

Selluvillatehtaan huoltosuunnitelma

Niko Koskimäki

Opinnäytetyö

Toukokuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Koskimäki, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2016
	Sivumäärä 35 + 3	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Selluvillatehtaan huoltosuunnitelma		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologia		
Työn ohjaaja(t) Tuukkanen, Harri Oksanen, Jaakko		
Toimeksiantaja(t) Termex-Eriste Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tehtiin huoltosuunnitelma Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaan tuotantolinjan koneille ja laitteille. Huoltosuunnitelma sisältää jaksotetut huoltotoimenpiteet tuotantolinjan jokaiselle laitteelle.</p> <p>Opinnäytetyö rajattiin koskemaan Saarijärven tehtaan koneita ja laitteita. Tulevaisuudessa huoltosuunnitelma voidaan ottaa käyttöön myös Termex-Eriste Oy:n Tuusulan tehtaalla. Saarijärven ja Tuusulan tehtaiden tuotantolinjat ja tuotantoprosessi ovat hyvin samankaltaiset, joten käytännön järjestelyiden helpottamiseksi opinnäytetyö päätettiin tehdä Saarijärven tehtaalle.</p> <p>Huoltosuunnitelman avulla pyrittiin selkeyttämään koneille tehtäviä huoltotoimenpiteitä, ja keräämään kaikki jaksotetut huollot yhteen Microsoft Excel-tiedostoon. Excel-ohjelmisto kykenee myös ilmoittamaan käyttäjälle tulevista huolloista, sekä menneistä tai tekämättä jääneistä huolloista.</p> <p>Jaksotettuja huoltotoimenpiteitä varten tehtiin Excel-taulukon laiteluettelo, ja laitekohdaiset huoltokortit. Huoltokortteihin kerättiin tiedot kuhunkin laitteeseen kohdistuvista huoltotoimenpiteistä, sekä niiden suoritus välistä. Vikahistorian kirjaamista varten lisättiin huoltokortteihin oma osio.</p> <p>Saatu huoltosuunnitelma sisältää jaksotetut huollot yhteensä 15 koneelle ja laitteelle. Huoltotehtäviä kirjattiin yhteensä 68 kappaletta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, huoltosuunnitelma, Termex, selluvilla		
Muut tiedot		

Author(s) Koskimäki, Niko	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2016 Language of publication: Finnish
	Number of pages 35 + 3	Permission for web publication: x
Title of publication Maintenance plan for cellulose fiber factory		
Degree programme Degree Programme in Paper Machine Technology		
Supervisor(s) Tuukkanen, Harri Oksanen, Jaakko		
Assigned by Termex-Eriste Oy		
Abstract <p>A maintenance plan for the equipment and machines at Termex cellulose fiber factory was made in the thesis. The maintenance plan includes the periodical maintenance tasks for each machine in the production line.</p> <p>The topic was outlined to include all the production machines at Termex-Eriste Oy Saarijärvi facility. In the future, this maintenance plan can also be implemented at Termex-Eriste Oy Tuusula factory. Both factories use almost identical production lines. Because of the similarities in the production lines and the machinery, it was more convenient to conduct the study at the Saarijärvi facility.</p> <p>The aim was to make service tasks in the factory more easily executed and monitored with the help of this maintenance plan. The service plan also enables collecting all the scheduled service tasks into one Microsoft Excel file. Excel also makes it possible to get notifications for the upcoming, performed, and delayed service tasks.</p> <p>An equipment inventory list for the scheduled service tasks was made in the form of an Excel file. In addition, individual service task sheets were created for each of the machines in the equipment inventory list. All the scheduled service tasks, as well as the task intervals, can be found in these sheets. A place for the failure history documentation can also be found in the service sheets.</p> <p>The maintenance plan created includes the scheduled maintenance for all of the 15 machines in the production line. The total number of service tasks found was 68.</p>		
Keywords (subjects) Maintenance, service, Termex, cellulose fiber		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Tavoitteet	6
3	Termex-Eriste Oy	7
	3.1 Termex-selluvilla.....	8
4	Kunnossapito	9
	4.1 Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet.....	9
	4.1.1 Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL).....	9
	4.1.2 Käyttövarmuus.....	11
	4.2 Kunnossapitolajit	12
	4.2.1 Suunniteltu kunnossapito.....	12
	4.2.2 Häiriökorjaukset	13
	4.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM).....	14
	4.3.1 RCM-analyysi	14
	4.3.2 RCM:n kustannukset.....	15
5	Työn toteutus	17
	5.1 Lähtötiedot ja huoltosuunnitelman suunnittelu.....	17
	5.2 Laiteluettelon laadinta ja huoltokohteiden kirjaaminen	18
	5.3 Kriittisyystarkastelu ja ennakkohuoltosuunnitelma.....	19
	5.4 Ehdollinen muotoilu ja makrojen tekeminen Excel-taulukoihin.....	19
6	Tulokset	21
	6.1 Excel-pohjainen huoltosuunnitelma	21
	6.2 Huoltosuunnitelmaan kuuluvat laitteet ja huoltokohteet.....	22
	6.2.1 Paperinlajittelijan huoltokohteet	23
	6.2.2 Paperinlajittelijan kuljettimien huoltokohteet.....	24
	6.2.3 Paperinlajittelijan ison kuljettimen huoltokohteet	24
	6.2.4 Paalaimen huoltokohteet.....	25

6.2.5	Murskaimen huoltokohteet.....	26
6.2.6	Silppusäiliön huoltokohteet.....	27
6.2.7	Kemikaaliannostuksen huoltokohteet.....	27
6.2.8	Hihnavaa’an huoltokohteet.....	28
6.2.9	Kuiduttimen huoltokohteet.....	28
6.2.10	Suodatinasemien huoltokohteet.....	29
6.2.11	Lokersyöttimen huoltokohteet	30
6.2.12	Villasäiliön huoltokohteet.....	30
6.2.13	Pakkauskoneen huoltokohteet.....	31
6.2.14	Pakkauskoneen kuljettimien huoltokohteet	31
6.2.15	Robotin huoltokohteet	32
7	Johtopäätökset ja pohdinta	33
7.1	Kehitysehdotukset.....	34
7.2	Yhteenvedo	34
	Lähteet.....	35
	Liitteet	36

Kuviot

Kuva 1. Termex-Selluvilla	8
Kuva 2. KNL-mittarin periaate	10
Kuva 3. Käyttövarmuus	11
Kuva 4. Kunnossapitolajit	12
Kuva 5. RCM-ryhmän tyypillinen rakenne.....	15
Kuva 6. RCM:n kustannukset.....	16
Kuva 7. Väri-indikaatiot huoltosuunnitelmassa	20

Taulukot

Taulukko 1. Paperinlajittelijan huoltokohteet	23
Taulukko 2. Paperinlajittelijan kuljettimien huoltokohteet.....	24
Taulukko 3. Paperinlajittelijan ison kuljettimen huoltokohteet	25
Taulukko 4. Paalaimen huoltokohteet	25
Taulukko 5. Murskaimen huoltokohteet.....	26
Taulukko 6. Silppusäiliön huoltokohteet.....	27
Taulukko 7. Kemikaaliannostuksen huoltokohteet.....	27
Taulukko 8. Hihnavaa'an huoltokohteet	28
Taulukko 9. Kuiduttimen huoltokohteet.....	29
Taulukko 10. Suodatinasemien huoltokohteet.....	29
Taulukko 11. Lokerosyöttimen huoltokohteet.....	30
Taulukko 12. Villasäiliön huoltokohteet.....	30
Taulukko 13. Pakkauskoneen huoltokohteet.....	31
Taulukko 14. Pakkauskoneen kuljettimien huoltokohteet	32
Taulukko 15. Robotin huoltokohteet	32

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehtiin Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaalle Keski-Suomeen. Monien muiden pienten ja keskisuurten yritysten tavoin myös Termex-Eriste Oy on alkanut kiinnittää entistä enemmän huomiota tuotantolaitosten kunnossapitoon, sekä kunnossapidon kehittämiseen ja dokumentointiin. Korkeiden työvoimakustannusten maissa kuten Suomessa, yritykset ovat pakotettuja toimimaan mahdollisimman pienellä henkilöstömäärällä. Pieni henkilöstömäärä, toiminnan tehokkuus ja tuotteiden korkea laatu edellyttävät tuotannon koneilta ja laitteilta varmaa sekä tehokasta toimivuutta. Toimivan ja hyvin toteutetun kunnossapitojärjestelmän avulla yrityksellä on mahdollisuus parantaa tuotantonsa laatua ja tuottavuutta. Vielä tänä päivänäkin kunnossapito nähdään usein kuluna. Kilpaileva näkemys on, että kunnossapito voi olla tuoton lisääjä, etenkin kun se voidaan liittää lisääntyneeseen tuottoon ja alempiin tuotantokustannuksiin.

Selkeä ja toimiva huoltosuunnitelma kuuluu hyvin toteutetun kunnossapitojärjestelmän perus pilareihin. Tässä opinnäytetyössä laadittiin selkeä ja helppokäyttöinen Microsoft Excel-pohjainen huoltosuunnitelma Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaan koneille ja laitteille.

Työn ohjaajana Jyväskylän ammattikorkeakoulun puolelta toimi projekti-insinööri Harri Tuukkanen. Toimeksiantajan osalta työtä ohjasi Saarijärven tehtaan tuotantopäällikkö Sami Takala.

