



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KARTONKIKONEEN KUN- NOSSAPIDON KEHITYSTYÖ

Powerflute Oyj, Savon Sellu

TEKIJÄ: Heikki Meuronen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Heikki Meuronen		
Työn nimi Kartonkikoneen kunnossapidon kehitystyö		
Päiväys	29.3.2016	Sivumäärä/Liitteet
		48/4
Ohjaaja(t) TKI-asiantuntija Kai Kärkkäinen, yliopettaja Esa Hietikko		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Powerflute oyj, Savon Sellu		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Powerflute Oyj, Savon Sellun ennakkohuolto-ohjelmaa. Työn tavoitteisiin kuuluivat ennakkohuoltosuunnitelmien tekeminen kaikille kartonkikoneen laitteille, aina puristusosalta rullausosalta. Pois lukien laitteet joilla ennakkohuoltosuunnitelma oli jo olemassa sekä laitteet joille ennakkohuoltosuunnitelmaa ei pidetty tarpeellisena. Lisäksi tarkoituksena oli kehittää laitospäivittäiskierros-ohje, jonka avulla laitospäivittäisen kunnonvalvontakierroksen pystyisi suorittamaan kuka vain kunnossapidon ammattilainen.</p> <p>Työssä hyödynnettiin aiemmin tehtyä laitteiden kriittisyystaulukkoa ja opinnäytetyönä tehtyä ennakkohuoltosuunnitelmien tietokonejärjestelmään lisäämishotetta. Ensin rajatun alueen laitteet taulukoitiin. Näistä laitteista seulottiin laitteet, jotka olivat kunnonvalvonnan piirissä ja joilla oli jo ennakkohuoltosuunnitelma sekä laitteet joille ei ole järkevää suorittaa ennakkohuoltotoimenpiteitä. Seulonnan läpäisseille laitteille tehtiin ennakkohuoltosuunnitelmat pääasiassa kevennetyn RCM-periaatteen mukaisesti. Työn tekemisessä hyödynnettiin alan teknistä kirjallisuutta, yrityksen toimintaohjeita, sekä työntekijöiden haastatteluja. Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee: kunnossapidon historiaa, kunnossapidon lajeja, kunnossapitostrategioita, vikaantumismekanismeja, koneen yleisimpiä mekanismeja ja kunnonvalvonnan menetelmiä sekä lyhyesti toiminnanohjausjärjestelmää.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksina saatiin ennakkohuoltosuunnitelmat paperikoneen puristus-, kuivaus, ja rullausosan laitteille sekä laitospäivittäiskierros-ohje.</p>		
Avainsanat ennakkohuolto, kunnossapito		
julkinen		

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Heikki Meuronen			
Title of Thesis Maintenance Development Project of a Board Mill			
Date	March 29, 2016	Pages/Appendices	48/4
Supervisor(s) Mr. Kai Kärkkäinen, RDI Specialist; Mr. Esa Hietikko, Principal lecturer			
Client Organisation /Partners Powerflute Plc, Savon Sellu			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final year project was to develop the preventive maintenance program of Savon Sellu and to produce a maintenance manual. The aim was to create scheduled preventive maintenance plans for the board mill and put the maintenance lines in to the SAP resource planning software for all the mechanical devices from the compression part to rolling part.</p> <p>The project was made with help of a chart defining the criticality of the devices and with help of instructions that were made earlier. First, all the devices in a fixed area were tabulated. Devices that did not have a preventive maintenance plan were sifted to a separate table and a preventive maintenance plan was done for these devices. Preventive maintenance plans were mostly done according to streamlined reliability-centered maintenance program. The theory of this project is based on technical literature, the operating instructions of the company, manuals of the manufacturers and employee interviews. The theoretical part discusses different types of maintenance, terminology, and indicators, as well as the functions of components and machine elements.</p> <p>This final year project produced preventive maintenance plans for the restricted part of board mill and a maintenance checklist.</p>			
Keywords preventive maintenance, maintenance			
public			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Powerflute Oyj, Savon Sellulle keväällä 2016. Haluan kiittää kunnossapitomestari Pasi Riikosta, kunnossapitomestari Kai Nymania ja kunnossapitomestari Pekka Rauhala, sekä kunnossapitopäällikkö Jussi Herrasta mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja heiltä saamastani avusta. Iso kiitos kuuluu myös ohjaavalle opettajalleni TKI-asiantuntija Kai Kärkkäiselle, jotka taidokkaasti opasti valmistuvaa opiskelijaa.

Kuopiossa 29.3.2016

Heikki Meuronen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	POWERFLUTE OYJ SAVON SELLU	9
2.1	Prosessikuvaus	10
2.2	Savon Sellu Oy:n kunnossapito-organisaatio	11
3	KUNNOSSAPITO	13
3.1	Kunnossapidon määritelmät.....	13
3.2	Historia ja kehittyminen.....	13
3.2.1	Ensimmäinen sukupolvi	14
3.2.2	Toinen sukupolvi	14
3.2.3	Kolmas sukupolvi	15
3.2.4	Neljäs sukupolvi	15
3.3	Kunnossapitolajit.....	15
3.3.1	Jaottelut	15
3.3.2	Korjaava kunnossapito	16
3.3.3	Huolto	17
3.3.4	Ehkäisevä kunnossapito.....	17
4	KUNNOSSAPITOSTRATEGIA	19
4.1	Six Sigma	19
4.2	TPM	20
4.3	RCM.....	20
5	VIKA JA VIKAAANTUMINEN	23
5.1	Vikaantuminen.....	23
5.2	Vika	23
5.3	Vikaantumisen luokittelu.....	23
5.4	Vikojen luokittelu	24
5.5	Vikojen kehittyminen.....	24
5.5.1	Rakenteiden väsyminen	25
5.6	Vikojen esiintyminen	26
5.7	Vikaantumisen syyt	27
6	EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO	29
7	KUNNONVALVONTA JA KUNNONVALVONTAMENETELMÄT	31

7.1	Aistinvaraiset havainnot kunnonvalvonnassa	31
7.1.1	Näköaisti	32
7.1.2	Kuuloaisti.....	32
7.1.3	Tuntoaistin käyttö kunnonvalvonnassa	33
7.1.4	Hajuaistin käyttö kunnonvalvonnassa	33
7.2	Mittaava kunnonvalvonta.....	33
8	KARTONKIKONEEN YLEISIMMÄT KONEENOSAT JA MEKANISMIT	34
8.1	Vierintälaakerit	34
8.2	Tehonsiirtoelimet	34
8.2.1	Akselit	34
8.2.2	Ketjut ja hihnat.....	34
8.3	Vaihteet ja vaihtimet	35
8.4	Kytkimet.....	35
8.4.1	Kiinteät kytkimet	36
8.4.2	Joustavat (ei säädettävät) kytkimet	36
8.5	Voitelu	37
8.6	Tiivistäminen	38
9	ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMIEN TEKEMINEN	39
9.1	Laitteiden rajaaminen ja taulukoiminen	39
9.2	Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen	40
9.3	Ennakkohuoltosuunnitelmien lisääminen SAP -toiminnanohjausjärjestelmään.....	42
10	LAITOSMIEHEN OHJE	46
11	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	47
	LÄHTEET	49
	LIITE 1: ESIMERKKI LAITETAULUKOSTA	50
	LIITE 2: AJOITETUT ENNAKKOHUOLTORIVIT	51
	LIITE 3: ESIMERKKI LAITOSMIEHEN OHJEESTA.....	52
	LIITE 4: ESIMERKKI LAITOSMIEHEN KARTASTA	53

1 JOHDANTO

Koneiden ja laitteiden kunnossapidon taloudellinen merkitys on valtava. Itsessään kunnossapitotyö sekä siinä käytetyt varaosat ja uudet komponentit ovat merkittävä kustannuserä, mutta vielä suuremmat kustannukset syntyvät, kun koneet, laitteet ja tuotantoprosessit eivät ole laiterikkojen vuoksi käytettävissä tai toimivat puutteellisesti (Mikkonen;ym., 2009). Näistä syistä yritykset tehostavat kunnossapitotoimiaan ja pyrkivät mahdollisimman pienillä kunnossapidon kustannuksilla toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. Tällainen toimintamalli vaatii suunnittelua, ennakkohuoltoja ja kunnonvalvontaa.

Powerflute Oyj, Savon Sellu on Suomen johtavia aallotuskartongin valmistajia Suomessa. Powerflute Oyj:n asiakaskunta muodostuu kansainvälisistä yrityksistä. Tuotantolaitokselle ominaisesti myös Savon Sellu haluaa maksimoida tuotannon ja näin ollen pitää tuotantoseisokit minimissä. Tehtaalla on vain yksi paperikone, joten kunnossapidon tulee olla hyvin suunniteltua, jotta odottamattomat tuotantokatkokset voidaan ennaltaehkäistä kokonaan tai ainakin niiden todennäköisyyttä merkittävästi vähentää.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on jatkaa Powerflute Oyj, Savon Sellun ennakkohuolto-ohjelman kehittämistä sekä muuttaa kunnossapidon työntekijöiden ajan saatossa keräämää tietotaitoa kirjalliseen muotoon. Työ rajataan käsittämään kartonkikoneen mekaanisia laitteita puristus-, kuivaus- ja rullausosalle. Työ on rajattu näin, koska samasta aiheesta on vuonna 2014 tehty opinnäytetyö ja tämä työ jatkaa siitä mihin edellinen työ jäi. Lisäksi työn tavoitteena on luoda laitospäivä ohje, jonka avulla kuka tahansa kunnossapidon ammattilainen pystyy suorittamaan laitospäivä ohjeen päivittäisen tarkkailukierroksen.

Opinnäytetyö koostuu yritykseen tehdystä toiminnallisesta osuudesta ja kirjallisesta opinnäytetyöraportista. Raportissa esitellään runsaasti toiminnallista työtä tukevaa teoriaa kunnossapidosta, sen filosofioista, yleisimmistä koneenosista ja vikaantumismekanismeista sekä kunnonvalvontamenetelmistä. Ennakkohuoltosuunnitelmia luodessa hyödynnettiin virtaviivaistetun luotettavuuskeskeisen kunnossapidon oppeja.

2 POWERFLUTE OYJ SAVON SELLU

Savon Sellu on Kuopion Sorsasalossa toimiva kartonkitehdas. Tehtaalla valmistetaan aallotuskartonkia, eli flutingia. Fluting on pääasiassa pahvilaatikoiden välikerroksessa käytetty osa, joka antaa laatikolle huomattavasti lisää kestävyttä. Savon Sellulla valmistettavan kartongin pääraaka-aineena on koivupuu ja siksi tuotteesta käytetäänkin nimitystä neitseellinen aallotuskartonki. (Savon Sellu Oy, 2016)

Savon Sellu on aloittanut toimintansa vuonna 1968. Vuodesta 2005 se on ollut kokonaan emoyhtiö Powerflute Oyj:n omistuksessa. Sitä aiemmin tehdas kuului M-realille. Powerflute Oyj omistaa myös 47,5 % Harvestia Oy:stä ja 10 % Kotkamill Oy:stä. Powerflute Oyj:n osakkeet on listattuna Lontoon AIM-listalla. (Savon Sellu Oy, 2016)

Savon Sellulla on yksi kartonkikone, jonka leveys on 6,7 m. Koneen maksiminopeus on noin 700 m/min ja tuotannon kapasiteetti on 275 000 tn/v. Koivua menee tuotantoon vuodessa noin 720 000 m³. Savon Sellun liikevaihto oli vuonna 2013 noin 131 miljoonaa euroa ja se työllistää nykyisin 185 henkeä. (Savon Sellu Oy, 2016)

Savon Sellun tuotanto menee pääosin vientiin. Tuotetta käytetään eniten hedelmien ja vihannesten pakkaamiseen ja suurimmat markkinat ovatkin alueilla, jossa on paljon niiden tuotantoa. Kolme suurinta vientimaata ovat Espanja, USA ja Filippiinit. (Savon Sellu Oy, 2016)



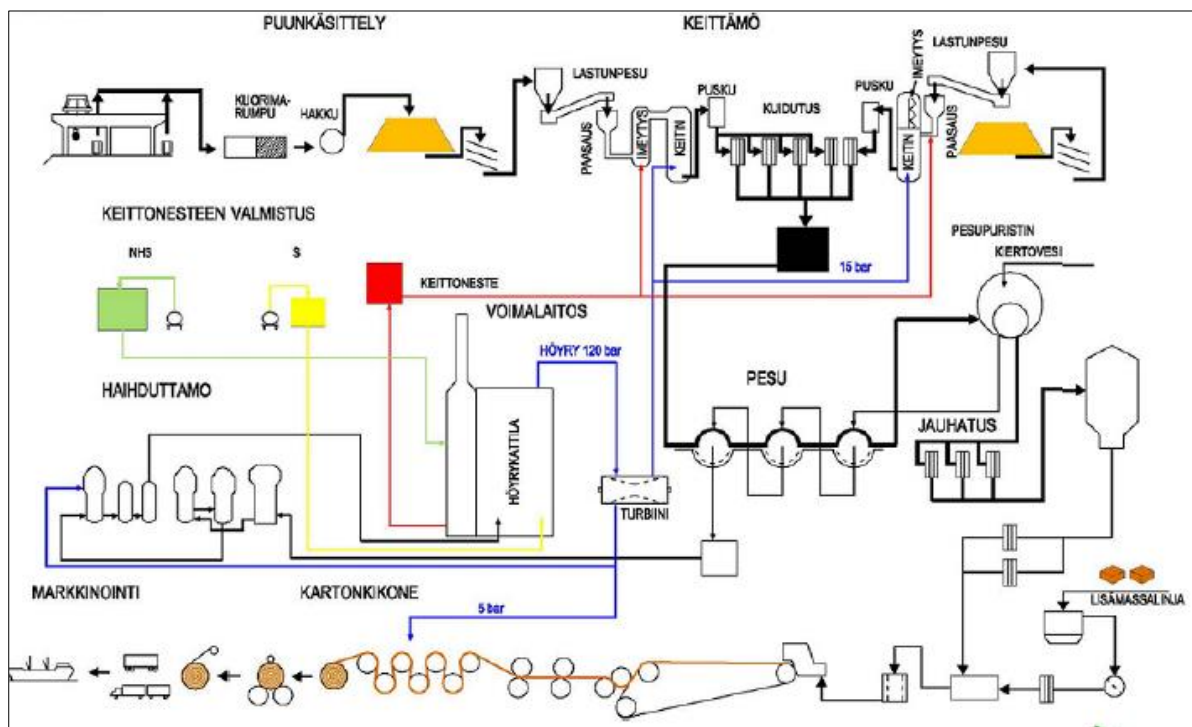
KUVA 1 Ilmakuva Savon Sellu Oy:stä (Savon Sellu Oy, 2016)

2.1 Prosessikuvaus

Powerflute Oyj, Savon Sellun tehdasalueelta (Kuva 1.) löytyvät kaikki aallotuskartongin tuotannossa tarvittavat tuotantomenetelmät niin, että tuote voidaan valmistaa koivupuusta valmiiksi tuotteeksi (Kuva 2.). Prosessi alkaa hakkimolta, jossa puu kuoritaan ja hakataan hakkeeksi. Hake siirretään hakepuhaltimellahakekasaaan, joka toimii haketuotannon välivarastona. Hakekasalla hakkeesta seulotaan jatkojalostukseen kelpaamaton liian suuri hake ja oksat takaisin uudelleen haketettavaksi. Hakekasalta hake puhalletaan eteenpäin massatehtaalle, jossa se ensin pestään ja sitten keitetään massaksi. Ensiksi haketta lämmitetään paasausastiassa höyryllä, hakkeen nesteimukyvyyn lisäämiseksi. Tämän jälkeen hake siirretään imeyttimelle, jossa keittonesteen imeytys tapahtuu. Savon Sellulla keittokemikaalina käytetään ammoniumsulfia. Imeytyksen jälkeen hake siirretään keittimeen, jossa haketta keitetään korkeassa, noin 170 °C:n lämpötilassa. Keittimessä pehmenneet massa siirretään kuidutukseen, jonka jälkeen kuidutettu massa siirretään pestäväksi pesemöön. Pesty massa jauhetaan jauhimilla, joilta se siirtyy edelleen sekoituskyppiin. Sekoituskyyppi sekoittaa tuotetun neutraalisen massan ja erilliseltä linjalta tulevan lisämäärän keskenään. Lisämääränä käytetään, muun muassa omaa hylkytuotantoa. Lisämäärää käyttämällä saadaan muutettua lopputuotteen ominaisuuksia, sekä hyödynnettyä hylkytuotantoa. (Savon Sellu Oy, 2016)

Sekoituskyypistä massa siirretään pumpuin perälaatikolle, jossa paperimassa laimennetaan lisäämällä siihen vettä, jolloin tuloksena on tuotteessa käytettävä massaliuos, jonka sakeus noin 1 %. Laimennettu massa suihkutetaan viiraosalle ohueksi tasaiseksi rainaksi. Tästä suihkutettu raina jatkaa matkaansa kartonkikoneelle, jonka pääasiallinen tehtävä on kuivattaa kartonki. Ensin viiraosalla vettä poistetaan alipaineella, jonka jälkeen massa kulkee suurten mekaanisten puristimien läpi,

joissa vettä puristetaan pois. Lopuksi raina kulkee huomattavan matkan useiden kuivaussylinterien kautta ja lopulta kosteusprosentti on enää noin 5 %. Kuivatettu kartonki rullataan rullausosalla konerullalle, josta täyspitkä ja täysleveä rulla siirretään pituusleikkurille. Pituusleikkurilla aallotuskartonki rullataan konerullalta asiakkaan tilaamaan rullapituuteen ja leveyteen. Valmis tuote siirretään pakkaamoon, jossa asiakasrullat pakataan lopulliseen tuotepakkaukseen. Lopulta valmiit rullat siirtyvät kuljettimilla tuotevarastolle odottamaan niiden lähetystä eteenpäin. (Savon Sellu Oy, 2016)



