

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Henri Karvinen
Joonas Saaristo

KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA MANTSINEN GROUP LTD
OY:LLE

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p.(013) 260 600

Tekijä(t)
Joonas Saaristo
Henri Karvinen

Nimike
Kunnossapitosuunnitelma Mantsinen Group Ltd Oy:lle

Toimeksiantaja
Mantsinen Group Ltd Oy, Ylämyllyn tehdas

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli laatia kunnossapitosuunnitelma Mantsinen Group Ltd Oy:n Ylämyllyn tehtaalla käytettäville koneille ja laitteille. Mantsinen Group Ltd Oy:llä ei ole aikaisemmin ollut käytössä laitekohtaista kunnossapitosuunnitelmaa, jonka vuoksi tämä työ tuli ajankohtaiseksi toimeksiantajan taholta.

Tavoitteena oli parantaa yrityksen laitteiden huolto ja kunnossapitotoimia, jotta päästään varmempaan laitekohtaiseen toimivuuteen ja eliniän kasvuun. Tavoitteisiin sisältyi räätälöidä sopiva kunnossapitostrategia yrityksen tarkoituksiin sopivaksi.

Kunnossapitosuunnitelman teoriaosiossa kerrottiin kunnossapidon käsitteistä ja termeistä. Teoriaosiossa kiinnitettiin huomiota laitteiden kunnossapidon tehokkuuteen, kunnonvalvontaan ja tärkeimpiin strategioihin. Näistä strategioista tärkeimpinä esiteltiin luotettavuuskeskeinen kunnossapito- ja kokonaisvaltainen tuottava kunnossapitostrategiat.

Työn toteutusosiossa kerrottiin tarkemmin räätälöityjen kunnossapitosuunnitelmien ja huolto-ohjelmien tekemisestä, jotka suunniteltiin pilottikohteille. Lisäksi tässä osiossa otettiin tarkasteluun muita sisäisiä vaikuttavia tekijöitä kunnossapidon osalta.

Lopputuloksena uskottakoon tämän työn olevan toimiva pohja kunnossapidon käyttöönotossa ja kunnossapito-organisaation luomisessa.

Kieli
suomi

Sivuja 61
Liitteet 9
Liitesivumäärä 26

Asiasanat
Kunnossapito, Luotettavuuskeskeinen kunnossapito, Kunnossapitostrategia



THESIS
April 2016
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260-600

Author(s)
Joonas Saaristo
Henri Karvinen

Title
A Maintenance Plan to Mantsinen Group Ltd Oy

Commissioned by
Mantsinen Group Ltd Oy, Ylämylly factory

Abstract

The purpose of this thesis was to create a maintenance plan for the main equipment and machines at Mantsinen Group Ltd Oy. There has not been any previous device-specific maintenance planning at Ylämylly factory, therefore this thesis subject became current for the employer.

The goal was to improve the service and maintenance procedures of the factory equipment and machines, in order to achieve a more secure and stable functionality and growth of lifespan. The goal included to tailoring an appropriate maintenance strategy to suit the purposes of this company.

In the theory section of the maintenance plan some concepts and terms about maintenance are explained. The theory part is concentrated on the efficiency of equipment and machine maintenance, condition monitoring, and some key strategies. As the most essential of these strategies are presented the reliability centered maintenance strategy and the total productive maintenance strategy.

The execution section of this thesis describes in more detail the making of customized maintenance plans and maintenance programs, which were created to the pilot projects. In addition in this section other internal factors affecting the maintenance concept were examined. As a result, we believe this work to be a valid ground in creating a working maintenance organization

Language
Finnish

Pages 61
Appendices 9
Pages of Appendices 26

Keywords
Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Maintenance Strategy

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Käytetyt merkit ja lyhenteet

1	Johdanto	7
1.1	Työn tavoitteet	7
1.2	Työn rajaus	8
2	Mantsinen Group Ltd Oy	8
2.1	Yrityksen esittely	8
2.2	Ylämyllyn toimipiste ja kunnossapito	10
3	Kunnossapidon käsitteitä ja termejä	11
3.1	Standardit	11
3.2	Vika ja vikaantuminen	11
3.3	Vikaantumisen syyt	13
3.4	Kunnossapitolajit	14
3.4.1	Korjaava kunnossapito	16
3.4.2	Huolto	16
3.4.3	Ehkäisevä kunnossapito	17
3.4.4	Parantava kunnossapito	17
3.4.5	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	18
3.5	Kunnonvalvonta	19
3.5.1	Jaksotettu kunnonvalvonta	20
3.5.2	Jatkuva kunnonvalvonta	21
3.5.3	Kunnonvalvonnan mittaukset	22
4	Kunnossapidon tehokkuus (KNL)	26
4.1	Käytettävyys (K)	28
4.2	Nopeus (N)	30
4.3	Laatu (L)	31
5	Kunnossapitostrategiat	32
5.1	TPM	34
5.1.1	Päämäärät	35
5.1.2	TPM-kehitysohjelma	36
5.1.3	Käytön suorittaman kunnossapidon vaiheet	38
5.1.4	TPM-ohjelman onnistuminen	40
5.2	RCM	41
5.2.1	Päämäärät	41
5.2.2	RCM-prosessi	42
5.2.3	Tyypilliset projektin vaiheet	44
5.3	Asset Management	46
6	Kunnossapitosuunnitelman toteutus	48
6.1	Lähtötietojen keruu	48
6.2	Ympäristö, siisteys ja turvallisuus	52
6.3	Huolto-ohjelmien tekeminen	53
6.3.1	Liftec-nostolaitteen huolto-ohjelma	53
6.3.2	Zayer-työstökeskuksen huolto-ohjelma	54
6.4	Varaosien kartoitus	55
6.5	Kunnossapitosuunnitelmien laatiminen	56
6.6	Kunnonvalvonta	56

6.7 Tietojärjestelmät	57
7 Pohdinta.....	59
Lähteet.....	61

Liitteet

Liite 1	Haastattelupohja
Liite 2	Huolto-ohje Liftec
Liite 3	Päivittäisten huoltojen seuranta Liftec
Liite 4	Huoltoraportti
Liite 5	Päivittäisen huollon ohje Liftec
Liite 6	Huolto-ohje Zayer
Liite 7	Leikkuunesteen seurantakortti Zayer
Liite 8	Kunnossapitosuunnitelma Liftec
Liite 9	Kunnossapitosuunnitelma Zayer

Käytetyt merkit ja lyhenteet

APQ	Kokonaistehokkuuden englanninkielinen laskentakaava (Availability x Performance rate x Quality rate)
DNF	sertifiointilaitos
EN	CENissä vahvistetun standardin tunnus
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisoimisjärjestö
KNL	Tuotannon kokonaistehokkuusluku
OEE	Overall equipment effectiveness, kokonaistehokkuus
OHAS	työterveys- ja työturvallisuuden johtamisjärjestelmä
PSK	Standardisointiyhdistys
PSK 6201	Kansallinen standardi. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät
PSK 7501	Kansallinen standardi, Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut
RCFA	Juurisyyanalyysi
RCM	Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito
RTF	Run To Failure, käyttö hajoamiseen saakka
SEE	Spectral Emitted Emission, SKF:n nimitys korkeataajuisen akustisen värähtelyn mittaamiseen
SFS	Suomen standardisoimisliitto
SFS-EN 13306	EU-standardi, kunnossapitosanasto
Six Sigma	johtamis- ja laatumenetelmä
SRCM	Streamlined Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito, kevennetty malli RCM:stä
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
5S	Viisivaiheinen Lean-työkalu, joka koostuu viidestä japaninkielisestä sanasta

1 Johdanto

Yhä useampi yritys panostaa nykypäivänä laitteiston virheettömään toimintaan. Yrityksen kasvaessa sekä laitteiston ja henkilöstön lisääntyessä kunnossapidon tärkeys kasvaa. Kunnossapidolla yritykset pyrkivät pidentämään laitteistonsa elinikää ja luotettavaa toimintaa. Yritys pyrkii tekemään laitteistojen hankinnat yhä harkitummin. Hankintoihin vaikuttaa suuresti laitteen luotettavuus sekä kunnossapidettävyyys, ei niinkään alkuperäinen hankintahinta.

Yritykselle räätälöidyssä kunnossapitosuunnitelmassa päästään tavoittelemaan laitteiston virheetöntä toimivuutta. Kunnossapitosuunnitelma auttaa yritystä seuraamaan laitteistonsa tilaa ja auttaa tekemään päätöksiä hankinnoista ajoissa sekä harkitusti.

Tämän opinnäytetyön aiheena on toteuttaa kunnossapitosuunnitelma Mantsinen Group Ltd Oy:n Ylämyllyn tehtaalla käytettäville koneille ja laitteille. Yrityksellä on kattava laitteisto, jonka vuoksi kunnossapito on hyvin tärkeänä osana toimivaa tuotantomallia. Yrityksellä ei ole aikaisempaa laitekohtaista kunnossapitosuunnitelmaa vaan huolto- ja kunnossapitotoimet on jätetty alihankkijoiden toimeksi.

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on parantaa tehtaan sisäisten laitteiden huolto- ja kunnossapitotoimia. Kunnossapitosuunnitelmalla tavoitellaan koneiden ja laitteiden eliniän kasvua sekä varmempaa toimivuutta tehdasolosuhteissa. Tarkoituksena on vali-

ta ja käyttää pohjana sopivaa kunnossapitostrategiaa, mikä räätälöidään kohdeyrityksen tarkoituksiin sopivaksi.

1.2 Työn rajaus

Työ rajattiin yleisesti tehtaan käytössä olevaan laitteistoon sekä tuotantoon vaikuttavaan laitteistoon. Suunnitelma laadittiin valituille pilottiprojekteille. Tehtaan lähtökohtana on ottaa kunnossapitosuunnitelma käyttöön työn valmistuttua.

2 Mantsinen Group Ltd Oy

2.1 Yrityksen esittely

Mantsinen pyrkii tarjoamaan asiakkailleen tehokkainta ja turvallisinta ratkaisua irtotavaran käsittelyyn. Mantsinen on aloittanut toimintansa tarjoamalla logistiikkapalveluja, jotka ovat olennainen osa yrityksen toimintaa nykypäivänä. Mantsinen käsittelee vuosittain suuria määriä pyöreää puuta sekä muuta irtotavaraa, lukujen yltäessä 25 miljoonan tonnin vuositasolle. Mantsinen on yltänyt saavutuksillaan korkeammalle kuin monikaan yritys Suomessa mm, lastannut ja purkanut yli 10 miljoonaa rautatievaunua historiansa aikana. [1.]

Mantsisella oli poikkeuksellisen vahva asiakasnäkökulma aloittaessaan valmistamaan hydraulisia materiaalinkäsittelykoneita 1990-luvun lopussa. Voit löytääkin Mantsisen koneita lukuisista satamista, tehdasympäristöistä ja terminaaleista. Mantsisen materiaalinkäsittelykoneilla voi lastata ja purkaa mm. hiiltä ja

muuta irtotavaraa, romumetallia sekä terästeollisuuden lopputuotteita, pyöreää puuta sekä metsäteollisuuden lopputuotteita sekä muita kappaletavaroita. [1.]

Yritys on jakautunut kahteen liiketoimintayksikköön: materiaalinkäsittelykoneiden ja lisälaitteiden valmistukseen ja logistiikkapalveluihin. Mantsinen tarjoaa logistiikkapalveluita Suomessa ja Venäjällä ja pyrkii olemaan arvostetuin kumppani puu- ja romukenttien sekä terminaalien toimintojen ulkoistuksissa. [1.]

Mantsisen materiaalinkäsittelykoneita ja satamanostureita löytyy 50 tonnista aina 200 tonniin saakka. Koneiden avulla lastauskapasiteetti voi kasvaa jopa yli kaksinkertaiseksi taloudellisesti ja energiatehokkaasti. Koneita räätälöidään asiakkaiden tarpeita vastaaviksi. Materiaalinkäsittelykoneet soveltuvat irtotavaran ja kappaletavaran käsittelyyn useisiin eri kohteisiin riippumatta siitä, onko kyseessä satama, tehdasympäristö, terminaali tai muu vastaava. [2.]

Mantsinen Group Ltd Oy:llä noudatetaan ISO 9001, ISO 14001 ja OHSAS 1800-standardeja ja yritys on DNV:n sertifioima. Mantsinen parantaa jatkuvasti laatu- ja ympäristöjärjestelmää sekä työturvallisuutta. HybriLift® energiantalteenotto- ja kierrätysjärjestelmä julkaistiin markkinoille 2008, ja se mahdollistaa jopa 35 %:n energiasäästön.[3.]. Kuvassa 1 on Mantsisen Ylämyllyn toimipiste.



Kuva 1. Mantsinen Group Ltd Oy [1]

2.2 Ylämyllyn toimipiste ja kunnossapito

Materiaalinkäsittelykoneet valmistetaan Pohjois-Karjalassa Ylämyllyllä ja toimitetaan maailmanlaajuisesti kumppaniverkoston kautta. Tehtaalla on mahdollista tehdä myös muita asiakastöitä suurien tilojensa vuoksi. Myöskään asiakkaan erikoistilaukset eivät ole vieras käsitys Mantsiselle. Mahdollisimman paljon valmistuksen vaiheista pyritään tekemään itse ja keskittämään samoihin tiloihin. Ylämyllyn tehtaalla onkin valmistuksen lisäksi osto, myynti, markkinointi ja suunnittelu, kaikki saman katon alla.[4.]