2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia huoltosuunnitelma Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaan koneille ja laitteille. Termex-Eristeellä on kaksi tehdasta Suomessa ja yksi Puolassa. Kotimaan tehtaat sijaitsevat Keski-Suomessa Saarijärvellä, sekä Etelä-Suomessa Tuusulassa. Opinnäytetyön alkuperäinen idea oli laatia huoltosuunnitelma Tuusulan tehtaalle, mutta tuotantoprosessin ja laitekannan ollessa kummassakin tehtaassa lähes identtinen, päädyttiin käytännön järjestelyjen takia tekemään työ Saarijärvelle. Huoltosuunnitelma voidaan myöhemmin ottaa käyttöön lähes sellaiseenaan myös Tuusulan tehtaalla.

Termex-Eristeellä ei ole käytössä erillistä kunnossapidon ohjelmistoa, joten huoltosuunnitelma toteutettiin Excel-talukkolaskentaohjelmaa hyödyntäen. Laitteiden huollot ja kunnossapidon työtehtävät ovat olleet tähän saakka käsin kirjattuna erillisiin huoltovihkoihin ja lehtiöihin. Sähköisen kunnossapitosuunnitelman avulla kunnossapidon dokumentointi ja seuranta helpottuu sekä nopeutuu huomattavasti. Excel-pohjainen huoltosuunnitelma on myös mahdollista saada ladattua pilvitalennuspalveluun Google Driven kautta. Tämä mahdollistaa tietojen reaaliaikaisen seuraamisen molempien tehtaiden sekä yrityksen johdon, eli kolmen eri lokaation välillä.

3 Termex-Eriste Oy

Termex-Eriste Oy on suomalainen vuonna 1988 perustettu selluvillalämmöneristeiden valmistaja. Yhtiön perustajana ja toimitusjohtajana toimii Keijo Rautiainen. Termexin kaksi eristetehdasta sijaitsevat Keski-Suomessa Saarijärvellä sekä Etelä-Suomessa Tuusulassa. Saarijärven tehdas on näistä vanhempi, ja Saarijärvi toimii myös Termexin kotipaikkana. Termex-Eriste Oy on myös osakkaana Puolassa sijaitsevassa selluvillalämmöneristettä valmistavassa tehtaassa. Puolan tehtaalla hyödynnetään samaa valmistusprosessia kuin Suomessa sijaitsevilla tehtailla.

Termex työllistää Suomessa kahdelle tehtaalleen, myyntiin, sekä markkinointiin ja kehitykseen yhteensä 20 henkilöä. Lisäksi varsinainen Termex-Eristeen asennus tapahtuu erillisten urakoitsijoiden, eli Termex-verkoston kautta. Urakoitsija ja asennusverkosto kattaa koko Suomen Etelä-Suomesta aina lappiin saakka. Selluvilla toimitetaan tehtailta urakoitsijoille joko puoli- tai täysiperävaunu rekoilla. Käytettäessä puoliperävaunuja, voidaan niitä hyödyntää samalla väliaikaisina villavarastoina. Perävaunu toimitetaan sille paikkakunnalle josta käsin urakoitsija operoi. Tämän jälkeen urakoitsija voi käydä täyttämässä pienempiä kuorma-autojaan tästä perävaunusta, vaunun toimiessa samalla varastona jäljellä olevalle selluvillalle. Kun puhallusurakoitsija tarvitsee lisää selluvillaa, tekee hän tilauksen Termex-Eristeelle, joka toimittaa täyden puoliperävaunullisen selluvillaa tyhjentyneen vaunun tilalle. Selluvillaa voidaan kuljettaa myös kuorma-lavoille pakattuna. Kuorma-lavoille pakattuna selluvilla on helppo purkaa esimerkiksi suoraan työmaalle, tai urakoitsijan omaan varastoon.

Termex-Eristeen vuosittainen tuotantomäärä on noin 8700 tonnia selluvillaa. Vuosittainen tuotantomäärä vastaa yli 5000 tyyppillisen omakotitalon yläpohjan lämmöneristystarvetta.

3.1 Termex-selluvilla

Kierrätyspaperista valmistettava puhallettava selluvilla on tehokas ja korkealaatuinen lämmöneriste. Selluvillan erinomaisuus perustuu huokoisen puukuidun hengittävyyteen ja sen kykyyn tasata kosteutta. Hengittävänä materiaalina selluvilla tasaa rakenteen kosteusvaihteluita ja vähentää puurungon kosteusrasitusta. Kuviossa 1 näkyy Termex-selluvillan huokoinen ja hengittävä rakenne. (Termex-Eriste Oy. Internet – sivut. 2016.)



Kuva 1. Termex-Selluvilla

Termex-selluvilla valmistetaan lajitellusta kierrätyspaperista sekä palonestoaineina käytettävistä magnesiumsulfaatista ja boorihaposta. Kierrätyspaperista selluvillan valmistuksessa hyödynnetään sanomalehtipaperia, joka Termex-Eristeen Saarijärven tehtaalla lajitellaan tuotantoprosessin alkupäässä olevalla paperin lajittelijalla. Muut lajittelusta saatavat paperilaadut kuten aikakausilehtipaperi kuljetetaan uudelleen kierrätettäväksi Kaipolan paperitehtaalle Jämsään. Tuotantoprosessina selluvillan valmistus on kohtalaisen yksinkertainen raaka-aineiden pienen lukumäärän vuoksi. Yksinkertainen tuotantoprosessi auttaa pitämään tuotannon laitteiden määrän vähäisenä, joka osaltaan auttaa kunnossapidon suunnittelussa.

4 Kunnossapito

4.1 Kunnossapidon määritelmä ja tavoitteet

PSK 6201 Standardisointi määrittää kunnossapidon seuraavasti:

” Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

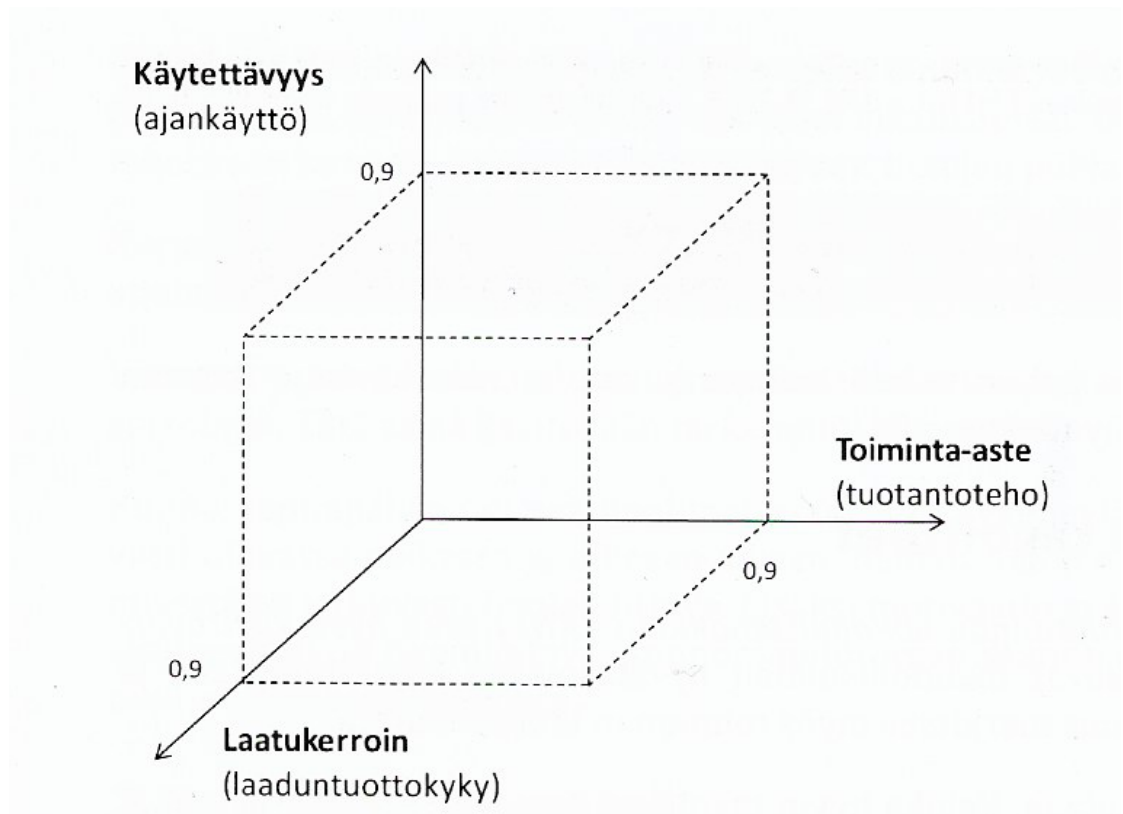
Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus. Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Kunnossapidon tavoitteita tarkasteltaessa on otettava huomioon myös turvallisuus, kustannustehokkuus sekä ympäristöön kohdistuvat vaikutukset. Näillä tunnusluvuilla mitataan kuinka hyvin kunnossapidolle asetetut tavoitteet on saavutettu. (PSK 6201, 2011, s. 4-5)

4.1.1 Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)

Kunnossapidon keskeisistä tavoitteista tärkeimpiä on tuotannon kokonaistehokkuus. Kokonaistehokkuus muodostuu kolmen osatekijän, käytettävyyden (K), toiminta-asteen (N), ja laatukertoimen (L) tulosta. Käytettävyys ilmaisee kuinka tehokkaasti työaika on käytetty. Toiminta-aste puolestaan ilmaisee kuinka tehokasta tuotanto-toiminta on ollut. Laatukerroin taas kertoo kuinka suuri osuus tehdyistä tuotteista voidaan kelpuuttaa markkinoille, eli lasketaan hylyn määrää.