KUVA 2 Savon Sellu Oy:n kartonkitehtaan prosessikaavio (Savon Sellu Oy, 2016)

2.2 Savon Sellu Oy:n kunnossapito-organisaatio

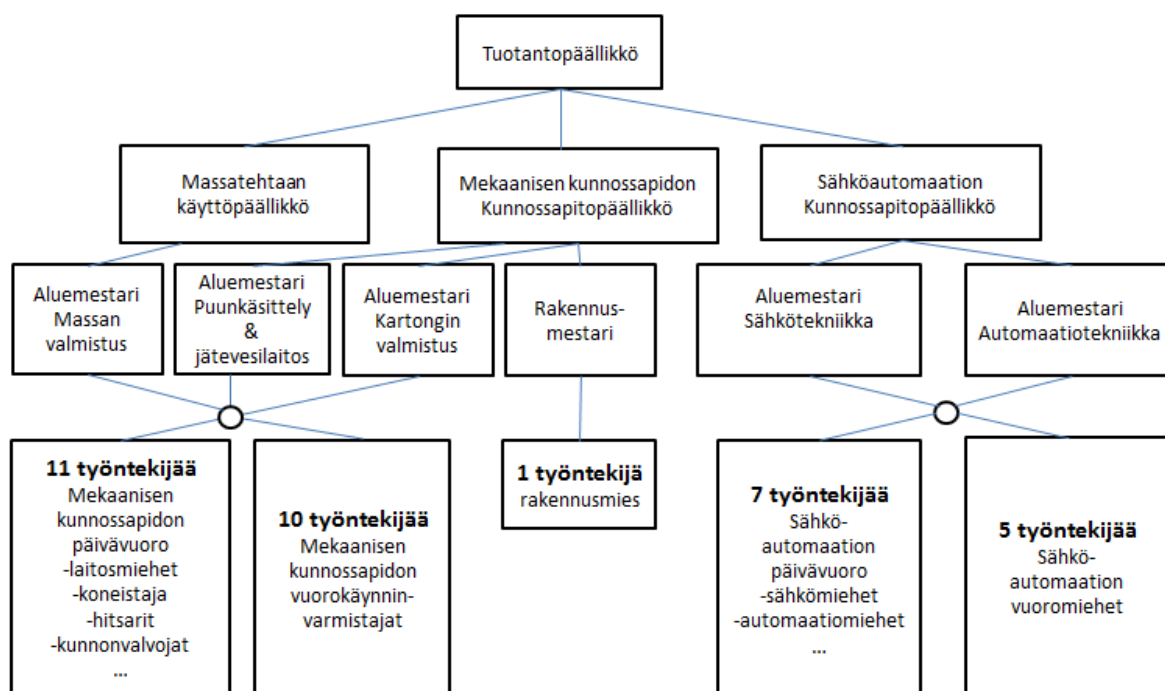
Savon Sellun toiminnanohjausjärjestelmänä toimii SAP R/3, jonka kunnossapito osio (PM) auttaa tuotantolaitteiden ja tuotantotilojen kunnossapidon suunnittelussa ja hallinnassa. Kunnossapitojärjestelmä sisältää apuvälineitä vuosihuoltojen ja hätäkorjausten toteuttamiseen. Kunnossapito on myös suoraan yhteydessä materiaalihallintaan, koska lähes jokainen kunnossapitotoiminto tarvitsee materiaaleja.

Savon Sellun kartonkitehtaan kunnossapito jakaantuu mekaaniseen kunnossapitoon ja sähköautomaatiokunnossapitoon. Mekaanisen kunnossapidon kunnossapitopäällikkö vastaa tuotantopäällikölle omasta alueestaan ja sähköautomaation kunnossapitopäällikkö omastaan. Mekaanisessa kunnossapidossa tehtaan eri alueilla ovat omat aluemestarinsa. Aluemestareiden vastualueet jaetaan puunkäsittelyyn, massanvalmistukseen ja kartonginvalmistukseen. He vastaavat omilla vastualueillaan päivittäisestä työnjohdosta, ennakkohuollosta, kunnonvalvonnasta, työnsuunnittelusta ja aikataulutuksesta. Rakennusmestari vastaa kaikista rakennusteknisistä töistä ja niiden järjestämisestä. Sähköautomaation puolella on sähkötekniikan aluemestari ja automaatiotekniikan aluemestari, jotka vastaavat omista aloistaan. (Riikonen, 2016)

Mekaanisen kunnossapidon päivävuoressa on 11 työntekijää. Tehtaan eri osa-alueilla on omat laitosmiehensä, jotka tekevät päivittäiset laitosmieskierroksensa. Kierroksillaan he tarkkailevat laitteiden kuntoa ja tekevät tarvittaessa kunnossapitoilmoituksia. Laitosmiehet huolehtivat myös osan oman alueensa käynnin aikaisista ennakkohuoltotöistä. Mekaanisen kunnossapidon päivävuoressa on myös koneistaja, hitsareita, käynninvarmistajia sekä kunnonvalvoja. Sähköautomaatiopuolen kunnossapidon päivävuoressa työskentelee seitsemän henkilöä. (Riikonen, 2016)

Kunnossapidossa työskentelee myös vuorotyöntekijöitä, joita on mekaanisella puolella yhteensä kymmenen. Näistä vuorotyöntekijöistä kaksi on kerrallaan vuorossa. He pyrkivät varmistamaan tuotannon häiriöttömän käynnin vuorokauden ympäri ja he ovat ensimmäisenä paikalla kun prosessiin tulee häiriö. Sähköautomaation puolella on yhteensä viisi vuorotyöntekijää, joista yksi on koko ajan vuorossa vastaamassa yllättävistä sähkö- tai automaatiovioista. (Riikonen, 2016)

Tehtaan voimalalla on oma kunnossapito-organisaationsa, jota ei käsitellä tässä yhteydessä. Kuvassa 3 on esitetty kartonkitehtaan organisaatorakenne. (Riikonen, 2016)



KUVA 3 Savon Sellun kartonkitehtaan kunnossapito-organisaatio (Riikonen, 2016)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Kunnossapidon määritelmät

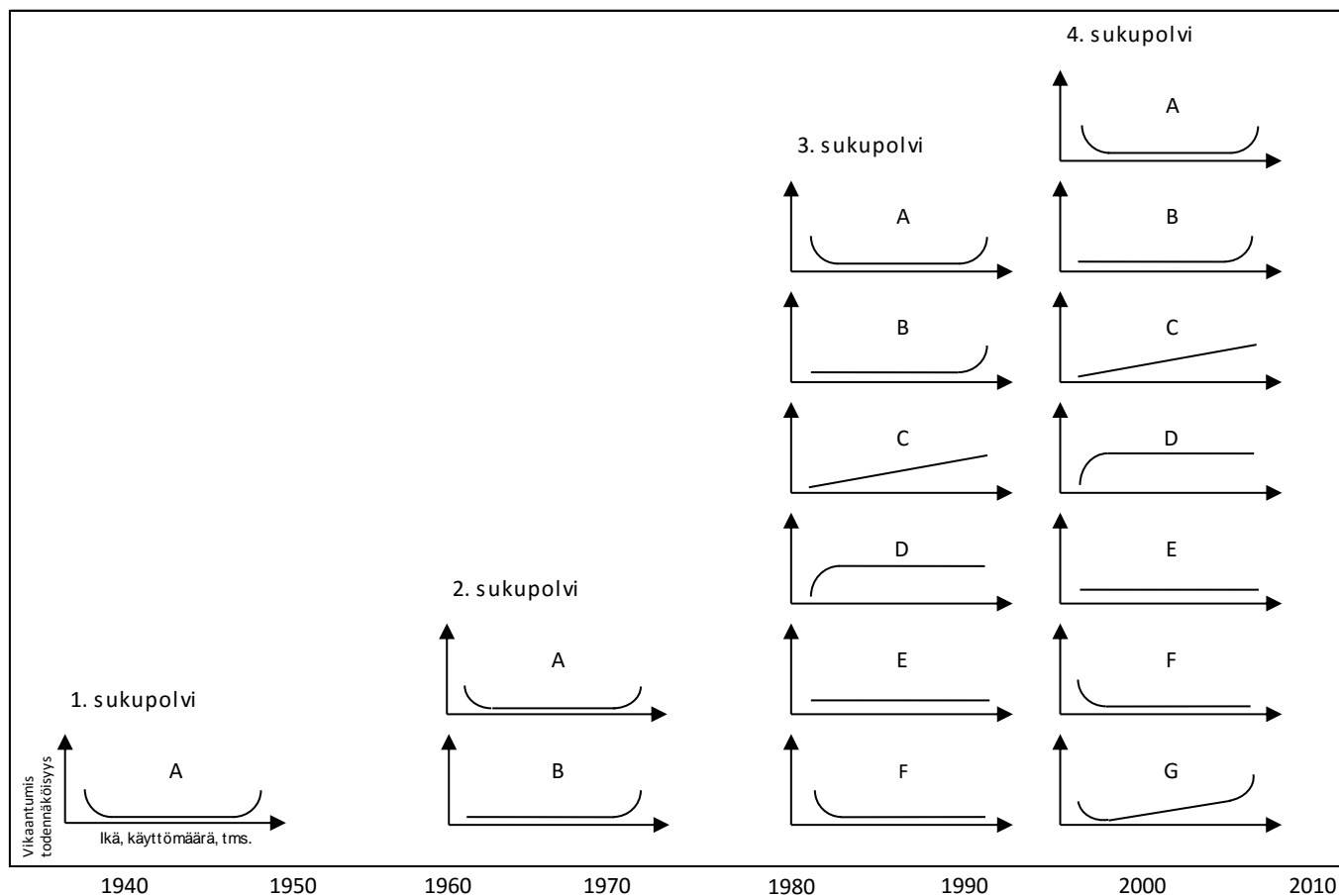
Standardissa PSK 6201 kunnossapito määritellään seuraavasti: "Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana." (PSK 6201, 1994)

Eurooppalainen standardi SFS-EN 13306 määrittelee kunnossapidon seuraavasti (suom. Järviö 2008): "Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisesta teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon."

Tunnettu alan edelläkävijä John Moubray määrittelee kunnossapidon seuraavasti (Moubray 1992): "Kunnossapidolla varmistetaan, että laitteet jatkavat sen tekemistä, mitä käyttäjät haluavat niiden tekevän". "Ensure that physical assets continue to do what their users want them to do". (Mikkonen;ym., 2009)

3.2 Historia ja kehittyminen

Niin kauan kun ihminen on käyttänyt koneita, on ollut olemassa myös jonkin asteista kunnossapitoa. Varhaisin kunnossapito on ollut lähinnä redundanttista varmistamista (kaksinkertaistamista), eli laitteet huollettiin tai korjattiin vikaantumisen jälkeen. Tästä on kuitenkin tultu paljon eteenpäin ja nyt voidaankin kunnossapito jakaa neljän sukupolven kuvan 4 mukaisesti. (Järviö;ym., 2007)



KUVA 4 kunnossapitosukupolvien vikaantumismekanismit (Lehtiö;ym., 2012)

3.2.1 Ensimmäinen sukupolvi

Vikaantuneita koneita voitiin pitää seisokissa, koska koneet suorittivat yleensä yhtä tehtävää ja olivat täten varsin yksinkertaisia. Tavallisin vikaantumisen mekanismi olikin ajasta johtuva vikaantuminen, eikä laitteilla ollut lastentauteja. Tähän aikaan koneet valmistettiin suurella varmuuskertoimella, jolla kompensoitiin mitoituksen laskennallista epätarkkuutta. (Järviö;ym., 2007)

3.2.2 Toinen sukupolvi

Kunnossapidon toinen sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin. Vanhanaikaisten tuotantolaitosten tuotantokapasiteetti ei riittänyt, joten tuotantokapasiteettia lisättiin luomalla useita koneita sisältäviä tuotantolinjoja, sekä lisäämällä tehtaan koneautomaatiota. Yritysten kannattavuus tuli siis riippuvaiseksi koneiden käytön tehokkuudesta. (Järviö;ym., 2007)

Monimutkainen laitteisto saattoi vikaantua aikariippuvaisesti, mutta laitteistoissa oli myös ns. lastentauteja. Lisääntynyt monimutkaisuus lisäsi myös kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tämän

tuloksena syntyi ehkäisevä kunnossapito, joka aluksi oli lähinnä jaksotettua huoltoa. Kustannusten kasvaessa alettiin kunnossapitoa suunnitella ja johtaa, millä pyrittiin saamaan resurssien käytön kustannukset siedettävälle tasolle sekä lisäämään koneiden käytinvarmuutta. (Järviö;ym., 2007)

3.2.3 Kolmas sukupolvi

Kolmas sukupolvi käynnistyi 1970-luvulla. Juuret tälle muutokselle ovat amerikkalaisten avaruusprojektissa, joka johti uusien menettelytapojen käyttöönottoon myös teollisuudessa. Kehitys johti mekaniismien ja automaation lisääntymiseen, mikä taas luonnollisesti lisäsi riippuvuutta koneista. Nopeasti kehittyvässä maailmassa uusien teknologioiden omaksuminen ja käyttöönotto oli kriittinen menestystekijä yrityksille. Kilpailua lisäsivät globaalit markkinat ja japanilaiset yritykset. Toimintoja tehostettiin JIT toimintamallilla, jolla pyrittiin vähentämään välivarastointia ja tuotantoon sitoutunutta pääomaa. (Järviö;ym., 2007)

Monimutkaistuneet tuotantoprosessit, jotka käyttivät useita teknologioita, loivat uusia vikaantumismalleja, jotka olivat riippumattomia ajasta ja käytön määrästä. (Järviö;ym., 2007)

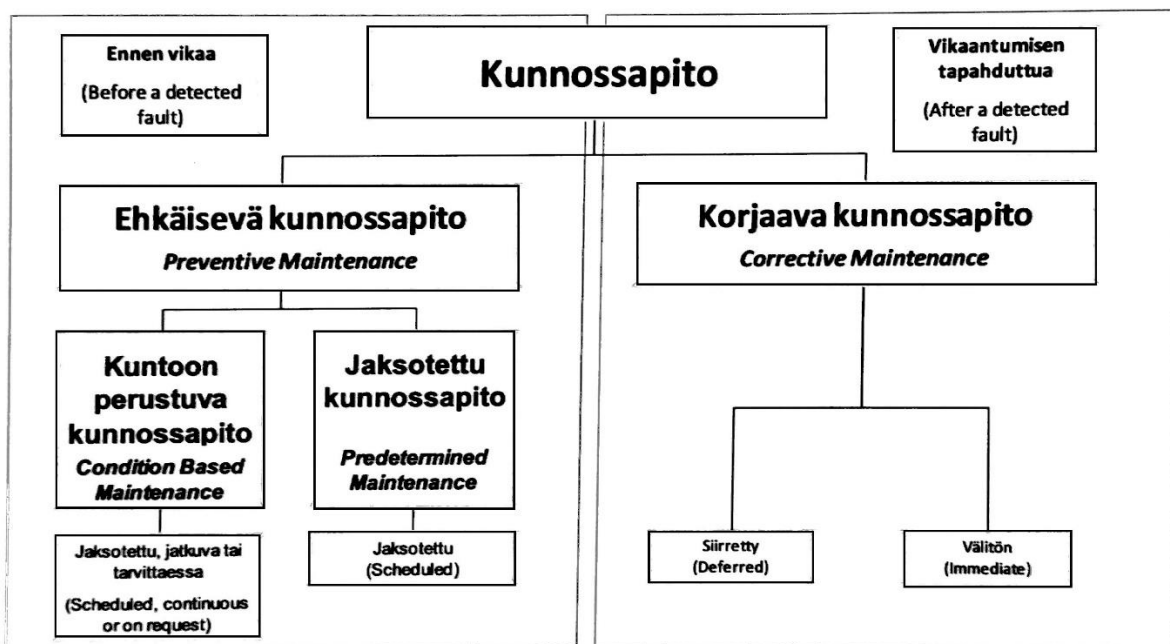
3.2.4 Neljäs sukupolvi

Kunnossapidon neljännelle sukupolvelle ovat ominaista kalliit tuotantokoneet, jotka sisältävät paljon integroituja toimintoja, sekä automaatiota. Uusien teknologioiden (elektroniikka, pneumatiikka ja tekoäly) kompleksiset tuotantovälineet muuttavat kunnossapitäjien vaatimuksia. Käyttöön on otettu monia työkaluja, jotka osaltaan helpottavat laitteistojen käynnin- ja kunnonseurainta. Käynninvalvontaa suoritetaan erilaisilla sensoreilla, täten laitteita voidaan seurata etävalvontana, eikä käyttäjän tarvitse välttämättä olla koneen vieressä. Uusien käynnin- ja kunnonvalvontamenetelmien tultua käyttöön, ovat kunnossapitäjien osaamisvaatimukset lisääntyneet, niin laajuudeltaan kuin syvyydeltäänkin. Uudet teknologiat ovat mahdollistaneet myös etävalvonnan. Se tuo huippuasiantuntijuuden sellaisiin paikkoihin, jonne sitä ei ole ennen voitu tarjota. Lisääntynyt tiedonkeruu mahdollistaa tarkempien ennustuksien tekemisen, mutta lisääntynyt tiedon määrä luo myös hallinnallisia vaikeuksia. Hallintaa helpottamaan syntyivät kunnossapidon tietojärjestelmät. (Järviö;ym., 2007)

