

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja tuotesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Ville Ruukonen

Tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittäminen

Opinnäytetyö 2014

Tiivistelmä

Ville Ruukonen

Tuotantolaitoksen kunnossapidon kehittäminen, 35 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja tuotesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2014

Ohjaajat: tuntiopettaja Heikki Liljenbäck Saimaan ammattikorkeakoulu, tuotantopäällikkö Mikko Patjas, Ekovilla Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä ohjeistus nykyaikaisen kunnossapitoorganisaation perustamiseksi. Samalla täytyi huomioida kunnossapitoorganisaation jatkokehitysmahdollisuudet. Yrityksen toiveena oli saada yleisohjeistus, jota voidaan käyttää myös yrityksen muissa tuotantolaitoksissa. Työn kannalta tärkeää oli tuottaa mahdollisimman ymmärrettävä ja selkeä vaiheittainen ohjeistus, jonka avulla yrityksen johto voi suunnitella kunnossapitoa. Lähtötilanteen teki haastavaksi olemassa olevien kunnossapidollisten toimien vähyyys ja niiden osittainen puuttuminen.

Työn teoriaosuus sisältää yleistä tietoa kunnossapidosta ja sen käyttöönotosta. Teoriaosuudessa keskitytään yleiseen tasoon menemättä tarkkoihin yksityiskohtiin. Näin saavutetaan teorian ymmärrettävyys alaa tuntemattomille lukijoille. Työssä esitellään myös kohteen tuotantolinjat sekä sen tukitoiminnot. Niiden avulla tuodaan esille laitekanta ja ympäristön vaatimukset kunnossapidon kannalta.

Tutkimuksen aluksi tunnistettiin kohdeyrityksen kunnossapidon ongelmakohdat. Sen jälkeen pyrittiin etsimään ratkaisut kunnossapidon standardeista ja julkaisuista. Lopputuloksena valmistui vaiheittainen ohjeistus, joka alkaa laitekannan kartoituksesta ja loppuu suunnitelmallisen kunnossapidon vaatimuksiin. Ohjeituksessa painotetaan erityisesti kunnossapitojärjestelmän välttämättömyyttä nykyaikaisen kunnossapidon työvälineenä.

Asiasanat: kunnossapito, ohjeistus, standardi

Abstract

Ville Ruukonen

Development of the factory's maintenance, 35 Pages, 1 Appendix

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering

Mechanical and Industrial Design

Bachelor's Thesis 2014

Instructors: Mr. Heikki Liljenbäck, Saimaa University of Applied Sciences, Mr.

Mikko Patjas, production manager, Ekovilla Oy

The purpose of the thesis was to create instructions for establishing a modern maintenance organization. Also possibilities for the further development had to be taken into account. The request of the company was to get a general instruction that could be used in the company's other factories. It was important to produce the most comprehensible instruction. The initial state of the company's maintenance lacked necessities for a proper maintenance organization.

The theoretical part of the thesis includes general information about maintenance and how to apply it in practice. The theoretical part focuses on the general level without going into great detail. The purpose was to make the theory understandable for those who have not studied mechanical engineering. The thesis also introduces the production line and the supporting units of the line. The introduction is done to explain and clarify what is required from the maintenance of the factory.

For the beginning of the study problems of the maintenance were researched and identified. Maintenance standards and publications were studied for solution. As a result of this study a step-by-step instruction was formed. The instruction starts from the survey of the devices and ends to planned maintenance. The instruction emphasizes the importance of maintenance system.

Keywords: maintenance, instruction, standard

Sisältö

| | |
|--|----|
| Käsitteet..... | 5 |
| 1 Johdanto..... | 6 |
| 2 Kohdeyritys..... | 7 |
| 3 Kunnossapito..... | 8 |
| 3.1 Kunnossapitolajit..... | 8 |
| 3.2 Kunnossapidon strategia ja talous..... | 10 |
| 3.2.1 Strategia..... | 10 |
| 3.2.2 Talous..... | 11 |
| 3.3 Kunnossapidon tietojärjestelmä..... | 13 |
| 3.3.1 Kunnossapitokortisto..... | 13 |
| 3.3.2 Päiväkirja..... | 14 |
| 3.3.3 Kunnossapitotöiden ohjaus..... | 15 |
| 3.3.4 Materiaalien ohjaus..... | 15 |
| 4 Tuotantolinja ja tukitoiminnot..... | 17 |
| 4.1 Murskaimet..... | 17 |
| 4.2 Formeri..... | 18 |
| 4.3 Palonsuojaus..... | 19 |
| 4.4 Uuni..... | 20 |
| 4.5 Pituusleikkaus..... | 20 |
| 4.6 Pakkauslinja ja käärintä..... | 21 |
| 4.7 Tuotantolinjan tukitoiminnot..... | 22 |
| 5 Kunnossapidon kehitys kohdeyrityksessä..... | 24 |
| 5.1 PI-kaavio ja laitepaikkahierarkia..... | 24 |
| 5.2 Kunnossapidon logistiikka..... | 26 |
| 5.3 Esimerkki kunnossapitojärjestelmästä (ARROW Novi)..... | 27 |
| 5.4 Kriittisyysanalyysi..... | 29 |
| 5.4.1 Kriittisyysanalyysin pohja..... | 29 |
| 5.5 Suunniteltu kunnossapito..... | 30 |
| 5.5.1 Kriittiset toimilaitteet..... | 31 |
| 5.5.2 Alemman kriittisyysluokan toimilaitteet..... | 32 |
| 6 Yhteenvedo ja pohdinta..... | 33 |
| Kuvat..... | 34 |
| Kuviot..... | 34 |
| Taulukot..... | 34 |
| Lähteet..... | 35 |

Liitteet

Liite 1 Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa

Käsitteet

| | |
|-----------|--|
| RCM | Reliability Centered Maintenance luotettavuuskeskeinen kunnossapito |
| RTF | Run-to-Failure osan käyttö kunnes se hajoaa |
| SRCM | Streamlined Reliability Centered Maintenance Suoraviivaistettu luotettavuuskeskeinen kunnossapito |
| PI-kaavio | prosessi- ja instrumentointikaavio |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda ohjeistus nykyaikaisen kunnossapidon käyttöönotolle Ekovilla Oy:n Kuusankosken levyeristetehtaalle. Kuusankoskella sijaitsee myös yrityksen puhalluseristetehdas, joka tuottaa tällä hetkellä raaka-aineen levyeristelinjalle. Puhalluseristetehdas rajataan pois työstä selkeyden ja työn laajuuden vuoksi.

Lähtötilanne työlle on haastavampi kuin jo olemassa olevan kunnossapitoorganisaation kehittäminen. Yrityksen nykyinen kunnossapito on valtaosin korjaavaa kunnossapitoa, sillä toimivaa kunnossapitosuunnitelmaa ei ole. Tarkoituksena on aluksi kartoittaa tuotantolaitoksen nykyisen toiminnan ongelmakohtia, jotka ovat toimivan kunnossapidon esteinä. Kartoitus toteutetaan käynneillä tuotantolaitoksella. Kun ongelmat on tunnistettu, laaditaan ohjeistus, jonka avulla kunnossapidon käyttöönotto helpottuu. Yritys saa ulkopuolisen mielipiteen kunnossapitonsa nykytilasta ja ohjeistuksen, kuinka edetä tulevaisuudessa.

Työn alussa on yrityksen esittely ja kunnossapidon teoriaosuus. Teoriaosuuksessa esitellään osa-alueita, jotka ovat tärkeitä uudelle kunnossapitoorganisaatiolle. Näiden jälkeen esitellään levyeristetuohtolinja osiin jaettuna sekä tuotantolaitoksen tukitoiminnot. Tarkoituksena on antaa lukijalle ymmärrys tuotantolinjan eri osista ja ympäristön vaatimuksista kunnossapidolle. Seuraavassa luvussa käydään läpi varsinainen ohjeistus kunnossapidon käyttöönotolle ja jatkokehitykselle. Viimeisessä luvussa on työn yhteenveto ja pohdintaa prosessin etenemisestä ja tuloksista.

Opinnäytetyön ohjaajana toimii Saimaan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan tuntiopettaja Heikki Liljenbäck. Yrityksen puolesta ohjaajina toimivat tuotantopäällikkö Mikko Patjas sekä tuoteinsinööri Mika Tapaninaho.

2 Kohdeyrittys

Ekovilla Oy on aina toiminut Kuusankoskella, joka nykyään kuuluu Kouvolaan. Reijo Louko ja Risto Kauppila perustivat Kymen Puhalluseristevilla Oy -nimisen yhtiön vuonna 1979. Alkuvuosina yhtiö toimi ulkomaisten puhalluseristeiden maahantuoja ja urakoitsijana. Pian yhtiö kuitenkin perusti oman tuotantolinjan puhalluseristeelleen. 1980-luvulla Suomessa toimi useita puukuitueristettä valmistavia tehtaita. 1990-luvun alussa osa puukuitueristeyrityksistä yhdistyi yhdeksi yritykseksi. Tämän yhtiön nimeksi tuli Ekovilla Oy. (1.)