Kuviossa 2 on esitetty KNL-mittarin periaate. Kuviosta sekä alla olevasta kaavasta nähdään, että kaikki yksittäiset osatekijät ovat suhteellisen hyviä (0,9 tai 90%), mutta koska kokonaistehokkuus on näiden osatekijöiden tulo on yhteisvaikutus vain 0,73 tai 73%. (Järviö, J. 2007, s. 40-41)

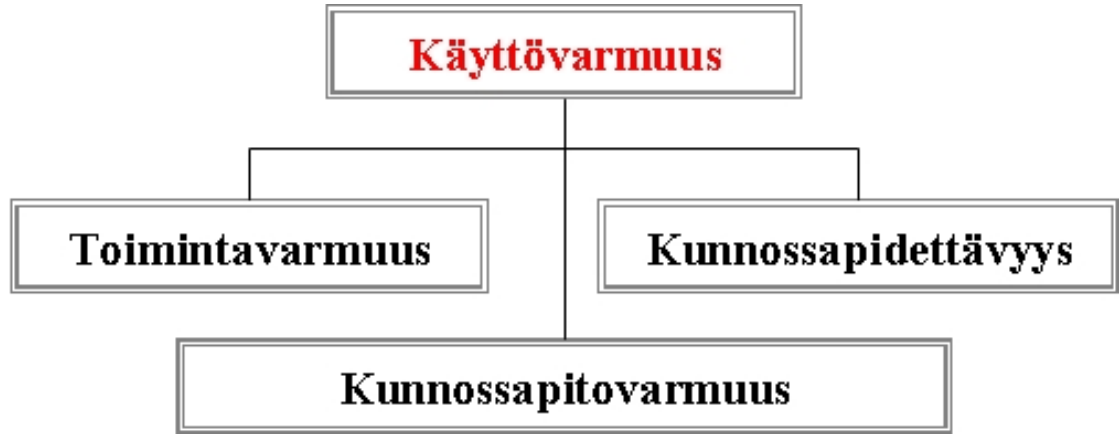
$$0,9 \times 0,9 \times 0,9 = 0,73$$



Kuva 2. KNL-mittarin periaate (Järviö, J. 2007, s. 41)

4.1.2 Käyttövarmuus

Kuvion 3 mukaan käyttövarmuus muodostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta.



Kuva 3. Käyttövarmuus (Ramentor Oy)

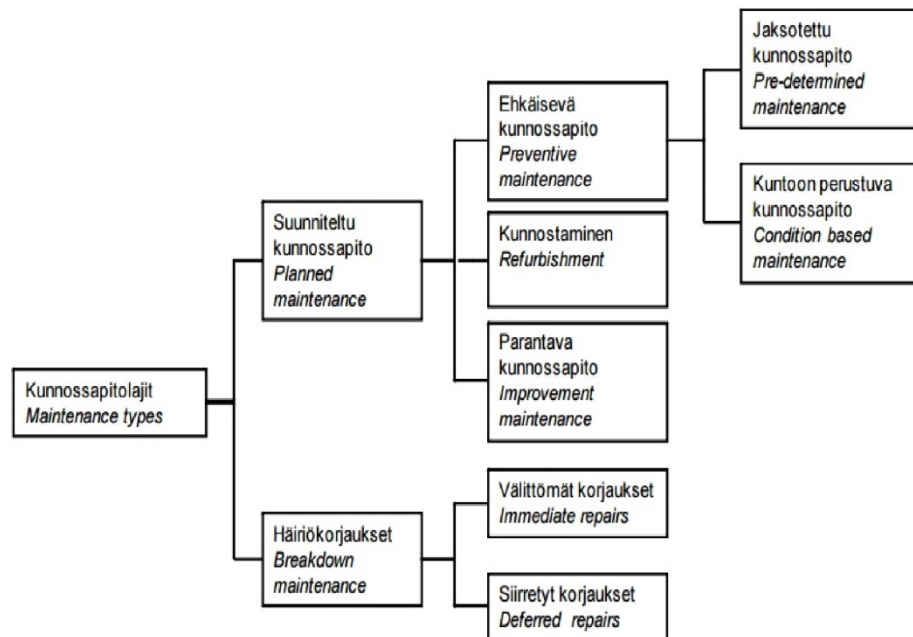
Toimintavarmuudella tarkoitetaan kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toimintavarmuuden mittari on vikaväli. Englanniksi Mean Time Between Failure (MTBF).

Kunnossapidettävyys puolestaan on kohteen ominaisuus olla pidettävissä toimintakunnossa tai olla palautettavissa toimintakuntoon määritellyissä käyttöolosuhteissa. Edellyttäen että kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja. Kunnossapidettävyyden mittari on korjausaika. Englanniksi Mean Time to Repair (MTTR).

Kunnossapitovarmuudella kuvataan kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määrättyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona. Kunnossapitovarmuuden mittari puolestaan on logistinen viive. (Järviö, J. 2007, s. 36-38)

4.2 Kunnossapitolajit

PSK 6201 – standardi jakaa kunnossapitolajit kuvion 4 mukaan kahteen eri ryhmään: Suunniteltuun kunnossapitoon sekä häiriökorjauksiin. Suunnitellulla kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä joiden avulla pyritään pitämään kohde toimintakunnossa. Häiriökorjauksilla tarkoitetaan suunnittelemattomia kunnossapidon toimia, eli toimenpiteitä joita tehdään kohteen vikaannuttua.



Kuva 4. Kunnossapitolajit (Mikkonen, H. 2009, s. 96)

4.2.1 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltu kunnossapito jaotellaan ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen, sekä parantavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito voidaan edelleen jaotella jaksotettuun kunnossapitoon, kunnonvalvontaan, ja kuntoon perustuvaan suunniteltuun korjaukseen. (Mikkonen, H. 2009, s. 96)

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään estämään kohteen vikaantuminen tai rikkoutuminen. PSK 6201 – standardin mukaan ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syn-

tymistä tai estetään vaurion syntyminen. Ehkäiseviä kunnossapitotoimia ovat esimerkiksi voitelu, kuluneisuuden tarkkailu, tai vaikkapa pulttien kireyden tarkistus.

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaan. (Mikkonen, H. 2009, s. 97)

Kunnonvalvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittatulosten analysointi. Kunnonvalvonnan avulla saadaan lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun. Kunnonvalvonnan, aistinvaraisesti, tai tarkastustoiminnan kautta havaittua kohteen suunniteltua korjausta puolestaan kutsutaan kuntoon perustuvaksi suunnitelluksi korjaukseksi. (Mikkonen, H. 2009, s. 97)

Kunnostamisella tarkoitetaan kuluneen tai vaurioituneen käytöstä poistetun kohteen palauttamista toimintakuntoon. Parantavalla kunnossapidolla taas tarkoitetaan laitteen kunnossapidettävyyden tai luotettavuuden parantamista muuttamatta laitteen toimintoa. (Mikkonen, H. 2009, s. 97)

4.2.2 Häiriökorjaukset

Häiriökorjaukset jaotellaan välittömiin korjauksiin sekä siirrettyihin korjauksiin.

Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voitaisiin palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle.

Siirretty häiriökorjaus on korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa. (Mikkonen, H. 2009, s. 97)

4.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Reliability Centred Maintenance, RCM) kehitettiin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvun loppupuolella. Kehitys johti Maintenance Steering Groupin MSG-1 -dokumentin julkaisuun, johon nykyinen RCM:n käyttö perustuu. Tänä päivänä RCM on monella teollisuuden alalla koettu ja hyväksytty metodiikka. (Mainsaver Inc.)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä sellaisen ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi, joka perustellusti ja tehokkaasti mahdollistaa laitteistoilta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyytensä saavuttamisen, ja minkä tarkoituksena on johtaa parantuneeseen turvallisuuteen, käytettävyyteen ja talouteen käyttötoiminnassa. (Mäki, K. 2010)

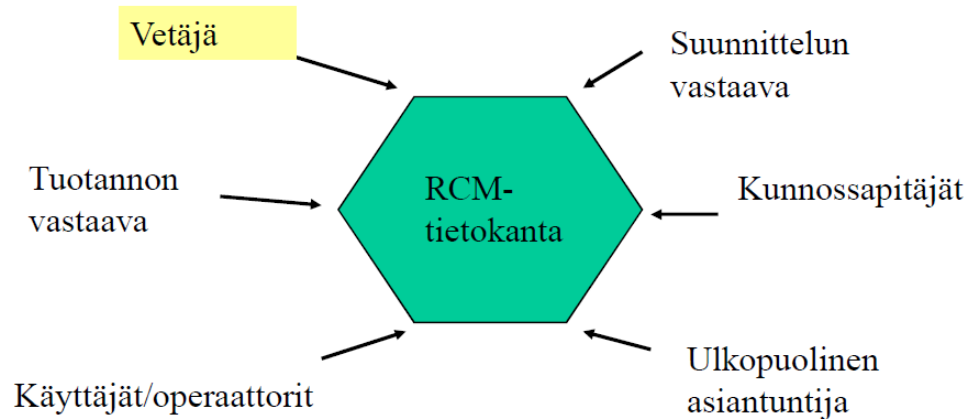
4.3.1 RCM-analyysi

RCM-analyysin avulla pyritään keskittymään laitteiden ylläpidon sijaan järjestelmän vaadittujen toimintojen ylläpitämiseen. Yhtenä RCM:n ominaispiirteenä voidaankin pitää vaadittujen toimintojen ylläpitämistä. Muita ominaispiirteitä ovat muun muassa: Toiminnallisiin vikoihin johtavien vikamuotojen tunnistaminen, vikamuotojen priorisointi vian seurausten perusteella, ja tehokkaiden sekä kohteeseen soveltuvien ennakkohuoltotoimenpiteiden määrittäminen. (Mäki, K. 2010)