3.3 Kunnossapitolajit

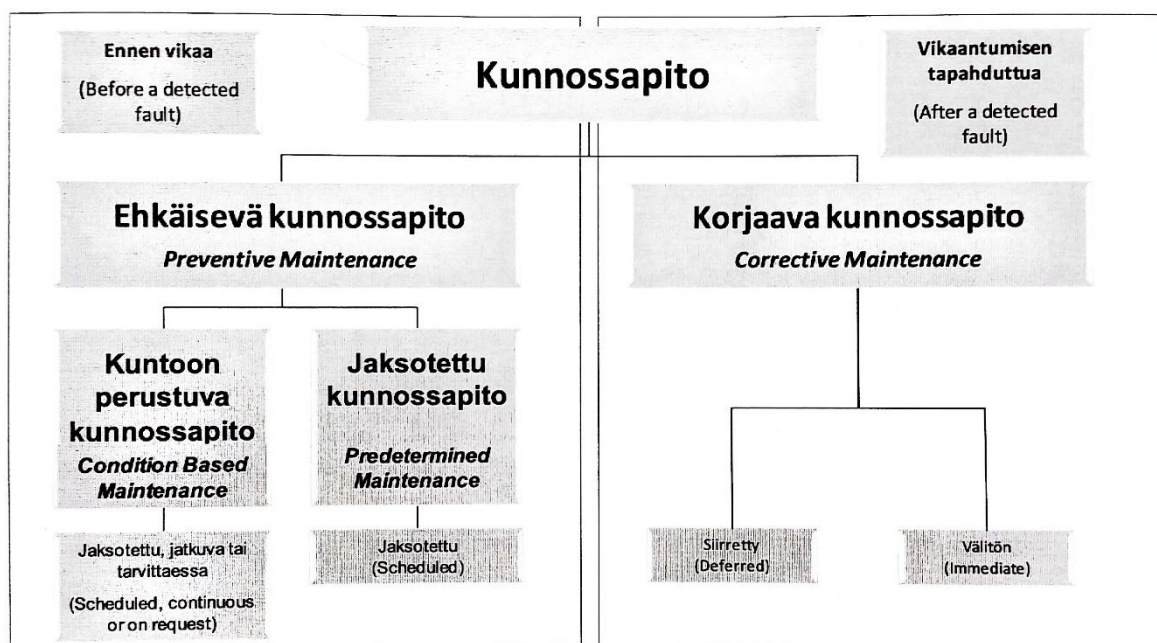
3.3.1 Jaottelut

SFS-EN 13306 jakaa toimenpiteen nimityksen vian havaitsemistavan mukaan. Vika määriteltiin aikaisemmin sellaiseksi tilaksi, jossa laite ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Tämä aiheuttaa sen, että ehkäisevään kunnossapitoon laskettiin kaikki ne toimenpiteet, jotka suoritettiin ennen laitteen vikaantumista.



KUVA 5 Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306)

PSK7051 jakaa kunnossapitolajit suunniteltujen huoltojen ja häiriökorjausten mukaan.



KUVA 6 Kunnossapitolajit (PSK 7501)

3.3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito korjaa kohteen käyttökuntoon joko suunniteltuna kunnostuksena tai suunnitelmattomana häiriökorjauksena. Se sisällyttää seuraavat toimet:

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- korjaus

- väliaikainen korjaus
- toimintakunnon palauttaminen

(Järviö;ym., 2007)

3.3.3 Huolto

Huollosta puhutaan kun kohteen käyttöominaisuuksia ylläpidetään tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vikaantumista tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määräajoin. Huoltovälien pituus määräytyy käyttöajan tai käyttömäärän mukaan, huomioon ottaen olosuhteiden ja rasituksen lisäkuormitus. Jaksotettuhuolto pitää sisällään seuraavat toimet:

- toimintaedellytysten vaaliminen, käytön suorittama kunnossapito
- puhdistus
- voitelu
- huoltaminen
- kalibrointi
- kuluvien osien vaihtaminen
- toimintakyvyn palauttaminen

(Järviö;ym., 2007)

3.3.4 Ehkäisevä kunnossapito

SFS-EN 13306:2010 standardi määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti: ”Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä.”

PSK 6201:2011 standardi määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti: ”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.”

Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä. Ehkäisevän kunnossapidon päämäärä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai laitteen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on aikataulutettua tai jatkuvaa ja sitä voidaan tehdä säännöllisesti tai vaa-dittaessa. Tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu:

- tarkastaminen
- kunnonvalvonta
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi

Kunnonvalvonnan avulla voidaan koneen tilaa tarkkailla ja etsiä oireilevia vikoja. Näiden havaintojen perusteella voidaan todeta kohteen olevan toimintakunnossa. (Järviö;ym., 2007)

Ehkäisevä kunnossapito (Preventive Maintenance, PM)	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikkoutumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä
Jaksotettu kunnossapito (Scheduled Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään
Jaksotettu kunnostaminen (Predetermined Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä). Koneen kunto ei vaikuta tehtäviin toimenpiteisiin
Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition Based Maintenance)	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai tehdään vaadittaessa
Ennakoiva kunnossapito (Predictive Maintenance)	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä. Joskus käytetään myös ennustava kunnossapito.
Korjaava kunnossapito (Corrective Maintenance)	Korjaava kunnossapito; suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus on palauttaa toimintakunto
Etäkunnossapito (Remote Maintenance)	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa
Siirretty kunnossapito (Deferred Maintenance)	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti)
Välitön kunnossapito (Immediate Maintenance)	Välitön kunnossapito; suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältetään hyväksymättömiltä seurauksilta
Käynninaikainen kunnossapito (On Line Maintenance)	Käynninaikainen kunnossapito
Lähikunnossapito (On Site Maintenance)	Paikanpäälle tehtävä kunnossapito (samassa paikassa kuin kohde)
Käyttäjän kunnossapito (Operator Maintenance)	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito

KUVA 7 Kunnossapitolajit lyhyesti SFS-EN 13306

4 KUNNOSSAPITOSTRATEGIA

Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana on kunnossapitoon kehitetty runsaasti erilaisia toimintastrategioita ja filosofioita. Merkittävimmiksi näistä ovat nousseet:

TPM = *Total productive maintenance*, eli tuottava kunnossapito.

RCM = *Reliability centered maintenance*, eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito.

SRCM = *Streamlined reliability centered maintenance*, mikä tarkoittaa virtaviivaistettua luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa.

Toimintamallit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan:

1. Six Sigma ja muut laatujohdannaiset strategiat
 - a. keskittyvät tekemään työtehtävät ensimmäisellä kerralla oikein
2. TPM eli tuottava kunnossapito
 - a. motivoi käyttäjää huolehtimaan koneestaan ja rakentamaan yhteistyötä yritysten muiden osastojen kanssa.
3. RCM ja SRCM
 - a. jotka pyrkivät tehokkaiden kunnossapitostrategioiden valintaan.

4.1 Six Sigma

Six Sigma-ohjelmassa etsitään tarkastettavalle prosessille, tuotteelle tai palvelulle inputit. Yksittäisille prosesseille määritellään yksiselitteiset ylä- ja alavalvontarajat (UCL, upper control limit ja LCL, lower control limit), joiden haarukkaan ulostulo sopii.

Yrityksen sigma-taso määritetään kaikkien merkittävien prosessien ja niiden tuotteiden sigma-tasojen keskiarvona. (Järviö;ym., 2007)

Six Sigma on levinnyt teknisesti vaativiin teollisuuksiin esimerkkinä elektroniikkateollisuus. Osittain tämä johtuu siitä, että Six Sigma menetelmän ensimmäinen kehittäjä oli Motorola. Menetelmän yleistymistä ovat auttaneet merkittävästi maailman parhaaksi yritykseksi mainittu General Electrics sekä Nokia Oyj.

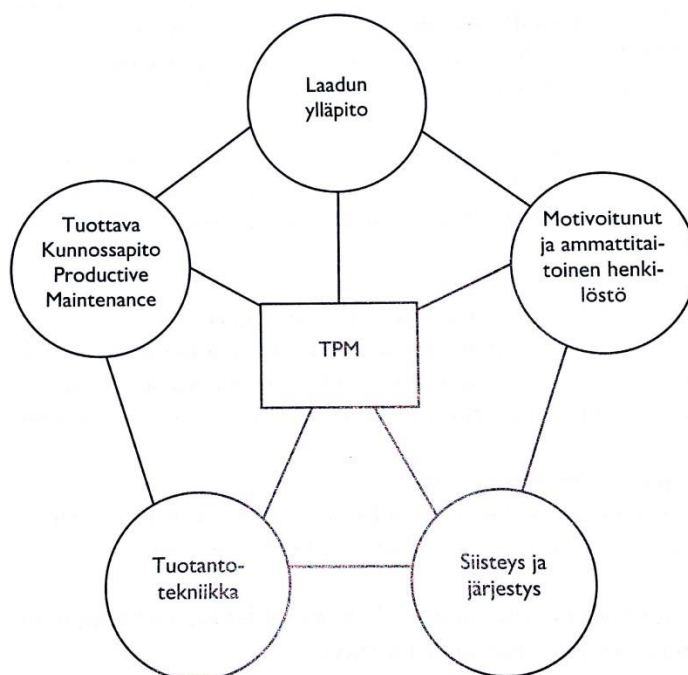
TAULUKKO 1 Huonon laadun kustannus sigmatasoin

Sigmataso	Saanto- %	Virheellisiä tuotteita (Virhettä / miljoona)	Huonon laadun kustannus (Myynnistä / %)
6	99,99966	3,4	< 1
5	99,977	233	5 – 15
4	99,38	6210	15 – 22
3	93,3	66 807	25 - 40

2	69,1	308 537	> 40
1	30,9	690 000	

4.2 TPM

TPM-prosessin avainsanoman mukaan tulee tuotannolle kriittiset laitteet pitää optimikunnossa, niin että suorituskyky pysyy maksimaalisena. Tämä on mahdollista silloin, kun tehtaiden ja laitteiden käyttöhenkilökunta on henkilökohtaisesti ja suoraan vastuussa, että näin tapahtuu.



KUVA 8 Tuottavan kunnossapidon osatekijät (Mikkonen;ym., 2009)

4.3 RCM

RCM kehitettiin siviili-ilmailun tarpeisiin 1960-luvun lopulla, mutta nykyään sitä käytetään monella teollisuudenalalla kuten esim. ydinvoimalateollisuudessa. RCM perustuu päätöslogiikkapuhun, jonka antamat tulokset perustuvat tunnettuihin vikaantumismekanismeihin ja niiden aiheuttamiin vaikutuksiin. Vaikutukset voidaan jakaa turvallisuuteen, käyttöön ja talouteen. Päätöslogiikkapuu johtaa lopulta tietoon siitä, onko yksittäinen kunnossapitotehtävä välttämätöntä tehdä. (Järviö;ym., 2007)

RCM-prosessin läpi vieminen koostuu seitsemästä perusaskelista:

1. Määritellään laitteiden toiminnot ja tehokkuusvaatimukset
 - a. sekä primääriset, että sekundääriset
 - b. määritellään vaatimustaso näille
2. Määritellään toiminnalliset viat
 - a. eli miten laite voi epäonnistua tuottamaan kohdassa 1 määritellyn toiminnon

3. Selvitetään vikaantumismallit
 - a. Mitkä erilaiset vikaantumismekanismit voivat johtaa siihen, että toiminnallinen vika syntyy
 - b. vikaantumismalleja mietittäessä on esimerkiksi otettava huomioon normaali ikääntyminen, mutta tarvittaessa myös käyttövirheet ym.

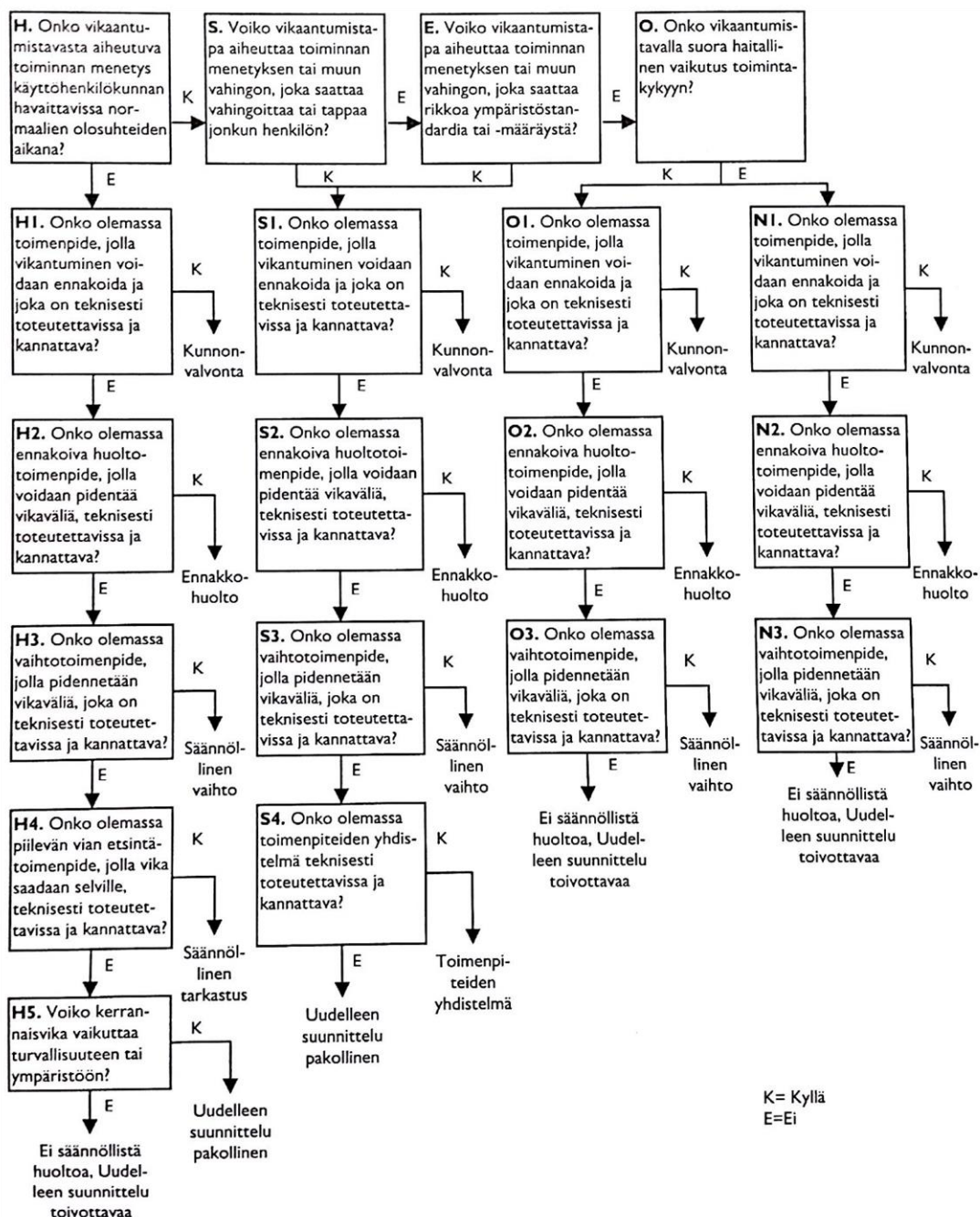
4. Selvitetään vian vaikutukset
 - a. miten vikaantuminen ilmenee
 - b. kohdat 3 ja 4 saadaan yleensä vika- ja vaikutusanalyysin tuloksena

5. Määritellään vian seuraukset ja jaetaan ne RCM:n mukaan neljään kategoriaan käyttäen RCM:n päätöksentekologiikkaa
 - a. piilevät seuraukset
 - b. turvallisuus- tai ympäristövaikutukset
 - c. toiminnalliset vaikutukset
 - d. ei toiminnalliset vaikutukset

6. Määritellään ennakoivat toimenpiteet kohdan 5 perusteella käyttäen RCM:n päätöksentekologiikkaa
 - a. säännöllinen huolto
 - b. säännöllinen vaihto
 - c. kunnon perusteella tapahtuva vaihto

7. Määritellään korjaavat toimenpiteet kohdan 5 perusteella käyttäen RCM:n päätöksentekologiikkaa
 - a. säännölliset tarkastukset
 - b. uudelleensuunnittelu
 - c. ei huoltoa.

(Mikkonen;ym., 2009)



KUVA 9 RCM-päätöskaavio (Mikkonen;ym., 2009)

5 VIKA JA VIKAAANTUMINEN

5.1 Vikaantumisen

Vikaantuminen on tapahtuma, jonka ilmetessä kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminta päättyy, eli siis syntyy vikatila. Standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan toiminta on äkillistä, mutta toiminnan kuvaaminen äkilliseksi selittyy sillä, että kyseessä on sähkölaiteteollisuuden yhteistyöelimen laatima standardi. (Lehtiö;ym., 2012)

5.2 Vika

SFS-EN 13306:2010 määrittelee vian seuraavasti: Vika (fault) on tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa, pois lukien tilanne, jossa kohde on toimintakyvytön joko ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisten resurssien puutteen takia. (Lehtiö;ym., 2012)

5.3 Vikaantumisen luokittelu

Alla on esitetty SFS-EN 13306:2010 mukainen vikaantumisten luokittelu.