Ylämyllyn toimipisteellä on hyvin kattava laitteisto, laajan tuotantoprosessin vuoksi. Laajalle laitteistolle vaaditaan aina väliajoi kunnossapitoa ja täten kunnossapitoa on pyritty ulkoistamaan tärkeimpien sekä erikoisosaamista vaativien laitteiden osalta. Esimerkiksi koneistamon työstökoneet, nostoapuvälineet, pyörityspöydät sekä suurimmanosan hitsauslaitteistosta hoitaa Machineryn huoltopalvelu. Nostureiden tarkastukset, kalibroinnit, huollot sekä korjaukset hoitaa Konecranes.[5.]

Oma kunnossapito on hieman suppeampaa ja tällä hetkellä kunnossapitoon kuuluukin pääpiirteittäin käyttäjäkohtainen kunnossapito sekä liikkuva kalusto. Käyttäjäkohtainen kunnossapito on keskittynyt enimmäkseen koneistamon laitteisiin sekä hitsausrobottiin, joista onkin laadittu puhdistus- ja huolto-ohjeet. Tehtaan sisäisien vikaantumisien ja korjausten osalta seurantaa ei ole käytössä. Liikkuvan kaluston huolto keskittyy öljyjen vaihtoon sekä korjaustoimenpiteisiin. Huolto-ohjeita sekä seurantaa ei ole käytössä liikkuvan kaluston osalta.[5.]

3 Kunnossapidon käsitteitä ja termejä

3.1 Standardit

Kunnossapidon päästandardeina voidaan pitää SFS:n ja PSK:n määrittelemiä standardeja. Kunnossapidosta on myös kirjoitettu muutamia kirjoja, joissa sana ”kunnossapito” on käsitelty eri tavoilla. [6, 17.]

SFS-EN 13306:2010 -standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

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, 17.]

Kunnossapito määritellään PSK 6201:2011 -standardin mukaan 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. [6, 18.]

3.2 Vika ja vikaantuminen

Vikaantumisella tarkoitetaan tapahtumaa tai tapahtumaketjua, minkä seurauksena kohteeseen syntyy vika, esimerkiksi vikatila. Vian ollessa päällä kohteessa ei kohde enää toimi vaaditulla tavalla. Vikaantumisen ja vian spesifikaatiot ovat SFS-EN 13306:2010-eurostandardista. [6, 66-67.]

Vika määritellään tilaksi, jonka seurauksena kohde ei pysty suorittamaan vaadittua ominaisuutta. Vika ei tarkoita tilaa, jossa kohde on esimerkiksi ehkäisevän kunnossapidon tai jonkin muun suunnitellun toimenpiteen takia toimintakyvytön. Vian terminä voidaan käyttää sanoja vaurio (damage) tai häiriö (disturbance). [6, 67.] Vika voi esiintyä myös piilevänä, osittaisena tai ohjelmistollisena:

- Piilevä vika on kohteessa oleva vika, joka ei ole havaittavissa.
- Osittaisen vian seurauksena kohteessa oleva vika estää kohdetta suorittamasta kaikkia toimintoja.
- Ohjelmistossa oleva vika estää ohjelmistoa toimimasta määrättyllä tavalla. [6, 70.]

Vikaantumisen tapahduttua koneessa tai laitteessa ilmenee vikatila, jonka seurauksena koneen suorittama toiminta päättyy. Standardin mukaan vikaantuminen on ajallisesti todella nopea tapahtuma. Hitaasti kehittyvälle vikaantumiselle ei standardissa ole käsitettä. Siispä näiden vikojen havainnointi on TPM- ja RCM-strategioiden tärkeimpiä ominaisuuksia. [6, 67-68.]

Koneen vika ei ilmaannu itsekseen, vaan sillä on aina jokin syntymämekanisminsa. Vikatilana pidetään pitkän ajanjakson ja eri vaiheiden kautta syntynyttä tilaa. Vikojen syntymä- ja kehittymismekanismeja ei yleensä erikseen opeteta kunnossapidossa. Näiden tapahtumien oppiminen on kuitenkin kunnossapidon osa-alueista tärkein. Nykypäivänä keskitytään kunnossapidossa ehkäisevään kunnossapitoon vikaantumisen estämiseksi, eikä niiden poistamiseen korjaavalla kunnossapidolla. Nykypäivänä yritysten tärkein tehtävä kunnossapidon osalta onkin kunnossapidon tarpeen vähentäminen, kun vasta toisena päämääränä on kunnossapidon tehokas tekeminen. [7, 53.]

3.3 Vikaantumisen syyt

Ennen yritykset olettivat vikaantumisen johtuvan koneiden surkeasta suunnittelusta ja kestävydestä. Vikaantumiset voi osaltaan myös johtua siisteyden puutteen takia johtuvasta likaantumisesta. Näin ollen esimerkiksi Terry Wireman toteaa, että toimintaympäristöjen pitäminen siistinä auttaa pudottamaan vikoja 40 %. Vikaantumista ovat myös tutkineet japanilaiset TPM:n kehittäjät, joiden mukaan on olemassa viisi syytä vikaantumiselle. [6, 81.]

Ensimmäisenä syynä vikaantumisille voidaan luokitella laitteiden vääränlaisen käytön takia johtuvat vikaantumiset. Tämä voi johtua siitä, että laitteen oikeita toimintatapoja ei tunnisteta tai käyttäjillä on vääränlainen suhtautuminen koneita kohtaan. Toisena syynä on puutteellinen käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaito eli keskitytään esimerkiksi vain korjaamiseen. Tähän liittyy myös tarkastuksien puutteellisuus. Tarkastuksissa piileviä vikoja ei välttämättä osata havainnoida tai oireet tulkitaan pieleen. [6, 81.]

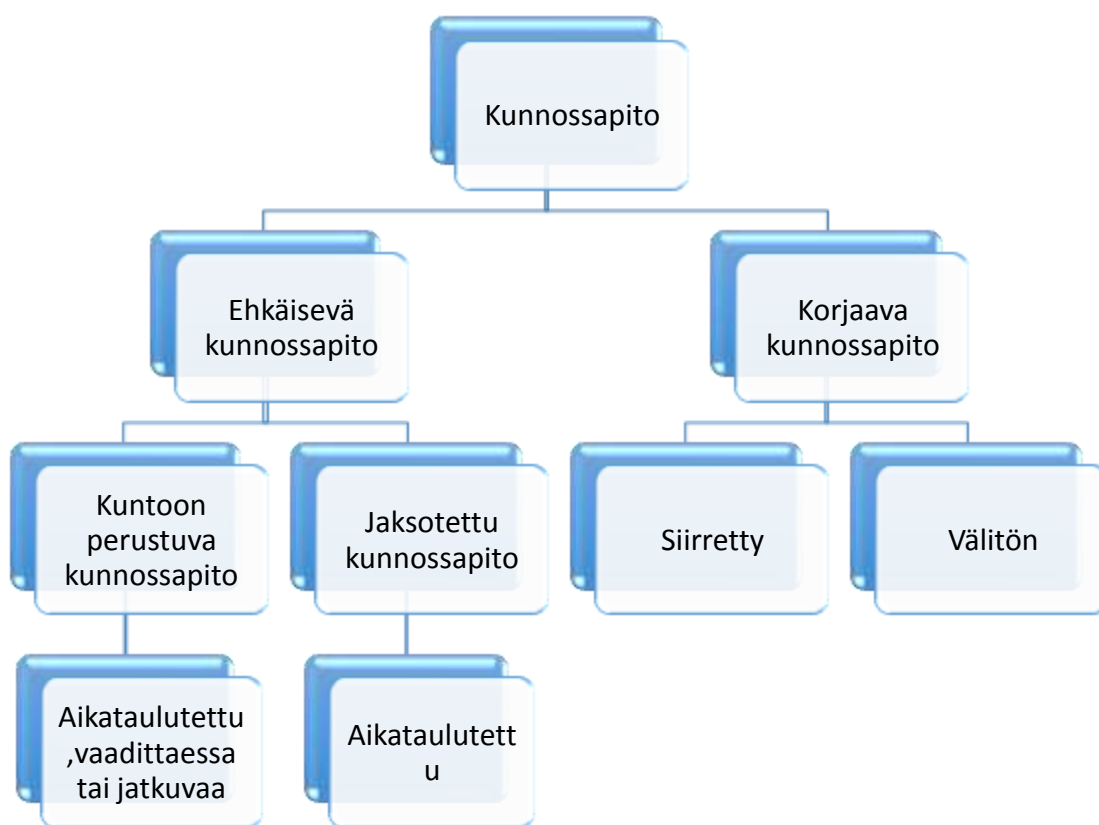
Japanilaisten mukaan kolmantena syynä ovat koneen ikääntymisen takia johtuvat vikaantumiset. Yleensä tämä tarkoittaa sitä, ettei ikääntymisen myötä ilmeviä tuomintakyvyn heikkenemisiä havaita riittävän tarkasti tai niitä ei osata korjata tai niiden vaan annetaan olla. [6, 81.]

Neljäntenä syynä pidetään koneen käyttöolosuhteiden laiminlyöntiä eli esimerkiksi laiminlyödyään siisteyttä. Tämän seurauksena kone pääsee likaantumaan, joka taas aiheuttaa vikaantumisia. Viimeisenä syynä on koneen suunnittelussa sattuneet virheet. Esimerkiksi suunnittelussa on jäänyt huomioimatta koneen varsinainen käyttö tai käyttöolosuhteet. [6, 81.]

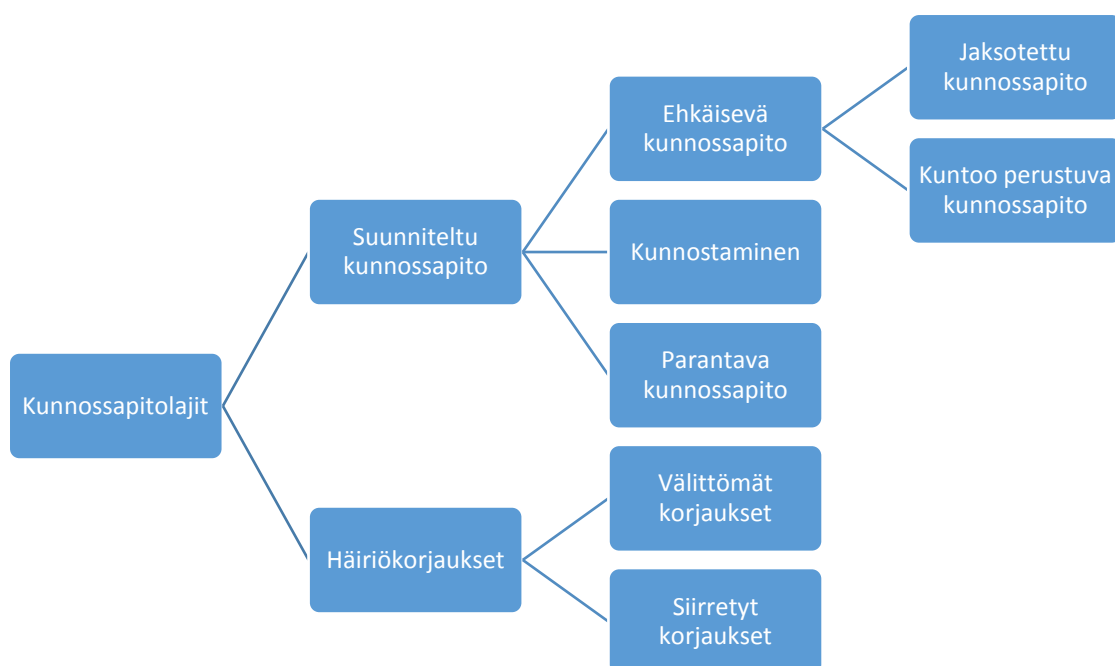
Muita vikaantumisen kannalta tärkeitä syitä voi myös olla vikojen oireiden tulkitsemisen puutteellisuus. Toiminnassa keskitytään liikaa korjaamiseen, jonka seurauksena vikojen oireiden ratkaisemiseen ei keskitytä. Myös tarkastusten puutteellisuus tai niiden laiminlyönti voi olla vikaantumisen syynä. [6, 81.]

3.4 Kunnossapitolajit

Perusedellytys tehokkaaseen kunnossapidon johtamiseen on tuotanto-omaisuuden jaottelu eri lajeihin. Jaottelulla pystytään tarkastelemaan kunnossapidon tehokkuutta havainnoimalla esimerkiksi eri lajien kustannuksia tehtyjen työtuntien määrään. SFS-EN 13306:2010-standardin mukaan kunnossapitolajit on jaettu vikaantumisen perusteella. PSK 6201:2011 lajittelee kunnossapitolajit hieman eri tavalla, joko suunniteltuihin tai häiriötä poistaviin kunnossapitotehtäviin. Kuvioissa 1 ja 2 esitetään SFS-EN- ja PSK-standardien mukaan esitetyt jaottelut. [6, 46.]



Kuvio 1. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010 [6, 46.]



Kuvio 2. Kunnossapitolajit PSK 6201:2011 [6, 47.]

3.4.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa tuotantokoneen vikaantunut osa tai komponentti korjataan eli tuotantokone palautetaan siihen käyttökuntoon, jossa se oli ennen vikaantumistaan. Korjaavan kunnossapidon avulla pystytään määrittämään osien tai komponenttien elinikä käyttäen apuna korjaavan kunnossapidon suoritusajkoja. Suunnittelemattomat sekä suunnitellut kunnossapitotoimet, kuten häiriökorjaukset tai kunnostus ovat osa korjaavaa kunnossapitoa. Seuraavat toimet kuuluvat korjaavaan kunnossapitoon:

- vikojen määrietykset
- vikojen tunnistamiset
- vikojen paikantaminen
- korjaaminen
- tilapäinen korjaus
- toimintakuntoon palauttaminen [7 49.]