Lähdettäessä tekemään RCM-analyysia, pyritään ensin tunnistamaan prosessin kannalta kriittisimmät kohteet ja laitteet, joihin varsinainen analyysi kohdennetaan. Vähemmän kriittisille kohteille riittää yleensä kevyempi tarkastelu, eikä raskasta RCM-analyysia näiden kohteiden osalta tarvita. Kun valitut kohteet ovat selvillä, aletaan RCM-analyysia viemään läpi RCM:n seitsemän askeleen mukaisesti. (Mäki, K. 2010)

RCM-tiimin kokoaminen on myös keskeinen osa prosessin aloitusta. Analyysiin pitäisikin löytyä henkilöitä käytön, suunnittelun, kunnossapidon, tuotannon sekä työnjohdon osa-alueilta. (Mäki, K. 2010)

Kuviossa 5 on kuvattu henkilöt, joiden osallistuminen RCM-analyysiin on erittäin toivottavaa.

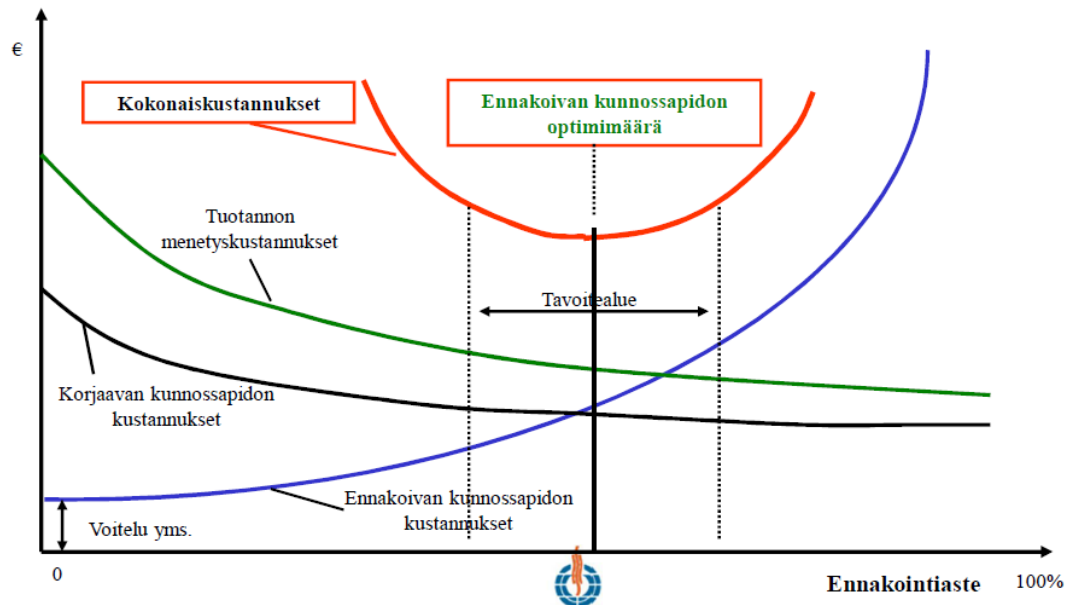


Kuva 5. RCM-ryhmän tyypillinen rakenne (Mäki, K. 2010)

4.3.2 RCM:n kustannukset

RCM:llä on jokseenkin kyseenalainen maine suuren työmäärän ja korkeiden kustannusten vuoksi. Kun ongelmia ilmaantuu, johtuu se usein siitä ettei ole tehty riittävän hyvää suunnitelmaa tai tarkasteltu huolellisesti kustannuksia, ajankäyttöä, sekä hyötyjä. Joissakin tapauksissa tuloksena saatu hyöty ei korvaa käytettyä aikaa. Ilman selkeää suunnitelmaa RCM:llä onkin vaarana paisua erittäin raskaaksi ja laajaksi projekti. RCM:ää käytettäessä tulisi aluksi tehdä huolellinen suunnitelma projektin läpiviennistä ja pitää siitä kiinni. Tällöin projekti tulee suunnattua tärkeimmille alueille, ja laitteisiin joissa RCM:n käytöstä saadaan suurin hyöty. (ABB Global Consulting)

Kuva 6 antaa suuntaa siitä kuinka kokonaiskustannukset vaihtelevat ennakoivan kunnossapidon määrän mukaan. Katkoviivojen kuvaama väli on sillä alueella johon tulisi tähdätä. Mentäessä liian kauaksi tältä alueelta alkavat kokonaiskustannukset nousta jyrkästi. RCM:ää oikein käyttämällä on kuitenkin mahdollista pysyä tällä optimaalisella alueella. (ABB Global Consulting)



Kuva 6. RCM:n kustannukset (Mäki, K. 2010)

RCM:n toteuttamisessa on tärkeää tehdä laitteiden kriittisyystarkastelu ja päättää mitkä laitteet otetaan mukaan RCM-analyysiin. Yksi tapa on altistaa vain kriittisimmät laitteet perinteiselle RCM:lle, ja vähemmän kriittiset laitteet virtaviivaisimmille sekä kevyemmille tekniikoille. (ABB Global Consulting)

Oikein toteutetulla RCM:llä voi kasvattaa kannattavuutta melko nopeastikin. Hyvä esimerkki tästä voisi olla esimerkiksi parantunut tuotto vähentyneiden konerikkojen ja tuotantokatkosten vuoksi. Lisäksi kustannussäästöjä on mahdollista saavuttaa alla listattujen asioiden vuoksi. (ABB Global Consulting)

- Vähentyneet tapaturmat
- Konerikkojen määrän väheneminen
- Vähemmän tuotantokatkoja
- Menetettyjen kauppojen väheneminen
- Oikeudenkäyntien määrän väheneminen
- Kasvanut mahdollisuus tuottoon

5 Työn toteutus

5.1 Lähtötiedot ja huoltosuunnitelman suunnittelu

Opinnäytetyö lähti käyntiin puhelin keskustelusta Termex-Eriste Oy:n toimitusjohtajan Keijo Rautiaisen kanssa. Keskustelussa ilmeni tarve huoltosuunnitelmalle koskien Termex-Eristeen Tuusulan tehdasta. Tuusulan tehtaalla ei ollut aikaisempaa huoltosuunnitelmaa, joten huoltosuunnitelman tekemiselle oli perusteltu tarve. Alustavan puhelin keskustelun jälkeen otettiin yhteyttä Tuusulan tehtaahan tuotantopäällikkö Esa Ruotsalaiseen. Ruotsalainen vahvisti huoltosuunnitelman tarpeellisuuden, mutta ehdotti myös samalla huoltosuunnitelman tekemistä Saarijärven tehtaalle Tuusulan sijaan. Saarijärven tehtaalla on käytössä lähes identtinen tuotantoprosessi Tuusulan tehtaahan kanssa. Myös tuotannon koneet ovat kummassakin tehtaassa hyvin samankaltaisia. Saarijärven tehtaalla ollessa sijaintinsa puolesta huomattavasti käytännöllisempi kohde verrattaessa Tuusulaan, päätettiin huoltosuunnitelma tehdä sinne.

Seuraavaksi oltiin yhteydessä Saarijärven tehtaahan tuotantopäällikköön Sami Takalan kanssa sovittiin päivä jolloin perehdyttäisiin selluvillan tuotantoprosessiin sekä Saarijärven tehtaahan koneisiin ja laitteisiin. Tehtaalla tehdyn perehdytyksen ja tutustumisen jälkeen alettiin suunnitella huoltosuunnitelmaa ja siihen sisältyviä ominaisuuksia. Samin puolelta toivomuksena olivat ilmoitukset tulevista huolloista, sekä indikaatiot suoritetuille ja suorittamatta jääneille huolloille. Huoltosuunnitelma päätettiin tehdä Microsoft Exceliä hyödyntäen, koska Excel tarjoaa mahdollisuuden tulevien huoltojen määrittämiselle laskukaavoja käyttäen. Excel oli myös valmiina käytössä kaikissa kolmessa Termex-Eristeen lokaatiossa. Nämä kolme lokaatiota käsittelevät kaksi tehdasta sekä johdon ja myynnin toimipisteen.

5.2 Laiteluettelon laadinta ja huoltokohteiden kirjaaminen

Huoltosuunnitelman tekeminen aloitettiin huollettavien koneiden ja laitteiden kartoittamisella. Kävimme Takalan kanssa läpi kaikki huoltosuunnitelmaan mukaan tulevat koneet ja laitteet. Huoltosuunnitelmaan sisältyviä huoltotehtäviä löytyikin lähes jokaisesta tuotantolinjan laitteesta. Huoltosuunnitelman laiteluettelo hahmoteltiin aluksi paperille, jonka perusteella aloin tehdä Excelliin alustavaa laiteluettelo tuotantoprosessin alkupäästä aloittaen.

