.

Raportti laitteista ja varaosista, joissa ilmeni puutteita, on toimitettu työn tilaajalle. Raporttiin on kirjattu laite, positio, laitteessa ilmennyt vika / puute ja toimintaehdotus puutteen / vian korjaamiseksi.

Opinnäytetyön tuloksena todettiin että kokonaisuudessaan uusiomassalaitoksen varaosatilanne on hyvä ja SAP -tietojärjestelmän päivitys kriittiseksi todettujen laitteiden osalta olisi oleellisen tärkeää. Kunnossapitohenkilökunta on tietoinen uusiomassalaitoksen varaosatilanteesta kokemuksen tuoman laitetuntemuksen ja tietotaidon avulla. Ulkopuolisen tai uuden työntekijän on hankalaa päästä ajan tasalle uusiomassalaitoksen laitteista ja varaosalanteesta puutteellisen tietojärjestelmän vuoksi.

## LÄHDELUETTELO

- /1/ <http://www.abb.fi/>, Historia, 5.2.2009.
- /2/ <http://www.abb.fi/>, Strategia, 5.2.2009.
- /3/ <http://www.tekniikkatalous.fi/>, Huipputulos Helena Raunio, 14.2.2008, 15:44  
ABB ylsi Suomessa ennätyslukuihin.
- /4/ <http://www.abb.fi/>, Service, 10.2.2009.
- /5/ <http://www.corenso.com/en/index.php/Facts.html>, 10.2.2009.
- /6/ <http://www.corenso.com/en/index.php/Company.html>, 10.2.2009.
- /7/ [http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/605\\_311\\_2004\\_lupa.pdf](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/605_311_2004_lupa.pdf),  
11.2.2009.
- /8/ Jorma Järviö, Kunnossapito, 2p, Kunnossapitoyhdistys ry, 2004, 212s, ISBN  
952-99458-0-9.
- /9/ <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=19681&lan=sv>, 20.2.2009.  
Corenso United Oy Ltd:n Porin kartonkitehtaan ympäristölupahakemus, Pori.
- /10/ Tiedoksianto ABB Oy Service Porin Aittaluodon toimipiste.
- /11/ ELMAS Käyttöohje, Versio 0.8 (13.4.2007), Copyright © 2007 Ramentor  
Oy.
- /12/ <http://www.sap.com/finland/services/index.epx>, 17.4.2009

## **LIITTEET**

**LIITE 1: RPN LUOKKIEN KUVAUS**

**LIITE 2: RPN MUUNNOSTAULUKKO**

## LIITE 1: RPN LUOKKIEN KUVAUS

<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>			
<b>Vakavuusasteikko (Severity Rating)</b>			
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Tiheys</b>	<b>Aste</b>
<b>Melkein olematon</b>	Virhe on hyvin epätodennäköinen, ei virheitä yhdistettävissä samantyyppisiin prosesseihin.	<b>1 / 170v</b>	<b>1</b>
<b>Vähäinen</b>	Harvoja virheitä. Yksittäiset virheet yhdistettävissä, samantyyppisiin prosesseihin.	<b>1 / 10v</b>	<b>2</b>
		<b>1 / 2v</b>	<b>3</b>
<b>Oleellinen</b>	Satunnaisia, ajoittaisia virheitä yhdistettävissä samantyyppisiin prosesseihin, mutta ei suuressa määrin.	<b>4 / v</b>	<b>4</b>
		<b>20 / v</b>	<b>5</b>
		<b>2 / vko</b>	<b>6</b>
<b>Vakava</b>	Toistuvia virheitä. Samantyyppisissä prosesseissa on useita virheitä.	<b>1 / vrk</b>	<b>7</b>
		<b>8 / h</b>	<b>8</b>
<b>Kriittinen</b>	Prosessin virheet ovat melkein väistämättömiä.	<b>2-3 / h</b>	<b>9</b>
		<b>1 / h</b>	<b>10</b>

	<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>	
	<b>Löydettävyysasteikko (Detection Rating)</b>	
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>
<b>Täysin varma</b>	Prosessin ohjaus / hallinta löytää, paljastaa mahdolliset vikamuotojen / -tilojen syyt ja aiheuttajat täysin varmasti.	<b>1</b>
<b>Hyvin varma</b>	Erittäin suuri mahdollisuus, että prosessin ohjaus paljastaa tai ehkäisee mahdolliset vikatilojen / vikamuotojen syyt ja aiheuttajat. Gage R&R <5 % toleranssialueesta.	<b>2</b>
<b>Varma</b>	Suuri todennäköisyys, että prosessin ohjaus paljastaa tai ehkäisee mahdolliset vikatilojen / vikamuotojen syyt ja aiheuttajat.	<b>3</b>
<b>Kohtalaisen varma</b>	Kohtalaisen suuri todennäköisyys, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>4</b>
<b>Kohtalainen</b>	Kohtalainen mahdollisuus / todennäköisyys, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Gage R&R >10 % toleranssialueesta.	<b>5</b>
<b>Vähäinen</b>	Pieni todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>6</b>
<b>Hyvin vähäinen</b>	Hyvin pieni todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>7</b>
<b>Olematon</b>	Olematon todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>8</b>
<b>Hyvin olematon</b>	Hyvin olematon todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Epäluotettava ohjaus.	<b>9</b>
<b>Erittäin olematon</b>	Prosessin hallinta & ohjaus ei kykene paljastamaan (löytää) tai ehkäisemään vikamuotoja ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Epäluotettava ohjaus.	<b>10</b>