Eristelevyproduktiolaitokselle perustettiin tytäryhtiö, Ekovillalevy Oy, hoitamaan puupohjaisen eristelelyvillalevyn valmistamista. Tytäryhtiö toimi emoyhtiö Ekovilla Oy:n alaisuudessa. Produktiolaitos rakennettiin kesän ja syksyn 2009 aikana entisiin UPM:n tiloihin Kuusankoskella. Produktio käynnistyi kunnolla vuoden 2010 aikana, jolloin asiakkaat alkoivat saada tuotetta. 1.8.2012 Ekovillalevy Oy fuusioitui ja sulautui kokonaisuudessaan emoyhtiö Ekovillan. Vuoden 2014 alussa Kaskipuu Oy osti osake-enemmistön Ekovillan perustajajäseniltä. (2; 3; 4.)

Ekovillalla on tehtaita Kuusankosken lisäksi Seinäjoen Ylistarossa ja Oulun Kii-
mingissä. Yhtiössä työskentelee yhteensä noin 50 työntekijää, joista 10 henkilöä työskentelee Kuusankosken eristelelytehtaan produktiossa. Yhtiön tuotteita ovat Ekovilla-puhalluseristee, Ekovilla-levyeriste, asfalttikuitu sekä ilmatiiviys-
tuotteet. Puhalluseristettä valmistetaan jokaisella paikkakunnalla. Asfaltin lisäai-
netta valmistetaan ainoastaan Ylistarossa. Opinnäytetyön kohdeproduktiolaitos on yhtiön produktiolaitoksista ainoa, joka tuottaa eristelelyjä. Näin ollen eristele-
lyproduktion sujuvuus erityisesti sesonkiaikana on tärkeää, jotta tuotteen kysyn-
tään voidaan vastata. (1.)

3 Kunnossapito

Standardi PSK 6201 määrittelee 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. (5, s. 2)

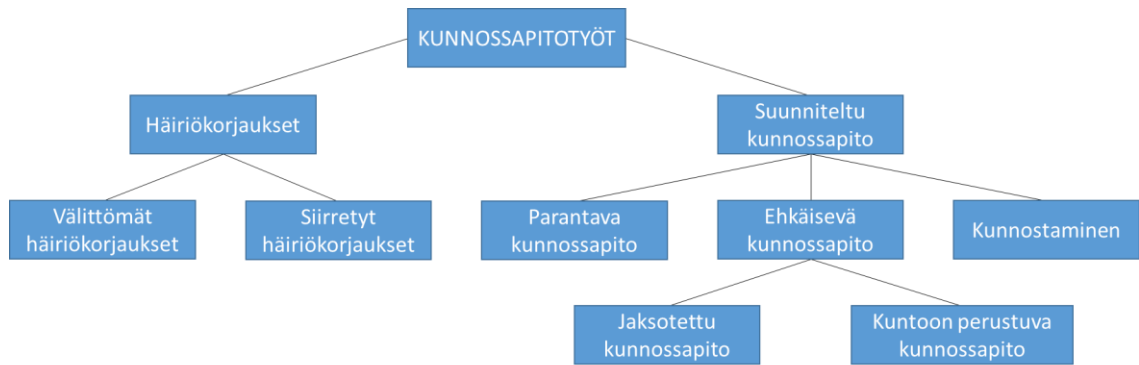
Vastaavasti SFS-EN 13306 -standardi määrittelee termin kunnossapito näin:

– kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon (6, s. 8)

Toimiva kunnossapito on nykYTEOLLISUUDESSA välttämättömyys. Ennen kuin kunnossapitoon kiinnitettiin riittävästi huomiota, osa tehtaiden koneista käytettiin loppuun, ja vasta tämän jälkeen aloitettiin korjaustoimenpiteet. Kyseinen ajattelumalli on taloudellisesti kannattamaton ja myös turvallisuusriski sekä ympäristölle että työntekijöille. Täydellistä kunnossapitoa kannattaa ja täytyy tavoitella, mutta sen saavuttaminen on taloudellisesti kannattamatonta ja käytännössä mahdotonta. Tämän takia kunnossapito on jatkuvaa optimointia ja tasapainottelea eri valintojen välillä.

3.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit luokitellaan tarkasteltavasta standardista riippuen eri tavoin. SFS-EN 13306 -standardi luokittelee lajit ehkäiseviin ja korjaaviin toimenpiteisiin. Kuviossa 1 on esitetty PSK 7501 -luokittelu. Kyseinen standardi jakaa kunnossapitolajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltua kunnossapitoa vai häiriön aiheuttamia korjauksia. (7.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajit

Häiriökorjaukset

Korjaavassa kunnossapidossa häiriö on jo tapahtunut. Häiriöksi määritellään vika tai virhetoiminto, joka estää laitetta toteuttamasta sille määrättyä toimintoa. Häiriö voidaan korjata joko välittömästi tai siirtää korjaustoimenpiteet tulevaisuuteen. Tämä valinta tehdään laitteen kriittisyyden mukaan. (5.)

Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluvat kaikki toimenpiteet, joiden tavoitteena on ehkäistä häiriöiden syntymistä. Parantava kunnossapito pyrkii estämään häiriöitä edistämällä kohteen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä. Parantavaa kunnossapitoa tehdään, jos laitteen osan vaihtaminen toiseen vähentää häiriöitä laitteessa tai helpottaa kunnossapitoa. (5.)

Kunnostamisella tarkoitetaan kuluneen tai vioittuneen osan tai laitteen korjaamista alkuperäiseen kuntoon. Esimerkiksi murtuman takia käytöstä poistetun akselin korjaushitsaus on kunnostamista. (5.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla tavoitellaan kohteen toimintakyvyn ylläpitämistä. Tarkoituksena on estää häiriöiden muodostumista kohteeseen ja palauttaa mahdollisesti heikentynyt toimintakyky takaisin halutulle tasolle. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan toteuttaa aikaan tai kuntoon perustuvien toimenpitein. Aikaan perustuvassa jaksotetussa kunnossapidossa tehdään kunnossapidon toimenpiteet tietyn ajanjakson välein tutkimatta toimintakuntoa. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa valvotaan eri keinoin kohteen toimintakykyä. Kunnossapidolliset toimet toteutetaan, kun kohteen arvioidaan niitä tarvitsevan. (5.)

Edellä mainittujen toimien lisäksi tärkeä osa kunnossapitostrategiaa on myös käsite RTF (run-to-failure). Kohdetta käytetään niin kauan, kunnes se hajoaa. Sen käyntiä seurataan, mutta se ei kuulu ennakoivan kunnossapidon piiriin. RTF-kunnossapitoa käytetään, kun kohteen arvo on hyvin pieni ja rikkoutuminen ei häiritse tuotantoa. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi valaisimien lamput, joita ei vaihdeta, ennen kuin ne palavat. (8.)

3.2 Kunnossapidon strategia ja talous

Tässä työssä ei valita kunnossapidon strategiaa yritykselle, vaan sen on itse päätettävä oma kunnossapitostrategiansa. Kunnossapidon talousosiossa käsitellään erilaisia kunnossapidon kustannuksia.

3.2.1 Strategia

Toimivan kunnossapidon pohjana on yrityksen johdossa sovitut kunnossapitostrategiat. Ilman selkeitä linjoja ja päämääriä kunnossapidolla saadaan aikaan pelkästään hajoavien laitteiden vikakorjauksia. PSK 6201 -standardin mukaan kunnossapitostrategian avulla määräytyy kunnossapidon henkilöstöresurssit, kunnossapidon tilat ja välineet, laitteiston teknisen tiedon hallinnan ja kunnossapidon materiaalitoiminnot. (5.)

Henkilöstöresursseilla tarkoitetaan kaikkia kunnossapitoon osallistuvia henkilöitä, ei pelkästään kunnossapidossa työskentelevää henkilöstöä. Esimerkiksi tuotannon henkilöstön rooli kunnossapidollisissa töissä määritellään strategiassa. (5.)

Kunnossapidon tilat, välineet ja materiaalitoiminnot liittyvät tuotannollisissa laitoksissa toisiinsa. Kunnossapidolla on yleensä omat huoltotilansa, joissa toteutetaan kunnossapidon toimia ja säilytetään työssä tarvittavia työkaluja. Materiaalitoiminnot, kuten esimerkiksi varastointi, on normaalisti järjestetty samoissa tai viereisissä tiloissa käytännöllisyyden takia. Huoltotilan ja varaston on hyvä olla erillään tuotantotilasta, jotta huoltotilassa olevat varaosat, korjauksen takia avatut koneet ja työkalut eivät likaantuisi tuotantotilasta tulevan lian takia. Myös yleistä siisteyttä ja järjestystä on ylläpidettävä huoltotilassa. (5.)

Laitteiston teknisen tiedon hallinnan tarkoituksena on olla jatkuvasti selvillä, minkälaisia toimilaitteita tehtaassa on. Lisäksi kaikki mahdollinen dokumentointi laitteista on helposti ja nopeasti saatavilla sitä tarvitseville. (5.)