3.4.2 Huolto

Huoltamalla voidaan ylläpitää kohteen ominaisuuksia tai ennen vian syntymistä palauttaa heikentynyt toiminto. Huoltamalla myös estetään vikatilaan pääsy. Huolto voidaan siis luokitella ennakoivan kunnossapidon piiriin. Huoltaminen voi olla joko jaksotettua tai jaksottamatonta. Jaksotettu huolto on tietyn väliajoin tapahtuvaa. Huoltovälit on määritelty yleensä joko käyttöajan tai käyttömäärän mukaisesti. On kuitenkin huomioitava myös käytön rasitus huollettaville kohteille määriteltäessä aikavälejä. Seuraavien toimien voidaan katsoa kuuluvan jaksotettuun huoltamiseen:

- käyttäjäkunnossapito
- puhdistustoimenpiteet

- kohteen voitelu
- kohteen huoltaminen, huolto
- kohteen kalibrointi
- kohteen kuluvien osien vaihto
- heikentyneen toimintakyvyn palautus

[7, 50.]

3.4.3 Ehkäisevä kunnossapito

Kohteen suorituskykyä tai parametreja seurataan ehkäisevän kunnossapidon avulla. Ehkäisevien kunnossapitotoimien katsotaan vähentävän vikaantumisen tapahtumista tai tuotantokoneen toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevät kunnossapitotoimet on joko aikataulutettuja tai jatkuvia huoltotoimenpiteitä tai ehkäiseviä kunnossapitotoimia tehdään vaadittaessa. Aikataulutettuihin ehkäiseviin kunnossapitotoimiin voidaan katsoa kuuluvaksi koneen tarkastukset, testaamiset ja vikatietojen tarkastelut. Tuotantokoneen kunnon- sekä käynninvalvonta kuuluvat jaksotettuihin tuotannon jatkuviin ehkäisevän kunnossapidontoiimiin, jolla estetään koneen enneaikainen vikaantuminen. Kunnonvalvontaa voidaan tehdä joko tuotantokoneen ollessa käynnissä tai seisokin aikana. [7, 50.]

3.4.4 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon avulla halutaan yleensä parantaa koneen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä esimerkiksi vaihtamalla koneen tiettyjä osia uudempiin ja parempiin kuin alkuperäiset. Tulee kuitenkin huomioida ettei koneen

suorituskykyä varsinaisesti muuteta. Tällainen toimenpide voi olla esimerkiksi uuden ja kestävämmän laakerimallin vaihtaminen vanhan tilalle. [7, 51.]

Parantavaksi kunnossapidoksi määritellään myös erilaiset tuotantokoneen korjaus ja uudelleensuunnittelun toimenpiteet. Nämä parantavat koneen luotettavuutta kuitenkin muuttamatta nykyistä suorituskykyä. [7, 51.]

Tuotantokoneen modernisoinnin katsotaan olevan parantavaa kunnossapitoa. Modernisointia joudutaan harkitsemaan, jos vanha kone ei kykene toimimaan enää muuttuvan valmistusprosessin mukana ja koneella on vielä elinaikaa jäljellä. Tästä johtuen on yleensä järkevämpää uudistaa vanha kone kuin ostaa uusi tilalle. [7, 51.]

3.4.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kunnossapidossa vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei mielletä kuuluvaksi osaksi kunnossapitolajeja. Nykypäivänä yritykset ovat kuitenkin alkaneet ymmärtää kyseisten toimintojen selvittämisen tärkeyden. Harvassa yrityksessä näiden toimintojen tekeminen on kuitenkin vielä systemaattisella tasolla. [7, 51.]

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen avulla selvitetään tuotantokoneen vikaantumisen perussyä sekä vikaantumisprosessi. Erilaisia analyysejä apuna käyttäen pystytään määrittelemään toimenpiteet, joilla estetään uusiutuvan vian uudelleen syntyminen. Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen analyysien avulla vaatii yleensä erikoisosaamista, joten on mietittävä mitkä rikkoontumiset loppupeleissä kannattaa analysoida. [7, 51.]

Yleisimpiä menetelmiä vikojen ja vikaantumisen analysointiin ovat vika-analyysit, vikaantumisen selvittämiset, mallintamiset, RCFA-analyysi, materiaalianalyysit, suunnitteluanalyysit sekä erilaiset vikaantumisen kartoitukset ja riskienhallinta-analyysit. [7, 51.]

3.5 Kunnonvalvonta

Ennen vanhaan yritysten kunnossapito oli yksinkertaisimmillaan pelkästään korjaavaa kunnossapitoa, eli laite tai kone korjattiin tai vaihdettiin uuteen tämän rikkoonnuttua. Tästä toiminnasta johtuen kunnossapitoa ei yrityksissä juurikaan suunniteltu sen tarkemmin. Tämän seurauksena seisokkiajat venyivät usein pitkiksi ja tuotantomenojen arvot kohosivat hyvinkin suuriksi. [8, 6.]

Yllä mainitun toimintatavan aiheuttamista ongelmista päästään helposti nykypäivänä eroon käyttäen kunnossapidon hoitamiseen liittyvää ennakoivaa kunnossapidon määritelmää. Edellä mainitun määritelmän mukaisesti kriittiset osat vaihdetaan tietyin väliajoin ennen niiden rikkoontumista. Tämä taas parantaa yrityksen kykyä suunnitella tarvittavat kunnossapitotoimet niin, ettei edellä mainittuja pitkiä seisokkiaikoja syntyisi. Arvioitakaan ei välttämättä tehdä kuitenkaan oikein, minkä seurauksena monia vaihdettavia osia vaihdetaankin turhaan. Myös tiettyjen mitoitusvirheiden ja ympäristömuutosten takia johtuvia ennenaikaisia vikaantumisia on vaikea ennustaa tilastollisin menetelmin. Tästä johtuen yritykset joutuvat edelleen korjaamaan vikaantuneet laitteet tai koneet korjaavan kunnossapidon määritelmän mukaisesti. [8, 6.]

Yllämainitun kahden toimintatavan hyvät puolet voidaan yhdistää kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Perusedellytys laitteen kuntoon perustuvalla kunnossapidolla on vikaantumismekanismien tunteminen. Tähän voidaan käyttää

apuna kunnonvalvontaa. Kun tuotantolaitos käyttää kunnonvalvontaa, pystyy se kunnonvalvonnan antamien tulosten avulla suorittamaan tarvittavat kunnossapitotoimet niin, ettei turhaa kunnossapitotyötä tarvitsisi tehdä ollenkaan. Kunnonvalvonnan avulla myös hitaasti kehittyvät viat pystytään korjaamaan suunnitellusti. Näin ollen tuotantoon ei välttämättä synny odottamattomia seisokkeja ollenkaan. Perustyyppiltään kunnonvalvonta voi olla jaksotettua tai jatkuvaa. [8, 6.]

3.5.1 Jaksotettu kunnonvalvonta

Jaksotetussa kunnonvalvonnassa valvottavalle koneelle tai laitteelle suoritetaan mittauksia tietyn väliajoin. Mittauksia suoritetaan yleensä erilaisilla analyysiohjelmistoilla. Mittalaitteet taas voivat olla esimerkiksi kannettavia. Analyysiohjelmistolla kerätyt tiedot voi kerätä tarkempaa analyysiä varten eri tietokantoihin. [8, 7.]

Etuja jaksotetussa kunnonvalvonnassa on sen yksinkertaisuus ja se ettei mitta-laitteiden tarvitse olla välttämättä mitenkään yhteensopiva tuotantolaitoksen järjestelmiin. Myös hyvin yksinkertaisten vikojen havainnoimiseksi voidaan jaksotetussa kunnonvalvonnassa hyödyntää käyttäjäkohtaista kokemusta. Esimerkiksi laakerivian paikantamiseen ei välttämättä tarvita mittauslaitteita vaan se voidaan todeta yksinkertaisemmin perustein, esimerkiksi kuulon. [8, 7.]

Huonoina puolina jaksotetun kunnonvalvonnan kannalta voidaan pitää sen hitautta ja kalleutta. Sitä ei siis kannata käyttää sellaisissa vaiheissa, jotka ovat prosessille erittäin tärkeitä. Tällaisia kohteita on esimerkiksi sellaiset joissa ei ole varajärjestelmää tai niissä on työturvallisuus- tai ympäristöriskejä aiheuttavia tekijöitä. [8, 7.]

3.5.2 Jatkuva kunnonvalvonta

Jatkuvassa kunnonvalvonnassa tuotantolaitoksen koneeseen on asennettu kiinteä mittalaite, joka mittaa jatkuvasti tai tarvittaessa koneen komponenttien toimintaa. Kunnossapitohenkilöstöä ei siis tarvita paikalle mittauksen suorittamisen ajaksi. Kunnonvalvontaa suorittavien antureiden tuottama tieto sekä mahdolliset analyysit joutuu kuitenkin siirtämään kunnossapitoa suorittavalle henkilölle. Tästä johtuen tarvitaan myös antureilta menevä tiedonsiirtoyhteys muihin järjestelmiin. Jatkuvaa kunnonvalvontaa kutsutaankin online-kunnonvalvonnaksi. [8, 7.]

Jatkuvan kunnonvalvonnan etuja ovat sen nopeus, yhdenaikaisuus ja automatisointi. Jatkuvassa kunnonvalvonnassa ei siis tarvitse erikseen mennä koneen luo tekemään mittausta, vaan se voidaan tehdä etänä. Mittauksia pystytään tekemään monista eri komponenteista yhtäaikaisesti tai määrättyinä ajankohtina. Mittauksien tekeminen sekä tiedonsiirto pystytään myös automatisoimaan, joten erillisiä käynnistyksiä ei tarvita. Henkilöstöressurssien määrä on myös huomattavasti pienempi verrattuna jaksotettuun kunnonvalvontaan nähden. [8, 8.]

Tiedonsiirtoon on olemassa useita eri vaihtoehtoja ja toteutustapa määräytyykin yleensä tapauskohtaisesti. Antureilta saatavan tiedon siirtämiseksi tietokantoihin tarvitaan erilaisia osia. Tällaisia osia voi olla esimerkiksi kenttäväylät, langalliset verkot sekä langattomat tiedonsiirtovälineet. [8, 8.]

3.5.3 Kunnonvalvonnan mittaukset

Kunnonvalvonnalla tuotantolaitos pyrkii selvittämään alkavan vikaantumisen mitattavassa kohteessa ennen vian ilmaantumista. Varsinainen ydinasia on tunnistaa tilanteet, joissa tuotantokone toimii normaalista poikkeavalla tavalla. Yleensä kuitenkin tämän tilanteen havaitseminen ei riitä, vaan olennaista on tunnistaa vikojen vakavuusasteet ja määrittää korjaavat toimenpiteet. [8, 9.]

Kunnonvalvonta jaetaan yleensä seuraaviin osa-alueisiin:

- havaitaan poikkeavat tilanteet
- poikkeavan tilanteen syyn selvittäminen
- arvioidaan poikkeaman vakavuus
- toimenpidesuosituksien tekeminen
- selvitetään poikkeaman alkusyy ja mahdollisen parantavan toimenpiteen suunnittelu [8, 9.]

Kun mahdollinen poikkeama löydetään ennen koneen vikaantumisista, jää riittävästä ajasta myöhempien vaiheiden toimenpiteille ja tarvittavien päätöksien teko pystytään tekemään todellisen tiedon pohjalta. Edellytyksenä on kuitenkin, että havaitut poikkeamat ovat todellisia eli vääriä hälytyksiä tulee harvoin. [8, 10.]

Kunnonvalvonnassa laiteesta mitataan käynnin aikana erilaisia fysikaalisia suureita. Kunnonvalvontamittauksilla päästään parhaaseen tulokseen, kun mittaukset tehdään säännöllisesti ja eri ajanjaksoilla mitatut tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Tämän avulla pystytään seuraamaan mitattujen arvojen kehittymistä ja mitatut arvot pystytään asettamaan samalle asteikolle. Yksittäisiin

mittauksiin verrattuna analyysien luotettavuus on parempi, jos samasta laitteesta seurataan useita eri suureita. Tällöin puhutaan moniparametrivalvonnasta. Kunnonvalvonta voi perustua seuraavien suureiden mittaamiseen: [8, 10.]

- tärinä (mittaussuureita on useita)
- lämpötilat
- voiteluöljyjen ominaisuudet ja puhtaus
- sähkövirta ja käyntinopeus
- virtaus, paine ym. muut prosessisuureet [8, 10.]

Kunnonvalvonnan mittausmenetelmistä tärkeimpänä voidaan pitää tärinän eli värähtelyjen mittausta. Mittausmenetelmien edut ja rajoitukset on myös tunnettava hyvin, jotta koneen kuntoa voidaan parhaalla mahdollisella tavalla valvoa. Perustaessa kunnonvalvontaohjelmaa on tiedettävä, mitä mitataan ja miksi juuri tätä pitää mitata. Mittauksia suunnitellessa on hyvä miettiä, onko kyseisen asian mittaaminen kannattavaa. Mittauksia suunnitellessa tarvitaan myös jonkun verran ammattitaitoa ja pätevyyttä mittauksia suoritettaessa. Mittaajan täytyy tietää mistä hän mittaa kyseisen kohdan ja miten hän suorittaa mittauksen, jotta myös mittaustulokset olisivat luotettavat ja uusittavissa. [8, 10.]