Vika: kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminta päättyy.

Vikamuoto: tapa, jolla kohteen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminta ilmenee.

Vikaantumissy: olosuhteet määrittelyjen, suunnittelun, valmistuksen, asennuksen ja käytön tai kunnossapidon yhteydessä, jotka ovat johtaneet vikaantumiseen.

Kulumisesta johtuva vikaantuminen: vikaantuminen, jonka todennäköisyys kasvaa käyttöajan, käytön määrän ja rasittavuuden vaikutuksesta.

Huononeminen: vikaantuminen, jonka todennäköisyys kasvaa kalenteriajan myötä.

Yhteisestä syystä vikaantuminen: usean kohteen vikaantuminen, joka johtuu samasta välittömästä syystä, mutta ilman keskinäistä syy-seurausvaikutusta.

Välitön vikaantuminen: kohteen vikaantumiseen ei ole vaikuttanut välittömästi tai välillisesti toisen kohteen vikaantuminen tai vika.

Välillinen vikaantuminen: kohteen vikaantumien, minkä on aiheuttanut välittömästi tai välillisesti toisen kohteen vikaantuminen tai vika.

Äkkivikaantuminen: vikaantuminen, jota ei osattu ennakoida etukäteen tapahtuvalla tarkastamisella tai valvonnalla.

Piilevä vikaantuminen: vikaantuminen, jota ei ole havaittu normaalin käytön yhteydessä.

Vikaantumismekanismi: fyysinen, kemiallinen tai muu prosessi, joka on johtanut vikaantumiseen.

Vakavuus: vikaantumisen tai vian oletetut tai todelliset haittavaikutukset.

Kriittisyys: vika tai eri vikojen vakavuutta ja esiintymistodennäköisyyttä tai – taajuutta käsittelevä numeerinen arvo.

Vikaantumiskriteerit: ennalta määritetyt ehdot, joiden perusteella vikaantuminen hyväksytään sitovasti todistetuksi.

(Lehtiö;ym., 2012)

5.4 Vikojen luokittelu

Seuraavassa on esitetty vikojen luokittelu standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan.

Vika: tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa täydellisesti pois lukien ehkäisevän kunnossapidon, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisten resurssien puutteesta johtuvan toimintakyvyttömyyden takia.

Vian peittyminen: tilanne, jossa kohteen osassa on vika, joka ”peittyy” toisen itse kohteessa tai sen osassa olevan vian johdosta.

Piilevä vika: olemassa oleva vika ei ole havaittavissa

Osittainen vika: vian seurauksena kohde pystyy suorittamaan vain osan vaadituista toiminnoista
(Lehtiö;ym., 2012)

5.5 Vikojen kehittyminen

Oikein suunniteltu ja valmistettu laite, jota ylläpidetään, käytetään oikealla tavalla ja oikeissa olosuhteissa, on rikkoontumaton laite.

Laitteen viat syntyvät aina jonkin syntymis- ja kehittymismekanismien kautta. Vikatilaa voidaankin pitää pitkän kehitysketjun viimeisenä lenkinä. Vauriot voidaan pitää pieninä, kun tunnetaan vikaantumisketju ja siihen päästään kiinni mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tämä osaltaan vähentää kunnossapidon kokonaismäärää.

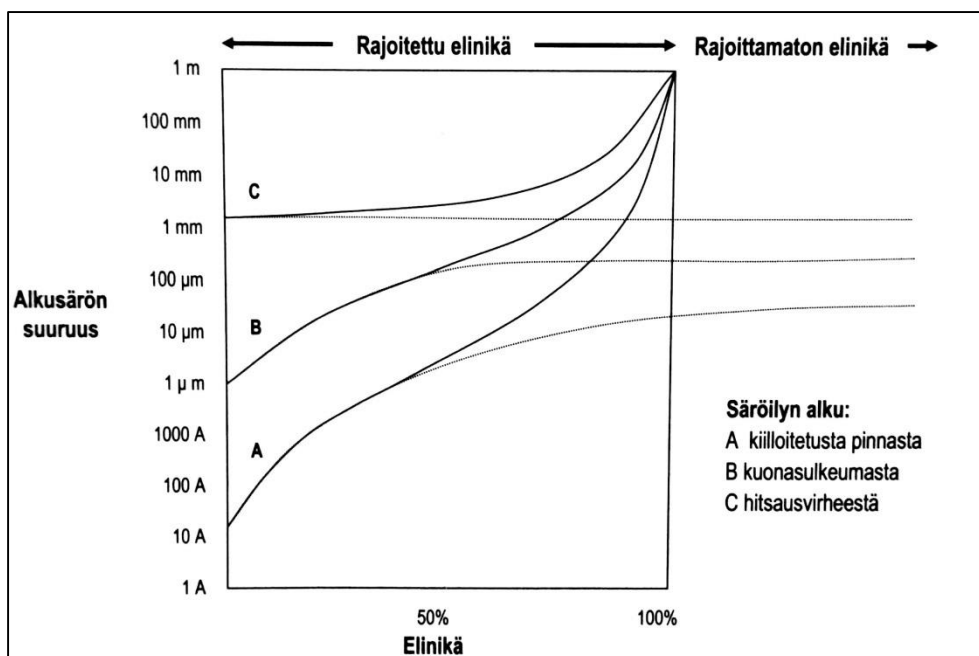
Kunnossapidon tärkein tehtävä on estää vikaantuminen, eikä niinkään korjata vikoja tehokkaasti. Kunnossapito-organisaation tärkein tehtävä on ehdottomasti vähentää kunnossapitoa, vasta sen jälkeen tulee kunnossapidon tekeminen tehokkaasti.

Ajatusmalli tulee ymmärtää siten, että kukaan ei tahallaan riko laitteitaan, vaan toimii tarkan tietämyksen puuttuessa käyttäjäkohtaisten totuttujen tapojen, säätöjen ja uskomusten mukaan.

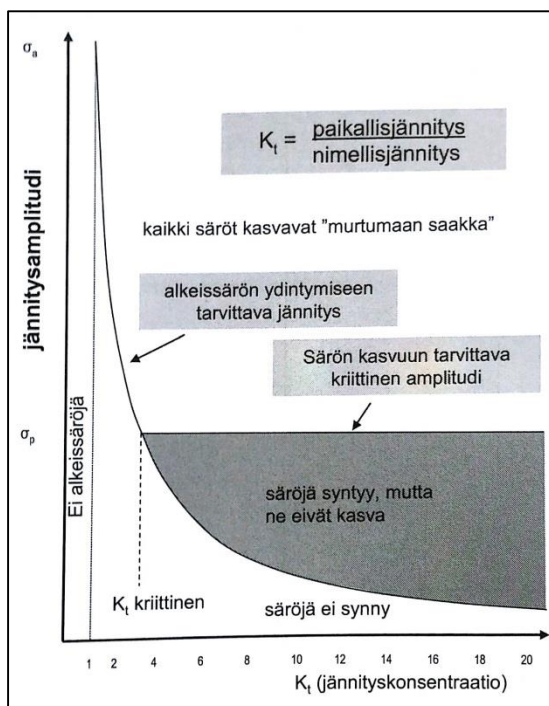
(Lehtiö;ym., 2012)

5.5.1 Rakenteiden väsyminen

Teräsrakenteet suunnitellaan yleensä haluttuun rajoitettuun elinaikaan. Otettaessa rakenne käyttöön siinä alkaa heti tapahtua säröilyä. Säröjen kehittyminen riippuu pinnanlaadusta (KUVA 10), käytön määrästä ja rasittavuudesta (KUVA 11). (Lehtiö;ym., 2012)

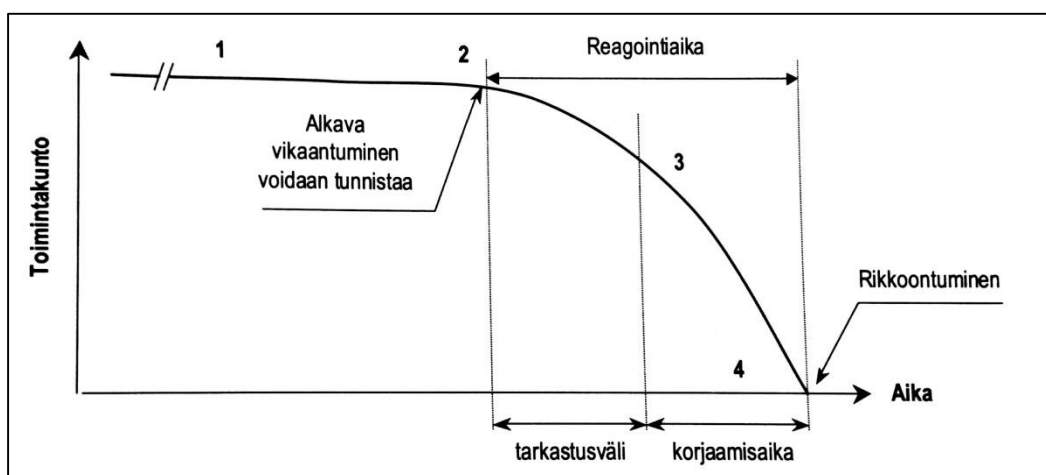


KUVA 10 Teräsrakenteen säröytyminen (Lehtiö;ym., 2012)



KUVA 11 Säröjen syntyminen (Lehtiö;ym., 2012)

Point Failure, eli PF-käyrällä (KUVA 12) voidaan visualisoida laitteen elinaikana tapahtuvan vian kehitymistä alkavasta vikaantumisesta rikkoontumiseen. Mikäli laitteen vikaantuminen toistuu samantyyppisenä ja hitaana, jää vian tunnistamisen ja rikkoontumisen väliin riittävästi reagointiaikaa suunnitella korjaavat toimenpiteet. (Lehtiö;ym., 2012)



KUVA 12 Vikaantumisen eri vaiheet (Lehtiö;ym., 2012)

5.6 Vikojen esiintyminen

RCM – asiantuntija John Moubray jaottelee vikojen esiintymisen seuraavasti. 10 - 20 % vioista on ennustettavissa olevia vikoja, 30 - 40 % vioista on oireiden perusteella ajoissa löydettävissä olevia vikoja ja loppuja vikoja ei voida ennakoita. Mikäli uskotaan, että ennustettavuus on suurempi. Päätetään todennäköisesti tekemään 40 - 70 % ylimääräistä kunnossapitoa. (Lehtiö;ym., 2012)

TAULUKKO 2 Kunnossapitolajin valinta vikatavan mukaan

Mekanismi	Vian syntyminen	Esiintyminen	Kunnossapitolaji
A, B, G D, E, F	Vian syntymishetkeä ei voida päätellä, mutta vika kehittyy hitaasti, jolloin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä, ennen kuin vika pysyttää koneen	n. 30–40 %	EH & korjaava CD, CDI
A, B, C, G	Vikaantumisen riippuu käytöstä	n. 10 % (10–20 %)	EH & korjaava TD, TDI
D, E, F	Vikaantumista ei voida ennakoida	lopun	EH*, korjaava FF, RTF

Kunnossapitolajien lyhenteet (Taulukko 2) ovat:

<i>EH</i>	ehkäisevä kunnossapito
<i>CD</i>	kuntoon perustuva kunnossapito
<i>CDI</i>	kuntoon perustuva purkava kunnossapito
<i>TD</i>	jaksotettu kunnossapito
<i>TDI</i>	jaksotettu purkava kunnossapito
<i>FF</i>	vian etsintä
<i>EH*</i>	jos valinta on taloudellisesti perusteltavissa
<i>RTF</i>	vain huolto, ajetaan rikkoontumiseen asti

5.7 Vikaantumisen syyt

Japanilaisen TPM-toimintamallin mukaan vikaantumiselle on olemassa viisi pääsyitä:

1. Laitteita ei käytetä oikealla tavalla: oikeita tapoja ei joko tunneta tai suhtautuminen ei ole oikea. Työtä saatetaan jakaa liian suoraan käyttäjän ja korjaajan aseman mukaisesti. Laitteiden käyttäjän kyllä havaitsevat oirehtivien vikojen aiheuttamia seurausilmiöitä, mutta he eivät ryhdy toimenpiteisiin, koska laitteen käyttäjän toimenkuvaan ei kuulu korjaaminen. Raportointi saattaa olla työlästä ja osaaminen kehnonpuoleista.
2. Käyttäjien ja kunnossapitajien ammattitaito on liian kapea (keskittyy korjaamisiin). Tarkastuksessa ei huomata oirehtivia vikoja, vian oireet tulkitaan väärin sekä laitetta käytetään ja kunnossapidetään jopa väärin. Useimmiten väärinkäyttö on tahatonta ja hyvässä uskossa tehtyä, joten sitä on vaikea huomata.
3. Laitteen ikääntymisen myötä esiintyvää toimintakyvyn heikkenemistä ei havaita tai korjata tai se hyväksytään. Toimintakyvyn muutokset sekä vähittäisvikaantuminen ovat vaikutuksiltaan hyvin pieniä ja muutokset selviävät vain vertailemalla.

4. Laitteen käyttöolosuhteet eivät ole optimaaliset. Lika saattaa esimerkiksi aiheuttaa lämpenemistä tai pienentää liikeratoja ja ylimääräiset varastot tukkivat pääsyn tarkastuspisteiden luokse
 5. Laitteen suunnittelussa ei ole riittävästi huomioitu todellista käyttöä ja käyttöolosuhteita. Toisaalta laite saattaa olla siirretty muualta, jolloin alkuperäinen käyttötarkoitus on muuttunut.
- (Lehtiö;ym., 2012)

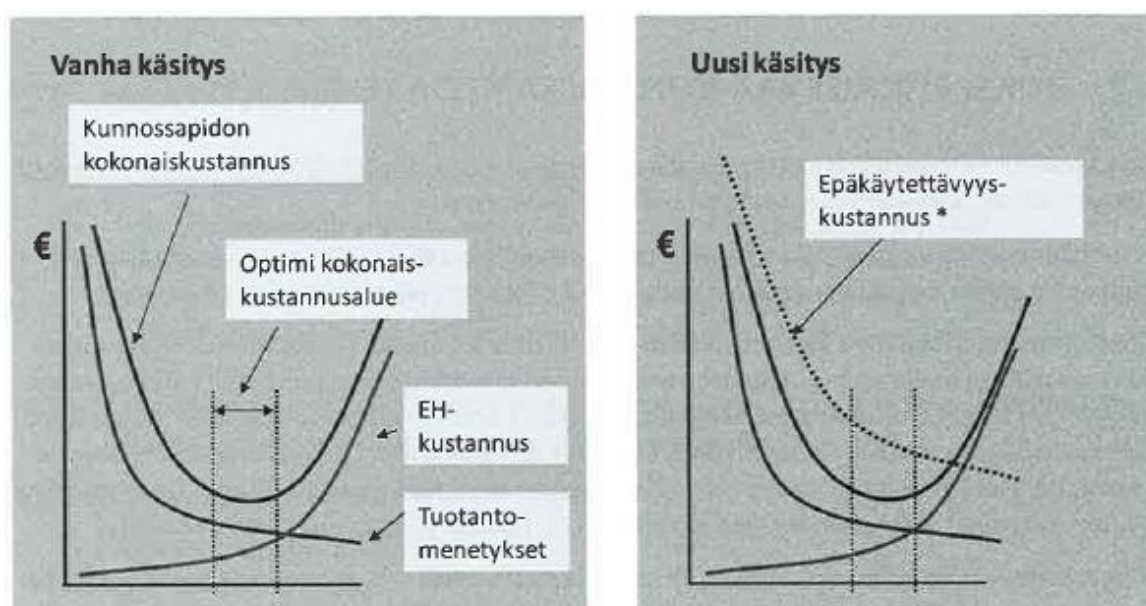
6 EHKÄISEVÄ KUNNOSSAPITO

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin voidaan prosessien luotettavuus asettaa tasoon täysin varma. Tavanomaisessa teollisuudessa tällaisen varmuustason tavoittelu saattaa olla liian kallista, jolloin tavoiteltava luotettavuustaso asetetaan matalammalle. Luotettavuustason ”korkeus” on siis taloudellinen asia. Jos prosessin vikaantuminen aiheuttaa turvallisuuteen tai ympäristöön kohdistuvia riskejä, on nämä arvioitava, vaikka riskin arviointi pelkästään euroina ja sentteinä on vaikeaa ja moraalisesti arveluttavaa. (Järviö;ym., 2007)

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus määrittelee sen, kuinka hyvin kunnossapitoa voidaan suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen. Hyvän kunnossapidon tunnistaakin siitä, että noin 80 % työkuormasta on tiedossa jo noin kolme viikkoa etukäteen. Tällöin toimenpiteet voidaan suunnitella, varaus ja tarvikkeet ostaa ja aikatauluttaa työt siten, että ne mahdollisimman vähän haittaavat tuotantoa. (Lehtiö;ym., 2012)

Ennakoiva kunnossapito käsittää seuraavat, säännöllisesti tehtävät toimenpiteet:

- vikaantumisen aiheuttavien syiden tai olosuhteiden havainnointi ja tarkkailu.
- kaikki ne toimenpiteet, joita suoritetaan, jotta kone pystyisi toimimaan suunnitellulla tavalla. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. voiteluhuollon suorittaminen, koneen rakenteiden ylläpito (liitosten kireys ja osien linjaukset), sekä koneen toimintaympäristön siistinä pitäminen.
- alkaneen vikaantumisen havaitseminen ja korjaaminen ennen kuin vika pysäyttää koneen. Tähän sisältyy myös suunniteltu korjaava kunnossapito.