<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>		
<b>Vakavuusasteikko (Severity Rating)</b>		
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>
<b>Ei vaikutusta</b>	Ei asiakkaan havaitsemaa vaikutusta. Virheellä ei ole mitään vaikutusta asiakkaalle.	<b>1</b>
<b>Mitätön</b>	Erittäin mitätön vaikutus, tuotantolinjaan. Hyvin pieni osa tuotteesta täytyy ehkä uusia. Vaikutuksen huomaavat vain tietyt asiakkaat.	<b>2</b>
<b>Vähäinen</b>	Vähäinen vaikutus, tuotantolinjaan. Pieni osa (>5 %) tuotteesta on uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa vain vähän "harmia".	<b>3</b>
<b>Vähemmän oleellinen</b>	Hyvin vähän vaikutusta, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>10 %) tuotteesta on uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa jonkin verran "harmia".	<b>4</b>
<b>Melko oleellinen</b>	Vähän vaikutusta, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>15 %) tuotteesta on ehkä uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa jonkin verran "harmia".	<b>5</b>
<b>Oleellinen</b>	Kohtalainen vaikutus, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>20 %) tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi aiheuttaa hankaluuksia ja vaivaa.	<b>6</b>
<b>Vakava</b>	Suuri vaikutus, tuotantolinjaan. Osa (>30 %) tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi, ehkä pysäytetty. Asiakkaat tyytymättömiä.	<b>7</b>
<b>Erittäin vakava</b>	Suuri vaikutus, tuotantolinjaan. Lähes 100 % tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi on epäluotettava. Asiakkaat, erittäin tyytymättömiä.	<b>8</b>
<b>Kriittinen / Varoitus</b>	Saattaa aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai laitteistolle. Vakava vaikutus prosessin toiminnalliseen turvallisuuteen ja / tai on lakien, asetusten vastainen. Virhe <u>varoittaa</u> esiintymisestään.	<b>9</b>
<b>Kriittinen / Ei varoitusta</b>	Saattaa aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai laitteistolle. Vakava vaikutus prosessin toiminnalliseen turvallisuuteen ja / tai on lakien, asetusten vastainen. Virhe <u>ei varoita</u> .	<b>10</b>



## LIITE 2: RPN MUUNNOSTAULUKKO

Occurrence Rating = Vian todennäköisyyden arviointiluokat

	<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>			<b>RCM -käsittelytaulukko</b>	
	<b>Vakavuusasteikko (Severit Racing)</b>			<b>T = tapahtuman todennäköisyys</b>	
				<b>Vian todennäköisyyden arviointiluokat</b>	
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Tiheys</b>	<b>Aste</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>
<b>Melkein olematon</b>	Virhe on hyvin epätodennäköinen, ei virheitä yhdistettävissä samantyyppisiin prosesseihin.	<b>1 / 170v</b>	<b>1</b>	Tapahtuma käytännössä mahdoton	<b>0</b>
<b>Vähäinen</b>	Harvoja virheitä. Yksittäiset virheet yhdistettävissä samantyyppisiin prosesseihin.	<b>1 / 10v</b>	<b>2</b>	Tapahtuu kerran 10 - 30 vuodessa	<b>1</b>
		<b>1 / 2v</b>	<b>3</b>	Tapahtuu kerran 3 - 10 vuodessa	<b>2</b>
<b>Oleellinen</b>	Satunnaisia, ajoittaisia virheitä yhdistettävissä samantyyppisiin prosesseihin, mutta ei suuressa määrin.	<b>4 / v</b>	<b>4</b>	Tapahtuu kerran 1 - 3 vuodessa	<b>3</b>
		<b>20 / v</b>	<b>5</b>		
		<b>2 / vko</b>	<b>6</b>		
<b>Vakava</b>	Toistuvia virheitä. Samantyyppisissä prosesseissa on useita virheitä.	<b>1 / vrk</b>	<b>7</b>	Tapahtuu 3 kertaa vuodessa - kerran vuodessa	<b>4</b>
		<b>8 / h</b>	<b>8</b>		
<b>Kriittinen</b>	Prosessin virheet ovat melkein väistämättömiä.	<b>2-3 / h</b>	<b>9</b>	Tapahtuu 3 kertaa vuodessa tai useammin	<b>5</b>
		<b>1 / h</b>	<b>10</b>		