Esimerkkinä voidaan ottaa tärinämittauksen anturin paikan ja kiinnityksen valinta. Mittauksen onnistumisen kannalta tällä valinnalla on erittäin suuri merkitys. [8, 10.] Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty millaisilla eri kunnonvalvonnan mittausmenetelmillä voidaan seuraavia koneita ja laitteita valvoa. Taulukosta on poistettu ylimääräiset komponentit ja siihen on jätetty vain tämän työn kannalta tärkeimmät.

Valintataulukko

	Värähtely	Ääni	AE	Kulumishiukkaset	Vesipitoisuus	Sähk.eristys	Optiset men.	Optinen linjaus	Paine	Lämpötila	Lämpökamera	Venymä	Korroosio	Suoritusmon.
Laakerit	●	●		●			●			●	●		●	
Hihnat												●		●
Puhaltimet	●	●				●		●	●	●	●			●
Hitsausmuuntajat						●	●		●					●
Kompressorit	●	●		●	●	●		●	●	●	●			●
Kytkimet	●	●						●				●		●
Leikkaavat koneet	●	●		●	●	●			●			●		●
Sähkömoottorit	●	●				●				●	●			●
Kuljettimet	●					●						●		
Suodattimet/separaattorit/venttiilit				●	●				●				●	●
Vaihteet	●	●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
Kuormaus				●	●	●			●				●	●
Työstökoneet	●	●		●	●					●	○			●
Hydr. työstökoneet	●	●		●	●				●	●	○			●
Paineastiat			●						●	●	●	●	●	●
Pumput	●	●		○	○				●	●	●		●	●
Rakenteet	●											●	●	
Siirtokalusto					●	●			●	●	●		○	●
Nostokalusto			●									●		●

Yllä ● tarkoittaa hyvin toimivaa menetelmää ja ○ tarkoittaa jotenkin toimivaa menetelmää.

Taulukko 1. Kunnonvalvontamenetelmän valintataulukko, mukailten [9, 178.]

Seuraavaksi esitetään lyhyesti muutamia tärkeimpiä yllä olevassa taulukossa 1 mainittuja kunnonvalvontamenetelmien ominaisuuksia.

Kunnonvalvontamenetelmiin perustuvia värinä- eli värähtelymittauksia pidetään yleensä tehokkaimpina koneiden kunnonvalvonnassa silloin, kun koneesta mitataan dynaamisia tapauksia. Näitä tapauksia voi olla mm. tasapaino, laakeroinnin kunto ja voimat, mitkä kohdistuvat koneen eri komponentteihin. [8, 11.]

Tiedonkeruulaitteita ja analysointilaitteita käytetään yleensä värinän mittaamisessa. Varsinainen tietojen analysointi ja tallennus tehdään yleensä tietokoneella. Värinämittauksia analysoimalla voidaan löytää esimerkiksi mekaaniset välykset, epätasapaino, taipunut akseli, rakenteen resonanssitaajuuudet, asennusvirheitä, ym. Yleisempiä värinän analysointiin olevia menetelmiä ovat nopeuden tehollisarvon mittaaminen (värinärasitus) sekä spektrianalyysit. Näiden avulla löydetään yleensä suurin osa vaurioista. [8, 11.]

On myös kehitetty tehokkaimpia menetelmiä sellaisiin tapauksiin, jossa edellä mainituilla menetelmillä tehtävät analysoinnit on todettu vaikeiksi. Tällainen tehokkaampi menetelmä voi olla esimerkiksi verhokäyräanalyysi. Verhokäyräanalyysissä ideana on, että ennen spektrianalyysia signaalille tehdään toimenpiteitä, jotka helpottavat laakerivikojen havaitsemista. Myös korkeataajuisen akustisen värähtelyn mittaaminen voidaan katsoa kuuluvaksi värinämittauksen menetelmiin. Tällä mittaustavalla saadaan tietoa metallin ja toisen metallin kosketuksista, mikä voi olla merkki puutteellisesta voitelusta tai alkavasta laakeriviasta. SKF mukaan menetelmä on nimeltään SEE (Spectral Emitted Emission). [8, 11.]

Lämpötilan kohoaminen on yleensä merkinä kasvaneesta kitkasta, mikä voi johtua vauriosta tai voiteluhäiriöistä. Lämpötilojen mittausta voidaan pitää ihan käyttökelpoisena kunnonvalvonnan menetelmänä. Haittapuolena on yleensä, että lämpötila kohoaa vasta siinä vaiheessa, kun vika on jo niin vakavalla asteella, ettei koneen korjaukseen valmisteleva aika jää todella pieneksi. [8, 11.]

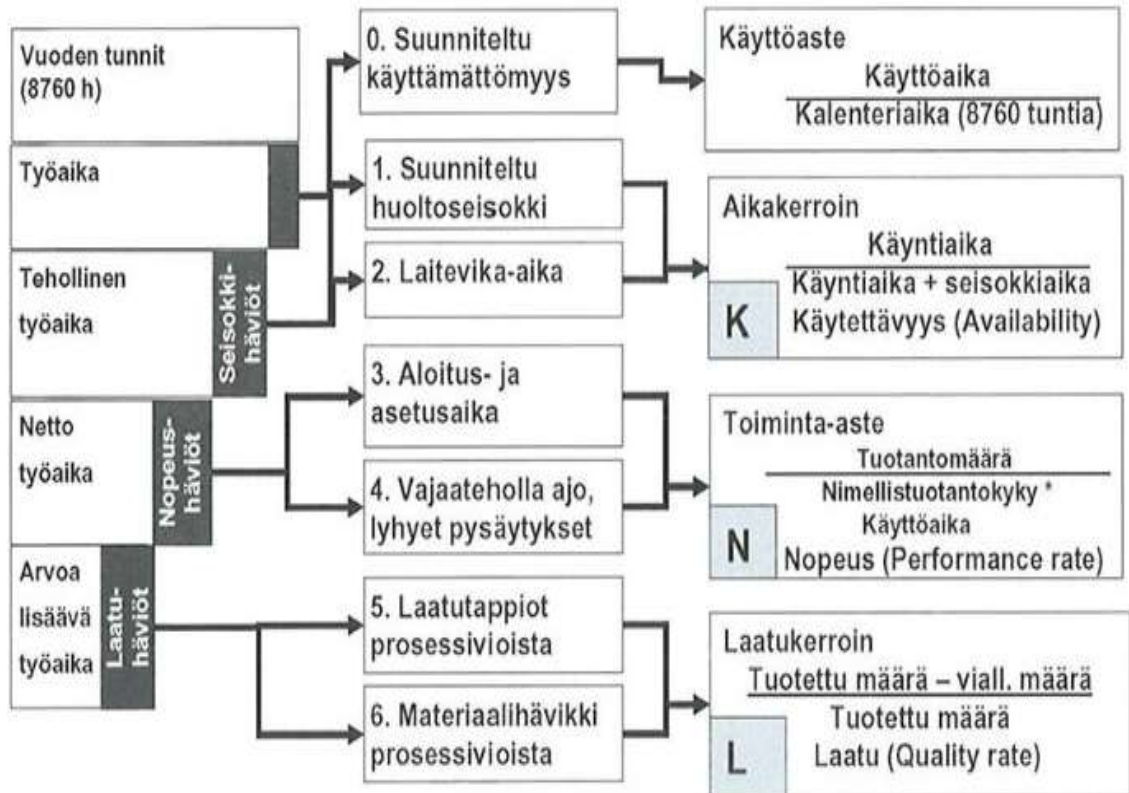
Kunnossapidon apuvälineeksi on viime vuosina otettu lämpökamerat. Lämpökameran toiminta perustuu pintalämpötilaan, jossa kappaleiden lähettämä infrapuna- eli lämpösäteilyn kuvataan. Tyypillisiä tarkastelukohteita ovat lämpövoimalaitokset ja lämmönjakelu, jossa lämpökameran avulla pystytään helposti havaitsemaan vuodot. Lämpökameran avulla pyörivistä koneista pystytään mittaamaan kitkan aiheuttamat lämpenemiset. [8, 12.]

Koneiden kunnonvalvonnassa prosessisuureiden käyttö on aika vähäistä, vaikka niiden saanti prosessinohjauksesta on melko helppoa. Näiden tietojen käyttö rinnan esimerkiksi värähtelymittauksissa antaisi lisäpohjaa päätöksenteolle. Tällaisia prosessista saatavia suureita ovat esimerkiksi paine, lämpötila, nopeus, virtaus ym. tiedot. Tulevaisuuden kehityssuuntana voidaan nähdä prosessiautomaation ja kunnonvalvonnan integroiminen. [8, 13-14.]

4 Kunnossapidon tehokkuus (KNL)

KNL -laskennan malli on kehitetty alun perin Toyotalla ja sen englanninkielinen nimi tulee kirjaimista OEE (Overall Equipment Efficiency). Laskentakaava APQ (Availability x Performance rate x Quality rate) tulee englanninkielisestä nimestä, josta on käännetty suomenkielinen lyhenne KNL. KNL saadaan siis laskettua

aikakertoimen, toiminta-asteen ja laatukertoimen tulosta. Kuviossa 3 on kuvattu KNL:n laskemisen periaate. [10, 20.]



Kuvio 3. KNL:n laskemisen periaatteet [10, 20.]

KNL:n laskeminen sitoutuu aina tiettyyn prosessiin. Tästä johtuen KNL:n laskennassa on huomioitava prosessin ominaispiirteet. Joskus ehtoja soveltavalle laskentamallille asetetaan käytettävissä olevat tiedonkeruu- ja analysointimahdollisuudet. Näin on erityisesti silloin, kun:

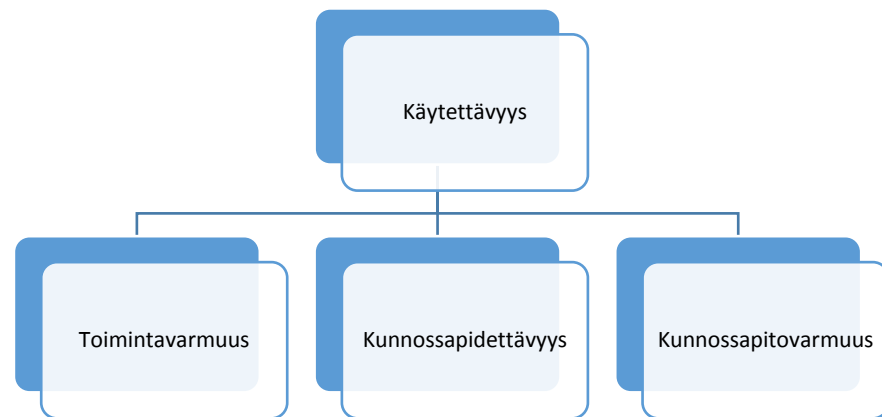
- prosessissa olevilla tuotteilla on eri läpäisykyky
- tuotevaihtoja on usein sekä tuotantosarjat ovat lyhyitä
- raaka-aineen laaduilla on suuri vaikutus tuotannon ajonopeuteen sekä laatu vaihtelee lyhyilläkin ajanjaksoilla merkittävästi. [10, 21.]

Yllä mainittujen tapauksien johdosta KNL:ää joudutaan laskemaan hieman epä-tarkoilla keskiarvoilla. On kuitenkin hyvä muistaa ja tietää, ettei tärkeintä ole tietää täysin oikeata KNL-lukua. Tärkeintä on, että kyetään seuraamaan pidemmällä aikavälillä tehokkuuden ja tuottavuuden kehitystä. Tällöin arvionvaraisistakin luvuista saadaan ihan käyttökelpoisia arvoja kehityksen seuraamiseen. [10, 21.]

Mielenkiintoista KNL-mallin käytöstä on se, että kunnossapidon kokonaisvaikutus tuotantokykyyn pystytään laskemaan. Tämän ansioista oikeiden mittasuhteiden saaminen kunnossapidon merkityksestä eri laitteille on mahdollista. KNL-tasojen vaatimuksia voidaan myös budjetoida ja seurata, jos KNL-laskennat ja tavoitejohtaminen sovitetaan yhteen. Tarvittavien parannustoimenpiteiden suorittaminen edellyttää poikkeamien jäljittämistä. Jos esim. KNL-tasoa nostetaan, voidaan parannuskohteet havaita laitteittain. [10, 24.]

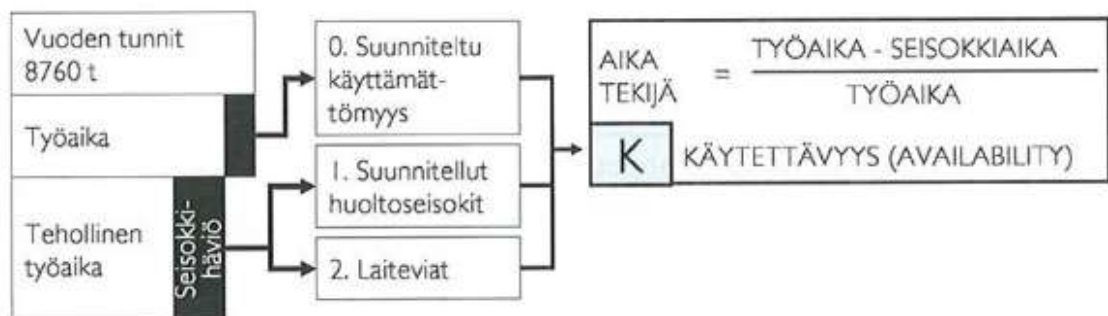
4.1 Käytettävyys (K)

Käytettävyys määritellään SFS-EN13306:2010 standardin mukaan seuraavasti: ”Käytettävyys on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee tarvittaessa suorittamaan vaaditun toiminnon tietyssä olosuhteessa olettaen, että vaadittavat resurssit ovat saatavilla”. Käytettyydestä puhuttaessa käytetään usein myös sanaa luotettavuus. Käytettävyys muodostuu kolmesta osasta, jotka on ilmaistu alla olevassa kuviossa 4. [10, 59.]