Laiteluettelon laadinnan jälkeen tehtiin Excelliin jokaiselle laitteelle oma huoltokortti. Jokainen huoltokortti on omalla erillisellä taulukkolehdellä, ja huoltokorteista löytyy laitteelle suoritettavat jaksottaiset huoltotoimenpiteet. Laitteille tehtävät huoltotoimenpiteet löytyivät valmistajan toimittamista käyttömanuaaleista, niiltä osin kun manuaaleja oli käytettävissä. Suurimmalle osalle tuotantoprosessin laitteista ei ollut saatavilla valmistajan toimittamaa käyttömanuaalia tai huolto-ohjeistusta. Onneksi kunnossapidosta vastaava Takala oli kirjannut aikaisemmin suorittamansa huoltotehtävät erillisiin huoltovihkoihin. Huoltovihkojen ja Takalan kanssa käytyjen keskustelujen avulla saatiin selvitettyä kaikki tarvittavat huoltotoimenpiteet jokaiselle huoltosuunnitelmaan kuuluvalla laitteella.

Laitekohtaisiin huoltokortteihin tehtiin sarakkeet joista ilmenee:

- Huoltotoimenpiteen kohde, eli huollettava osa
- Intervalli, eli huoltotoimenpiteen suoritustaajuus
- Varsinainen huolto tai toimenpide, eli mitä tehdään
- Edellisen huollon suoritusajankohta
- Seuraavan huollon suoritusajankohta
- Huomautus-osio

Ylläolevien lisäksi omaksi osakseen huoltokortin alaosaan tehtiin taulukko vikahistorian kirjaamista varten. Taulukkoon voidaan kirjata tulevaisuudessa ilmenevät viat, muutokset tai modifioinnit, sekä korjauksiin käytetyt varaosat.

5.3 Kriittisyystarkastelu ja ennakkohuoltosuunnitelma

Huoltosuunnitelmaan valikoituivat kaikki Saarijärven tehtaan tuotantolinjan koneet ja laitteet. Erillistä kriittisyystarkastelua ei tässä yhteydessä tehty, koska tavoitteena oli saada huoltosuunnitelma jossa olisi näkyvissä kaikki mahdolliset koneille suoritettavat jaksottaiset huoltotoimenpiteet. Tulevaisuudessa, Termex-Eristeen niin halutessa, voidaan ennakkohuollon osuutta tuotannon koneilla ja laitteilla lisätä kriittisyystarkastelun sekä mahdollisen RCM-analyysin avulla. RCM:n kannalta myös aikaisempi vikahistoria olisi hyvä olla dokumentoituna mahdollisimman kattavasti. Opinäytetyön tuloksena saatu huoltosuunnitelma mahdollistaa vikahistorian dokumentoimisen vikahistoria-taulukon huoltokorttien yhteyteen.

5.4 Ehdollinen muotoilu ja makrojen tekeminen Excel-taulukoihin

Ilmoitukset tulevasta, suoritetuista, sekä myöhästyneistä huolloista toteutettiin havainnollistavilla väreillä Excelin soluissa. Väreiksi valittiin vihreä, keltainen, ja punainen. Vihreällä värillä ilmaistaan huoltojen olevan ajan tasalla, eikä huoltotoimenpiteitä ole tulossa suoritettavaksi lähitulevaisuudessa. Keltainen väri ilmaisee tulevaa huoltotoimenpidettä, ja punainen mennyttä sekä suorittamatta olevaa huoltotoimenpidettä. Ajankohta milloin solun väri muuttuu vihreästä keltaiseksi ja edelleen punaiseksi määritellään raja-arvojen avulla käyttäen Excelin ehdollista muotoilua. Raja-arvot voivat perustua kalenteriaikaan, tuotantomäärään, tai käyttötunteihin. Päivämäärään perustuvissa huoltotoimenpiteissä Excel vertaa nykyistä päivämäärää solussa olevaan laskukaavan kautta saatuun päivämäärään, jolloin seuraava huoltotoimenpide on ajankohtainen. Tulevasta huoltotoimenpiteestä ilmoittava keltaisen värin aika-ikkuna on asetettu jokaiselle huoltotoimenpiteelle erikseen määritellyillä arvoilla. Esimerkiksi kalenteriaikaan perustuvissa huolloissa solun väri voi muuttua vihreästä keltaiseksi viikkoa ennen huollolle määriteltyä suoritusajankohtaa. Mikäli huoltotoimenpidettä ei ole tämän seitsemän päivän aikana merkitty suoritetuksi, muuttuu keltainen väri punaiseksi. Kun huolto merkitään suoritetuksi huoltosuunnitelmaan, muuttuu punainen väri takaisin vihreäksi. Väri-indikaatiot on havainnollistettu kuvassa 7.

EDELLINEN HUOLTO SUORITETTU			SEURAAVA HUOLTO
Syrjä	Pvm	Tuotantomäärä (kg)	Tuotantomäärä (kg)
1/4	1.4.2016	100 000	165 000
	1.4.2016	100 000	360 000
1/4	1.4.2016	100 000	1 600 000
	1.4.2016	100 000	6 100 000
EDELLINEN HUOLTO SUORITETTU			SEURAAVA HUOLTO
	Pvm	Tuotantomäärä (kg)	Pvm
	1.4.2016		1.4.2017
	1.5.2016		15.5.2016

Kuva 7. Väri-indikaatiot huoltosuunnitelmassa

Tuotantomäärään tai käyttötunteihin perustuvissa huoltotoimenpiteissä Excel vertaa huoltotoimenpiteelle asetettua tuotantomäärän tai käyttötuntien arvoa huoltosuunnitelman mittarit-välilehdellä oleviin syötettyihin arvoihin. Tästä syystä huoltosuunnitelman mittarit-välilehteä on päivitettävä arvojen osalta mahdollisimman usein, jotta huoltosuunnitelma pysyisi ajan tasalla. Huoltosuunnitelman arvojen syöttölehti nähdään liitteessä 1.

Huoltosuunnitelman pääsivulle, eli laiteluettelo-talukkolehdelle koodattiin myös makro toiminto auttamaan huoltojen seuraamisessa. Laiteluettelo-talukkolehdellä olevan Termex-logon klikkaaminen käynnistää makro-toiminnon. Toiminto käy tarkastamassa jokaisen laitekohtaisen huoltokortin huoltotehtävien tilan osalta. Mikäli missään huoltotehtävässä on näkyvissä keltaista tai punaista väriä huollon tilan osalta, eli jokin huoltotehtävä on joko tulossa ajankohtaiseksi (keltainen väri), tai huolto olisi jo pitänyt tehdä (punainen väri), päivittyy tämä väri laiteluettelo-talukkolehdelle. Makron avulla on mahdollista nähdä tältä yhdeltä sivulta mikäli jossakin tuotannon laitteessa on tulevia tai menneitä (suorittamatta jääneitä) huoltoja. Mikäli kaikkien laitteiden osalta huollon tilat ovat ajan tasalla, näkyy laiteluettelo-talukkolehdellä vihreä väri jokaisen laitteen kohdalla.

Laiteluettelo-talukkolehdellä on lisäksi hyperlinkit jokaisen laitteen nimessä. Laitteen nimeä klikkaamalla päästää siirtymään suoraan kyseisen laitteen huoltokorttiin.

Laiteluettelo-tilaukkolehden huollontilan ilmaisevat väri-indikaatiot, sekä hyperlinkkeinä toimivat laitenimet näkyvät liitteessä 2.

6 Tulokset

6.1 Excel-pohjainen huoltosuunnitelma

Opinnäytetyön tuloksena saatiin Microsoft Excel-pohjainen huoltosuunnitelma Saarijärven tehtaan koneille ja laitteille. Huoltosuunnitelma löytyy kokonaisuudessaan yhdestä Excel-tiedostosta, joka sisältää 17 erillistä taulukkolehteä. Jokaiselle tuotannon koneelle ja laitteelle on oma taulukkolehtensä. Näistä koneille ja laitteille tehdyistä huoltokorteista löytyvät laitekohtaiset jaksotetut huoltotehtävät sekä vikahistoria. Lisäksi yhtä taulukkolehteä käytetään tuotantomäärän sekä käyttötuntimäärien syöttöön. Liitteessä 1 näkyvälle taulukkolehdelle voidaan syöttää sen hetkinen tuotantomäärä (kg), sekä käyttötunnit kolmesta eri kohteesta. Excel käyttää näitä syötettyjä arvoja laskiessaan tulevien huoltojen ajankohtaa. Tuotannon työntekijöillä käytössä olevassa tietokoneessa on tämä Excelin sivu näkyvässä, ja siihen päivitetään tuotantomäärä jokaisen työvuoron lopussa. Käyttötuntimäärät päivitetään viikoittain tuotantopäällikön toimesta.

Huoltosuunnitelman etusivuna käytetään liitteessä 2 näkyvää laiteluettelo-tilaukkoa. Laiteluettelossa on listattuna kaikki huoltosuunnitelmaan kuuluvat koneet ja laitteet. Kunkin laitteen nimeen on lisätty hyperlinkki kyseisen laitteen huoltotaulukkoon, eli laitteen kohdalta klikattaessa päästään siirtymään suoraan sen laitteen huoltokorttiin. Laiteluettelossa näkyvät lisäksi laitteen positio tehtaassa, sekä prosessialue ja väri-indikaatio huoltojen tilasta. Väri-indikaatiot kertovat heti mikäli jonkin laitteen kohdalla on lähiaikoina tulevia, tai tekemättä olevia ajankohtaisia huoltotehtäviä. Laiteluettelo-tilaukko onkin asetettu aloitusnäkyväksi huoltosuunnitelmassa.