Erilaisia toimintakehyksiä on kehitetty vuosien aikana runsaasti. Näistä tärkeimpiä ja käytetyimpiä ovat

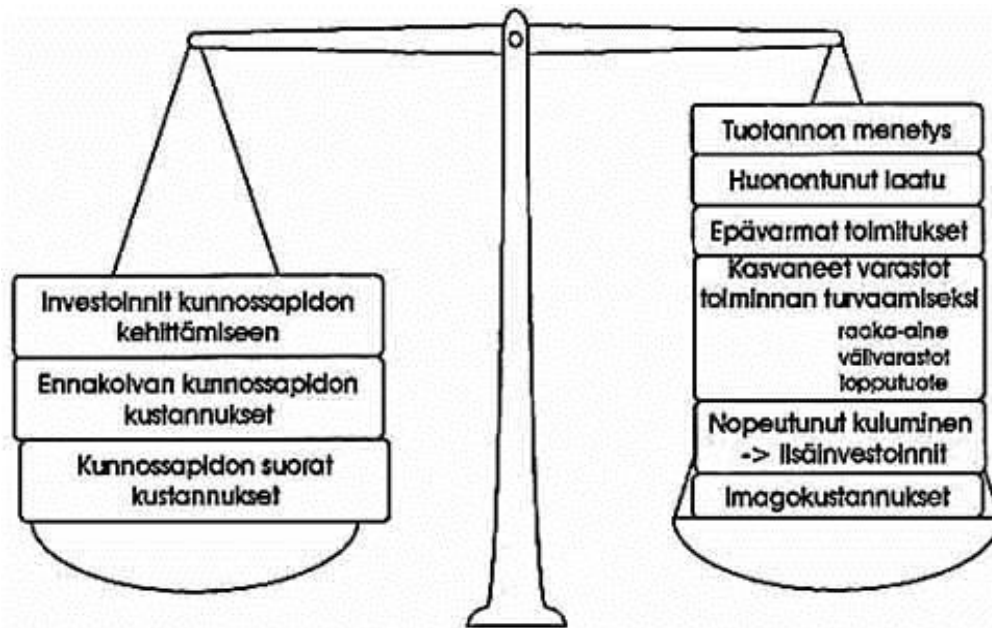
- laatujohtannaiset strategiat
- TPM (Total Productive Maintenance)
- RCM (Reliability Centered Maintenance)
- SRCM (Streamlined RCM)
- Asset Management
- Six Sigma. (8.)

TPM:n peruseriaatteena on tuoda tuotantohenkilöstö aktiivisesti mukaan kunnossapitoon. Sen avulla yritetään saada työntekijä huolehtimaan koneestaan ja aktiivisesti toimimaan yhteistyössä kunnossapidon kanssa. (9.)

RCM ja SRCM ovat ennakoivan kunnossapidon työvälineitä. Niiden perustana toimii luotettavuuskeskeinen lähestymistapa. Niiden avulla määritellään laitteiden kriittisyys, joka linjaa ennakkohuollolliset toimenpiteet ennalta määrättyiden parametrien avulla. Koska molemmat (RCM ja SRCM) ovat raskaita toteuttaa, ei niitä yleensä kannata tehdä kuin kriittisimmille koneille. (8.)

3.2.2 Talous

Kunnossapito on tärkeä yrityksen tuotannon kannalta. Sillä on omat kulunsa. Näin ollen myös kunnossapitoa harjoitettaessa on huomioitava siitä saatava hyöty suhteutettuna sen investointeihin ja kuluihin. Kannattavaa toimintaa ei ole esimerkiksi toimilaitteen luotettavuuden parantaminen yhdellä prosenttiyksiköllä, jos siihen on investoitava suhteettoman suuria summia. Kuva 1 havainnollistaa tasapainottelua kannattavan ja kannattamattoman kunnossapidon välillä.



Kuva 1. Kunnossapidon kustannusten ja hyötyjen punnitsemista (10)

Kunnossapidon kustannukset voidaan jakaa eri ryhmiin. Välittömät kustannukset näkyvät selkeästi ja nimensä mukaisesti välittömästi yrityksen taloudessa. Tästä syystä niitä on helppo valvoa ja mitata. Tällaisia kustannuksia ovat muun muassa sisäiset ja ostetut työkustannukset sekä kunnossapidon materiaalit. (8.)

Välilliset kustannukset ovat epämääräisempiä ja vaikeammin havaittavia kuin välittömät kustannukset. Välillisiin kuluihin voidaan lukea kaikki kunnossapidosta johtuvat tulojen menetykset. Esimerkiksi huonolaatuisen tuotteen valmistaminen ja eteenpäin myyminen normaalia pienemmällä voitolla on välillinen kustannus, jos huono laatu johtuu laiminlyödyistä kunnossapidosta. Kuten esimerkki osoittaa, on välillisiä kustannuksia vaikea hahmottaa kunnossapitoon kuuluviksi. Suurimmat kustannussäästöt saavutetaan juuri välillisten kustannusten pienentämisellä, ei niinkään välittömiä kustannuksia vähentämällä. (8.)

Aineettomia kustannuksia on vaikea mitata rahassa. Esimerkiksi kohdeyrityksen maine luotettavana toimittajana kärsii, jos toimitusajat pidentyvät tuotannon taquerellessa kunnossapidon takia. Maineen kärsiminen on kunnossapidon aineeton kustannus ja voi aiheuttaa asiakkaan menetyksen välittömästi tai tulevaisuudessa. (8.)

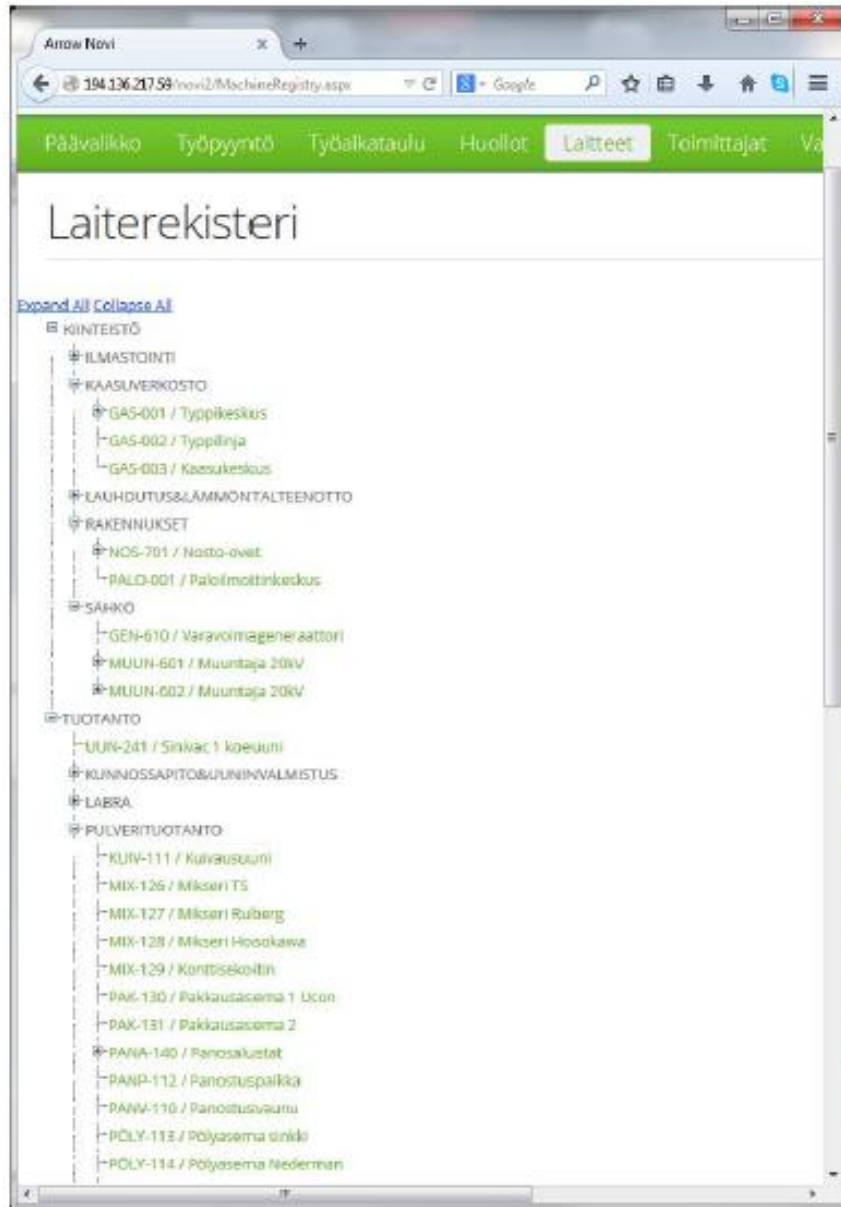
3.3 Kunnossapidon tietojärjestelmä

Nykyaikainen ja toimiva kunnossapito tarvitsee työkalukseen toimivan tietojärjestelmän. Näitä järjestelmiä kutsutaan kunnossapidon tietojärjestelmiksi, lyhennettynä kunnossapitojärjestelmiksi. Kunnossapitojärjestelmän avulla hallitaan kunnossapidon toiminnanohjausta ja materiaalivirtoja. Normaalisti järjestelmissä on integroitu rajapinta, jonka avulla kunnossapito saadaan yhdistettyä muihin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmiin. Eri kehittäjien kunnossapitojärjestelmät ovat hieman erilaisia.