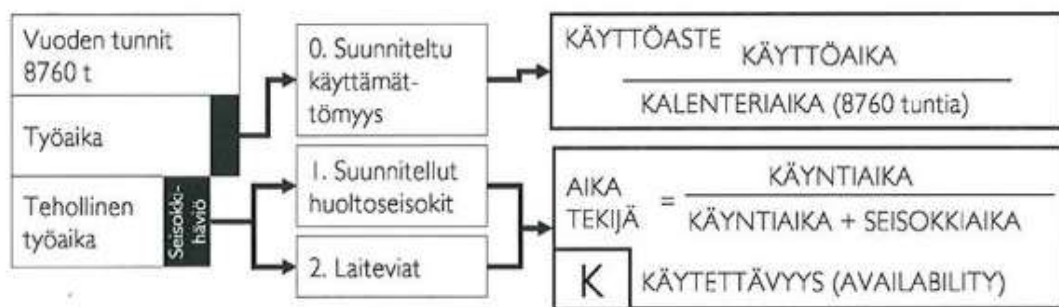
Kuvio 4. Käytettävyys [6, 54.]

Alkuperäisen Toyotan mallin mukaan käytettävyys lasketaan alla olevan kuvion 5 mukaan. Jos Toyotan laskentakaava otetaan kirjaimellisesti, ei keskeytyvässä kahdessa vuorossa toimivan teollisuuslaitoksen käytettävyyttä saada nostettua yli 40 %. Tuloksia analysoitaessa heikkous onkin vuorojärjestelmä eivätkä muut ongelmat tule esille. Käytettävyyttä onkin hyvä laskea sellaisissa prosesseissa, joita käytetään huomattavasti vähemmän siten, että laskennassa käyttöaika on vuorojärjestelmän mukainen todellinen käyttöaika vuodessa. Tästä syystä alkuperäinen K-tekijä on jaettu kahteen osaan PSK-standardissa 7501. [10, 21-22.]



Kuvio 5. Käytettävyyden laskenta [10, 21.]

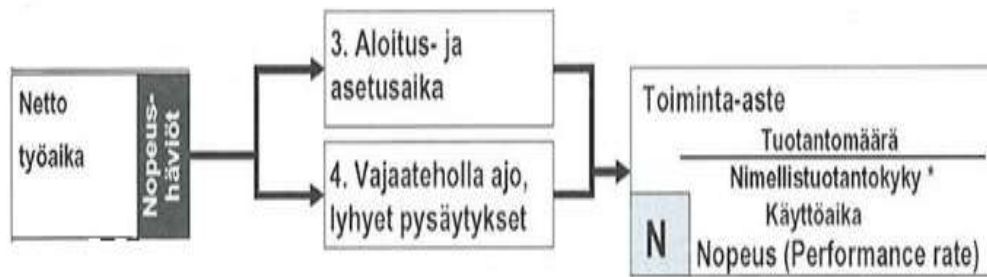
Alla olevassa kuviossa 6 on ilmaistu PSK 7501-standardin mukainen laskenta-kaava. Ensimmäinen laskukaava kertoo kuinka paljon on käyttämätöntä tuotantopotentiaalia reservissä, johtuen siitä, että koneita ei käytetä säännöllisesti. Toisessa laskukaavassa jakajana on vain se käyntiaika, jona käyttäjät ovat paikalla. Näin ollen saadaan laskettua todellisuutta parempi arvo laitoksen suorituksesta. Tämän avulla pystytään myös siirtämään kunnossapito toimia sille ajalle, jolloin sillä ei ole käyttömiehitystä, eivätkä huoltoseisokit rasita KNL-lukua. [10, 22.]



Kuvio 6. Käytettävyyden laskenta PSK 7501-standardin mukaan [10, 22.]

4.2 Nopeus (N)

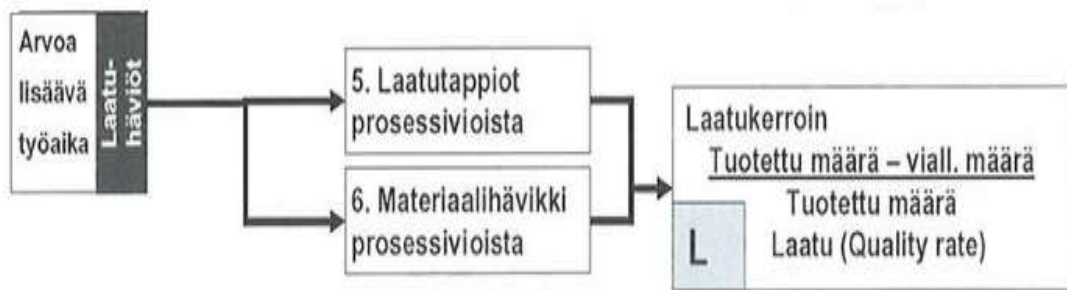
Nopeudesta puhuttaessa käytetään käsitettä tuotantonopeus eli nykykielellä toiminta-aste. Toiminta-astetta seurattaessa tarkoituksena on selvittää miten lähelle teoreettista huippusuoritusta tuotannon eri vaiheissa kyetään ajamaan. Määrittäminen on yleensä hyvin vaikeaa, koska riippuvuuksia voi olla esimerkiksi tuotejakaumat, raaka-aine laadut, ulkoiset olosuhteet ym. Usein joudutaan ratkaisuja miettimään tuotantolinjakohtaisesti. Alla olevassa kuviossa 7 on esitetty Toiminta-asteen eli nopeuden laskentakaava. [10, 22-23.]



Kuvio 7. Toiminta-asteen laskeminen [10, 22.]

4.3 Laatu (L)

Laatu eli laatukerroin kertoo, kuinka suuri määrä tuotetuista tuotteista on jollakin tavalla laadullisesti puutteellista. Laatukerroin lasketaan yleensä koko tuotannon tuotetusta määrästä. Jotta laatuvirheisiin vaikuttaviin tekijöihin on mahdollista päästä käsiksi, on laadunvalvonta laitoksessa toimittava sisäisen asiakkuuden mukaisesti. Laatukertoimen laskeminen lyhyellä aikavälillä antaa yleensä hyvinkin vääriä tuloksia. Laatuvihteistä laitokset saavat yleensä tiedon vasta reklamaatioiden kautta, joten näin ollen esimerkiksi kuukausittain laskettavia KNL-lukuja saatetaan joutua korjailemaan jälkikäteen, koska yleensä reklamaation saapumiseen voi mennä useita kuukausia. Kuviossa 8 on määritelty laatukertoimen laskentakaava. [10, 23.]



Kuvio 8. Laatutekijän laskeminen [10, 23.]

5 Kunnossapitostrategiat

Kunnossapitostrategiat eli kunnossapidon toimintakehykset voidaan jakaa neljään kategoriaan.

1. Laatujohtannaiset strategiat (Six Sigma)
2. TPM (kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito)
3. RCM (luotettavuuskeskeinen kunnossapito)
4. Asset Management (käyttöomaisuuden hallinta)

[11, 41.]

Sig Sigman ideana on, että panostetaan työtehtävien suorittamiseen siten, että ne ovat heti ensimmäisellä kerralla tehty oikein. Itse Sig Sigma-ohjelman avulla pyritään eliminoimaan vaihtelut siten, että stabilisoidaan prosessi ja sen tuotteet. Tämän avulla siis pyritään vähentämään virhetoimintoja ja virheellisiä tuotteita. Sig Sigman avulla yritykset pystyvät saavuttamaan halutun laatutason,

kun toimintaparametrit vakioituvat ja samalla myös itse prosessikin stabiloituu. Sig Sigman heikkoutena on itse ohjelman työkalujen paljous, mikä vaatii yleensä paljon kouluttautumista. [11, 41.]

TPM:n eli tuotavan kunnossapidon perusideana on motivoida käyttäjiä suorittamaan erilaisia huoltotoimenpiteitä ja huolehtimaan koneistaan yhteistyössä muiden osastojen kanssa. TPM onkin lähinnä käynnissäpitoon kohdistuva strategia, jossa pyritään samalla henkilöstömäärällä saamaan enemmän ja parempi laatuista tuotteita ilman suuria investointeja. Parhaaseen tuloksen päästään mitä motivoituneimpia henkilökunta on. Joukkuehenki on kaiken a ja o. TPM:stä kerrotaan tarkemmin vielä kappaleessa 5.1. [11, 41.]

RCM:ssä pyritään löytämään tehokkaat kunnossapitostrategiat. RCM tähtää siis kunnossapidolla laitteiden luotettavuuteen ja toimivuuteen. RCM:n käyttö kunnossapidonstrategiana ei ole kuitenkaan kovin haluttu johtuen sen edellyttämästä korkeasta työmäärästä. Vain 10 % laitoksen koneista ja laitteista on niin kriittisiä ja kalliita, että niille kannattaa tehdä kunnossapitosuunnitelmat RCM:n avulla. Tästä johtuen RCM:stä on laadittu kevyempi versio SRCM. SRCM pystytään käyttämään noin kolmannekselle yrityksen laitekannasta. Loppujen koneiden kohdalla on järkevintä ajaa ne rikkoutumiseen asti eli käyttää strategiaa RTF. Jos laitteet ajetaan rikkoontumispisteeseen asti, on yrityksellä hyvä olla toimintaohjeet valmiina rikkoontumisen tapahduttua. [11, 41.]

Viimeiseen kategoriaan kuuluu Asset Management. Tämän strategian perusteena on laajentaa edellä mainitut strategiat huomioimaan kunnossapitotarpeen muutokset käyttöasteissa eri markkinatilanteiden vallitessa. Asset Managementin tärkein päämäärä on hoitaa tuotantolaitteiden toimintaa siten, että liiketoiminnalliset päämäärät saavutetaan huomioiden, että kustannuksia pienennetään. Tämä edellyttää, että kaikki tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet ovat kunnossa. Asset managementin osa-alueisiin voidaan siis katsoa kuulu-

vaksi seuraavat toimet, joita ovat päivittäisten työskentelytapojen ja ehkäisevän kunnossapidon hallinta, käytön ja kunnossapidon saumaton yhteistyö sekä koneiden luotettavuuden hallinta [11, 42.]

Seuraavissa kappaleissa on käyty vielä yksityiskohtaisemmin läpi muutamia tähän opinnäytetyöhön liittyviä kunnossapitostrategioita.

5.1 TPM

TPM (Total Productive Maintenance) tarkoittaa suomeksi kokonaisvaltaista tuotavaa kunnossapitoa. Lähtökohtana TPM:ssä on luoda tuotannon koneille ja laitteille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää ne. Laatumestari J.M.Juranin toteaa, että luotettavuuden vähentyminen johtuu toimintaolosuhteiden hitaasta muuttumisesta kohti epäedullista suuntaa. Tästä johtuen näiden olosuhteiden parantamisen edellytyksenä on luotettavuuden nostaminen. [7, 111.]

TPM pyrkii korostamaan sanaa kokonaisvaltainen seuraavanlaisesti. Kokonaisu- tehokkuudella pyritään tehokkuuteen taloudellisten mittareiden avulla. Parempaan kokonaiskattavuuteen päästään pienentämällä kunnossapitotarpeita, huolto- ja korjaustoimia helpottamalla, joko rakenteita muuttamalla tai ehkäisevän kunnossapidon avulla. TPM:ssä myös pyritään kokonaisvaltaiseen osallistumiseen eli kaikki osallistuvat, yrityksen osastosta tai ihmisen asemasta riippumatta. [7, 111.]

Edellä mainittujen asioiden perusteella voitaisiin sanoa TPM:n avainsanoman olevan, että koneet ja laitteet pidetään optimikunnossa ja suorituskyvyt maksimi-

moituna. Tämä on ainoastaan mahdollista, kun laitteiden käyttöhenkilökunta on siitä henkilökohtaisesti vastuussa, että näin tapahtuu. [7, 111.]

5.1.1 Päämäärät

TPM:n keskeisiksi päämääriksi voidaan asettaa seuraavat viisi asiaa.

1. koneen kokonaistehokkuuden maksimointi huomioiden aika, teho ja laatukertoimet
2. kehittää koko koneen eliniän kattava kunnossapitosysteemi
3. kaikki, jotka liittyvät joko koneen suunnitteluun, käyttämiseen tai kunnossapitoon ovat sidottuna mukaan (ihmiset ja osastot)
4. koko yrityksen henkilökunta sidotaan mukaan kaikilta tasoilta
5. siirretään kunnossapidon suunnittelu ja toteutus niille, jotka jollain tavoin liittyvät koneen käyttämiseen tai huoltamiseen. Yleensä koneen käyttäjät tai kunnossapito henkilöt

[7, 112.]

TPM-kehitysohjelmaan siirtyminen on mittava prosessi, mikä vaatii kaikkien sidosryhmien sitoutumisen ja aktiivisen mukanaolon. TPM-kehitysohjelmaa suunnitellessa on myös hyvä ottaa huomioon jokaisen tuotantolaitoksen erityispiirteet ja kulttuurit, minkä mukaan räätälöidään yksilölliset toimintaohjeet. [7, 112.]

5.1.2 TPM-kehitysohjelma

TPM-kehitysohjelma koostuu yleensä kolmesta vaiheesta, joihin sisältyy yhdeksän porrasta. Kehitysohjelman yleisimmät vaiheet ovat mittausvaihe, kunnovaihe ja kehitysvaihe eli huippukuntovaihe. [7,113.]