6.2 Huoltosuunnitelmaan kuuluvat laitteet ja huoltokohteet

Huoltosuunnitelmaan valikoituivat kaikki Saarijärven tuotantolinjan koneet ja laitteet. Huollettavia laitteita löytyi yhteensä 15 kappaletta ja jaksotettuja huoltotehtäviä yhteensä 68 kappaletta. Alla olevassa listassa on lueteltu huoltosuunnitelmaan kuuluvat laitteet prosessin mukaisessa järjestyksessä alkaen tuotantoprosessin alkupäästä.

1. Paperinlajittelija
2. Paperinlajittelijan kuljettimet
3. Paperinlajittelijan kuljetin (iso)
4. Paalain
5. Murskain
6. Silppusäiliö
7. Kemikaaliannostus
8. Kuidutin
9. Suodatinasemat
10. Lokerosyötin
11. Villasäiliö
12. Pakkauskone
13. Hihnavaaka
14. Pakkauskoneen kuljettimet
15. Lavapakointi robotti

Huoltosuunnitelmaan valikoituvat huoltokohteet saatiin selville tutkimalla laitteiden valmistajien toimittamia huoltomanuaaleja, sekä kunnossapidosta vastaavan henkilön haastattelujen avulla. Huoltomanuaaleja löytyi vain noin kolmasosaan kaikista laitteista, joten kunnossapidosta vastaavan henkilön tiedoilla ja osaamisella oli merkittävä osuus huoltosuunnitelmaan kerättyjen huoltokohteiden selvittämisessä. Valmistajien ilmoittamien huoltokohteiden lisäksi huoltosuunnitelmaan valikoitui paljon kunnossapitohenkilön kokemukseen perustuvia huoltokohteita.

Seuraavissa alaluvuissa käydään huoltosuunnitelma läpi kokonaisuudessaan jokaisen laitteen osalta. Lukujen alussa kerron lyhyesti laitteen toiminnasta, sekä sen tehtävistä tuotantoprosessissa. Jokaiselle laitteelle suoritettavat huoltotoimenpiteet on taulukoitu omiin Excel-taulukkoihinsa. Taulukoista näkyy huollettava kohde, eli mihin osaan kyseisessä laitteessa huoltotoimenpide kohdistuu. Taulukoista näkyy myös huoltotehtävän intervalli eli suoritustaajuus, sekä varsinainen huoltotoimenpiteen kuvaus lyhyesti.

6.2.1 Paperinlajittelijan huoltokohteet

Paperinlajittelijan avulla erotetaan raaka-aineeksi saapuvasta kierrätyspaperista tuotantoon kelpaava sanomalehtipaperi. Paperi lajitellaan optisesti sen kulkiessa laitteen läpi. Lajittelijassa oleva optinen lukija tunnistaa eri paperilajit, ja ne voidaan lajitella kolmeen eri kohteeseen tunnistuksen mukaan. Tuotantoon kelpaava sanomalehtipaperi ajetaan eteenpäin joko suoraan tuotantoon tai vaihtoehtoisesti paperin paalaimelle. Paalaimen avulla lajiteltu paperi voidaan puristaa paaleiksi varastointia ja myöhempää käyttöä varten.

Paperinlajittelijan huoltokohteet muodostuivat optiikalle suoritettavasta kalibroinnista, sekä lajittelijan kuljettimille tehtävistä rasvauksista. Optiikan kalibroinnilla varmistetaan lajittelijan tehokas sekä mahdollisimman tarkka toiminta, ja se on suoritettava kuukauden välein. Taulukossa 1 on listattu paperinlajittelijan huoltokohteet.

Taulukko 1. Paperinlajittelijan huoltokohteet

PAPERINLAJITTELIJAN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Automatiikka	30 pv:n välein	Kalibrointi
Rasvattavat kohteet (30 nippaa)	15pv:n välein	Rasvaus

6.2.2 Paperinlajittelijan kuljettimien huoltokohteet

Paperinlajittelijan kuljettimet koostuvat kuudesta eri hihnakuljettimesta, joissa kussakin on oma kuljetinhihna, hihnankuljetinrullat ja vaihteisto. Huoltokohteiksi kuljettimilla muodostuivat kuljetinrullien laakereiden rasvaukset, sekä vaihdelaatikoiden öljyn vaihdot. Taulukossa 2 on listattu paperinlajittelijan kuljettimien huoltokohteet.

Taulukko 2. Paperinlajittelijan kuljettimien huoltokohteet

LAJITTELIJAN KULJETTIMIEN MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Kuljetin 1	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto
Kuljetin 2	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto
Kuljetin 3	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto
Kuljetin 4	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto
Kuljetin 5	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto
Kuljetin 6	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus sekä hihnojen tarkastus
	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyjen vaihto

6.2.3 Paperinlajittelijan ison kuljettimen huoltokohteet

Tässä yhteydessä paperinlajittelijan isolla kuljettimella tarkoitetaan lajittelijalta tuotantoon päin menevää hihnakuljettimien kokonaisuutta. Kuljettimet koostuvat kolmesta kokonaisuudesta joissa kussakin on oma kuljetinhihna, hihnankuljetinrullat, sekä vaihdelaatikko. Taulukossa 3 kuljetin on eroteltu kolmeen osaan huoltokohteiden selkeyttämiseksi. Kuljettimen huoltokohteet muodostuivat kuukauden välein tehtävistä rasvauksista sekä kuljetinhihnojen toiminnan tarkastuksista. Taulukossa 3 on listattu paperinlajittelijan ison kuljettimen huoltokohteet.

Taulukko 3. Paperinlajittelijan ison kuljettimen huoltokohteet

LAJITTELIJAN KULJETTIMEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Varaston puoleinen osa	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus ja hihnojen tarkastus
Väli-osa	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus ja hihnojen tarkastus
Tuotantohallin puoleinen osa	30 pv:n välein	Laakerien rasvaus ja hihnojen tarkastus
Vaihdelaatikko	Vuosihuolto	Vaihdelaatikon öljyn vaihto

6.2.4 Paalaimen huoltokohteet

Paperin paalaimella voidaan lajiteltu sanomalehtipaperi puristaa paaleiksi varastointia ja myöhempää käyttöä varten. Mikäli tuotannossa ei jollakin hetkellä tarvita raaka-ainetta, voidaan lajiteltu sanomalehtipaperi ajaa hihnakuljettimen avulla tuotannon sijaan paalaimelle. Paalaimelta tulevat paperipaalit varastoidaan, ja ne ovat valmiita myöhempää käyttöä varten.

Paalaimen huoltokohteet muodostuvat hydraulikalle tehtävistä huolloista sekä paperipaalien sitomiseen käytettävän neulojan ketjujen rasvauksista. Taulukossa 4 on listattu paalaimen huoltokohteet.

Taulukko 4. Paalaimen huoltokohteet

PAALAIMEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Hydrauliikka	2000h	Hydrauliikkaöljyn vaihto
Hydrauliikka	2000h	Öljynsuodattimen vaihto
Laakerit	15 pv:n välein	Rasvaus
Neulojan ketjut	15 pv:n välein	Rasvaus

6.2.5 Murskaimen huoltokohteet

Paperin murskaimella suoritetaan lajitellun paperin esimurskaus paperisilpuksi. Murskaimen ja kuiduttimen huolloilla on erityisen suuri merkitys lopputuotteen hyvän ja tasaisen laadun kannalta. Murskaimen terät ja vastaterät kuluvat käytössä, joten teriä on käännettävä ja vaihdettava säännöllisin väliajoin. Murskaimen terien ja vastaterien kulumista, sekä sen vaikutusta lopputuotteen laatuun on Termexillä tarkkailtu murskaimen käytön aloittamisesta lähtien. Saadut huoltovälit on kokemuksen kautta todettu sopiviksi, jolloin merkkejä lopputuotteen laadun heikkenemisestä tai muutoksesta ei ole ollut havaittavissa.

Tuotantopäällikkö Takalan mukaan huoltoajankohtaa terien osalta voidaankin tarvittaessa siirtää tai muuttaa alla olevista huoltosuunnitelmaan kirjatusta arvoista. Taulukossa 5 näkyvät murskaimen huoltokohteet.

Taulukko 5. Murskaimen huoltokohteet

MURSKAIMEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Murskaimen terät	1500 tn välein	Murskaimen terien kääntö
Murskaimen terät	6000 tn välein	Murskaimen terien vaihto
Murskaimen vastaterät	12000 tn välein	Murskaimen vastaterien vaihto
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Hydrauliikka	2000 h välein	Hydrauliikka öljyn vaihto
Hydrauliikkaöljynsuodatin	2000 h välein	Suodattimen vaihto
Laakerit	7 pv:n välein	Rasvaukset
Puhallin ja kiilahihna	Vuosihuolto	Toiminnan tarkastus

6.2.6 Silppusäiliön huoltokohteet

Silppusäiliö on nimensä mukaisesti murskaimen jälkeinen säiliö, murskaimelta tulevaa paperisilppua varten. Silppusäiliö toimii puskurina murskaimen ja kemikaaliannostuksen välissä. Taulukossa 6 on listattu silppusäiliön huoltokohteet.