Työntekijät ovat tärkeässä asemassa kunnossapitojärjestelmän käyttäjinä. He ovat ydinryhmä, joka tuo suurimman osan tiedoista järjestelmään. Hyvin koulutettu käyttäjäkunta pystyy itsenäisesti lisäämään esimerkiksi pienet ja kiireettömät vikailmoitukset suoraan järjestelmään, josta työnjohto pystyy niitä seuraamaan ja hallinnoimaan.

3.3.1 Kunnossapitokortisto

Kortisto toimii koko kunnossapitojärjestelmän keskuksena, josta saadaan tiedot muihin järjestelmän osiin. Kortistoon on kerätty koko tuotantolaitoksen tiedot. Kunnossapitokortistossa on alaryhmiä, joista jokaisella on oma tarkoituksensa. Laitepaikkakortistoon määritellään tuotantoprosessi ja siihen yhteydessä olevat tukitoiminnot. Jokaiselle laitepaikalle määritellään tunnus, esimerkiksi MURSKA A (murskain A). Se pysyy samana, vaikka sen alla toimivia laitteita muutettaisiin ja uusittaisiin. Kun hierarkiassa edetään tarpeeksi pitkälle, saavutetaan yksittäinen murskaimen osa, esimerkiksi sähkömoottori. Tälle laitteelle määritellään tarkat tiedot laitekortistoon. Kuvassa 2 on havainnollistettu laitepaikkakortisto ja laitekortisto. Hierarkiapuu alkaa yleiseltä tasolta. Tarpeeksi pitkälle mentäessä päästään yksittäisen toimilaitteen yksittäiseen osaan. (10.)



Kuva 2. Kuvakaappaus ARROW Novin laiterekisteristä (11)

Varaosakortistossa säilytetään kaikkien kunnossapidettävien osien tarkat tiedot. Varaosakortisto linkittyy laitepaikka- ja laitekortistoon. Laitekorttia avatessa nähdään välittömästi, mitä kunnossapidettäviä osia toimilaitteessa on. (12.)

Asiakirjakortistoon voidaan arkistoida koneiden piirustuksia, käyttö- ja huolto-ohjeita sekä muita kunnossapidolle relevantteja dokumentteja. (12.)

3.3.2 Päiväkirja

Päiväkirjan avulla voidaan seurata tietyille toimilaitteelle tai laitepaikalle tehtyjä kunnossapidollisia toimintoja. Lisäksi päiväkirjasta nähdään ilmoitetut viat, jotka

linkittyvät suoraan vikaseurantaan. Tämä palvelee käyttäjiä tietyn laitteen korjaus- ja vikahistoriana. (12.)

3.3.3 Kunnossapitotöiden ohjaus

Kunnossapitotyöt jaetaan kolmeen kategoriaan. Ensimmäisessä ryhmässä ovat kiireelliset viat ja häiriöt, joiden korjaamista ei voi siirtää. Näitä valvotaan vikaseurannalla. Kyseiset häiriöt ja niille tehdyt toimenpiteet jäävät järjestelmään, jotta laitteille voidaan kehittää luotettava vika- ja kunnossapitohistoria. Tämä on välttämätöntä, jotta tulevaisuudessa voidaan tarkasti arvioida tuotantolinjan mahdolliset ongelmakohdat. (12.)

Toisessa ryhmässä ovat säännöllisesti toistuvat ennakoivan kunnossapidon toimet, kuten esimerkiksi voitelut ja määräaikaistarkastukset. Näitä toimia valvotaan ja ohjataan ennakkohuoltosovelluksessa. Myös tuotantotyöntekijät pystyvät osallistumaan pieniin huoltotöihin sovelluksen ennakkohuolto-ohjeilla. Ohjeeseen pystyy esimerkiksi kirjaamaan huoltoreitin, siinä olevat laitteet ja niille tehtävät huoltotoimet. Huoltotoimiohjeena voi olla esimerkiksi ohjeistus lisätä laakeriin A rasvaa kaksi puristusta ja laakeriin B yksi puristus. (12.)

Kolmanteen ryhmään jäävät kaikki loput työt, jotka kannattaa suorittaa tulevaisuudessa laajan seisokin yhteydessä. Kyseiseen ryhmään kuuluvat esimerkiksi kiireettömät korjaukset tai laitteiston isot muutostyöt. Näitä töitä hallinnoidaan työnsuunnittelussa. Hyvin toteutetun työsuunnittelun avulla säästetään turhia tuotantolinjan pysäytyksiä sellaisten huoltotöiden takia, jotka olisi voinut toteuttaa seuraavassa laajassa seisokissa. (12.)

3.3.4 Materiaalien ohjaus

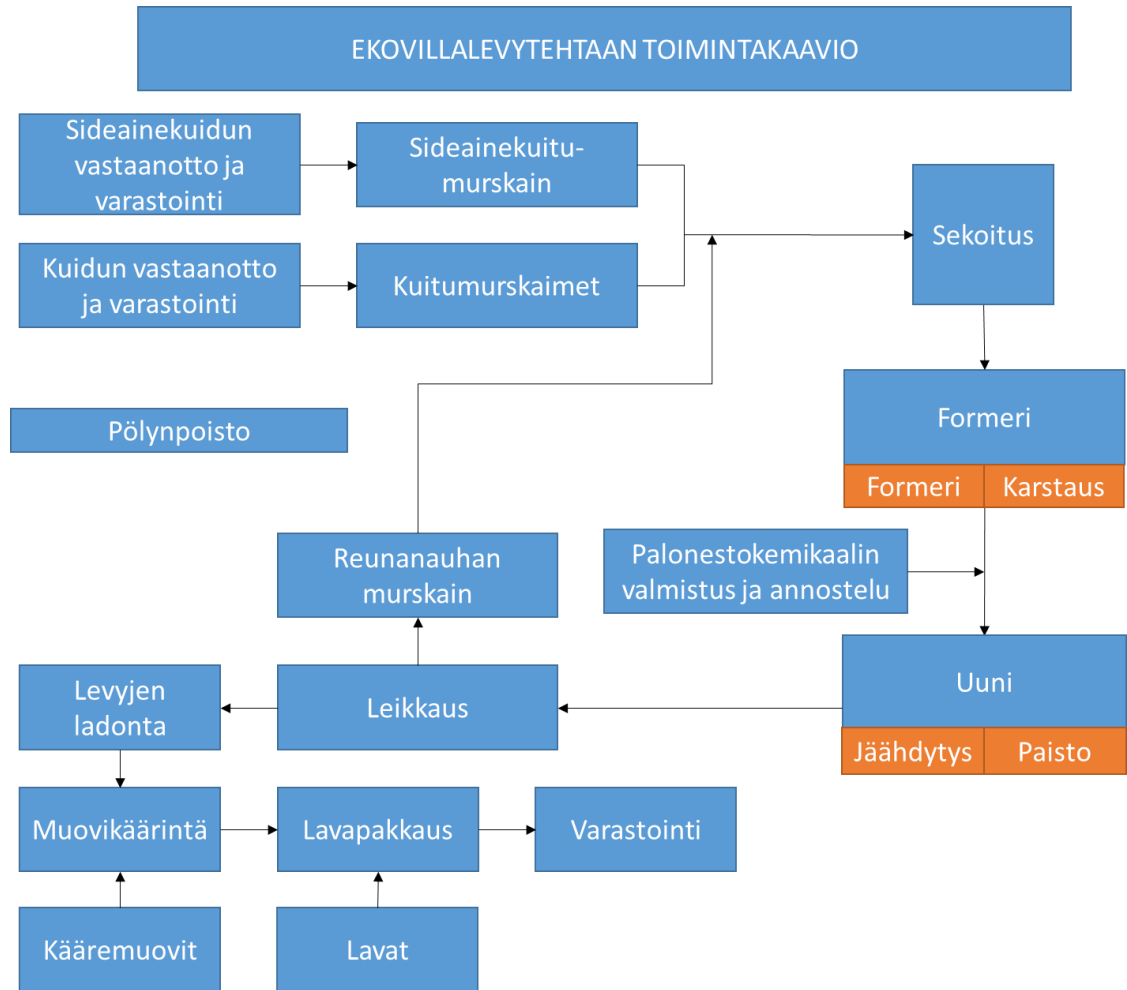
Kunnossapidon varastoinnin hallitseminen on tärkeä osa materiaalien ohjausta. Hyvin laaditulla varaosaluettelolla säästetään hyllytilaa ja pääomaa, koska kaikki varaosahankinnat voidaan perustella järjestelmän muista osista tulevilla faktoilla. Selkeä hyllypaikkaluettelo säästää aikaa kunnossapitotoimia toteutettaessa. Lisäksi ennakkohuollon suunnittelu helpottuu, koska järjestelmän avulla voidaan varata huoltotoimenpiteeseen tarvittavat osat varastosta. Näin pystytään

esimerkiksi ennen laajaa seisokkia hankkimaan varastoon lisää varaosia, jos varastosaldo näyttää työtä suunniteltaessa liian pieneltä. (12.)