Kehitysohjelman ensimmäisessä vaiheessa eli mittausvaiheessa tutkitaan yleensä käytettävissä olevia kunnossapitotietoja. Tutkittavia tietoja ovat lähinnä vika- ja korjaushistoriat. Mittausvaiheen ideana on määritellä suppea joukko koneita (3-5), joissa vikaantumista tai vikoja esiintyy eniten. Mittaustietoihin on kuitenkin suhtauduttava pienellä varauksella, koska ei voida tarkkaan tietää niiden luotettavuudesta. Jos vähänkin löytyy syitä epäilylle, on parempi tarkistaa tulokset esimerkiksi tutkimalla vanhoja työtilauksia ja raportteja. Mittausvaiheen alussa ei kannatta valita kerralla liikaa kohteita, koska projekti voi tukehtua jo siihen. [7, 87.]

Toisessa vaiheessa eli kunnostusvaiheessa koneelle tai laitteelle tehdään tarpeelliset puhdistus- ja kunnostustoimenpiteet, joista on myös hyvä laatia tarvittavat ohjeet myöhempää käyttöä varten. Kunnostusvaiheessa käytetään yleensä työkaluna myös TPM:n 5S-menetelmää. 5S-menetelmä on saanut nimensä viidestä japaninkielisestä verbistä (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), jotka luovat pohjan koko TPM-ohjelmalle. [7, 88.]

Kun TPM-ohjelmaan liittyvä 5S-menetelmä on otettu käytäntöön, voidaan kunnostusvaiheessa siirtyä eteenpäin. Kunnostusvaihe etenee yleensä seuraavalaisesti. Ensinnäkin koneelle pääsy avataan siten, että kaikki tarpeeton poistetaan ja tarpeelliseksi nähty tavara järjestellään ja organisoidaan. Toisessa vaiheessa tehdään perusteellinen tarkastus koneelle tai koneille. Tällä tarkoitetaan yleensä komponentteihin jakoa ja niiden tarkastelua yksitellen. Kolmannessa

vaiheessa kone tai koneet kunnostetaan yleensä tarkastuksessa ilmenneiden vikojen poistamiseksi. Tämä vaihe aiheuttaa piikin kunnossapidon työkuormassa. Järkevintä on varata riittävästi aikaa ja resursseja kunnostamisseisokeille sekä mahdollisesti käyttää alihankintaa apuna kunnostustoimenpiteissä. [7, 90.]

Kun kunnostusvaihe on suoritettu, päästää suorittamaan neljättä vaihetta. Tässä vaiheessa tutkitaan kunnostuksen vaikutuksia laitteen käytettävyyteen ja luotettavuuteen. Jos vaikutus on positiivinen, voidaan yleensä siirtyä tarkastelemaan seuraavaa kohdetta. [7, 90.]

Viidennessä vaiheessa tehdään koneelle uudet kunnossapito- ja käyttöohjeet. Käyttöohjeista pyritään tekemään mahdollisimman tarkat ja selkeät sekä niissä pyritään huomioimaan koneen luotettavuus. Kuudennessa vaiheessa syötetään toiminnanohjausjärjestelmään uusi kunnossapitostrategia, joka on räätälöity TPM-metodien pohjalta. Kun kaikki vaiheet on suoritettu, valitaan uudet 3-5 epäluotettavinta kohdetta ja tehdään kunnostusvaiheen askeleet niille. Tätä jatketaan niin pitkään kunnes kunnossapitotoimenpiteillä on tarpeeksi positiivinen vaikutus. Tämän jälkeen voidaan siirtyä kehitysvaiheeseen toiselta nimeltään huippukuntovaiheeseen. [7, 90.]

Viimeisessä kehitysvaiheessa eli huippukuntovaiheessa paneudutaan seuraaviin asioihin. Kunnossapidon tukijärjestelmät optimoidaan esimerkiksi kumppanien tai alihankkijoiden käyttö sekä koneen elinaikatuotto maksimoidaan vaaditulle tasolle. Kehitysvaiheessa kunnossapitotoiminnalle laaditaan toimivat suorituskykykymittarit ja mittareille määritellään tavoitearvot. Tällöin on myös jatkuvan kehittymisen idea pitää huomioida arvoja asettaessa. Kunnossapitotarpeita pienennetään kehitysvaiheen aikana. Tavoitteeseen päästään yleensä kunnossapitotoimien suunnittelulla sekä koneiden epäluotettavien komponenttien uudelleensuunnittelulla. [7, 92.]

5.1.3 Käytön suorittaman kunnossapidon vaiheet

TPM-prosessiin liittyy oleellisesti myös käyttäjien tekemät kunnossapitotoimet. Näiden toimien ideana on, että käyttäjät osallistuvat aktiivisesti koneiden huoltamiseen. Perusideoita käytön suorittamassa kunnossapidossa ovat seuraavat kaksi toimintatapaa: Laitteiden käyttäjät otetaan mukaan ja sitoutetaan koneen huoltotoimenpiteisiin, koska heillä on yleensä tuorein ja paras tieto koneen käytettävyydestä sekä toiminnan laadusta ja luotettavuudesta. Toisessa toimintatavassa taas siirretään käyttäjille erilaisia huoltotoimenpiteitä, joita toteuttaessaan he samalla hoitavat tarvittavat tarkastukset. [7, 115.]

Yleensä käytön suorittama kunnossapito toteutetaan ohjelmalla, jossa on seitsemän askelta. Askeleisiin kuuluu perusteellinen puhdistaminen, ympäristön siistiminen, puhdistus- ja huolto-ohjelmien laatiminen, yleistarkastusohjeiden laatiminen, käyttäjien suorittamien päivittäisten kunnossapito-ohjeiden laatiminen, organisoidaan ja vakioidaan työpaikka sekä koneiden käyttäjät asetetaan osaksi koneen kunnossapitoa sekä käynnissäpitoa. [7, 116.]

Perusteellisessa puhdistamisessa pyrkimyksenä on hävittää sellaiset tekijät, jotka esimerkiksi kiihdyttävät komponenttien kulumista. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi lika laakerissa. Perusteellisessa puhdistamisessa oivalluksena on, että puhdistaminen on myös tarkastamista. Puhdistuksen yhteydessä myös listataan havaitut viat sekä puutteet, minkä avulla osataan suorittaa tarvittavat korjaukset. Koneen näkökulmasta puhdistamisella tarkoitetaan seuraavia merkityksiä: Likaantumisen johtuvat käyntihäiriöt sekä kiihtynyt kulumisen vähenee, puhtauden lisääntymisen myötä tarkastusten ja huoltotoimenpiteiden suorittaminen helpottuu ja nopeutuu sekä piilevien vikojen havainnointi helpottuu. [7, 116.]

ympäristön siistimisen perusideana on siistiä koneen ympäristö ja avata moitteeton pääsy koneelle. Tämä on yleensä tarpeellista silloin, kun koneen ympäristöön on päässyt kertymään kaikkennäköistä tarpeetonta tavaraa, jotka toimivat koneen ympäristön saastuttajina (pölyn ja lian kerääjiä). Nämä asiat poistamalla mahdollistetaan jatkossa koneelle pääsyn helppous ja siisteys. On myös huomioitava, että tämä turha tavara on myös turvallisuusriski. Koneen näkökulmasta ympäristön siisteys merkitsee seuraavaa: Koneiden käytettävyyttä lisääntyy kun poistetaan pölyn ja lian aiheuttajat koneen ympäristöstä. Myös kunnossapidettävyyttä tehostuu puhdistuksia parantamalla sekä luoksepäästävyys helpottuu, kun ei ole esteitä koneen läheisyydessä. [7, 116-117.]

Puhdistus- ja huolto-ohjeista laaditaan selkokiekiset ohjeet, joiden mukaan kunnossapitotoimet pystytään suorittamaan säännöllisesti. Tehdyt työt täytyy myös raportoida, jotta pystytään seuraamaan esimerkiksi käytettyä aikaa huoltotoimenpiteissä. Koneen näkökulmasta puhdistus- ja huolto-ohjeilla luodaan toimiva toimintamalli, jonka avulla konetta huonontavat ulkoiset tekijät eliminoidaan. [7, 117.]

Yleistarkastusohjeista laaditaan myös kunnolliset tarkastusohjeet sekä koneiden käyttäjät koulutetaan suorittamaan ne. Koneen rakenteita voi myös modifioida, jos tarkastaminen tai tarkastuskohteeseen pääsy on vaikeaa. Näin tarkastamista pystytään helpottamaan ja nopeuttamaan. Yleistarkastukset perustuvat yleensä aisteihin, kuten esimerkiksi näkö, kuulo, haju lämpötila ym. Lisäksi tarkastuksilla määritetään koneen oikea toimintatapa sekä teho, joka täytyy saavuttaa. [7, 118.]

Käytön suorittamilla tarkastuksilla tarkoitetaan käyttäjien suorittamia päivittäisiä kunnossapitosuunnitelmia. Päivittäisten huoltojen suorittaminen vaatii tarkat ohjeet ja lomakkeet, joiden mukaan käyttäjät toimivat. Tarkastusten suorittaminen vaatii yleensä tehokkaan kunnossapito-ohjelmiston, johon pystytään tallen-

tamaan tarkastustiedot. Myös kunnossapidon suorittajat käyttävät samaa ohjelmisto, jonka avulla käyttäjien merkitsemiin korjaustarpeisiin reagoidaan oikein. Tarkastuksista puhuttaessa on myös hyvä huomioida, ettei se keskity pelkästään koneisiin, vaan siihen liitetään myös käytön ja kunnossapidon tehokkuuden tarkastelu. [7, 118-119.]

Työpaikan organisoinnilla ja vakioinnilla tarkoitetaan, että tarvikkeet ja työkalut on sijoitettu oikeisiin paikkoihin ja kulutustavaroille on määritelty minimimäärät sekä tilausohjeet. Näiden yllämainittujen asioiden hoitamiseen nimetään vastuuhenkilöt. Koneiden sijoittelua voidaan myös tarvittaessa miettiä uudelleen. Myös tarkastustoimenpiteitä voidaan helpottaa esimerkiksi värjäämällä tai numeroimalla kohteet, lakkaamalla pultit (lakan murtuminen kertoo pultin löystyneen) tai vaikkapa värjätään säätöjen optimialuekohdat. [7, 120.]

käytön suorittamassa kunnossapidossa on hyvä huomioida myös tehtaiden erilaisuus. Tehtävien jakautuminen on hyvin pitkälti tehdaskohtainen, mikä riippuu yrityskulttuurista sekä valmistusprosesseista. [7, 121.]

5.1.4 TPM-ohjelman onnistuminen

TPM-ohjelma kuuluu laatujohtannollisiin ohjelmiin. TPM-ohjelman käyttöönotto tuo mukanaan erilaisen aktiivisemmän käyttäytymistavan. Jos tätä uutta käyttäytymistapaa ei yrityksessä omaksuta, itse projektikin luultavasti epäonnistuu. Usein projektin epäonnistuminen rämettyy siitä, että se on otettu liian heppoisin ottein vastaa, eikä täten siihen ole käytetty riittävästi aikaa ja resursseja. Niissä kohteissa jossa TPM on saatu otettua käyttöön, on yleensä myös pystytty saavuttamaan aikaan uudenlainen ja tehokkaampi yrityskulttuuri. Näissä kohteissa on myös yleensä panostettu aikaan ja resursseihin. [7, 121.]

5.2 RCM

5.2.1 Päämäärät

RCM on menetelmä, jonka avulla laaditaan kunnossapidon huoltotoimenpiteet määritellylle kohteelle. RCM:n oleellimmat päämäärät jaetaan seuraavanlaisesti. Ensimmäisenä päämääränä voidaan pitää koneiden ja laitteiden priorisointia. Priorisoinnissa kunnossapito suunnitellaan sellaisille koneille, joissa sitä eniten tarvitaan. Yleisimpiä kriteerejä priorisoinnille on kustannukset, turvallisuus, ympäristövaatimukset sekä laatu. [7, 125.]

Toisena päämääränä voidaan pitää koneiden vikaantumismekanismien selvittämistä. Selvityksien avulla pystytään luomaan oikeaoppiset ja tehokkaat kunnossapitomenetelmät. Kolmantena päämääränä RCM:ssä on turvalaitteiden asettaminen kunnossapidon piiriin. Tällaisia raja ja turvalaitteita ovat sellaiset, mitkä ovat ”passiivisia” prosessin toimiessa. [7, 125.]

Viimeisimpinä päämäärinä on toimintaohjeiden tekeminen sellaisille koneille joille ei löydetä toimivia ehkäisevän kunnossapidon metodeja. Näitä toimintaohjeita käytetään koneen vikaantumisen ilmettyä. Päämäärien avulla yrityksen koneenkäyttäjät oppivat tarkkailemaan koneen kriittisten osien toimintaa, minkä avulla luodaan jo perustaa koneen luotettavuudelle. Myös siirtämällä kunnossapitotoimia niille kohteille, jotka sitä tarvitsevat, auttaa kunnossapidon kustannuksien määrittelyä. Tämä kohentaa prosessien tuottavuutta ja koneiden luotettavuutta. [7, 125.]

5.2.2 RCM-prosessi

RCM:n avulla määritellään tarpeellinen tekeminen eli kunnossapitotoimet. Niiden avulla tuotantokone pystyy tekemään sille määritellyt toiminnot kyseissä toimintaympäristössä, mitkä käyttäjä on sille asettanut. RCM-prosessin tärkein asia on prosessin toiminnan varmistaminen. RCM avulla ei päästä kokonaan eroon vikaantumisesta, mutta vikojen seuraukset pystytään välttämään. [7, 127.]