Taulukko 6. Silppusäiliön huoltokohteet

SILPPUSÄILIÖN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Sekoitin	1500 tn välein	Toiminnan tarkastus
Sekoittimen vaihteisto	Vuosihuolto	Vaihteiston öljyn vaihto
Silppukairan vaihteisto	Vuosihuolto	Vaihteiston öljyn vaihto
Kiinnityspultit	Vuosihuolto	Pulttien kireyden tarkastus

6.2.7 Kemikaaliannostuksen huoltokohteet

Kemikaaliannostuksessa murskaimelta tulevaan paperisilppuun lisätään palonestoaineena käytettävä magnesiumsulfaatti sekä boorihappo. Magnesiumsulfaatti ja boorihappo ovat kukin omissa siiloissaan, joista annostus tapahtuu automaattisesti paperisilpun sekaan. Taulukossa 7 on listattu kemikaaliannostuksen huoltokohteet.

Taulukko 7. Kemikaaliannostuksen huoltokohteet

KEMIKAALIANNOSTUKSEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Siilo 1	Vuosihuolto	Antureiden toiminnan tarkastus (3kpl)
Siilo 2	Vuosihuolto	Antureiden toiminnan tarkastus (3kpl)
Puhallin	Vuosihuolto	Toiminnan tarkastus
Laakerit	7 pv:n välein	Rasvaukset
Vaihteistot	Vuosihuolto	Öljyn vaihto
Ratasketjut	7 pv:n välein	Tarkastus/rasvaus

6.2.8 Hihnavaa'an huoltokohteet

Taulukossa 8 on listattu hihnavaa'an huoltokohteet. Huoltotarpeet ovat varsin vähäiset, sisältäen viikoittaiset toiminnan tarkistukset sekä vuosihuollon yhteydessä tehtävän vaa'an kalibroinnin.

Taulukko 8. Hihnavaa'an huoltokohteet

HIHNAVAA'AN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Vetohihna	7 pv:n välein	Hihnan silmämääräinen tarkastus
Vaaka	Vuosihuolto	Kalibrointi

6.2.9 Kuiduttimen huoltokohteet

Kuiduttimella paperisilppu kuidutetaan ilmavaan ja huokoiseen muotoon. Kuiduttimessa paperisilppu saatetaan keskipakoisvoiman avulla liikkeeseen suuren pyörivän rummun kehälle, jossa paperi kuiduttuu kuiduttimen roottorin terien ja kehällä olevan seulan välissä.

Kuten murskaimenkin, niin kuiduttimenkin huoltokohteet ovat tärkeässä osassa lopputuotteen hyvän ja tasaisen laadun varmistamiseksi. Huoltokohteet muodostuvat kuiduttimen terien ja seulojen käännöistä sekä vaihdoista. Kuiduttimen terissä on neljä syrjää joilla kullakin voidaan ajaa noin 1500 tonnia selluvillaa kuiduttimen läpi. Neljän käännön jälkeen terät on vaihdettava uusiin. Myös kuiduttimen kehällä olevat seulat voidaan kääntää neljä kertaa ennen kuin ne on vaihdettava uusiin. Seulojen kääntö suoritetaan noin 60-65 sellutonnin välein. Muut kuiduttimen huoltokohteet koostuvat käyttömootoreiden laakereiden rasvauksista, sekä moottoreiden vetohihnojen kunnan tarkastuksista. Taulukossa 9 on listattu kuiduttimen huoltokohteet.

Taulukko 9. Kuiduttimen huoltokohteet

KUIDUTTIMEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Kuiduttimen seula	60-65 tn välein	Seulojen kääntö
Kuiduttimen seula	240-260 tn välein	Seulojen vaihto
Kuiduttimen terät	1500 tn välein	Terien kääntö
Kuiduttimen terät	6000 tn välein	Terien vaihto
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Vetohihnat	Vuosihuolto	Hihnojen kunnon tarkastus
Laakerit	14 pv:n välein	Rasvaukset

6.2.10 Suodatinasemien huoltokohteet

Suodatinasemien huoltotehtävissä suodatinpussien vaihto on merkitty tehtäväksi tarvittaessa. Pussien kuntoa tarkkaillaan yleisen toiminnan tarkistuksen yhteydessä, ja mikäli pussien vaihtotarvetta ilmenee esimerkiksi rikkoutuneen tai repeytyneen pussin takia, vaihdetaan pussi uuteen ja tästä tehdään merkintä huoltokorttiin. Taulukossa 10 on listattu suodatinasemien huoltokohteet.

Taulukko 10. Suodatinasemien huoltokohteet

SUODATINASEMIEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Suodatinpussit	Tarvittaessa	Pussien vaihto
Laakerit	6000 tn välein	Rasvaukset
Suodatinasemat	15 pv:n välein	Yleinen toiminnan tarkistus

6.2.11 Lokerosyöttimen huoltokohteet

Taulukossa 11 on listattu lokerosyöttimen huoltokohteet. Huoltokohteet muodostuvat kuluville osille tehtävistä tarkastuksista, sekä vuosihuollon yhteydessä tehtävistä vaihteistoöljyn vaihdosta.

Taulukko 11. Lokerosyöttimen huoltokohteet

LOKEROSYÖTTIMEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Kumit	1500 tn välein	Kuluneisuuden tarkastus
Vaihteisto	Vuosihuolto	Vaihteistoöljyn vaihto
Hihna	1500 tn välein	Hihnan kunnan tarkastus
Lokerosyöttimen jälkeinen puhallin	7 pv:n välein	Kiilahihnan tarkastus

6.2.12 Villasäiliön huoltokohteet

Villasäiliön huolto suoritetaan kokonaisuudessaan vuosihuollon yhteydessä. Villasäiliö on sekoittimen ja siirtokairan vaihteistoja lukuun ottamatta varsin huoltovapaa.

Taulukossa 12 on listattu villasäiliön huoltokohteet.

Taulukko 12. Villasäiliön huoltokohteet

VILLASÄILIÖN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Sekoitin	Vuosihuolto	Toiminnan tarkastus
Siirtokaira	Vuosihuolto	Toiminnan tarkastus
Sekoittimen vaihteisto	Vuosihuolto	Sekoittimen vaihteistoöljyn vaihto
Siirtokairan vaihteisto	Vuosihuolto	Siirtokairan vaihteistoöljyn vaihto

6.2.13 Pakkauskoneen huoltokohteet

Pakkauskoneen avulla valmis selluvilla puristetaan sopivan kokoiseksi paaleiksi ja paketoidaan muovisäkkeihin kuljetusta varten. Pakkauskoneen huoltokohteet koostuvat hydrauliiikan huolloista, sekä selluvillan annosteluun liittyvien kohteiden huolloista. Pakkauskoneen huolto suoritetaan villapussivaa’an kulmavaihteistojen toiminnan tarkistusta lukuun ottamatta vuosihuollon yhteydessä. Taulukossa 13 on listattu pakkauskoneen huoltokohteet.

Taulukko 13. Pakkauskoneen huoltokohteet

PAKKAUSKONEEN		
MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Hydrauliikka	2000 h	Hydrauliikkaöljyn vaihto
Hydrauliikka	2000 h	Öljynsuodattimien vaihto
Hydraulisyliinterit	Vuosihuolto	Toiminnan tarkistus (vuodot ym.)
Annostelukairojen vaihteistot	Vuosihuolto	Vaihteistoöljyn vaihto
Villapussivaaka	7 pv:n välein	Kulmavaihteistojen tarkastus (2kpl)

6.2.14 Pakkauskoneen kuljettimien huoltokohteet

Pakkauskoneen kuljettimet muodostuvat pakkauskoneen jälkeisistä hinnakuljettimista, jotka siirtävät valmiit selluvillapaketit joko lastauslaiturille, ja sieltä edelleen kuljetuksessa käytettävään rekan puoliperävaunuun, tai vaihtoehtoisesti pakkausrobotille. Kuljettimien huoltokohteet muodostuvat kuljetinrullien rasvauksista, sekä kuljetinhihnojen oikean linjauksen tarkistuksista. Myös kutistetunnelin ratasketjujen rasvaus kuuluu pakkauskoneen kuljettimien huollettaviin kohteisiin. Taulukossa 14 on listattu pakkauskoneen kuljettimien huoltokohteet.

Taulukko 14. Pakkauskoneen kuljettimien huoltokohteet

PAKKAUSKONEEN KULJETTIMIEN MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Laakerit	7 pv:n välein	Rasvaus
Kuljettimien hihnät	15 pv:n välein	Hihnojen kunnon ja linjauksen tarkastus
Kutistetunneli	15 pv:n välein	Ratasketjujen rasvaus

6.2.15 Robotin huoltokohteet

Paketoinnissa käytettävä robotti siirtää pakkauskoneen kuljettimelta tulevat valmiit selluvillapaalit kuljetuslavalle. Robotti kerää lavalle 31 kappaletta selluvillapaaleja, jonka jälkeen valmis villalava kelmutetaan automaattisesti. Kelmutuksen jälkeen lava on valmis siirrettäväksi varastointia varten. Robotin tarvitsema huolto on varsin vähäistä, ja se koostuukin vain nivelten rasvauksista sekä yleisestä toiminnan tarkastuksesta. Taulukossa 15 on listattu robotille tehtävät huoltotoimenpiteet.

Taulukko 15. Robotin huoltokohteet

ROBOTIN MÄÄRÄAIKAISHUOLLOT / TARKASTUKSET		
KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE
Laakerit	30 pv:n välein	Rasvaus
Robotti	30 pv:n välein	Yleinen toiminnan tarkastus

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyön tuloksena saatiin huoltosuunnitelma kaikille Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaan koneille ja laitteille. Huoltosuunnitelma pitää sisällään jaksotetut huoltotoimenpiteet 15 koneelle ja laitteelle. Erillisiä huoltotoimenpiteitä kirjattiin yhteensä 68 kappaletta.