Edellä mainittujen toimintojen lisäksi kunnossapitojärjestelmä voi sisältää esimerkiksi sisäisen postin, kustannuslaskennan, myynti- ja laskutusjärjestelmän sekä valmiit raporttipohjat.

4 Tuotantolinja ja tukitoiminnot

Kuviossa 2 esitellään kohdeyrityksen eristelevytehtaan tuotantolinjan toiminta-kaavio. Tämän lisäksi kappaleessa esitellään tuotantolinjaan suorasti tai epä-suorasti liittyvät tukitoiminnot. (13.)



Kuvio 2. Eristelevylinjan toimintakaavio

4.1 Murskaimet

Eristelevytuotantolinjalla on neljä murskainta, jotka aukaisevat paaleihin pakatut raaka-aineet. Kolme näistä murskaimista on tarkoitettu uuden raaka-aineen reppimiseen. Pääraaka-aineena käytetään kierrätyspaperia. Sideainekuituna toimii polyesterikuitu. Neljäs murskain on tarkoitettu prosessin aikana tulevalle hukkamateriaalille, jota voidaan käyttää uudelleen tuotannossa. Pituusleikkurilta tuleva reunanauha sekä pölynpoistosta kierrätettävä isohko kuituaines kuuluvat

tähän luokkaan. Raaka-ainepaalit nostetaan murskaimen kuljettimelle trukilla, ja suojamuovit poistetaan käsin. (2; 13.)

Murskaimilta raaka-aineet johdetaan yhteiseen keräysputkeen, joka kuljettaa raaka-aineen metallierottimen kautta formerin perälaatikkoon. Kuvassa 3 etualalla oleva sininen laitteisto on metallinerotin ja taka-alan harmaat laitteet ovat murskaimia. Lattian rajassa kulkeva neliönmuotoinen putki on murskainten keräysputki. (13.)



Kuva 3. Metallinerotin ja murskaimet

4.2 Formeri

Formeri jaetaan kolmeen osaan toimintojen perusteella. Osat ovat perälaatikko, karstain ja varsinainen formeri. Formerin perälaatikossa murskaimilta tulevat raaka-aineet sekoitetaan telojen avulla. Perälaatikosta raaka-aines johdetaan karstaimelle. Siellä raaka-aineseos karstataan kolme kertaa. Ensimmäisellä karstaintelalla tapahtuu karkeakarstaus, jossa telan piikit aukaisevat raaka-aineessa olevia kuitupaakkuja. Toisella karstaintelalla kuituja avataan telassa olevilla pienillä, samansuuntaisilla terillä. Kolmas karstaintela on toiminnaltaan ja tarkoitukseltaan samanlainen kuin edellinen karstaintela. Kuvassa 4 on for-

merin alkupää. Kuvan oikeassa reunassa on formerin perälaatikko ja sen vasemmalla puolella karstausteloja. (2; 13.)



Kuva 4. Formeri

Formerilla raakamatto puhalletaan reikäteloille rainan muodostusta varten. Reikäteloissa on yhtäaikaista sekä imu että puhallus. Imun avulla saadaan tiivis raakamatto ja poistetaan prosessissa muodostuvaa pölyä. Puhalluksella estetään raakamaton kiinnittyminen telaan. Samalla tela puhdistuu puhalluksen ansiosta. (2.)

4.3 Palonsuojaus

Palonsuoja-aineen ruiskutus tapahtuu raakamaton ollessa formerin uunin välissä. Levyeristeen eurooppalainen paloluokitus on E, joten se luokitellaan palamista hidastavaksi eristeeksi (14). Standardin mukaisesti eristelevyn pinta ja pohja, joille palonsuoja-aine ruiskutetaan, täyttävät edellä mainitun luokan. (13.)

Palonsuoja-aineen ruiskutus tehdään Autojet-suutinteknologian avulla. Palonsuoja-aine levitetään radalle 12 sähkösuutinpistoolilla. Ruiskutusprosessi seuraa radan nopeutta, jotta eristelevyn pinta saa oikean määrän palonsuoja-ainetta. Pistoolien vaihtosuuttimia pitää olla jatkuvasti varastossa. Eristelevy

ei täytä SFS-EN 13171 -standardin mukaisia vaatimuksia, jos yksikin suutin on epäkunnossa. (13.)

4.4 Uuni

Uuni on jaettu neljään lohkokoon. Kolmessa ensimmäisessä lohkoissa on kuumennus ja viimeisessä on jäähdytys. Kuumissa lohkoissa maakaasupolttimilla kuumennettu ilma sulattaa raakamatossa olevan sidosainekuidun. Näin puu- ja sidosainekuidut saadaan kiinnittymään toisiinsa. Jäähdytyslohkossa levyt jähdytetään ulkoilman avulla. (2.)

Jokainen lohko on oma yksikkönsä. Jokaisen lohkon korkeutta sekä ilmavirtojen määrää, suuntaa ja nopeutta voidaan säädellä erikseen. Lisäksi kuumien lohkojen lämpötila on säädettävissä lohko-kohtaisesti. Kuvassa 5 on kuvattuna uuni kokonaisuudessaan. Kolme ensimmäistä lohkoa vasemmalta ovat kuumia lohkoja ja oikeassa reunassa olevassa lohkoissa tapahtuu jäähdytys. (13.)



Kuva 5. Uuni

4.5 Pituusleikkaus

Uunilta tuleva matto ajetaan pituusleikkurin läpi. Leikkurilla pyörivät terät leikkaavat maton pituussuunnassa ja giljotiiniterä leikkaa maton poikkisuunnassa. Ajettavan tuotteen leveys määrää, kuinka moni ja mitkä viidestä pyörivästä te-

rästä ovat käytössä. Käytännössä tällä hetkellä kaikki viisi terää pyörivät aina, koska tuotteen leveys on vakio. Tuotteen pituus määrää giljotiiniterän matosta katkaiseman palan pituuden. Reunoilta jäävät reunanauhat johdetaan prosessin alkuun murskaimelle, jossa ne hyödynnetään uudelleen. Kuvassa 6 on pituusleikkurin valokuva pakkauslinjan puolelta. Koneesta on näkyvillä leveyssuunnassa leikkauksen tekevä giljotiiniterä. (13.)



Kuva 6. Pituusleikkuri

4.6 Pakkauslinja ja käärintä

Pakkauslinjalle saapuvat levyt menevät ensin monihihnakuljetinta pitkin pinkkariille. Pinkkari pinoaa levyt halutun korkuisiksi pinoiksi. Annetun nippukoon täytyttyä pino siirtyy sivukuljetinta pitkin pakkaukseen. Pakkauskoneella niput peitetään paketointimuovilla ja suljetaan, jonka jälkeen niihin laitetaan etiketti. Seuraavassa pisteessä automaattikoura pinoaa pakatut eristelevypaketit lastauslaivan päälle kahdeksan paketin torneiksi. Tästä valmiit pinot siirtyvät käärintään. Käärinnässä pino kääritään läpinäkyvään pakkausmuoviin. Valmistuttuaan pino siirtyy varastokuljettimelle odottamaan siirtoa varastoon. Kuvassa 7 näkyy pituusleikkurilta saapuvien levyjen pinoaminen. Kuvan keskellä on yhden paketin pakkaus käynnissä. (13.)



Kuva 7. Pakkauslinja

4.7 Tuotantolinjan tukitoiminnot

Tässä luvussa käsitellään kokonaisuuksia, jotka eivät osallistu levyristeen tuotantoon. Niiden toiminnot palvelevat tuotantoa.

Pölynpoisto

Tuotantolinjan pölynpoistoa varten on kaksi erillistä suodatinyksikköä. Ne on sidottu toisiinsa putkituksen ja logiikan kautta. Ensimmäisen yksikön kautta kulkeutuu murskaimilta ja pituusleikkurilta syntyvää pölyä ja hienoaines. Toinen yksikkö suodattaa pölyn formerilta. Pölynpoistossa kerätty isohko raaka-aines johdetaan takaisin prosessin alkuun murskaimelle. Hienoaines puhalletaan tehtaan pihalla sijaitseviin suodatinyksiköihin. (13.)

Brikettikone

Pölynpoistojärjestelmien keräämä hienopöly johdetaan suodatinyksiköistä brikettikoneelle, joka mekaanisesti puristaa pölystä brikettejä. Pölystä tehdyt briketit menevät energijätteenä polttoon kierrätykseen erikoistuneen yrityksen kautta. Tarvittaessa brikettikone voidaan irrottaa järjestelmästä, jolloin pöly syötetään säiliöistä suoraan konttiin tai irtolavalle. (13.)