KUVA 13 Ehkäisevän kunnossapidon optimointi (Lehtiö;ym., 2012)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu neljästä elementistä:

- toimintaolosuhteiden vaalimisesta
- tarkastuksista
- suunnitellusta korjaamisesta
- modernisoinneista.

Pääsääntöisesti ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua säännöllistä toimintaa, jota tehdään koneen käydessä sekä erilaisten, seisokkien, myös häiriöseisokkien yhteydessä. Ehkäisevään kunnossapitoon voitaisiin sisällyttää myös parantava kunnossapito sekä vikojen analysointi, koska niidenkin tavoitteena on vikaantumisen vähentäminen. Näin ei kuitenkaan kannata tehdä, koska parantava kunnossapito ja vikojen analysointi ovat luonteeltaan kertaluonteisia investointitöitä.

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu myös ennustava kunnossapito, jossa erilaisin mittauksin pyritään selvittämään koneen ja sen osien kuntoa. Tällaisia mittaavia tekniikoita ovat värähtelyanalyysit, öljyanalyysit ja IR -kuvaus.

Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- Ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Tämä ehto vastaa myös kysymykseen, kuinka paljon ehkäisevää kunnossapitoa on järkevää tehdä
- Kohteelle ja ehkäistävälle vikamuodolle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä.

(Lehtiö;ym., 2012)

7 KUNNONVALVONTA JA KUNNONVALVONTAMENETELMÄT

Koneiden ja laitteiden vikaantuvat komponentit, todennäköiset vikaantumismekanismit määrittävät ne kunnonvalvontatekniikat ja -menetelmät sekä valvottavat suureet, joita kunnonvalvonnassa hyödynnetään. Todennäköiset vikaantumisnopeudet määrittävät, miten ja millä aikataululla valvonta tulee toteuttaa.

Jokaiselle laitteelle määritellään riittävä kunnonvalvonnan taso. Selvitetään, voidaanko kunnonvalvonta toteuttaa ennalta asetettujen tavoitteiden mukaisesti yksinkertaisilla tarkastuksilla ja mittauksilla vai pitääkö soveltaa tarkempaa valvontaa. Esimerkiksi tarvitseeko värähtelymittauksissa kokonaistasovalvonnan lisäksi suorittaa tunnusluku- ja spektrivalvontaa.

7.1 Aistinvaraiset havainnot kunnonvalvonnassa

Alkuaikoina kunnonvalvontaa suoritettiin pääasiassa aistihavainnoinnin avulla. Valvontaa voitiin suorittaa kuuntelemalla laakereita puukepin avulla, kokeilemalla koneenosien lämpöä ja tunnustelemalla jaloilla tai kädellä koneen värähtelyä. Näitä menetelmiä ei kannata aliarvioida nykysinkään, vaikka niitä korvaamaan ja täydentämään on syntynyt uusia mittausmenetelmiä. On silti hyvä ottaa huomioon, että myös aistihavaintojen tekemisessä käytettävät työkalut ovat kehittyneet. Voidaankin sanoa, että mittaavan kunnossapidon piirissä olevia koneita kannattaa valvoa lisäksi aistinvaraisesti. (Mikkonen;ym., 2009)

Aistinvaraisessa kunnonvalvonnassa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat.

Suorittajan tulee tuntea

- aistien toiminnan pääperiaatteet
- aistien toiminnan herkkyyteen vaikuttavat tekijät
- aistien käyttötavat kunnonvalvonnassa
- koneiden toimintatavat.

Suorittajan tulee ymmärtää

- aistien ja apuvälineiden käytön rajoitteet kunnonvalvonnassa
- apuvälineiden käytön aistien tukena
- koneiden vikaantumisilmiöt.

Suorittajan tulee osata

- suorittaa aistinvaraista kunnonvalvontaa
- käyttää apuvälineitä
- tulkita aistinvaraisia havaintoja ja oireita sekä niiden muutoksia
- yhdistää eri lähteistä saamia tietoja ja havaintoja

- raportoida havaintoja.

Suorittajan ammattitaidon lisäksi tarvitaan suunnitelma, jonka mukaisesti valvonta toteutetaan.

Suunnitelman tulee sisältää

- kuka valvontaa toteuttaa
- mitä koneita valvotaan
- miten valvontaa tehdään
- mitä apuvälineitä käytetään
- miten havainnot raportoidaan
- miten raportointeja hyödynnetään.

(Mikkonen;ym., 2009)

7.1.1 Näköaisti

Näköhavaintojen avulla voidaan tarkkailla laitteiden tiiveyttä. Alkava nestevuoto näkyy vuotokohdan kosteutena. Hieman suurempi vuoto näkyy tiputuksena. Mikäli tiputtavaa öljyvuotoa ei voida välittömästi korjata, voidaan vaurion kehittymistä seurata esimerkiksi laskemalla vuotaneet tipat aikayksikköä kohden tai käyttämällä mitta-astiaa.

Liitoksien löystymistä voidaan seurata myös näköhavaintojen perusteella. Selvä merkki löystyneestä liitoksesta on esimerkiksi haljennut maali liitoksen kohdalla. Havaintoja voidaan parantaa käyttämällä apuna vettä tai öljyä, joka liitokseen laitettaessa väreilee, mikäli liitos on löysä.

Voiteluöljyä voidaan tarkkailla näköhavainnoin. Havainnoitavia asioita ovat öljyn määrä, virtaus, väri, vaahtoaminen ja epäpuhtaudet. Näköhavainnointia voidaan tehostaa esimerkiksi laittamalla öljyä valkean paperin päälle.

Stroboskooppi mahdollistaa käyvän koneen näkyvissä olevien osien tarkkailun. Stroboskoopin toiminta perustuu siihen, että se välkkyttää valoa säädetyllä taajuudella ja kun taajuus vastaa moottorin koneen pyörimistaajuutta, saadaan aikaan pysäytyskuva, josta voidaan arvioida koneen kuntoa.

(Mikkonen;ym., 2009)

7.1.2 Kuuloaisti

Kuuloaistin käyttö kunnonvalvonnassa vaatii paljon tietoa, kokemusta ja useissa tapauksissa myös apuvälineitä. Kuulleessaan uuden äänen ihminen vertaa sitä muistiinsa tallentuneisiin ääniin. Tämä on hyvä ominaisuus ajatellen kunnonvalvonnan kannalta.

Apuvälineistä yksinkertaisin on kuuntelukepppi, esimerkiksi puukeppi. Kepin toinen pää painetaan valvottavaan kohteeseen ja toinen pää korvaan. Keppiä myöten ääni siirtyy korvaan ja ympäristömelun haitta vähenee.

Keppiä kehittyneemmät kuuntelulaitteet ovat stetoskooppi ja akustinen koetin. Molemmista johdetaan kohteesta ääntä lähemmäs korvia, jotta äänen intensiteetti saadaan voimakkaammaksi. Akustisessa koettimessa on lisäksi vahvistin ja kaiuttimet, joilla voidaan säädellä äänenvoimakkuus halutulle tasolle. (Mikkonen;ym., 2009)

7.1.3 Tuntoaistin käyttö kunnonvalvonnassa

Tuntoaistijärjestelmä on monimutkainen kunnossapidon apuväline. Sitä käytetään erityisesti tärinän, lämpötilan ja kaasuvuotojen tarkkailuun. Tuntoaistin käyttö lämpötilan valvonnassa on hyvä menetelmä, kun sitä käytetään oikein ja oikeisiin kohteisiin. Lämpötila valvottaessa kosketus valvottavan kohteeseen tulee olla kevyt ja hetkellinen, koska ihon pinnassa olevat Meissnerin keräset ovat herkäät ja niiden kautta tuleva aistimus häipyä nopeasti. Lämpötilan saavuttaessa noin + 50 °C, kosketus tuntuu polttavalta. Tätä rajalämpötilaa voidaan hyödyntää mm. laakeripesien lämpötiloja arvioitaessa. Mikäli laakeripesien käyttölämpötilat ovat korkeammat kuin edellä, tulee menetelmänä käyttää esimerkiksi lämpöliitua. (Mikkonen;ym., 2009)

7.1.4 Hajuaistin käyttö kunnonvalvonnassa

Hajuaistin avulla voidaan havaita vuotoja sekä tunnistaa mitä vuotava aine on. Kun vuotava aine tunnistetaan, voidaan päätellä mistä vuoto on lähtöisin, sekä miten vaarallista se on. Jos jokin koneen osa kuumenee liikaa, se voidaan havaita hajun perusteella. On kuitenkin tärkeää muistaa työturvallisuuden näkökohdat, eikä käyttää hajuaistia terveydelle vaarallisten kaasujen tunnistamiseen.

7.2 Mittaava kunnonvalvonta

Mittaukset suoritetaan laitteille tehdyn suunnitelman mukaisesti yleensä reittimittauksina tai kiinteillä mittauksilla. Reittimittauksien tulokset kerätään reitin mukaisessa järjestyksessä, jotta tulokset saadaan järkevään järjestykseen. Reitit on hyvä suunnitella siten, että tulokset voidaan analysoida samana päivänä. (Mikkonen;ym., 2009)

8 KARTONKIKONEEN YLEISIMMÄT KONEENOSAT JA MEKANISMIT

Tässä luvussa käsitellään kartonkikoneen yleisimmät koneenosat ja mekanismit.

8.1 Vierintälaakerit

Vierintälaakerit, kuten kuulalaakerit on suunniteltu toteuttamaan pitkän ja hyödyllisen elinkaaren. Tietenkin olettaen, että käyttötarkoitus on valittu ja asennus suoritettu oikein. Huonot toimintaolosuhteet, eritoten kosteat ja likaiset paikat sekä väärät käsittelytoimet edesauttavat ennenaikaisia laakereiden vioittumisia. (Schaeffler Group)

Laakerin vioittuessa on tärkeää selvittää laakerin vioittumiseen johtanut syy perinpohjaisesti. Vikatyypin tutkiminen yleensä paljastaa vian todellisen syntyperän. Tämä toimintamalli on monimutkainen, koska yksi vikatyyppi laittaa alulle toisia vikatyyppejä. Esimerkiksi korroosio kuulaurissa synnyttää ruostetta, joka voi aiheuttaa kulumista, joka johtaa laakerin esijännityksen pienemiseen tai nousseeseen säteisvälykseen. (Schaeffler Group)

Oikein mitoitettuna ja asennettuna laakerit ovat kuitenkin hyvin luotettavia koneenosia. Savon Selulla telojen laakereiden kuntoa tarkkaillaan mittaavan kunnonvalvonnan menetelmin, joten alkavat laakerivauriot huomataan jo varhaisessa vaiheessa. Kunnonvalvonta johtaa siihen, että telojen laakeroinnille ei tehdä turhaa kunnossapitoa.

8.2 Tehonsiirtoelimet

Tehonsiirtoelimiin luetaan kaikki ne laitteet, jotka osallistuvat tehonsiirtoon käyttävän ja käytettävän koneen välillä. Tässä luvussa käsitellään koneiden yleisimpiä tehonsiirtoelimiä, eikä tarkoituksena ole tarkemmin paneutua elinten yksityiskohtiin.

8.2.1 Akselit

Akseleilla tarkoitetaan pyöriviä taivutusmomentin ja vääntömomentin tai pyörimättömiä tavallisesti taivutusmomentin kuormittamia akselirakenteita. Näille akselityypeille on useissa kielissä annettu eri nimet. Nämä kaksi akselityyppiä eroavat toisistaan myös laskennallisesti, koska ensin mainittu altistuu väsyttävälle kuormitukselle ja jälkimmäinen staattiselle kuormitukselle. (Blom;ym., 2006)

8.2.2 Ketjut ja hihnat

Ketjut ovat muotosulkeisia voimansiirtolaitteita, joilla ketjun ja ketjupyöräparin avulla voidaan siirtää tehoa sekä muuntaa vääntömomenttia ja pyörimisnopeutta. Ketjuja käytetään monissa kohteissa, mutta yleisimpiä kohteita teollisuudessa ovat suhteellisen hitaasti pyörivät laitteet, vaikkakin ketjujen

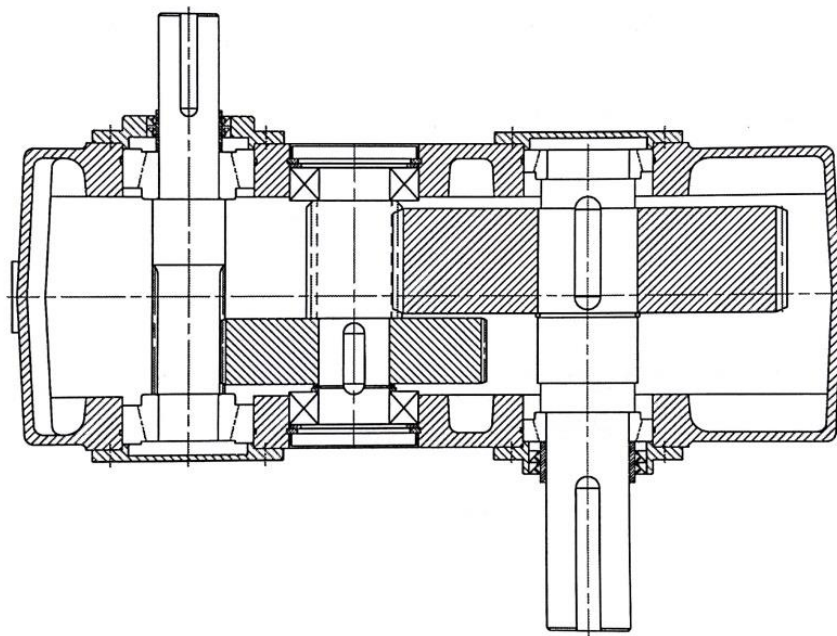
nopeudet voivat kasvaa 25 m/s saakka. Hitaat sovellukset ovat yleisiä, koska silloin ketju voi saavuttaa jopa 98 % hyötysuhteen. (Blom;ym., 2006)

Ketjikäyttöjen yleisin vikaantumismekanismi on kuluminen. Ketju voidaan todeta loppuun kuluneeksi, kun sen venymä on noussut 2...9 % arvoon sen pituudesta. Ketjujen kulumista voidaan hidastaa voitelemalla ketjuja säännöllisesti. Voitelutyypit voidaan jakaa kolmeen osaan, ketjun käymisnopeuden perusteella: Käsivoitelu sopii käytettäväksi 1 m/s ja sen alltavilla nopeuksilla, rasva- tai tippavoitelu soveltuu käytettäväksi ketjunopeudella 1...3 m/s, uppovoitelu soveltuu käytettäväksi ketjunopeudella 3...6 m/s ja sumuvoitelu suuremmilla nopeuksilla kuin 6 m/s. (Blom;ym., 2006)

Hihnakäyttö on hyötysuhteeltaan erittäin hyvä. Sen käyttöä kaikissa kohteissa rajoittaa tehonsiirtokyky, joka on v-tyyppin hihnoilla yhteydessä hihnan kireyteen. Hihnakäyttö on varsin helppohoitoinen, koska se aiheuttaa kunnossapidolle työtä vain löystyessään. (Blom;ym., 2006)

8.3 Vaihteet ja vaihtimet

Hammaspyörillä välitetään pyörimisliikettä voimansiirtolaitteistossa akselilta toiselle, muuntaen samalla tarvittaessa akselien pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia. Hammasvaihteella tarkoitetaan yhden tai useamman hammaspyöräparin muodostamaa kokonaisuutta, joka toimii kiinteän runkorakenteen varassa. Savon sellulla yleisin vaihdetyyppi on kaksiportainen lieriöhammasvaihte (KUVA 14).



KUVA 14 Kaksiportainen lieriöhammasvaihte

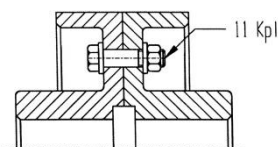
8.4 Kytkimet

Kytkimet ovat akseleiden päiden väliin sijoittuvia elimiä, jotka on suunniteltu niiden yhteen liitämistä ja irrottamista varten. Kytkimillä on käyttötärpeen mukaan monia erilaisia tehtäviä, joista tärkein on

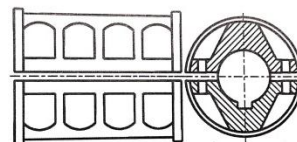
vääntömomentin siirto. Sivutehtävinä ovat akselinpäiden asemavirheiden korjaus, ylikuormituksen esto, käynnistyksen helpottaminen ja vääntöväärhtelyjen vaimentaminen.

8.4.1 Kiinteät kytkimet

Kiinteät kytkimet ovat akselikytkimien perusmuoto. Sen ainoa tehtävä on yhdistää kaksi akselinpäätä ja välittää vääntömomentti akselista toiseen. Kiinteitä kytkimiä on laippakytкимиä (Kuva 15.) ja kuorikytкимиä (Kuva 16.).