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa spesifioidaan tuotantokoneen toiminnot sekä suorituskykynormit sille asetetussa käyttöympäristössä. RCM-prosessin kannalta on hyvin tärkeää heti ensimmäisen vaiheen aikana, että koneiden käyttäjät osallistuvat prosessiin, koska yleensä käyttäjillä on paras tietämys koneen toiminnasta. Tämän avulla saadaan toiminnasta paras laadullinen, määrällinen sekä taloudellisin tulos yritykselle. [7, 128.]

RCM-prosessin toisessa vaiheessa määritellään koneiden toimintahäiriöt eli vikaantumisen ilmenemisen tavat. Vikaantumisien tunnistamiseksi on mietittävä missä tilanteessa vikaantuminen yleensä tapahtuu ja mitkä tilanteet tai tapahtumat voivat johtaa vikaantumiseen. Vikaantumisesta on kerrottu tarkemmin aikaisemmassa kappaleessa 3.2. [7, 128.]

Prosessin kolmannessa vaiheessa selvitetään vikaantumistavat. Vikaantumistapojen selvittämiseksi etsitään syitä, jotka ovat saattaneet aiheuttaa vikaantumisen. Vikaantumistavoiksi kerätään yleensä vikaantumiset, joita esimerkiksi yritetään estää ennakoivan kunnossapidon avulla. Myös sellaiset vikaantumiset listataan, joiden esiintymisriski on suuri sekä vikaantumiset, jotka ovat sattuneet samanlaisella tuotantokoneella samanlaisissa työskentelyympäristöissä. Yleensä vikaantumistapalistaan kerätyt vikaantumiset ovat olleet joko normaalin

kulumisen aiheuttamia tai rappeutumisia. Listaan otetaan myös yleensä käyttäjän tekemien virheiden takia tulleita vikaantumisia. Vikaantumismahdollisuuksien tunnistamiseksi on hyvä myös listata esimerkiksi suunnitteluvirheet. Kaikissa tapauksissa vikaantumisien alkusyyt on hyvä tunnistaa riittävän täsmällisesti, jotta ne pystytään jatkossa toimintatapoja muuttamalla poistamaan. [7, 128-129.]

Prosessin neljännessä vaiheessa selvitetään vikojen vaikutukset, joka tehdään listatuille vioille. Vikojen määrittämisessä käytetään apuna tietoja, joiden kautta pystytään arvioimaan vikojen seurauksien vaikutuksia. Vaikutuksien selvittämisessä käsitellään yleensä seuraavia asioita, kuten mistä huomataan, että vikaantuminen on tapahtunut, vikaantumisen aiheuttamat riskit terveydelle ja ympäristölle, vikaantumisen vaikutukset tuotantoon ja toimintatapoihin, millaista vikaantuminen on aiheuttanut ja korjaustoimenpiteiden miettiminen. [7, 129.]

Vikojen seurauksien vaikutukset jaetaan RCM-prosessissa neljään osa-alueeseen. Ensimmäiseen osa-alueeseen kuuluu piilevien vikojen seuraukset. Toiseen osa-alueeseen luokitellaan turvallisuus- ja ympäristöseuraukset. Turvallisuusseurauksiin luokitellaan silloin, jos vikaantuminen aiheuttaa vammautumista tai hengenlähdön. Ympäristöseurauksiin luokitellaan säädöksiä ylittävät päästö tai haittatekijät. Kolmanteen osa-alueeseen lajitellaan toiminnalliset seuraukset eli vikaantumisella on vaikutus tuotantoon esimerkiksi määrällisesti tai laadullisesti. Viimeiseen osa-alueeseen jätetään ei-toiminnalliset seuraukset. Nämä ei-toiminnalliset seuraukset aiheuttavat vain välittämiä kustannuksia. [7, 129.]

Viimeisiin RCM-prosessin vaiheisiin kuuluu vikaantumisen hallinnan tehtävien määrittely sekä työtehtävät vikaantumisen hallinnan tehtävillä pyritään keskittymään vikaantumisen estämiseen. Hallinnan tehtävät jaetaan kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluu proaktiiviset tehtävät. Näitä tehtäviä suoritetaan

ennen kuin vikaantuminen on kehittynyt siihen pisteeseen, ettei kone enää toimi. Proaktiiviset tehtävät jaetaan vielä RCM:n mukaan kolmeen eri ryhmään: jaksotettuihin korjauksiin, jaksotettuun uusimiseen ja kunnonvalvontaan. Toiseen hallinnantehtävien ryhmään kuuluu korjaus- ja toimintaohjeiden laatiminen. Nämä ohjeet laaditaan yleensä, jos tehokasta ehkäisevää toimintamallia ei ole mahdollista määrittellä koneelle. Ohjeet sisältävät toimintaohjeet, minkä mukaan toimitaan, kun kone lakkaa toimimasta. Tällaisiin ohjeisiin liittyy myös vian etsinnän sekä korjaavan kunnossapidon toimenpiteet. [7, 129-130.]

Viimeisenä prosessissa vielä priorisoidaan seurausvaikutukset tärkeysjärjestykseen. Priorisoinnissa päätetään ehkäisevän kunnossapidon keinot, kuinka usein niitä suoritetaan ja mitä kunnossapitäjän tarvitsee osata. Priorisoinnin avulla päätetään myös mitä kunnossapitotehtäviä on järkevää tehdä. Myös päätösten teko helpottuu, kun vikaantumisille on arvioitu hyvissä ajoin seurausvaikutusten määrät ja arvot. [7, 131.]

Priorisoinnin avulla saadaan kunnossapidon tehtävien määrää pienennettyä, koska ehkäisevän kunnossapidon toimet pystytään kohdistamaan paljon tehokkaammin oikeisiin kohteisiin. RCM:n avulla kunnossapitotehtävien määrän on mitattu putoavan 40-70 prosenttia. Kaiken kaikkiaan oikeaoppisesti tehtynä lopputuloksena on tehokkaampi kunnossapitotoiminta. [7, 131.]

5.2.3 Tyypilliset projektin vaiheet

RCM projektin vaiheet on yleensä luokiteltu viiteen vaiheeseen. Vaiheisiin kuuluu seuraavien asiat:

1. asennoitumisen selvittäminen

2. valitaan pilottikohde
3. perehdyttämiskurssin järjestäminen
4. varataan resurssit pilottiprojektille
5. pilottiprojektin toteutus

[7, 132.]

Ensimmäisessä vaiheessa RCM:stä pidetään muutaman tunnin mittainen esittely. Esittelyä ovat kuulemassa yrityksen johto, osastojen esimiehet ja henkilöstöryhmien edustajat. Esittelyn pohjalta toteutetaan ensimmäinen ratkaisu projektin jatkamisesta. Jos yritys päättää jatkaa siirrytään projektin toiseen vaiheeseen, jossa perustetaan pieni työryhmä, jonka tehtävänä on määrittellä 2-3 pilottikohdetta projektille. Pilottikohteiksi määritellään yleensä kunnossapidollisesti kriittisimmät kohteet. Työryhmä kokoontuu niin monta kertaa kunnes kohteet on saatu määriteltyä ja kaikki ovat sen kannalla. [7, 132.]

Kolmannessa projektin vaiheessa pidetään perehdyttämiskurssi, joka pidetään yleensä tuotantolaitoksella. RCM:n perehdytyskurssi kestää noin kolme päivää, johon osallistuu pilottikohteissa työskenteleviä henkilöitä, määrältään 2-3 henkilöä. Henkilöt, jotka osallistuvat perehdyttämiskurssille ovat käytön ja kunnossapidon esimiehiä tai johtotason henkilöitä. Perehdytyksessä käydään läpi lähinnä RCM:n periaatteita. Perehdyttämiskurssin päätteeksi kokoonnutaan vielä tekemään päätöstä projektin jatkamisesta. [7, 132.]

Neljännessä projektin vaiheessa, jos päätös jatkamisesta on hyväksytty, siirrytään projektissa resurssien varaamiseen. Projektin resurssit varaa perehdytyksessä olleet henkilöt joiden tehtävänä on seuraavien asioiden hoitaminen. Ensimmäisenä vahvistetaan projektin pilottikohteet ja tarkastetaan kohteiden päämäärät. Yleensä päämäärien tarkastelussa määritetään nykytila ja tavoitetila mihin

pyritään. Seuraavaksi työryhmäläiset arvioivat koneiden tarkastukseen vaadittavat ajat, koska RCM:n perusteisiin kuuluu koneiden sekä laitteiden tarkastamien komponentteittain. [7, 132.]

Lisäksi vielä työryhmäläiset valitsevat projektipäällikön sekä avustajat. Myös projektiin osallistuvat henkilöt valitaan. Kun tarvittavat henkilöressit on määritetty, järjestetään osallistujien peruskoulutukset ja suunnitellaan tarkka aikatauluus projektille. Projektin aikana pidettävälle palaverille varataan myös kokousumispaiikat. Näiden jälkeen tehdään vielä viimeinen päätös projektin jatkosta. [7, 132.]

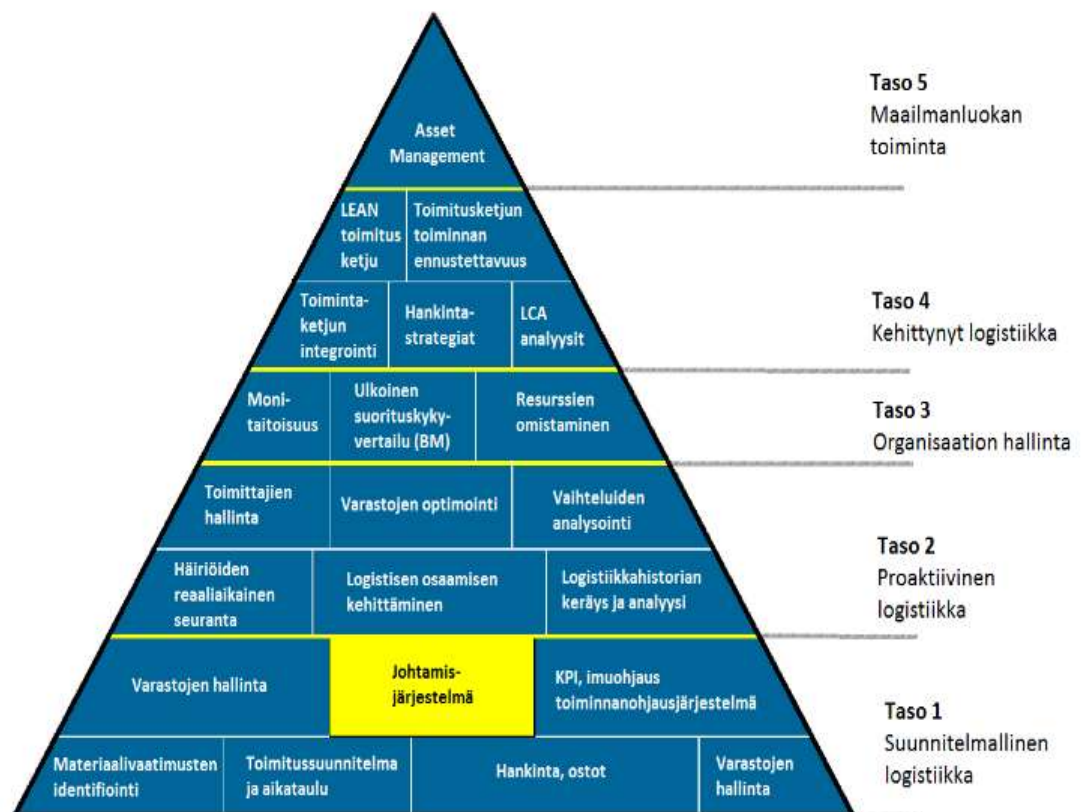
Viimeisessä RCM projektin vaiheessa siirrytään toteuttamaan pilottiprojekteja. Toteutusvaiheeseen sisältyy seuraavien asioiden toteutukset. Ensinnäkin toteutetaan projektiin kuuluvat koulutukset sekä käydään RCM projektiin liittyvät kokoukset läpi, jossa käsitellään saatuja tuloksia. Tulosten perusteella työryhmien suunnittelemat suositukset sekä parannusehdotukset auditoidaan. Tulosten käsittelyn jälkeen toteutetaan päätetyt suositukset sekä parannusehdotukset. Työryhmien tehtyä pilottikohteille suunnitellut parannukset voidaan tietyn ajan päästä tarkastella toimenpiteillä saadut tulokset. Kun tulokset on saatu käsiteltyä, raportoidaan siitä vielä ylimmälle johdolle jonka jälkeen kokoonnutaan päättämään jatkotoimenpiteistä. [7, 132-133.]

5.3 Asset Management

Asset Managementin tehtävänä on toteuttaa tuotantolaitoksen tuotantovälineiden toiminta niin, että kustannukset minimoiden yritys tavoittaa liiketoiminnalliset pyrkimyksensä. Tämä on osoittautunut hyvin vaativaksi pyrkimykseksi, koska edellä mainittuun tilaan pääseminen vaatii, että kaikki kunnossapidon osa-

alueet ovat ensin kunnossa. Näihin osa-alueisiin voidaan luokitella päivittäisten työtehtävien hallinta, ehkäisevän kunnossapidon toteutus, yhteistyö eri osastojen kesken sekä laiteiden luotettavuus. Jos nämä osa-alueet eivät ole hallussa, ei yritys kykene toimimaan luotettavasti eikä tavoitteisiin päästä. [7, 93.]

Kuvassa 7 on esitetty Asset managementin käyttämää pyramidia, joka ilmaisee kunnossapidon toteutuksen eri vaiheita. [7, 94].



Kuva 7. Kunnossapidon tasot [12.]