Paineilmalaitteistot

Paineilmalaitteistot ovat tuotannon kriittinen tukitoiminto. Jos yhdessäkin kompressorissa ilmenee ongelmia ja tuotantolinja ei saa vaadittavaa painetta, tuotteen laatu heikkenee yhdellä laatuluokalla. (13.)

Ilmanvaihto

Levyeristetehtaan ilmanvaihto vaikuttaa yleisen viihtyvyyden ja raittiin ilman saantiin, mutta sillä on myös tärkeämpi tehtävä paineen säätelyssä. Järeän pölynpoistojärjestelmän takia hallista poistuu järjestelmän pyöriessä tunnissa noin 60 000 m³ ilmaa. Ilmanvaihdon on korvattava ilmamäärä vastaavalla tilavuudella, jotta voidaan välttää alipaineen muodostuminen halliin. Tämän lisäksi talvisin kaikki tuleva korvausilma täytyy lämmittää. Siksi lämmityslaitteistojen on oltava tarpeeksi tehokkaita ja toimintakuntoisia. Kesäisin ilman lämmityslaitteistot eivät ole toiminnassa. (13.)

Nosto-ovet ja lastauslaituri

Levyvillatehtaalla on moottoroituja nosto-ovia yhdeksän kappaletta. Vastaavasti moottoroituja lastauslaitureita on seitsemän. Molempien tukitoimintojen huolto on ulkoistettu niihin erikoistuneelle yritykselle. (13.)

5 Kunnossapidon kehitys kohdeyrityksessä

Työn alkuperäisenä tavoitteena oli tehdä ennakkohuoltosuunnitelmapohja levyvillatehtaalle. Työtä tehtäessä kävi ilmi, että käytännön hyöty työstä jäisi yritykselle vähäiseksi. Tämä johtui kunnossapidossa havaituista puutteista. Tässä luvussa laaditaan vaiheittainen ohjeistus, jonka avulla yritys kykenee aloittamaan kunnossapidon kehittämisen.

5.1 PI-kaavio ja laitepaikkahierarkia

Ajantasainen PI-kaavio ja laitepaikkahierarkia ovat tärkeitä apuvälineitä kunnossapidossa. Erityisesti laitepaikkahierarkia on tärkeä kunnossapidon jatkokehitykselle.

PI-kaaviolla tarkoitetaan prosessi- ja instrumentointikaaviota. Kyseisessä kaaviossa on esitetty kaikki tehtaassa olevat laitteet, venttiilit ja putket sekä muut kuljetustiet. Näitä voivat olla esimerkiksi ilma-, vesi- tai maakaasuputket. PI-kaaviosta on hyötyä yrityksen eri tahoille. Lisättäessä uusia laitteita tuotantolinjaan nähdään PI-kaavion avulla, mistä vanhan linjan kohdasta on järkevintä vetää uuden laitteen putket. Kunnossapidon kannalta PI-kaavio auttaa näkemään toimilaitteen vuorovaikutuksen prosessin kanssa. Esimerkiksi pumppua vaihdettaessa kaaviosta nähdään selvästi, mitkä linjat täytyy sulkea, jotta pumpun irrotus voidaan tehdä turvallisesti. Tästä on erityisesti hyötyä, jos asentaja on uusi tai työskentelee vieraan toimilaitteen kanssa. (15.)

Laitepaikkahierarkian tarkoitus on selventää ja selkeyttää tehtaiden laitekantaa. Jo yhden tuotantolinjan laajuudessa tehtaassa voi olla useita satoja moottoreita ja tuhansia laakereita sekä sensoreita. Näiden järkevä ja käytännöllinen listaus onnistuu käytännössä ainoastaan kunnossapidon tietojärjestelmän avulla. Kunnossapitojärjestelmää varten tarvitaan myös laitepaikkahierarkia. Hierarkiaa tehtäessä laitteet sijoitetaan pyramidimaiseen arvojärjestykseen. Kaikilla teollisuuden aloilla on hieman erinäköiset ja -nimiset pyramidin tasot. Taulukossa 1 on esitetty PSK 7102 -standardin antama esimerkkilistaus laitehierarkian tasoista. (16.)

| | | |
|-------------|-----------------|-------------|
| Maanosa | Laitos | Laite |
| Maa | Tuotantoyksikkö | Komponentti |
| Paikkakunta | Tuotantolinja | Osa |
| Tehdasalue | Prosessi | |
| Laitos | Osaprosessi | |
| Alue | Toiminto | |
| Taso | Alitoiminto | |
| Sijainti | | |

Taulukko 1. Laitehierarkian esimerkinimet

Ensimmäisessä sarakkeessa on globaalille yritykselle sopiva aloitustaso. Standardissa sen nimi on prosessihierarkia. Pienten yritysten on käytännöllisempää käyttää keskimmäistä saraketta, joka on nimeltään paikkahierarkia. Hierarkian ylätaso pysyy selkeänä ja ymmärrettävänä, vaikka hierarkia laajennettaisiin sisältämään yrityksen kaikki tuotantolaitokset. Kuviossa 3 on esitetty esimerkkihierarkia pituusleikkurille. (16.)



Kuvio 3. Esimerkki pituusleikkurin hierarkiasta

Esimerkissä saavutettiin seitsemän eri hierarkiatasoa. Tarvittaessa tasoja voi lisätä ja vähentää tarpeiden mukaan. Esimerkiksi osaprosessin voi joissain ta-

pauksissa jättää välistä ja siirtyä prosessista suoraan laitteeseen. Tavoitteena on saada omalle yritykselle sopivan tarkka laitehierarkia.

Sujuvuuden kannalta olisi parasta tehdä PI-kaavio ja laitepaikkakartoitus samaan aikaan, jotta ylimääräiseltä työltä vältytään. Molempia tehtäessä on tutustuttava tuotantolaitoksen eri toimilaitteisiin ja kirjattava ne kartoitusta varten.

5.2 Kunnossapidon logistiikka

Kunnossapidon logistiikalla tarkoitetaan kaikkea kunnossapidon materiaalien liikettä ja hallinnointia yrityksen sisällä sekä ennen yritykseen saapumista. Materiaali ei tarkoita pelkästään varaosia vaan käsittää kaiken kunnossapitoon käytettävän välineistön, varaosat ja aineet. Kohdeyrityksen kannalta keskitytään enemmän materiaalin sisäiseen hallintaan kuin toimitusketjujen hallintaan. (8.)

Varastointi ja sen hallinnointi on suurin yrityksen sisäinen kunnossapidon logistiikan osa. Ilman toimivaa järjestelmää tulee kaikista kunnossapidon osista raskaita ja hitaita toteuttaa. Kunnossapito-kirja määrittelee varastologistiikan tehtäviksi seuraavat asiat:

- toimituksen vastaanotto ja tarkistaminen
- toimituksen purkaminen ja hyllytys
- keräily ja pakkaaminen
- varastotoimituksen lähetys
- varastokirjanpito (sisään, ulos)
- varaosainventaario
- varaston perustietojen ylläpito tietojärjestelmässä (hyllypaikat, varastonimikkeet jne.)
- varaston siisteyden ja järjestyksen ylläpito
- varastorakenteiden ja laitteiden ylläpito. (8.)

Lista voi tuntua pitkältä ja hankalalta toteuttaa pienillä henkilöstöresursseilla. Kun varastoa perustetaan, korreloituu huolellisesti tehty työ sekä käytetyt resurssit suoraan varaston ylläpidon keveyteen ja helppouteen. Jos varastoon ei panosteta sitä perustettaessa, syntyy useita haittavaikutuksia. Esimerkiksi varastoa on hankala käyttää, tarvittavia materiaaleja ei löydy, varaosia menee käyttökelvottomaksi olosuhteiden vuoksi ja hyllyissä seisoo turhia komponentteja. Lisäksi huono varaston ylläpito kuluttaa henkilöstöresursseja turhaan työhön, jonka olisi voinut välttää huolellisemmalla pohjatyöllä. (8.)

Tärkein asia varastoa käytettäessä on kaiken siirrettävän materiaalin kirjaaminen kirjanpitoon. Muuten organisoitu varasto muuttuu lyhyessä ajassa sekasortoiseksi. Tämän toimintamallin opettaminen koko käyttäjäryhmälle (tuotannon ja kunnossapidon henkilöstö) on välttämätöntä, jotta varasto toimii hyvin.

Lisäksi varaston järjestelmällisyys on tärkeätä. Vaikka tuotava varaosa kirjattaisiin kirjanpitoon lavahyllylle A3, voi aiheutua ongelmia, jos se jätetään pöydälle lojumaan tai sijoitetaan väärälle paikalle. Yrityksen on määriteltävä varaosille tasot, joiden mukaan varaosia kirjataan järjestelmään. Esimerkiksi yksittäisten pulttien ja muttereiden kirjanpito on resurssien tuhlausta.