Kuva 15 Kiinteä laippakytkin (Blom;ym., 2006)



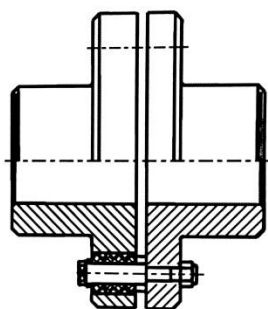
Kuva 16 Kuorikytkin

8.4.2 Joustavat (ei säädettävät) kytkimet

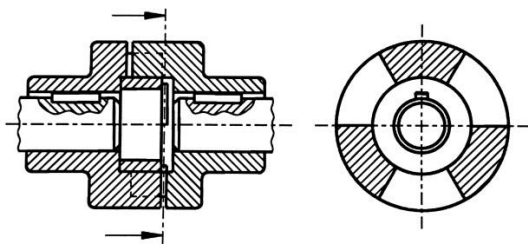
Joustavia kytkimiä käytetään koneistoissa joissa on suurehkoja äkillisiä kuormitusvaihteluita. Joustavat elementit ottavat vastaan osan momentin heilahteluista vaimentaen kuormitushuippuja. Erilaisia joustavia kytkimiä on suuri määrä, mutta yhdistävänä tekijänä näille kytkimille on voimansiirtoon käytettävä kumi tai muovi.

Tyypillinen esimerkki joustavasta kytkimestä on tappikytkin (Kuva 17.). Sen rakenne muistuttaa tappikytkintä, mutta poikkeaa siitä kuitenkin merkittävästi. Tappikytkimessä vääntömomentti välitetään kumiholkkien kautta laipalta toiselle. Tämä mahdollistaa kytkimen kiertymään joustoa 2° ... 11° kytkinmallista riippuen. Kytkintyyppi mahdollistaa myös 6 mm suuruisen akselien säteen suuntaisen asemavirheen (Blom;ym., 2006). Tappikytкимиä on Savon Sellulla käytössä vielä esimerkiksi imute-loissa.

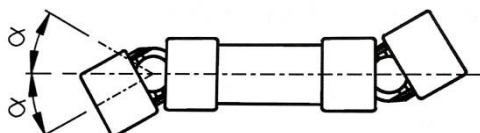
Toinen joustokytkintyyppi on sakarakytkin (Kuva 18.), joka koostuu kahdesta vastakappaleesta joiden välissä on polyureetaanimuovirengas vaimentamassa kuormitusiskuja.



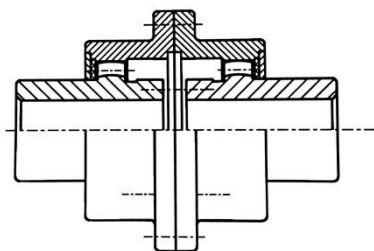
KUVA 17 Joustava tappikytkin (Blom;ym., 2006)



KUVA 18 Joustava sakarakytkin (Blom;ym., 2006)



KUVA 19 Nivelkytkin (Blom;ym., 2006)



KUVA 20 Hammaskytkin (Blom;ym., 2006)

Nivelkytkintä (KUVA 19) käytetään, kohteissa joissa akselit eivät ole samansuuntaisia. Viimeinen joustokytkintyyppi on hammaskytkin (KUVA 20), joka on vielä varsin yleisessä käytössä. Se sallii pientä heittoa yhdensuuntaisuuslinjauksessa ja asemakulman suunnassa (Blom;ym., 2006). Savon Sellulla nivelkytkimiä löytyy puristusosan käytöistä ja hammaskytkimiä löytyy mm. kuivausryhmien käytöistä.

8.5 Voitelu

Voitelulla pyritään vähentämään laitteen pyörivien osien kulumista ja suojaamaan laitteita korroosiolta. Voitelun toiminta perustuu kahden pinnan erottamiseen toisistaan voitelukalvolla. Kalvo estää kappaleiden pinnalla olevien mikrometriä syvyisten epätasaisuuksien välistä kosketusta ja kiinnihit-sautumista. Pienikin häiriö voitelussa saattaa aiheuttaa huomattavia taloudellisia menetyksiä. (Blom;ym., 2006)

Voitelumekanismeja on olemassa neljä erilaista:

Hydrostaattinen voitelu tapahtuu nostamalla pumpattavan nesteen painetta pintojen välissä ja luomalla täten riittävän paksu voitelukalvo pintojen väliin.

Hydrodynaaminen voitelu tapahtuu muotoilemalla pintojen välinen rako sellaiseksi, että öljy joutuu toisiinsa nähden liikkuvien pintojen toimesta puristumaan ja kiilautumaan kyseisten pintojen väliin. Hydrodynaaminen voitelu on monimutkainen kokonaisuus, jossa vaikuttavia tekijöitä on paljon. (Blom;ym., 2006)

Sekavoitelua tapahtuu tyypillisesti hammaspyörissä, kun pinnat liukuvat toisiinsa nähden. Tällöin ei voitelukalvo erota hammaspyörien kylkiä vaan osan kuormasta kantaa rajavoitelumekanismi. Tässä voitelutilanteessa kulumisen tapahtuu pintojen leikkautumisen kautta. (Blom;ym., 2006)

Rajavoitelutilanteessa ei paineen aiheuttamaa voitelukalvoa synny ollenkaan. Tällaisessa tilanteessa voiteluaineen tehtävänä on tarttua pintoihin fysikaalisesti tai kemiallisesti, niin että kalvo ehkäisee metallista kulumista. Kalvo on paksuudeltaan 0,005 mikrometriä, mikä tarkoittaa että pinnankarheuden huippukohdat pääsevät törmäämään toisiinsa. (Blom;ym., 2006)

8.6 Tiivistäminen

Paperikoneen laitetyypit huomioon ottaen ja nykyaikaisten liikkumattomien tiivisteiden luotettavuuden huomioon ottaen tässä kappaleessa käsitellään ainoastaan liikkuvien pintojen tiivistämistä.

Koneiden tiivistämisessä tarkoituksena on estää voiteluaineiden, prosessituotteen, kaasujen ym. suljetuissa järjestelmissä olevien aineiden pakeneminen pois prosessista tai vuotaminen prosessiin sekä niille herkkiin koneenelimiin. Laakereiden rikkoutuminen johtuu pääasiassa tiivistyksen pettämisestä tai toistuvista ylikuormitustilanteista. Laakereiden tiivistyksen pettäessä pääsee laakerin sisään epäpuhtauksia, mitkä vierintäpinnoilla aiheuttavat laakerien ennenaikaisen hajoamisen. Toisena haittana voidaan pitää voiteluaineen vuotamista ympäristöön. (Blom;ym., 2006)

Säteisakselitiivistämisessä tarkoituksena on estää öljyn, rasvan tai prosessinesteiden karkaaminen akselin ja laakerien välistä. Tiivistäminen voidaan toteuttaa nauhatiivisteillä (poksitiiviste), mekaanisilla tiivisteillä tai kumihiulisilla säteisakselitiivisteillä. Tiivisteiden valintaan vaikuttavat laitteen luoksepäästävyys, käyttöpaine, tiivistettävät nesteet haluttu huoltoväli sekä vuodon aiheuttamat kustannukset. (Blom;ym., 2006)

9 ENNAKKOHOULTOSUUNNITELMIEN TEKEMINEN

Ennakkohuoltosuunnitelmien tekeminen koostuu rajatun alueen laitteiden seulonnasta, ennakkohuoltosuunnitelmien tekemisestä ja ennakkohuoltosuunnitelmien syöttämisestä järjestelmään.

Kaikille laitteille ei ole järkevää luoda omaa ennakkohuoltosuunnitelmaa, koska laitteiden vikaantuminen ei välttämättä suoraan eikä välillisesti vaikuta itse tuottavaan prosessiin. Ennakkohuollon piiristä voidaan pois sulkea myös laitteet, joiden ylläpitäminen olisi kalliimpaa kuin niiden vaihtaminen uuteen hajotessa. Lisäksi osalle laitteista on jo olemassa ennakkohuoltosuunnitelma, tai ne kuuluvat jonkin suuremman huoltotoimenpidekokonaisuuden alaisuuteen, kuten rasvauskierroksiin. Suurin osa kriittisistä laitteista, kuten telojen laakeroinnit, ovat jatkuvan kunnonvalvonnan piirissä, joten näille laitteille suoritetaan huoltoja vasta värähtelymittausten näin osoittaessa.

Paperikoneen puristus- kuivaus ja rullausosan alueella on 461 laitetta. Tyypillisiä alueen laitteita ovat: telat, pumput, vaihteet, hydraulikkasyylinterit, paineilmasylinterit, puhaltimet, koneikot ja keskusvoitelujärjestelmät. Rajatun alueen laitelista on liitteessä 1 ja ennakkohuollon piirin lisätyt laitteet löytyvät liitteestä 2.

9.1 Laitteiden rajaaminen ja taulukoiminen

Laitteiden taulukoiminen alkoi käymällä läpi SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä laitepaikkapuuta, josta poimittiin yksitellen laitteet puristus-, kuivaus- ja rullausosalta. Yrityksen pyynnöstä myös selvitettiin, että löytyykö jokaiselle laitteelle tarvittavat varaosanimikkeet ja tarkistettiin nimikkeiden varastotilanne sekä merkittiin ne samaan listaan. Yritykselle palautettavaan laiteluetteloon tehtiin kohdat toimintopaikalle, laitenumeralle, laitetunnukselle, nimelle, valmistajalle, huoltosuunnitelman numerolle, huoltorivin tekstille ja huoltovälille sekä lisättiin huomiokenttä varaosatiedoille.

Seuraavaksi jaoteltiin laitteet aikaisemman tehdyn kriittisyysluokituksen mukaan kolmeen eri luokkaan. Näin pystyttiin helposti tarkastelemaan kunkin kriittisyysluokan laitteita. Osalle laitteista oli kuitenkin jo olemassa ennakkohuoltosuunnitelma, joten ne täytyi sulkea pois opinnäytetyöstä. Nämä laitteet löytyivät aiemmin tehdystä kriittisyystaulukosta merkinnällä "ehs jo olemassa" joten hakemalla laitetunnuksella ne pystyttiin poistamaan uusista taulukoista ja saatiin muodostettua lista laitteista, jotka eivät olleet vielä ennakkohuollon piirissä.

Edellisessä vaiheessa ei otettu vielä kantaa laitteiden ennakkohuollon tarpeelle, mutta saatiin luotua hyvä taulukko jatkotoimenpiteitä varten. Taulukosta pystyttiin laite kerrallaan arvioimaan laitteiden kriittisyyttä, mekaniikkaa ja ennakkohuollon tarvetta.

9.2 Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen

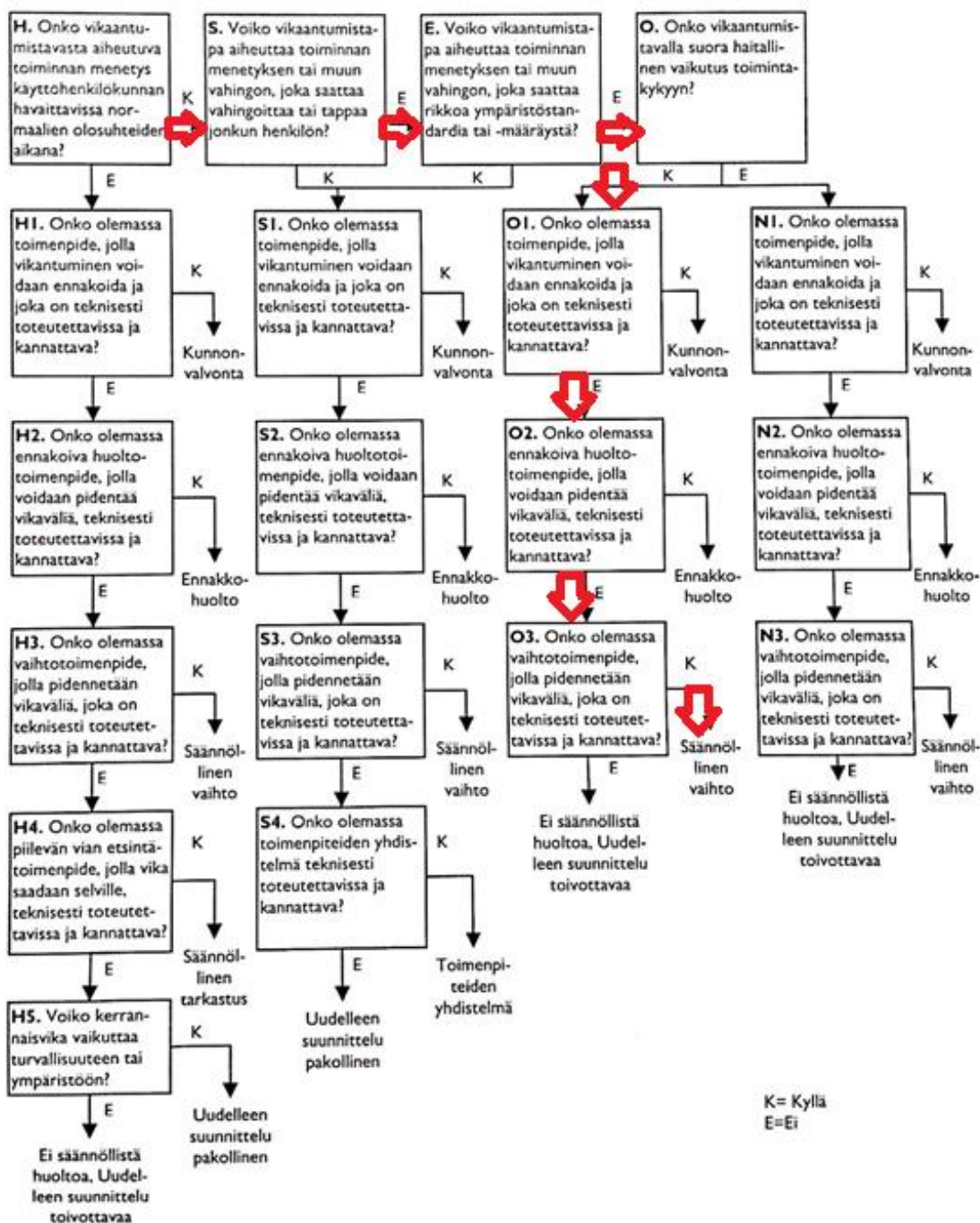
Savon Sellulla ei ole käytössä virallisesti mitään kunnossapitostrategiaa, vaan tehdasympäristössä hyödynnetään osittain tietoisesti osittain tietämättä eri strategioiden pääajatuksia. Tästä johtuen ennen ennakkohuoltosuunnitelmien tekemistä tuli valita kunnossapitostrategia, jolla ongelmaa tulitai-siin lähestymään.

Six Sigma on suunniteltu monimutkaisille prosesseille, jossa oletuksena on että tuotannon eri vai-heissa pystytään puolivalmisteiden laatua mittaamaan ja antamaan näille puolivalmisteille inputit ja ohjauksrajat. Kunnossapidon kannalta tämä tarkoittaa sitä, että laitteet on pidettävä vähintään sellai-nessa kunnossa, että ne voivat valmistaa minimi vaatimuksen mukaisia puolivalmisteita tai tuotteita. Paperikoneen kannalta tällainen ajattelumalli on ongelmallista, koska kartongin laadun mittaus sen prosessin eri vaiheissa on erittäin vaikeaa.

TPM eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito tähtää siihen, että kriittiset laitteet pidetään optimi-kunnossa

Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen aloitettiin käymällä läpi laitteiden ominaisuudet ja meka-niikka. Laitteista löytyy mm. akseleita, laakereita, vaihteita ja kytkimiä. Laitteiden mekaniikka ja ylei-sin vioittumistapa merkittiin laitelistaan laitoshmiehen kanssa, jotta saataisiin samalla paras käytän-nön tuntemus laitteiden toiminnasta ja yleisimmistä vioista. Samalla keskusteltiin laitteiden kunnon-valvonnasta sekä laitteiden vikaantumistiheydestä.

Ennakkohuoltosuunnitelmat tehtiin yhteistyössä laitoshmiehen kanssa, jotta paras käytännön tunte-mus kohtaisi teoreettiset huoltovälit. Laitteet käytiin läpi yksitellen, jotta pystyttiin ottamaan huomi-oon laitteen ympäristöolosuhteet, laitteelle ominaiset vikaantumismekanismit ja laitteen ikä. Suurim-pan osaan laitteista ei valmistajilta löytynyt kunnossapitosuosituksia, luonnollisesti johtuen niiden vanhasta laitteiden vanhasta iästä. Osa laitteista oli kuitenkin hankittu 2000-luvun paremmalla puo-lella joihin kunnossapitosuosituksia kysyttiin sähköpostitse laitevalmistajilta.