Detection Rating = Korjauskustannukset

	<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>		<b>RCM -käsittelytaulukko</b> <b>M = tapahtumasta aiheutuvat korjauskustannukset</b>	
	<b>Löydettävyyasteikko (Detection Rating)</b>		<b>Korjauskustannukset</b>	
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>
<b>Täysin varma</b>	Prosessin ohjaus / hallinta löytää, paljastaa mahdolliset vikamuotojen / -tilojen syyt ja aiheuttajat täysin varmasti.	<b>1</b>	ei materiaalivahinkoja	<b>0</b>
<b>Hyvin varma</b>	Erittäin suuri mahdollisuus, että prosessin ohjaus paljastaa tai ehkäisee mahdolliset vikatilojen / vikamuotojen syyt ja aiheuttajat. Gage R&R <5 % toleranssialueesta.	<b>2</b>	< 2 000 €	<b>1</b>
<b>Varma</b>	Suuri todennäköisyys, että prosessin ohjaus paljastaa tai ehkäisee mahdolliset vikatilojen / vikamuotojen syyt ja aiheuttajat.	<b>3</b>		
<b>Kohtalaisen varma</b>	Kohtalaisen suuri todennäköisyys, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>4</b>	2 000 - 10 000 €	<b>2</b>
<b>Kohtalainen</b>	Kohtalainen mahdollisuus / todennäköisyys, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Gage R&R >10 % toleranssialueesta.	<b>5</b>		
<b>Vähäinen</b>	Pieni todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>6</b>	10 000 - 35 000 €	<b>3</b>
<b>Hyvin vähäinen</b>	Hyvin pieni todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>7</b>		
<b>Olematon</b>	Olematon todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt.	<b>8</b>	35 000 - 150 000 €	<b>4</b>
<b>Hyvin olematon</b>	Hyvin olematon todennäköisyys / mahdollisuus, että prosessin hallinta & ohjaus paljastaa (löytää) tai ehkäisee mahdolliset vikamuodot ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Epäluotettava ohjaus.	<b>9</b>		
<b>Erittäin olematon</b>	Prosessin hallinta & ohjaus ei kykene paljastamaan (löytää) tai ehkäisemään vikamuotoja ja niitä seuraavat aiheuttajat, syyt. Epäluotettava ohjaus.	<b>10</b>	> 150 000 €	<b>5</b>

Severity Rating = Keskeytysvahinkojen arviointiluokat

	<b>ELMAS RPN arviointi asteikko</b>		<b>RCM -käsittelytaulukko</b> <b>K = tapahtumasta aiheutuvat tuotannonmene-</b> <b>tyskustannukset</b>	
	<b>Vakavuusasteikko (Severity Rating)</b>		<b>Keskeytysvahinkojen arviointiluokat</b>	
<b>Vaikutus</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>	<b>Kuvaus</b>	<b>Aste</b>
<b>Ei vaikutusta</b>	Ei asiakkaan havaitsemaa vaikutusta. Virheellä ei ole mitään vaikutusta asiakkaalle.	1	ei keskeytysvahinkoja	0
<b>Mitätön</b>	Erittäin mitätön vaikutus, tuotantolinjaan. Hyvin pieni osa tuotteesta täytyy ehkä uusida. Vaikutuksen huomaavat vain tietyt asiakkaat.	2	< 2000 €	1
<b>Vähäinen</b>	Vähäinen vaikutus, tuotantolinjaan. Pieni osa (>5 %) tuotteesta on uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa vain vähän "harmia".	3		
<b>Vähemmän oleellinen</b>	Hyvin vähän vaikutusta, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>10 %) tuotteesta on uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa jonkin verran "harmia".	4	2 000 - 10 000 €	2
<b>Melko oleellinen</b>	Vähän vaikutusta, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>15 %) tuotteesta on ehkä uusittava linjalla. Prosessi aiheuttaa jonkin verran "harmia".	5		
<b>Oleellinen</b>	Kohtalainen vaikutus, tuotantolinjaan. Kohtalainen osa (>20 %) tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi aiheuttaa hankaluuksia ja vaivaa.	6	10 000 - 35 000 €	3
<b>Vakava</b>	Suuri vaikutus, tuotantolinjaan. Osa (>30 %) tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi, ehkä pysäytetty. Asiakkaat tyytymättömiä.	7		
<b>Erittäin vakava</b>	Suuri vaikutus, tuotantolinjaan. Lähes 100 % tuotteesta on ehkä romutettava. Prosessi on epäluotettava. Asiakkaat, erittäin tyytymättömiä.	8	35 000 - 150 000 €	4
<b>Kriittinen / Varoitusta</b>	Saattaa aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai laitteistolle. Vakava vaikutus prosessin toiminnalliseen turvallisuuteen ja / tai on lakien, asetusten vastainen. Virhe varoittaa esiintymisestään.	9		
<b>Kriittinen / Ei varoitusta</b>	Saattaa aiheuttaa vaaraa käyttäjille tai laitteistolle. Vakava vaikutus prosessin toiminnalliseen turvallisuuteen ja / tai on lakien, asetusten vastainen. Virhe ei varoita.	10	> 150 000 €	5