Varaston ylläpitovastuu voidaan antaa nimetylle varastonhoitajalle. Suuressa yrityksessä voidaan palkata henkilö tai henkilöitä hoitamaan varastoa. Pienemässä yrityksessä tämä ei ole kustannustehokasta, vaan varaston ylläpitovastuu voidaan antaa jollekulle työntekijälle. Tällöin on kuitenkin huomioitava lisääntynyt työkuorma. Varastonhoitajan työtä voidaan huomattavasti helpottaa ja jopa puoliksi automatisoida kunnollisella kunnossapitojärjestelmällä. Järjestelmän avulla on helpompaa organisoida ja ylläpitää varastoa kuin täysin manuaalisella kirjanpidolla, joka on toteutettu esimerkiksi Excelillä. (8.)

5.3 Esimerkki kunnossapitojärjestelmästä (ARROW Novi)

ARROW Novi on suomalaisen ARROW Engineering Oy:n uusin kunnossapidon tietojärjestelmä. Novi on selainpohjainen ja graafisen käyttöliittymänsä ansiosta helpompi käyttää kuin vanhemmat kunnossapitojärjestelmät. Novin pohjana toimii toinen yrityksen kunnossapitojärjestelmä, ARROW Maint, jota on kehitetty 20 vuotta. Novin perusjärjestelmä sisältää kuusi moduulia:

- töiden hallinta
- kone- ja laiterekisteri
- raportointi ja analysointi
- tuotanto
- varaosat
- toimittajat. (11.)

Töiden hallinta -moduulin avulla yritys pystyy valvomaan ja hallinnoimaan tulevia sekä menneitä töitä. Esimerkiksi huoltoseisokkien suunnittelu toteutetaan töiden hallinnassa. Kone- ja laiterekisteri toimii Novin kunnossapitokortistona. Rekisteriin kirjataan tuotantolaitoksen kaikki toimilaitteet ja niiden tekniset tiedot. Raportointi ja analysointi -moduulilla pystytään valvomaan toimilaitteiden vikaistoriaa. Esimerkiksi tuotantopäällikkö voi tarkastella, kuinka usein pituusleikkuri on vikaantunut maaliskuun ja syyskuun välillä. Samalla moduuli näyttää mitä toimenpiteitä vioille on toteutettu tai suunnitellaan toteutettavan.

Varaosat-moduuli auttaa kunnossapidon varaosien logistiikassa. Moduuliin syötetään tuotantolaitoksen varaosien tiedot ja osien sijainti varastossa. Yhtenäisestä varaosajärjestelmästä on hyötyä, jos esimerkiksi useamman tuotantolaitoksen yritys tarvitsee varaosan, jonka toimitusaika on kaksi viikkoa. Ennen varaosan tilaamista laitoksen kunnossapitohenkilöstö voi tarkistaa muiden laitojen varaosatilanteen. Osa saadaan toimitettua tuotantolaitoksesta toiseen nopeammin kuin sen saisi alihankkijalta. Tämän avulla saavutetaan ajallista ja rahoallista hyötyä. Toimittajat-moduulilla hallitaan yrityksen kunnossapitoon liittyviä toimittajia. Esimerkiksi tuotantolinjan laitetoimittajat kirjataan järjestelmään moduulin avulla.

Mainittujen ominaisuuksien lisäksi järjestelmään voidaan ostaa lisää moduuleja. Näitä ovat esimerkiksi käyttöpäiväkirja, osto ja varasto sekä matkapuhelinilmoitus. Novissa on myös liityntärajapinta eri osto- ja tuotannonohjausjärjestelmiin. (11.)

5.4 Kriittisyysanalyysi

Suurimmat puutteet yrityksen nykyisessä kunnossapidossa ovat puuttuva laitepaikkakartoitus, ajantasainen PI-kaavio ja kunnossapidon materiaalin hallinta. Ne estävät toimivan ennakkohuollon. Ilman kunnollista laitepaikkakartoitusta on vaikeaa tiedostaa, millaisia toimilaitteita tuotantolaitoksessa on ja miten niiden toimintakuntoisuudesta huolehditaan. Vaikka tiedettäisiin laitteen sijainti ja tarvittavat toimenpiteet, ei kunnossapitoa voida toteuttaa, jos varaosia ei löydy tai niiden kunto on huonontunut varastoinnin aikana.

Kunnossapitojärjestelmä on tärkeä myös pienen henkilöstön yrityksissä. Vaikka järjestelmä vaatii investointeja ja opetusta käyttöönotossa, se vähentää henkilöstön työmäärää ja helpottaa kunnossapitoa. Lisäksi se on lähes välttämätön edellytys kunnossapidon jatkokehityksen kannalta. (8.)

Kun ongelmia on saatu korjattua ja kunnossapitoa kehitettyä, on kannattavaa toteuttaa kriittisyysanalyysi. Myös kohdeyritys hyötyisi kriittisyysanalyysistä. PSK 6800 -standardi määrittelee kriittisyyden ominaisuutena, jolla mitataan kohteen riskiä. Riskin suuruutta laskettaessa käytetään parametreina eri osaluokkia ja painotuksia. Näitä ovat esimerkiksi henkilöstön loukkaantuminen laitteen vikaantuessa, ympäristöhaitat sekä erilaiset rahalliset menetykset. Yritys määrittää tarpeelliset parametrit ja painoarvot. Esimerkiksi kohdeyrityksen laitteista valtaosa ei rikkoutuessaan aiheuta merkittäviä ympäristötuhoja, joten ympäristöparametrit voi jättää pois. Jos kyseessä olisi veden äärellä oleva sellutehdas, olisi ympäristövahinkojen riski huomattavasti suurempi. (17.)

5.4.1 Kriittisyysanalyysin pohja

Opinnäytetyön liitteenä oleva pohja on standardin mukainen kriittisyysanalyysi (Liite 1). Yritykset ovat kehittäneet erilaisia analyyseja ja räätälöineet niistä omiin tarpeisiinsa sopivia. (18.)

Kriittisyyden raja-arvolla voidaan määrittää kriittisimpien laitteiden tulokset, niin että ne erottuvat selvästi taulukossa. Tuotannon menetyksen painoarvokerroin (W_p) arvioi kyseisen tuotannon osion kriittisyyden tuotannon kannalta. Painoarvokerroin on 100 (%), kun laite rikkoutuessaan pysäyttää koko tuotantolinjan.

Kohdeyrityksen tapauksessa on helppo määritellä painoarvokerroin, koska tuotantolaitoksessa on vain yksi tuotantolinja. Jos yksikin osa tuotantolinjasta pysähtyy, tulee koko linja pysähtymään. Annettu painoarvo siirtyy suoraan tuotannonmenetysparametrin painoarvoksi, joten kyseistä arvoa ei tarvitse erikseen syöttää, kuten muita parametreja. (17.)

Vikaantumisväli toimii parametrien kertoimena. Tulokseksi voi tulla, että hyvin tiuhaan pieniä vikoja saava toimilaite voi olla kriittisempi kuin kerran kahdessa vuodessa vikaantuva kriittinen toimilaite.

Esimerkkipohjassa on parametreiksi listattuna turvallisuus, ympäristö, tuotannonmenetys, lopputuotteen laatukustannus sekä korjauskustannus. Jokaiselle parametrille on oma painoarvonsa (W) 0-100 asteikolla. Yritys voi itse päättää omat painoarvonsa. Taulukkoon syötetään parametrin kerroin. Esimerkiksi turvallisuuden kerroin 0 tarkoittaa, että laite ei aiheuta vikaantuessaan loukkaantumis- tai terveysturvaa. Toisaalta kerroin 16 tarkoittaa laitteen vikaantumisen mahdollisesti aiheuttavan yhden tai useamman kuolonuhrin sekä vakavan vaaratilanteen tehtaan ympäristössä. Kertoimet syötetään jokaiselle parametrille laitekohtaisesti. Yritys voi valita, kuinka laajan kriittisyysanalyysin se tekee. Kriittisyysanalyysin laajuus vaihtelee myös laitekohtaisesti. Kohdeyritykselle riittää analyysin ulottaminen esimerkiksi pituusleikkurin tai murskaimen A tasolle. (17.)

Kun parametreille on syötetty kertoimet, saadaan tulokseksi kriittisyysindeksi K . Indeksiksi lasketaan osaindeksien K_s , K_e , K_p , K_q ja K_r summasta. Jokainen osaindeksi saadaan kertomalla vikaantumisvälin kerroin, parametrin painoarvo sekä parametrin kerroin keskenään. Saaduista kriittisyysindekseistä havaitaan kriittiset laitteet muuttamalla kriittisyyden raja-arvoa. (17.)

5.5 Suunniteltu kunnossapito

Kriittisyysanalyysi on ennakoivan kunnossapidon perusta. Hyvin toteutetun kriittisyysanalyysin avulla saadaan selville tuotantolaitoksen solmukohdat, joiden kunnossapitoon kannattaa panostaa.

5.5.1 Kriittiset toimilaitteet

Kriittisyysanalyysin avulla saadaan selville ne toimilaitteet, joille kannattaa tehdä RCM-analyysi (reliability centered maintenance). RCM-metodi on raskas, joten sitä ei ole tarpeen soveltaa kaikille toimilaitteille. Kohdeyrityksen tapauksessa yksi tai maksimissaan kaksi kohdetta kannattaa tutkia RCM:n avulla. Koska tehtaassa on vain yksi tuotantolinja, määrääviksi tekijöiksi nousevat esimerkiksi vikaantumisten määrä, korjaavan kunnossapidon kustannukset ja varaosien toimitusaika. (8.)