KUVA 21 Esimerkki päätöslogiikkakaaviosta

Seuraavaksi käydään läpi esimerkki 1 -puristimen imutelan käyttöpään hydraulikkasynterin ennakoitussuunnitelmaan johtaneesta päätöslogiikkaketjusta:

- Kohta H.: 1-puristimen imutelan hydraulikkasynteri normaalisti vikaantuu tiivisteistään, eli se alkaa vuotaa hydraulikkaöljyä. Lievä vikaantuminen ei suoraan vaikuta toimintaan, mutta prosessiin joutuessaan vaikuttaa hydraulikkaöljy tuotteen laatuun. Valmistettavaa aallotuskartonkia käytetään elintarviketeollisuudessa, joten tuotteen on oltava ensiluokaisen hygieenistä. Vastaus kysymykseen on siis kyllä, koska käyttömies pystyy havaitsemaan vuodon käynnin aikana

- Kohta S.: Laitteen vioittuminen ilmenee öljyvuotona, joka ei aiheuta toiminnallista häiriötä. Tämä ei pahimmillaankaan voi vahingoittaa tai tappaa ihmistä.
- Kohta E.: Laitteen vikaantuminen ei voi aiheuttaa sellaista vahinkoa, joka rikkoisi voimassaolevaa ympäristöstandardia tai määräystä.
- Kohta O.: Laitteen vikaantuminen voi johtaa toimintakyvyn heikkenemiseen, joten vastaus on kyllä.
- Kohta O1.: Hydrauliikkasynterin kulumista ei voida nyky menetelmillä seurata ennen vikaantumista. Ainoa vaihtoehto on siis laitteen määräaikainen vaihto, jota tukee myös se, että laite voidaan huoltaa ainoastaan seisokin aikana.
- Kohta O2.: Ennakoivia huoltotoimenpiteitä laitteen eliniän pidentämiseksi ei ole, tai ne ovat jo käytössä. Tiivisteiden elinikää voidaan pidentää hydrauliikka öljyn puhtaana pitämällä ja nykyisellään öljynvaihto suoritetaan määräaikaisesti, juuri laitteiden toimintakyvyn takaamiseksi.
- Kohta O3.: Hydrauliikkasynteri voidaan huoltaa kun se on irrallaan kartonkikoneesta. Täten laite voidaan uudelleen kunnostaa, kunhan varastossa on olemassa varasynteri joka vaihdetaan seisokin aikana huoltoon lähtevän synterin tilalle. Tämä siksi, että välttämätöntä seisokkiaikaa ei pidennetä tarpeettomasti.

Logiikkaketjun lopputuloksena tullaan siihen johtopäätökseen, että laite tulee vaihtaa säännöllisin väliajoin. Ratkaisu on varsin luonnollinen kyseiseen ongelmaan. Tätä kaaviota käyttämällä on hyvä muodostaa ennakkohuoltosuunnitelmia tuotantolaitoksen kriittisille laitteille. Mikäli prosessi käytäisiin läpi kaikille laitteille, se olisi varsin raskas ja se kuluttaisi liikaa aikaa. Ennakkohuoltosuunnitelmia tehtäessä on siksi priorisoitava laitteet esimerkiksi PSK 6800 standardin mukaisella kriittisyysluokittelulla, jotta kunnossapidon resurssit ohjataan oikeisiin kohteisiin ja ennakoivaa kunnossapitoa suoritetaan laitteille, jotka sitä oikeasti tarvitsevat.

9.3 Ennakkohuoltosuunnitelmien lisääminen SAP -toiminnanohjausjärjestelmään

Ennakkohuoltosuunnitelmat syötettiin SAP- toiminnanohjausjärjestelmään aiemmin tehdyn kirjallisen ohjeen mukaisesti (Kuvat 22, 23, 24, 25, 26 ja 27). Ohje oli selkä vaihe vaiheelta etenevä opas, josta kävi selkeästi ilmi miten ennakkohuoltosuunnitelman syöttäjän tulee toimia.

Suunnitelmien syöttäminen tapahtui neljässä vaiheessa. Ensimmäinen tehtiin vaiheluettelo, jossa määriteltiin laitteen toimintopaikalle vaiheluettelon käyttö, vaiheluettelon tila ja huoltostrategia sekä annettiin lyhyt vaiheen kuvaus.

Tomipaikka KUO_51236DA PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN
VL-ryhmä 10001244 PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN 1 (KP)

Vaiheluettelo: 10001244
Ryhmalaskun 1 PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN 1 (KP)
Suunnittelutmp SAVO

Kohdistukset vaiheluettelon otsikkoon
Työpaikka MS000 SAVO KARTONKILMER
Käyttö 4
Suunnitteluryhmä SAVO
Vaiheluettelon tila 4
Teknisen järj. tila
Huoltostrategia POW003
Kokoonpano
 Poistomerkki

QM-tiedot
Tarkastusasteet
Ulkoinen numerointi Yksiselitt. ulkoinen numerointi mahd.

Kirjoita tai valitse seuraavat arvot:
Käyttö: 4 (kunnossapito)
Vaiheluettelon tila: 4 (vapautettu)

Valitse tai kirjoita huoltostrategia:
Huoltoväli ≤ 1v -> POW001 (viikkoper.)
Huoltoväli > 1v -> POW003 (vuosiper.)

Jatka klikkaamalla Vaihe.

KUVA 22 Vaiheluettelon luonti (Saikkonen , 2014)

Tomipaikka KUO_51236DA PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN
VL-ryhmä 10001244 PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN 1 (KP) Ryhmalask. 1

Vhe	Alv	Työpaikka	Temp	Ohj.	Vaiheen kuvaus	Su...	Työ	Yks	L...	Kesto	Yks	L	%	JakoOm...	Ker	Tmlaji	Malliv.	Koko	
0010	MS000	SAVO	PM10		PULPPERIN SEKOITTIMEN HUOLTO														
0020	MS000	SAVO	PM10																
0030	MS000	SAVO	PM10																
0040	MS000	SAVO	PM10																
0050	MS000	SAVO	PM10																
0060	MS000	SAVO	PM10																
0070	MS000	SAVO	PM10																
0080	MS000	SAVO	PM10																
0090	MS000	SAVO	PM10																
0100	MS000	SAVO	PM10																
0110	MS000	SAVO	PM10																
0120	MS000	SAVO	PM10																
0130	MS000	SAVO	PM10																
0140	MS000	SAVO	PM10																
0150	MS000	SAVO	PM10																
0160	MS000	SAVO	PM10																
0170	MS000	SAVO	PM10																
0180	MS000	SAVO	PM10																
0190	MS000	SAVO	PM10																
0200	MS000	SAVO	PM10																
0210	MS000	SAVO	PM10																
0220	MS000	SAVO	PM10																
0230	MS000	SAVO	PM10																

Kirjoita vaiheen kuvaus.

Halutessasi voit kirjoittaa lisätietoja tarkennukseksi, valitse vaihe aktiiviseksi ja klikkaa Pitkä teksti-kuvaketta.

Siirry seuraavaksi Huoltopak-välilehdelle klikkaamalla sitä.

KUVA 23 Vaiheen kuvaus (Saikkonen , 2014)

Tomipaikka KUO_51236DA PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN
VL-ryhmä 10001244 PURISTINOSA PULPPERI SEKOITIN 1 (KP) Ryhmalask. 1

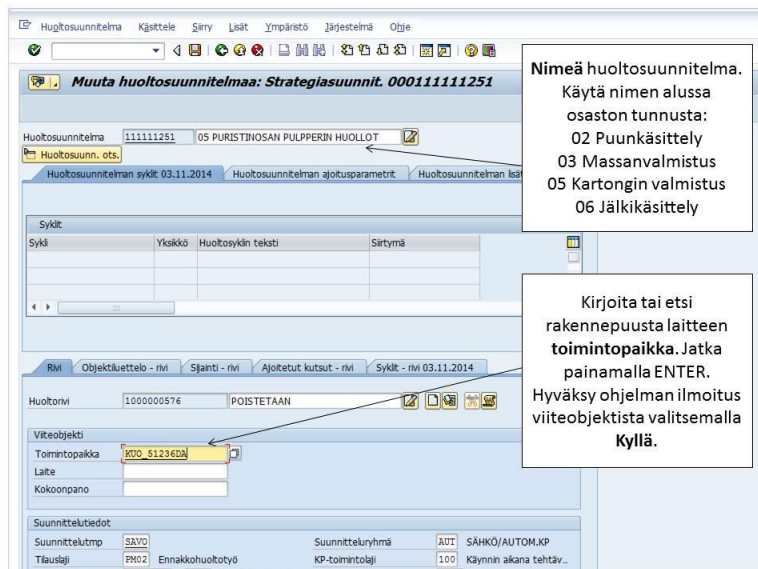
Vhe	Alv	Vaiheen kuvaus	01	02	03	04	05	06	08	12	16
0010		PULPPERIN SEKOITTIMEN HUOLTO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Valitse haluttu huoltoväli:
Jos aiemmin valittu huoltostrategia POW1 (viikkoper.) ja nyt valitaan sarakke 02 = joka toinen viikko.
Jos aiemmin valittu huoltostrategia POW3 (vuosiper.) ja nyt valitaan sarakke 03 = joka kolmas vuosi.

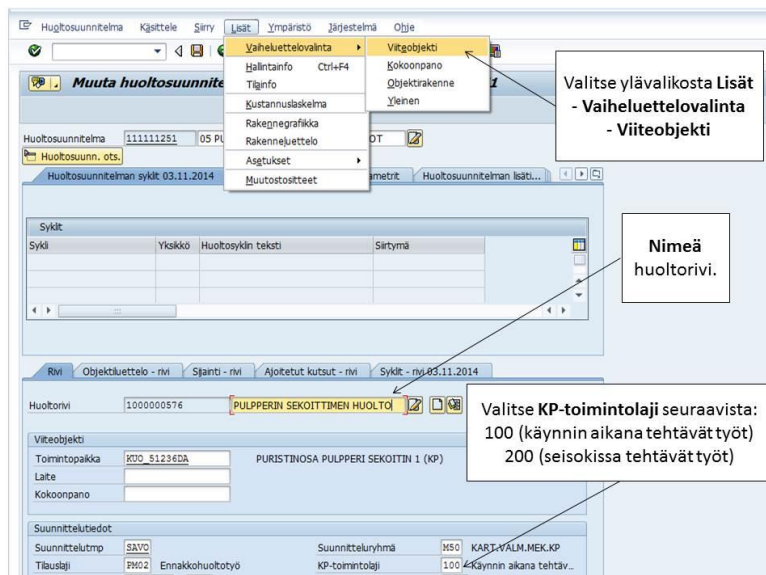
Lopuksi tallenna vaihe klikkaamalla disketin kuvaketta ja palaa alkuun keltaisella nuolella.

KUVA 24 Huoltovälin valinta (Saikkonen , 2014)

Toisessa vaiheessa luodaan varsinainen huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelma nimetään ja se linkitetään aiemmin tehtyyn vaiheluetteloon. Tässä vaiheessa määritetään tehdäänkö huolto käynnin aikana vai seisokissa.

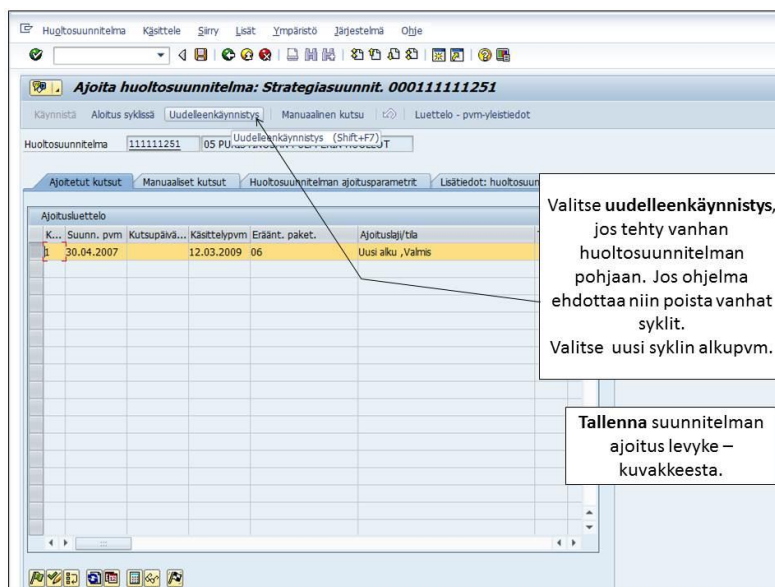


KUVA 25 Huoltosuunnitelman tekeminen (Saikkonen , 2014)



KUVA 26 Huoltosuunnitelman linkittäminen (Saikkonen , 2014)

Kolmannessa vaiheessa ajoitetaan huoltosuunnitelma. Itseasiassa huoltosuunnitelman ajoitus on tehty jo kahdessa aikaisemmassa vaiheessa, mutta syklin aloituspäivä valitaan kolmannessa vaiheessa. Ajoituksen ollessa tehty on huoltosuunnitelma valmis ja huoltopyyntö tulee näkyviin määrätyn ajan kuluessa.



KUVA 27 Huoltosuunnitelman ajoittaminen (Saikkonen , 2014)

10 LAITOSMIEHEN OHJE

Savon Sellu tarvitsi laitoshenkilön ohjeen, koska tällä hetkellä laitoshenkilön tietotaito oli kokonaisuudessaan vain yhden henkilön tai hajanaisesti monen henkilön hallinnassa. Tämä aiheuttaa ongelmia laitoshenkilön sairastuessa ja jäädessä sairauslomalle tai on muuten estyessä tulemasta työpaikalle. Kartonkitehtaan laitoshenkilöstä ei pystytä korvaamaan toisella rivimiehellä niin, että päivittäinen kunnonvalvontakierros tulisi tehtyä vaaditulla tasolla. Tämä laitoshenkilön ohje tehtiin yhteistyössä kartonkitehtaan laitoshenkilön Timo Karhusen kanssa. Ohjeesta haluttiin tehdä mahdollisimman lyhyt, selkeä ja ymmärrettävä, koska kenenkään ei ole mielekäs kantaa paksua kirjaa päivittäisellä kierroksellaan. Toisaalta ohjeesta haluttiin yksiselitteinen, ettei väärinymmärryksiä voi tapahtua.

Tiedonkeruu tapahtui kartonkitehtaalla laitoshenkilön kanssa, kulkemalla läpi hänen päivittäinen kierroksensa. Kierroksella kirjattiin ylös laitteen nimi ja laitteesta tarkkailtavat asiat sekä jokaisesta laitteesta otettiin valokuva, jotta myös tehdasympäristössä ennen vierailun henkilö pystyy hyödyntämään ohjetta ja tunnistamaan työkohteen. Tässä vaiheessa jäi kuitenkin huomioimatta, että päivän aikana tarkkailtavia laitteita on liki 200 kappaletta. Tämän pienen yksityiskohtaan huomaamatta jääminen ja valokuvien tilan tarpeen unohtaminen meinasi johtaa ohjeen sivumäärän kasvamiseen lähes 100 sivuiseksi. Ongelmaksi muodostui myös se, että tehtaalla on paljon samanlaisia laitteita. Tuntui turhalta toistaa ohjeessa jokaisen pumpun kohdalla samat asiat. Tilan säästämiseksi päätettiin, että jokaiselle laitetyypille valitaan yleisesti tarkastettavat asiat ohjeen alkuun. Näin säästetään turhalta informaatiolta ja saadaan pidettyä ohje lyhyenä. Kohteille jotka vaativat erityistä huomiota lisättiin ohjeeseen merkintä laitteen alle, että mitään ei jää huomioimatta.

Kuvista syntynyt ongelma ratkaistiin tekemällä ohjeesta kolme osainen. Ensimmäinen osa on Excel-tili, josta löytyvät tarkastusjärjestyksessä numeroidut laitepaikat, laitteesta tarkkailtavat asiat sekä voitelutyypitiedot. Ohjeen toinen osa on tehtaan pohjapiirroskartta, josta laitteet löytyvät tarkastusjärjestykseen numeroituna. Ohjeen kolmas osa on kuvakirjasto, josta löytyvät kartan mukaisella numerolla ja laitenimellä nimetyt laitteiden kuvat. Ohje haluttiin kolmiosaiseksi siksi, että ensimmäisillä kerroilla työntekijä pystyy turvautumaan kuviin, karttaan ja ohjeeseen. Työntekijän harjaantuessa, pystyy hän kuitenkin halutessaan jättämään kuvat ja kartan pois ja näin kulkemaan reitin pelkän ohjeen avulla. Tämä tekee ohjeesta monikäyttöisen eikä pakota työntekijää kantamaan ylimääräistä tietoa mukanaan.

11 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Tämä opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Powerflute Oyj, Savon Sellun kartonkikoneen ennakko-
huoltosuunnitelmaa, sekä dokumentoida laitospäivittäjän tietotaitoa laitospäivittäjän ohjeen muodossa.
Työ rajattiin koskemaan paperikoneen puristus-, kuivaus-, ja rullausosan laitteita. Työn tarkoitus oli
luoda ennakko-
huoltosuunnitelmat kaikille rajatun alueen laitteille sekä tuottaa laitospäivittäjän ohje,
jonka avulla kuka tahansa kunnossapidon ammattilainen pystyy suorittamaan laitospäivittäjän
kunnonvalvontakierroksen. Tavoitteissa onnistuttiin ja kaikki rajatun alueen tarvittavat huolto-
suunnitelmat tehtiin, sekä lisättiin toiminnanohjausjärjestelmään.

Tämä opinnäytetyö jatkoi Powerflute Oyj, Savon Sellun kunnossapidon kehittämisprojektia. Opinnäy-
tetyö oli suora jatkumo jo aikaisemmin tehdyille opinnäytetyöille, jossa tehtiin ennakko-
huoltosuun-
nitelmia kartonkikoneen laitteille kuivausviirille asti. Pyrkimyksenä oli jatkaa yhtenäistä linjaa ennak-
ko-
huoltosuunnitelmien tekemisessä, joten aiemmin tehty opinnäyte työ toimi hyvänä suuntaviittana
tämän työn tekemiselle.

Työn tuloksena syntyivät: ennakko-
huoltosuunnitelmat rajatun alueen laitteille, taulukko rajatun alu-
een laitteiden varaosatilanteesta sekä laitospäivittäjän ohje.