Excel-ohjelmiston avulla on mahdollista toteuttaa ilmoitukset suoritetuista, tulevista, sekä menneistä huoltotoimenpiteistä. Saadussa huoltosuunnitelmassa ilmoitukset toteutettiin käyttäen väri-indikaatioita. Väri-indikaatioiden raja-arvoja on myös mahdollista muuttaa myöhemmin parhaiten käytäntöön sopiviksi. Huoltosuunnitelma on myös kopioitavissa, ja varsin vähäisin muutoksin käyttöön otettavissa Termex-Eristeen Tuusulan tehtaalla.

Huoltosuunnitelman käyttäminen Google Drive-pilvitallennuspalvelun kautta mahdollistaa myös huoltojen reaaliaikaisen seuraamisen kahden tehtaan sekä yrityksen johdon välillä. Excel-tiedostojen käyttäminen pilvipalvelun kautta rajoittaa tosin osaltaan Excelin ominaisuuksia. Käytettäessä Excel-online palvelua, eivät Exceliin tehdyt makrot ja linkit eri välilehtien välillä toimi toivotulla tavalla. Normaali arvojen syöttö ja solujen muokkaus kuitenkin toimii moitteettomasti, eli huoltosuunnitelman peruskäyttö ja huoltojen sekä vikahistorian seuraaminen onnistuvat ongelmitta. Riskit pilvitallennuspalvelua käytettäessä liittyvät lähinnä säilytetyn tiedon altistumiseen mahdollisille tietovuodoille. Termex-Eristeellä Google Drive-pilvitallennuspalvelua on kuitenkin käytetty jo aikaisemminkin tuotantoon liittyvän tiedon siirtoon eri lokaatioiden välillä, eikä palvelun käyttö heidän mukaansa aiheuta merkittävää riskiä yrityksen toiminnalle.

7.1 Kehitysehdotukset

Tulevaisuudessa Termex-Eristeen kunnossapitoa voitaisiin kehittää edelleen ennakkohuollon osalta. Kriittisyystarkastelun kautta saaduille kriittisimmille kohteille voitaisiin soveltaa RCM-prosessia ennakkohuolto toimenpiteiden löytämiseksi. RCM-prosessin läpivieminen on kuitenkin raskas ja aikaa vievä toimenpide, ja sen tarvetta voidaan pohtia tulevaisuudessa. Myös varastossa olevien varaosien kirjaamista esimerkiksi Excelillä tehtyyn varaosaluetteloon voisi harkita tehtäväksi tulevaisuudessa. Sähköinen varaosaluettelo mahdollistaisi osien helpon luetteloinnin, nimikkeiden, osa- ja tilausnumeroinnin hallinnan, sekä tilaustarpeen seuraamisen. Varaosavarastoa voitaisiin edelleen kehittää jakamalla varaosat esimerkiksi kriittisiin varaosiin, käyttö varaosiin ja projekti varaosiin.

7.2 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön aihe ja tekemisprosessi olivat minulle varsin mielenkiintoisia. Pääsin tutustumaan selluvillan tuotantoprosessiin sekä tuotannossa käytettäviin laitteisiin. Opinnäytetyön aihe myös tuki opintojani ja ammatillista kehittymistäni. Aikataulu oli hieman tiukka, mutta tavoitteisiin päästiin mielestäni varsin hyvin. Tiedon hankinta oli joittenkin koneiden ja laitteiden osalta hieman haastavaa, koska niistä ei ollut saatavilla huoltomanuaaleja tai muuta dokumentaatiota. Saarijärven tehtaan tuotantopäällikön Sami Takalan asiantuntemus auttoi kuitenkin hyvin tämän asian kanssa.

Opinnäytetyön lopuksi haluaisin kiittää Termex-Eristeen Saarijärven tehtaan tuotantopäällikköä Sami Takalaa, Tuusulan tehtaan tuotantopäällikköä Esa Ruotsalaista, Termex-Eristeen toimitusjohtajaa Keijo Rautiaista, ja kaikkia Termex-Eristeen tuotannon työntekijöitä. Kiitokset myös opinnäytetyön ohjaavalle opettajalle projekti-insinööri Harri Tuukkaselle.

Lähteet

How to prevent RCM from turning into Really Costly Maintenance, ABB Global Consulting. Viitattu 15.4.2016.

http://reliabilityweb.com/tips/article/how_to_prevent_rcm_from_turning_into_really_costly_maintenance/

Järviö, J. Kunnossapito. 2007. 4. p. Helsinki: KP-Media Oy

Mäki, K. 2006. RCM-hankkeen onnistumisen edellytyksiä – osa 2. Kunnossapito-lehti 1, 30-33.

Mäki, K. 2010. Luentomateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, teknologia.

<https://optima.jamk.fi/learning/id2/bin/user?rand=41316>

Mikkonen, H. Kuntoon perustuva kunnossapito. 2009. 1. p. Helsinki: KP-Media Oy

PSK 6201 Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. 2011

Viitattu 18.4.2016. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, PSK-standardit.

Termex-Eriste Oy. Internet – sivut. 2016. Viitattu 19.4.2016.

<http://www.termex.fi/fi/selluvilla-ja-puhallusvilla>

What is Reliability Centered Maintenance?, Mainsaver Inc. Viitattu 21.4.2016.

http://www.mainsaver.com/pdf/Reliability_Centered_Maintenance_White_Paper.pdf

Ramentor Oy. Internet – sivut. 2016. Viitattu 15.4.2016


<http://www.ramentor.com/etusivu/teoria/kayttovarmuus/>

Liitteet

Liite 1. Huoltosuunnitelman arvojen syöttölehti

5.5.2016			
	Tuotantomäärä xx.xx.2016 alkaen	100 000	kg
	Käyttötunnit Paalaimella xx.xx.2016 alkaen	13 000	h
	Käyttötunnit Murskaimella xx.xx.2016 alkaen	13 000	h
	Käyttötunnit Pakkauskoneella xx.xx.2016 alkaen	13 000	h

Liite 2. Termex-Eriste Oy:n Saarijärven tehtaan laiteluettelo

A	B	C	D	E	F
1	Kone- ja laiteluettelo		<-- Päivitä huollot klikkaamalla Termex-logoa		
2	Positio	Laitenimi	Prosessialue	Laitteidot Valmistaja	Huollot
3	Paperivarasto	Paperin laitteliä	Lajittelu	MSS Multiwave	
4	Paperivarasto	Leittelijien kuljettimet	Lajittelu		
5	Paperivarasto	Leittelijan kuljetin (iso)	Lajittelu		
6	Paperivarasto	Paalain	Lajittelu	American Baler	
7	Tuotantotila 1	Murskain	Kuidutus	Vecoplan	
8	Tuotantotila 1	Silppusäiliö	Kuidutus		
9	Tuotantotila 1	Kemikaaliannostus	Kuidutus		
10	Tuotantotila 1	Hihnaavaaka	Kuidutus		
11	Tuotantotila 1	Kuidutin	Kuidutus	Advanced Fiber Technology	
12	Tuotantotila 2	Suodatinsasemat	Kuidutus		
13	Tuotantotila 2	Lokerosyötin	Kuidutus		
14	Tuotantotila 2	Villasäiliö	Paketointi		
15	Tuotantotila 1	Pakkauskuone	Paketointi		
16	Tuotantotila 1	Pakkauskuoneen kuljettimet	Paketointi		
17	Tuotantotila 1	Robotti	Paketointi		
18	Tuotantotila 1				
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					

Liite 3. Kuiduttimen huoltokortti

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		
Formula Bar																																
1	KUIDUTTIMEN																															
2	MÄÄRÄAIKASHUOLLOT / TARKASTUKSET																															
3	KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE	Syryjä	EDELLINEN HUOLTO SUORITETTU		SEURAAVA HUOLTO		HUOMAUTUS																							
4		60-65 tn välein	Seulojen kääntö	1/4	Pvm	Tuotantomäärä (kg)	Tuotantomäärä (kg)																									
5	Kuiduttimen seula	240-260 tn välein	Seulojen vaihto	1/4	1.4.2016	100 000	165 000																									
6	Kuiduttimen terät	1500 tn välein	Terien kääntö	1/4	1.4.2016	100 000	360 000																									
7	Kuiduttimen terät	6000 tn välein	Terien vaihto	1/4	1.4.2016	100 000	1 600 000																									
8					1.4.2016	100 000	6 100 000																									
9																																
10																																
11	MÄÄRÄAIKASHUOLLOT / TARKASTUKSET																															
12	KOHDE	INTERVALLI	HUOLTO/TOIMENPIDE	Syryjä	EDELLINEN HUOLTO SUORITETTU		SEURAAVA HUOLTO		HUOMAUTUS																							
13		Vuosihoolto	Hilnnojen kunnont tarkastus		Pvm	Tuotantomäärä (kg)	Tuotantomäärä (kg)																									
14	Vetohihnat	14 pvm välein	Rasvaukset		1.4.2016		1.4.2017																									
15	Laakerit				1.5.2016		15.5.2016																									
16																																
17																																
18	VIKAHISTORIA																															
19	PVM/TEKIÄ	KUVAUS VIASTA, KORJAUKSESTA, MUUTOKSESTA, YMS.																								KÄYTÖTUNNIT TAI TUOTANTOMÄÄRÄ					KÄYTÖTYY VARAOSAT	
20																																
21																																
22																																
23																																
24																																
25																																
26																																
27																																
28																																
29																																
30																																
31																																