RCM-prosessi on yksiselitteinen ja jäykkä. Siinä määritellään kaikki toimilaitteen mahdolliset vikaantumismuodot ja häiriöt sekä niiden syyt sekä seuraukset. Tämän jälkeen käydään prosessia läpi vika tai häiriö kerrallaan. Prosessin aikana määritellään kunnossapidon menetelmä sekä strategia, jonka avulla vika hoidetaan. Prosessin lopputuloksena saadaan jokaiselle vikamuodolle oma toimintamalli. Tähän sisältyy toimilaitteen osien kunnonvalvonta sekä se, kuinka vikaan suhtaudutaan. Kriittiselle osalle, joka rikkoutuessaan aiheuttaa merkittävän turvallisuusriskin, voidaan määrittää jatkuva online-seuranta hälytysrajoineen sekä tiukka ennakkohuoltoväli. Toisaalta merkityksettömälle laitteelle voidaan määrittää vähäinen valvonta sekä RTF (run-to-failure) eli laitetta käytetään niin kauan kuin se toimii. (8.)

RCM-metodin raskauden takia on kehitetty virtaviivaisempi SRCM (Streamlined RCM). Periaatteeltaan se on samanlainen kuin RCM. Erona RCM-metodiin on lähtötilanne. SRCM-metodissa voidaan esimerkiksi olettaa lähtötilanteiden ja vikaantumisten olevan samoja sähkömoottoreilla, vaikka kyseessä olisi eri kohteessa oleva tai eri toimittajan sähkömoottori. Normaalissa RCM:ssä jokaiselle moottorille täytyisi käydä prosessi alusta alkaen läpi ja miettiä vika kerrallaan, joten SRCM-metodi on nopeampi. Kevyempää versiota käytettäessä täytyy kuitenkin aina olla varovainen. Liiallinen olettaminen lähtötilanteissa voi helposti jättää listaamatta kriittisen vian, joka esimerkiksi ilmenee vain tietyssä ympäristössä. Toisaalta se voi myös listata turhia vikoja toimilaitteille, joissa niitä ei ilmene. Tämä voi johtaa ylimitoitettuihin ja turhiin kunnossapidollisiin toimiin. (8.)

5.5.2 Alemman kriittisyysluokan toimilaitteet

Toimilaitteille, jotka eivät ole tarpeeksi kriittisiä RCM- ja SRCM-metodien käyttöön, täytyy selvittää laite kerrallaan ennakoiva kunnossapitosuunnitelma. Näistä laitteista kannattaa muodostaa ryhmiä, joille suunnitelma laaditaan. Esimerkiksi sähkömoottorit ja erityyppiset laakerit voidaan jakaa omiin ryhmiinsä. Näille ryhmille täytyy selvittää yleispätevät huoltoaikavälit ja -toimenpiteet. Nämä selviävät yleensä valmistajien katalogeista. Tämän jälkeen on suotavaa verrata valmistajien ilmoittamia arvoja kokemuksen kautta saatuihin arvoihin ja mahdollisesti tehdä tarvittavat muutokset vastaamaan tuotantolaitoksen olosuhteita. Kohdeyrityksen pölyisyyden takia esimerkiksi ketjujen puhdistus ja rasvaus on suoritettava useammin kuin valmistajat suosittelevat.

Selvitystyön edetessä tietoja siirretään jatkuvasti kunnossapitojärjestelmään. Ennakkohuoltosuunnitelma syntyy nopeasti, kun edetään systemaattisesti laite tai laiteryhmä kerrallaan. Saatu kokonaisuus on kuitenkin vain alkupiste ennakoivalle kunnossapidolle. Koska työn helpottamiseksi laitteita ryhmiteltiin, täytyy huoltosuunnitelmia seurata ja arvoja muuttaa huollon tarpeen mukaan. Formeilla olevan rullan laakeri tulee tarvitsemaan enemmän ja useammin huoltoa kuin vastaava laakeri pakkauskoneella. Tällaiset tapaukset alkavat erottua toisistaan vasta, kun ennakkohuoltoa on toteutettu ja käyttäjillä on kokemusta eri toimilaitteiden vaatimista jaksotetuista huolloista.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Työn alkuperäisenä tarkoituksena oli laatia kunnossapitosuunnitelma kohdeyritykselle. Päätaavoitteena oli aluksi laatia ennakkohuoltosuunnitelma levyvillatuotantolinjalle. Työn edetessä kuitenkin ilmeni puutteita kunnossapidollisissa toimissa. Puutteista johtuen olisi ennakkohuoltosuunnitelma ollut yritykselle lähes hyödytön. Työn aihe pysyi yhä yrityksen kunnossapidon parantamisessa mutta lähestymiskulmaa muutettiin. Ennakkohuoltosuunnitelman sijasta laadittiin vaiheittainen ohjeistus, jota seuraamalla yritys voi kehittää kunnossapitoorganisaatiotaan. Toimiva kunnossapito on elinehto nykyajan yritykselle, joka haluaa olla kilpailukykyinen ja luotettava.

Yrityksen kannattaa syventyä kunnossapidon suunnitteluun, koska toimivaa kunnossapitoa ei voi toteuttaa ilman rahallisia ja ajallisia investointeja. Vaiheittaisen ohjeistuksen avulla voidaan luoda perusteet kunnossapitoorganisaatiolle, ja kunnossapitojärjestelmä helpottaa tätä prosessia. Kun perusteet on saatu kuntoon, voidaan ennakkohuoltoa kehittää mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Ennakkohuoltosuunnitelma kehittyy vikaistorian myötä. Jokaisesta viasta on tärkeää kirjata tiedot järjestelmään, jotta historiaa voidaan hyödyntää kunnossapidon suunnittelussa. Näin tieto ei ole ainoastaan muistinvaraista, vaan kaikki päätökset voidaan perustella vikaistoriatietojen perusteella.

Opinnäytetyöprosessi oli mielenkiintoinen, vaikka aihe ei ollut kone- ja tuotesuunnitteluun liittyvä. Lähtötilanne teki toteutustavasta erilaisen muihin kunnossapitoon liittyviin opinnäytetöihin verrattuna. Aiheen muuttuminen työn edetessä aiheutti haasteita, mutta niistä selvittiin. Yritys voi nyt aloittaa kunnossapitonsa kehittämisen.

Kuvat

Kuva 1. Kunnossapidon kustannusten ja hyötyjen punnitsemista, 13

Kuva 2. Kuvakaappaus ARROW Novin laiterekisteristä, s. 15

Kuva 3. Metallinerotin ja murskaimet, s.19

Kuva 4. Formeri, s. 20

Kuva 5. Uuni, s. 21

Kuva 6. Pituusleikkuri, s. 22

Kuva 7. Pakkauslinja, s. 23

Kuviot

Kuvio 1. Kunnossapitolajit, s. 10

Kuvio 2. Eristelevylinjan toimintakaavio, s. 18

Taulukot

Taulukko 1. Laitehierarkian esimerkinimet, s. 25

Lähteet

1. Ekovilla. Ekovilla yrityksenä.
<http://www.ekovilla.com/ekovilla-yrityksena/> Luettu: 9.6.2014.
2. Patjas, M. 2013. Konelinjan kasaamisen koordinointi. Opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu. Prosessitekniikan koulutusohjelma.
3. Patjas, M. 2014. Tuotantopäällikkö. Ekovilla Oy. Sähköposti 25.7.2014.
4. Ekovilla. Ajankohtaista.
<http://www.ekovilla.com/ajankohtaista/ekovilla-vahvistaa-omistus pohjaansa/>
Luettu: 25.7.2014
5. PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 3. painos. 2011.
6. SFS-EN 13306. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. painos. 2010.
7. PSK 7501. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2. painos. 2010.
8. Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T. & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.
9. Opetushallitus. Tuottava kunnossapito.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_5-4_tuottava_kunnossapito.html Luettu: 25.7.2014
10. Opetushallitus. Kunnossapidon tuotot ja kustannukset.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-2_kunnossapidon_tuotot_ja_kustannukset.html Luettu: 16.6.2014
11. Hyppönen, S. 2014. Marketing Manager. ARROW Engineering Oy. Sähköposti 9.9.2014.
12. Opetushallitus. Kunnossapitojärjestelmän toiminnot.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_4-3_kunnossapitojarjestelman_toiminnot.html Luettu: 16.6.2014
13. Patjas, M. 2014. Tuotantopäällikkö. Ekovilla Oy. Haastattelu. 18.6.2014.
14. Ekovilla. 2014. Ekovillalevyn tuoteseloste.
<http://www.ekovilla.com/tuotteet/ekovillalevy/tuoteseloste/> Luettu: 8.9.2014.
15. SFS-EN 13306. Prosessikaaviot. Yleiset ohjeet. 1. painos. 2001.
16. PSK 7102. Tehdashierarkia. 2008.
17. PSK 6800. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 2008.
18. PSK 6800 liite 1. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 2008.