Työ käsitti kaikkiaan 461 laitetta, joista ennakko-
huoltosuunnitelmaa lopulta tarvitsi 26 laitetta. Uudet
ennakko-
huoltosuunnitelmat tulivat käyttöön niiden toiminnanohjausjärjestelmään lisäämisen yhtey-
dessä, varsinaiset huoltotoimenpiteet muuttuvat käytännön työksi siis aikataulun mukaan. Teoriassa
opinnäytetyö lisää toimintavarmuutta niiden laitteiden kohdalla, jotka lisättiin ennakko-
huoltosuun-
nitelman piiriin, mutta todelliset hyödyt nähdään vasta tulevaisuudessa. Hyötyä mitattaessa rahassa
voidaan karkeasti laskea, että jokaisen ennakko-
huollon piiriin lisätyistä laitteista 10 aiheuttaa vioittu-
neena seisokin. Kunkin laitteen lyhin korjausaika optimaalisessa tilanteessa on 4 tuntia, eli 240 mi-
nuuttia ja kartonkikoneen seisottaminen maksaa karkealta arviolta 100 €/min. Tästä seuraa, että
kunkin laitteen rikkoontuminen maksaa pelkästään tehtaan seisonta-aikana 24 000 €. Opinnäytetyön
ansiosta saatavaa säästöä voidaan pitää siis taloudellisesti merkittävänä.

Laitospäivittäjän ohje tulee vähentämään laitospäivittäjän korvaamattomuutta ja dokumentoi laitospäivittäjän
tietotaitoa. Ohjetta käyttämällä pystyy kuka tahansa kunnossapidon ammattilainen kiertämään lai-
tospäivittäjän aistinvaraisen kunnonvalvontakierroksen. On kuitenkin huomioitava, että laitteiden yksilö-
kohtaista ominaisääntä ei voi oppia tunnistamaan kuin käytännössä.

Opinnäytetyöraportti käsittelee laajasti kunnossapidon teoriaa koskien ennakko-
huoltosuunnitelmien
tekemiseen vaikuttavia eri osa-alueita sekä käsittelee kunnonvalvontaa kunnossapidossa. Työn tu-
lostien käytännön merkitys nähdään vasta tulevaisuudessa, mutta Powerflute Oyj, Savon Sellun kun-
nossapidon voidaan sanoa kehittyneen nykyaikaisempaan suuntaan.

Opinnäytetyön työläimmäksi osuudeksi muodostui laitetaulukoiden muodostaminen toiminnanohjausjärjestelmän tiedoista. Niiden kirjaaminen oli hidasta, koska samalla tuli tarkistaa varaosatiedot kustakin laitteesta. Työn tekemistä helpotti aiempi viiden kuukauden kokemus kyseessä olevasta paperikoneesta, sekä teollisuuden kunnossapitotehtävistä kertynyt työkokemus. Varsinaisten ennakkohuoltosuunnitelmien tekemistä edesauttoi työntekijöiden vankka ammattitaito, sekä avuliaisuus. Työtä helpotti myös ennakkohuoltosuunnitelmien kirjausohje, joka oli selkeä ja täsmällinen.

Opinnäytetyöstä hyötyivät niin kohdeyritys kuin tekijäkin. Powerflute Oyj, Savon Sellun paperikoneen kunnossapito sai hyviä kehitysaskelita tämän opinnäytetyön tuloksena.

LÄHTEET

- Blom, Seppo;ym. 2006.** *Koneenelimet ja mekanismit.* Helsinki : Edia Prima Oy, 2006. ISBN: 951-37-2903-6.
- Järviö, Jorma. 2000.** *Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.* Rajamäki : KP-Tieto Oy, 2000.
- Järviö, Jorma;ym. 2007.** *Kunnossapito.* 4. Helsinki : KP-Media OY, 2007. 978-952-99458-3-2.
- Lehtiö, Jorma ja Järviö, Tuija. 2012.** *Kunnossapito: Tuotanto-omaisuuden hoitaminen.* 5. Helsinki : KP-Media Oy, 2012.
- Mikkonen, Henry;ym. 2009.** *Kuntoon perustuva kunnossapito.* [toim.] Mikkonen Henry. 1. Helsinki : KP-Media Oy, 2009. 978-952-99458-4-9.
- PSK 6201. 1994.** *Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.* s.l. : Prosessiteollisuuden standardisoimiskeskus ry, 1994.
- Riikonen, Pasi. 2016 .** Mekaanisen kunnossapidon aluemestari. *Savon Sellu Oy haastattelu.* Kuopio, Helmikuu 2016 .
- Saikkonen , Jussi. 2014.** *Kartonkitehtaan ennakkohuolto-ohjelman kehittäminen.* Kuopio : Savonia AMK, 2014.
- Savon Sellu Oy. 2016.** Intranet. [Online] SAVON SELLU OY, Helmikuu 2016.
- Schaeffler Group.** schaeffler group. [Online] [Cited: 3 22, 2016.]
http://www.schaeffler.com/remotemedien/media/_shared_media/08_media_library/01_publications/barden/brochure_2/downloads_24/barden_bearing_failures_us_en.pdf.

LIITE 1: ESIMERKKI LAITETAULUKOSTA

Toimintopaikka	Laitenumero	Laitetunnus	Nimi	Valmistaja	Huomioita
KUO-050-050-010	KUO_55117P	-	PURISTINOSAN KORKEAPAINEPUMPPU 30bar 1	?	Varaosissa vain tiivistesarja
KUO-050-050-010	KUO_55115P	-	PURISTINOSAN KORKEAPAINEPUMPPU 14bar 2	?	Ei varaosia
KUO-050-050-010	KUO_55120P	KUO/P2444	JÄTTITELAN JÄÄHDYTYSVESIPUMPPU	AHLSTRÖM	Varaosat ok
KUO-050-050-010	KUO_55130P	-	PESULIPEAPUMPPU TULOSSA 2015	?	Ei varaosia
KUO-050-050-010	KUO_55131P	-	PESULIPEÄSÄILIÖN TÄYTTÖPUMPPU TULOS.2015	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55210T	KUO/T1	1-PURISTIN IMUTELA	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55210V	KUO/V1715	1-PURISTIN IMUTELA VAIHDE	SANTASALO	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55211P	-	1-PURISTIN IMUTELA VOITELUPUMPPU	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55212DD	-	PICK-UP IMUTELAN OSKILLOINTI	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55212BD	-	1-PURISTIN IMUTELAN NOSTOLAITE	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55213DD	KUO/DD1010	1-PURISTIN IMUTELA HYDR.SYL. KP	VALMET	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55214DD	KUO/DD1011	1-PURISTIN IMUTELA HYDR.SYL. HP	VALMET	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55220T	KUO/T2	1-PURISTIN VASTAIMUTELA	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55220V	KUO/V1751	1-PURISTIN VASTAIMUTELA VAIHDE	MOVENTAS	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55221P	-	1-PURISTIN VASTAIMUTELA VOITELUPUMPPU	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55224BD	-	1-PURISTIN VASTAIMUTELAN NOSTOLAITE	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55225DD	KUO/DD1007	1-PURISTIN VASTAIMUTELA HYDR.SYL. KP	NURMI HYDRAULICS	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55226DD	KUO/DD1008	1-PURISTIN VASTAIMUTELA HYDR.SYL. HP	NURMI HYDRAULICS	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55230DD	KUO/DD18	1-PURISTIMEN HUOVAN OSKILLOINTI	INPRO-NEF AB	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55241T	KUO/T54	1-PURISTIN JOHTOTELA (1)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55242T	KUO/T58	1-PURISTIN JOHTOTELA (2)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55243T	-	1-PURISTIN JOHTOTELA (5)	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55244T	-	1-PURISTIN JOHTOTELA (5.1)	?	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55252T	KUO/T59	1-PURISTIN OHJAUSTELA (4)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55255	-	1-PURISTIN HUOVANOJAIN	?	Ei varaosia
KUO-050-050-020	KUO_55261T	KUO/T62	1-PURISTIN KIRISTYSTELA (3)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55265DD	KUO/DD268	1-PURISTIN HUOVANKIRISTIN (Vaahto)	VAAHTO	Varaosat ok
KUO-050-050-020	KUO_55265M	-	1-PURISTIN HUOVANKIRISTIN	?	SAHKOMOOTTORI????
KUO-050-050-030	KUO_55310T	KUO/T4	2-PURISTIN PAINOTELA (ylätela)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55312GA	-	2-PUR. PAINOTELA SIIRTOL. ILMAPALJE KP	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55313GA	-	2-PUR. PAINOTELA SIIRTOL. ILMAPALJE HP	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55315T	KUO/T145	2-PURISTIN IMUTELA	METSO PAPER	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55315V	KUO/V1716	2-PURISTIN IMUTELA VAIHDE	SANTASALO	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55316P	-	2-PURISTIN IMUTELA VOITELUPUMPPU	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55317DD	-	2-PURISTIMEN IMUTELAN OSKILLOINTI	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55320T	KUO/T61	2-PURISTIN LEVITYSTELA (7)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55321T	KUO/T201	2-PURISTIN LEVITYSTELA (11)	PIKOROLLS OY	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55331T	KUO/T56	2-PURISTIN JOHTOTELA (6)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55332T	KUO/T53	2-PURISTIN JOHTOTELA (8)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55334DD	-	HYDRAULISYLINTERI 210H-63-175-36-7-KUP->	?	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55335DD	-	HYDRAULISYLINTERI 210H-63-175-36-7-KUP->	?	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55341T	KUO/T68	2-PURISTIN OHJAUSTELA (10)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55351T	KUO/T69	2-PURISTIN KIRISTYSTELA (9)	?	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55360FB	-	2-PURISTIN HYDRAULIKONEIKKO	?	Varaosana suodatin
KUO-050-050-030	KUO_55360P	-	2-PURISTIN HYDRAULIPUMPPU 1	?	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55363P	-	2-PURISTIN ÖLJYN KIERRÄTYS PUMPPU	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55364M	-	2-PURISTIN KIRISTYSTELAN (9) HYDR.MOOTT.	?	Ei varaosia
KUO-050-050-030	KUO_55370DD	KUO/DD14	2-PURISTIN OSKILLOINTISUIHKU	INPRO-NEF AB	Varaosat ok
KUO-050-050-030	KUO_55380	-	2-PURISTIMEN HUOVANKUNNOSTAJAT	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55410T	KUO/T1466	3-PURISTIN YLÄTELA	VALMET TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55410V	KUO/V1913	3-PURISTIN YLÄTELA VAIHDE	SANTASALO	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55410DD	KUO/DD32	3-PURISTIMEN YLÄTELÄN JÄÄHDYTYKSI SIFONI	DEUBLIN	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55411FB	KUO/FB52	3-PURISTIN YLÄTELA SIVUVIRTAUSSUOD.YKS.	COLLY COMPANY	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55411P	-	3-PURISTIN YLÄTELA VOITELUPUMPPU	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55412DD	-	3-PURISTIN YLÄTELA HYDRAULISYLINTERI HP	?	Ei varaosia
KUO-050-050-040	KUO_55413DD	-	3-PURISTIN YLÄTELA HYDRAULISYLINTERI KP	?	Ei varaosia
KUO-050-050-040	KUO_55415T	KUO/T157	3-PURISTIN ALATELA	VALMET TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55415V	KUO/V1912	3-PURISTIN ALATELA VAIHDE	SANTASALO	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55415DD	KUO/DD33	3-PURISTIMEN ALATELAN JÄÄHDYTYKSI SIFONI	DEUBLIN	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55417DD	-	3-PURISTIMEN ALATELAN VEDEN KERUUKAUKALO	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55416FB	KUO/FB53	3-PURISTIN ALATELA SIVUVIRTAUSSUOD.YKS.	COLLY COMPANY	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55416P	-	3-PURISTIN ALATELA VOITELUPUMPPU	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55417	-	3-PURISTIN KAAVARIT PAINELMASUODATTIMET	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55420T	KUO/T155	3-PURISTIN TRANSFER-TELA	VALMET	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55420V	KUO/V4042	3-PURISTIN TRANSFER-TELA VAIHDE	SANTASALO	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55431T	KUO/T49	3-PURISTIN JOHTOTELA (11) (ylä)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55432T	KUO/T1099	3-PURISTIN JOHTOTELA (12) (ylä)	TAMPELLA	Ei varaosia
KUO-050-050-040	KUO_55439T	-	3-PURISTIN JOHTOTELA (13) (ylä)	?	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55433T	KUO/T47	3-PURISTIN JOHTOTELA (15) (ylä)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55434T	KUO/T50	3-PURISTIN JOHTOTELA (16) (ala)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55435T	KUO/T1132	3-PURISTIN JOHTOTELA (18) (ala)	VALMET	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55436T	KUO/T64	3-PURISTIN JOHTOTELA (19) (ala)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55437T	KUO/T25	3-PURISTIN JOHTOTELA (21) (ala)	VALMET TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55438T	KUO/T30	III-PUR.HUOVANJOHTOTELA (22)	TAMPELLA	Varaosat ok
KUO-050-050-040	KUO_55435	KUO/T32	3-PURISTIN OHJAUSTELAT	VALMET TAMPELLA	Varaosat ok

LIITE 2: AJOITETUT ENNAKKOHUOLTORIVIT

NIMI	Laitetunnus	Huoltotoimenpiteet	S/K	Huoltoväli
1-PURISTIN IMUTELA HYDR.SYL. KP	KUO_55213DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	4v
1-PURISTIN IMUTELA HYDR.SYL. HP	KUO_55214DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	4v
2-PUR. JOHTOTELA SIIRTOMEK. HYDR.SYL. KP	KUO_55334DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	4v
2-PUR. JOHTOTELA SIIRTOMEK. HYDR.SYL. HP	KUO_55335DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	4v
3-PURISTIN HUOVANKIRISTIN (ALA)	KUO_55470DD	Kiskojen, esikiristyksen ja kiristyksen tarkistaminen	S	1 v
PÄÄHÖYRYVENTTIILI	KUO_56180GB	Määräaikaishuolto/vaihto	S	1 v
LAUHEEN LÄMMÖNVAIHDIN (pintalauhdutin)	KUO_56190DD	Tarkastus vuodoilta	S	6v
ENSIÖTAMPUURIHAARUKKA	KUO_57110DD	Paineilmasylinterien määräaikaisvaihto	S	3v
ALKUKÄYNNISTYS	KUO_57310DD	Öljymäärän tarkastus, renkaan jakytimen kunnon tarkastus	S	1 v
RULLAUSHAARUKAT	KUO_57510DD	Kunnon tarkastus.Vaihto kunnon perusteella	S	1 v
TASKUTUULETIN 1	KUO_58210H	Laakeroinnin rasvojen vaihto & kotelon puhdistus.	S	2 v
PICK-UP IMUTELAN OSKILLOINTI	KUO_55212DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
1-PURISTIMEN HUOVAN OSKILLOINTI	KUO_55230DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
2-PURISTIMEN IMUTELAN OSKILLOINTI	KUO_55317DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
2-PURISTIN OSKILLOINTISUIHKU	KUO_55370DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
3-PURISTIN ALATELAN HUOVAN OSKILLOINTI	KUO_55445DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
3-PURISTIN YLÄTELAN HUOVAN OSKILLOINTI	KUO_55447DD	Määräaikaishuolto/vaihto	S	5v
HUUVAN OVI 1 VAIHDE	KUO_56710V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 2 VAIHDE	KUO_56720V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 3 VAIHDE	KUO_56730V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 4 VAIHDE	KUO_56740V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 5 VAIHDE	KUO_56750V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 6 VAIHDE	KUO_56760V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN OVI 7 VAIHDE	KUO_56765V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v
HUUVAN PÄÄTYLUUKKU VAIHDE	KUO_56770V	Kytkimen määräaikaistarkistus ja öljynvaihto.	S/K	3v

LIITE 3: ESIMERKKI LAITOSMIEHEN OHJEESTA

Tarkista kaikista seuraavat asiat laitetyypin mukaan! Lisähuomioita laitetietojen alla.		
Pumpuista		
	Värinät	
	Tiiveys: vesi, rasva öljy, riippuen kohteesta.	
	Lämmöt	
	Kytkimet tai hihnat	
	Rasvaletkujen kunto mikäli automaattirasvaus	
	Poksin rotametrin poistoputkien tukottomuus	
	Poksin rotametrin virtaus	
Teloista		
	Äänet	
	Tiiveys: öljy, höyry ja rasva	
	Pinnan kunto (ei riekaleita tms.)	
Sekoittimista		
	Äänet	
	Kytkimet tai hihnat	
	Poksin rotametrin virtaus ja poisto jos on	
	Tiiveys	
Vaihteista		
	Värinät	
	Öljymäärä	
	Suodatin	
	Tiiveys	
	Lämmöt	
Nro.	Laite ja toimenpiteet	Voitelu- tyyppi
	AAMULLA KORJAAMOLLE KÄVELLESSÄ	
1	KIERTOVOITELUN KP KÄYTTÖTAPINEANTURI pilari -Normaali n. 2.8 bar	
2	LAUHDESÄILIÖ 4 JA PUMPUT 1 JA 2	öljy
3	TASKUPUHALLUSTUULETIN 1 JA 2	käsi
4	LAUHDESÄILIÖ 1	
5	LAUHDESÄILIÖ 5 PUMPUT 1 JA 2	1 öljy, 2 käsi
6	LAUHDESÄILIÖ 2 PUMPUT 1 JA 2	öljy
7	LAUHDESÄILIÖ 3 PUMPUT 1 JA 2	öljy
8	RUISKUTUSPUMPPU 1 JA 2	
9	LAUHTEN IMUPUMPPU	autom.
10	KIERTOVOITELUN PAINE PUMPUN TAKAA	
VARSINAINEN KIERROS		

LIITE 4: ESIMERKKI LAITOSMIEHEN KARTASTA