6 Kunnossapitosuunnitelman toteutus

6.1 Lähtötietojen keruu

Kunnossapitosuunnitelman lähtötietojen keruu sai alkunsa keväällä 2015. Ensimmäinen tehtävä kunnossapitosuunnitelman osalta oli listata ja identifioida kunkin alueen tärkeimmät laitteet ja koneet.

Osastojen vastuualueet listattuina:

- kiinteistö
- maalaamo
- hitsaamo
- nosturit ja nostoapuvälineet
- tuotannon kokoonpano
- liikkuvakalusto
- koneistamo

Alkutietojen keruun aloitimme tekemällä haastattelulomakkeen, jonka pohjalta haastattelimme jokaisen osaston esimiehen. Haastattelujen avulla saimme kerättyä osastoittain tietoa kunnossapitosuunnitelmaa koskevista laitteista ja koneista. Jokaisen haastattelun yhteydessä kävimme kiertämässä osaston esimiehen kanssa vastuualueen läpi, jonka aikana listasimme vastuualueella sijaitsevista koneista ja laitteista tarvittavat tiedot ylös. Haastattelupohja on esitetty liitteessä 1.

Kunnossapitosuunnitelman alkuhaastattelujen pohjalta saimme myös jonkin verran tietoa siitä kuinka aikaisemmin kunnossapitoa oli vastuualueittain hoidettu. Haastattelujen pohjalta kävi ilmi, ettei huoltamista tai kunnossapitoa kaikilla vastuualueilla ole suoritettu säännöllisesti. Lähinnä kunnossapito oli ollut näissä tapauksissa korjaavaa kunnossapitoa eli laite on huollettu vasta, kun se on mennyt toimintakyvyttömäksi. Myös laitteiden huoltamiseen tarkoitetut huolto-ohjeet ovat joidenkin laitteiden tai koneiden osalta olleet puutteelliset tai ne ovat puuttuneet kokonaan. Kunnonvalvontaakaan ei ole juuri harjoitettu tai se oli ollut satunnaista, lähinnä astinvaraista kunnonvalvontaa.

Osan laitteista ja koneista on huoltanut ulkopuolinen yritys. Näiden laitteiden osalta kunnossapito on haastattelujen perusteella toiminut hyvin sekä laitteet on huollettu ajallaan. Ulkopuolisen yrityksen huolto-ohjelmassa on hitsaus-, nosto- sekä koneistuslaitteet. Hitsaamon sekä koneistamon laitteiston on käynyt huoltamassa Machinery ja nostolaitteiston siihen valtuutettu yritys nimeltään Konecranes.

Haastattelujen pohjalta saimme hyvän yleiskuvan sen hetkisestä tilanteesta sekä saimme kerättyä tarpeeksi kattavasti tietoa listausta varten. Haastattelujen jälkeen aloimme kirjaamaan listaa koneista ja laitteista saamiemme tietojen perusteella. Listauksen tekeminen oli loppujen lopuksi aika työläs vaihe, koska laitteita ja koneita oli suhteellisen paljon. Taulukossa 2 on esitetty kuva Excel-pohjaisesta listauksesta, josta selviää laitteen sijainti, merkki, malli sarjanumero, sekä kriittisyysluokka.

	A	B	C	D	E
1	Hitsaamo	Merkki ja malli	Sarjanumero	Luokka	Huom!
2	Hitsauslaitteisto				
3	Hitsaamo 1	9 Kemppi Kempomig kms 400	991912/L	2	numero 9
4	Hitsaamo 1	10 Kemppi Fastmig kms 400	1560634/X	2	numero 10
5	Hitsaamo 1	11 Kemppi Fastmig	11560632/X	2	numero 11
6	Hitsaamo 1	44 Kemppi Fastmig M420	2359925	2	numero 44
7	Hitsaamo 1	Kemppi Mastertig	1579370/X	2	
8	Hitsaamo 1	Fronius A4600	24083456	2	
9	Hitsaamo 1	ESAB portaalihitsausväline	A100923	2	
10	Hitsaamo 1	Jauhekaari	xb15574-378	2	
11	Hitsaamo 2	13 Kemppi Kempomig	8988097/H	2	numero 13
12	Hitsaamo 2	18 Kemppi Kempomig	907094/K	2	numero 18
13	Hitsaamo 2	30 Kemppi Fastmig ksm 400	2125333	2	numero 30
14	Hitsaamo 2	31 Kemppi Fastmig ksm 400	2125332	2	numero 31
15	Hitsaamo 2	43 Kemppi Fastmig M420	2359924	2	numero 43
16	Hitsaamo 2	Kemppi MasterTig 2200	1157112P	2	
17	Hitsaamo 2	Fronius A4600	24083459	2	
18	Hitsaamo 2	Fronius A4600	24038457	2	

Taulukko 2. Kalusto luettelo (Saaristo. Karvinen. 2016)

Kriittisyysluokan luomisessa käytimme RCM-pohjaista kategoriointia, josta loimme kohdeyritykselle soveltuvan kolmen ryhmän luokittelun. Kriittisyysasteet luokitellaan välille 1-3. Kriittisyysasteen määrittelemiseen perustuva luokittelu-sääntö on esitetty kuvassa 2, jonka pohjalta luokittelu on tehty.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Luokka 1 Tuotannon pysäyttävät laitteet																									
Rikkoutumisellaan tai suuremmalla huoltotoimenpiteellä pysäyttää tuotannon, laitteen vaikuttavalla osa-alueella.																									
Luokka 2 Tuotannon hidastavat laitteet																									
Rikkoutumisellaan tai suuremmalla huoltotoimenpiteellä hidastaa tuotantoa, laitteen vaikuttavalla osa-alueella, tai on mahdollisesti väliaikaisesti korvattavissa vastaavalla laitteella välittömästi.																									
Luokka 3 pieni vaikutus tuotantoon																									
Laitteen rikkoutumisella tai suuremmalla huoltotoimenpiteellä on hyvin pieni vaikutus, tai ei ole vaikutusta lainkaan tuotannon kulkuun. Laitte on korvattavissa vastaavalla menetelmällä.																									

Kuva 2. Kriittisyyden luokittelu. (Saaristo. Karvinen. 2016)

Kriittisyys luokat jaoin seuraavin perustein. Luokkaan 1 tuotannon pysäyttävät laitteet, jotka rikkoutumisellaan tai suuremmalla huoltotoimenpiteellä pysäyttävät tuotannon, laitteen vaikuttavalla osa-alueella. Luokkaan 2 rajasimme tuotantoa hidastavat laitteet, jotka rikkoontumisellaan tai suuremmalla huoltotoimenpiteellään hidastavat tuotantoa, laitteen vaikuttavalla osa-alueella tai ovat väliaikaisesti korvattavissa vastaavalla laitteella välittömästi. Viimeiseen luokkaan 3 katsoimme kuuluvaksi laitteet, joilla on pieni vaikutus tuotantoon. Luokan 3 laitteen rikkoutumisella tai suuremmalla huoltotoimenpiteellä on hyvin pieni vaikutus tai vaikutusta ei ole laisinkaan tuotannon kulkuun. Laite on myös korvattavissa vastaavilla menetelmillä.

Lopuksi kävimme vielä läpi laitteiston ja ryhmittelyn paikkansapitävyyden. Valitsimme listauksen sekä yleisen kokemuksen perusteella kunnossapitosuunnitelmallemme pilottiprojektit. Pilottikohteemme olivat:

- Liftec (malli), tärkeä nostoapuväline pintakäsittelyssä. Laitteen avulla saadaan siirrettyä suuria maalattavia komponentteja eri prosessien vaiheessa.
- Zayer (malli), Koneistamon suurin työstökone, laite on välttämätön suurien runkojen, puomien ym. koneistukseen, joka hoidetaan itse.

Pilottiprojekteille oli tarkoitus luoda yksilölliset kunnossapitosuunnitelmat sekä työohjeet, jotka olisivat sovellettavissa jatkossa muuhun tehtaan laitteistoon.

Lähtötietojen keruun aikana yrityksen tuotantopäällikkö oli kiinnostunut kunnossapidon suunnitelman kannalta valittavista strategioista. Hän halusi tietoa enemmän TPM:stä eli kokonaisvaltaisesta tuottavasta kunnossapidosta, jota hän oli ajatellut tämän suunnitelman strategiavalinnaksi.

Katsoimme kuitenkin parhaaksi kunnossapitostrategiaksi kohdeyritykselle RCM-pohjaisen kunnossapidon. Esittelimme ehdotuksemme RCM-strategiasta.. Päädyimme RCM-pohjaiseen kunnossapitoon, joka räätälöitäisiin kohdeyrityksen käyttötarkoituksia ja resursseja silmälläpitäen.

6.2 Ympäristö, siisteys ja turvallisuus

Kunnossapidon yksi keskeisimmistä asioista on siisteys ja tätä myös painotimme kunnossapitosuunnitelmissamme sekä työohjeissa. Tehtaalla on käytössä 5S-järjestelmä, jota noudatetaan tehtaan jokaisella osa-alueella. Tämä tukee hyvin laitteiston kunnossapitoa. 5s-järjestelmän avulla tuetaan laitteiden puhtautta. Kun laitteiden ja koneiden edustat ja ympäristö pidetään siistinä, ei vikaantumista aiheuttava lika pääse niin herkästi koneen komponentteihin. Näin ollen saadaan myös pienennettyä kunnossapidon töitä.

Tehtaalla on käytössä yleiset turvallisuusohjeet, joita tulee noudattaa myös kunnossapidon piirissä. Myös henkilösuojainten käyttöön on kiinnitetty huomiota Mantsisella ja ne ovat pakollisia varusteita työskenneltäessä. Mantsisella pyritään myös nolla tapaturmaa periaatteen mukaiseen toimintaan. Kaikista läheltäpiti tilanteista laaditaan ohjeiden mukainen raportti, jotta turvallisuutta pystytään kehittämään eikä vastaavia tapauksia tapahtuisi uudestaan.

6.3 Huolto-ohjelmien tekeminen

Pilottiprojekteille loimme laitekohtaiset huolto-ohjeet. Huolto-ohjeet on tarkoitettu laitteiston oikeanlaisen ja oikea-aikaisen kunnossapidon ylläpitämiseen. Huolto-ohjeissa painotimme enimmäkseen käyttäjän suorittamiin puhdistus- ja tarkastustoimenpiteisiin. Huolto-ohjeet loimme RCM-strategian pohjalta, kuitenkin pitäen silmällä kohdeyrityksen tarpeita ja resursseja.

Pilottiprojektin laitteistot eroavat toisistaan huomattavasti siinä määrin, että toisella laitteella oli suoritettu kunnossapitoa huoltoyrityksen sekä käyttäjien toimesta, joten myös kunnossapito historiaa ja kokemusta oli saatavilla. Toisen laitteen osalta ei kunnossapitoa ollut hoidettu tai kirjattu. Pilottiprojektin laitteista keräsimme valmistajan ohjeistuksen, jotka löytyivät tehtaalta. Huolto-ohjeet laadittiin käyttäjien ja huoltajien kokemusten, sekä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mantsisella oli käytössä omat työ- ja huolto-ohje toiminnot, joten huolto-ohjeet teimme valmiiksi Mantsisen työhje pohjalle.

6.3.1 Liftec-nostolaitteen huolto-ohjelma

Liftec-nostolaitteen huolto-ohjelman laatiminen alkoi tutustumalla laitteeseen valmistajan ohjeita lukemalla sekä käyttäjiä haastatteleamalla. Pyrimme laitteeseen tutustuessa ottamaan selvää mahdollisista huolloista, korjauksista, käyttömäärästä, yleisistä vikaantumisista sekä mahdollisista tämänhetkisistä vioista ja vaurioista. Nostolaitteesta oli saatavilla valmistajan laatimat käyttö- sekä huolto-ohjeet, jotka auttoivat oikeanlaisen ja oikean-aikaisen huolto-ohjelman laatimisessa. Myös käyttäjien kokemuksesta laitteesta oli suuri apu.

Selvittelyn jälkeen totesimme, ettei nostolaitteelle ole harjoitettu säännöllistä kunnossapitoa luultavammin pienien käyttötuntien takia. Tämä hankaloitti huolto-ohjelmien räätälöintiä laitteen ja yrityksen käyttötarkoituksia varten. Päädymme noudattamaan tarkasti valmistajan antamia huolto-ohjeita, kuitenkin muuttamalla käyttötuntien seurannan säännölliseen kalenterin mukaiseen huolto-ohjelmaan, koska tämä sopii paremmin kohdeyrityksemme käyttöön.

Huolto-ohjeista tehtiin esiohjeistukset, mistä selviää huoltojen ajankohdat sekä peruskäytännöt (liite 2). Huoltojen seuranta varten luotiin myös pohjat ”Päivittäisten huoltojen seuranta” (liite 3) sekä ”huoltoraportti” (liite 4). Näitä pohjia voidaan käyttää myös muiden koneiden ja laitteiden huollon seurannassa. Huolto-ohjeet tallennettiin yhteen sijaintiin ja hyväksyttiin tuotantopäälliköllä. Tässä opinnäytetyössä esittelemme yhden esimerkki huolto-ohjeen. Esimerkki huolto-ohjeeksi lisäsimme liftec-nostolaitteen päivittäisten huoltojen ohjeen (liite 5).

6.3.2 Zayer-työstökeskuksen huolto-ohjelma

Zayer-työstökeskuksen huolto-ohjelman laatimisen aloitimme hieman eritavoin kuin Liftec-nostolaitteen. Olimme hieman tutustuneet valmistajan ohjeistukseen. Yhdessä koneistamon esimiehen, koneistamon työntekijän, sekä laitetta huoltavan yrityksen edustavan huoltomiehen avustuksella saimme määriteltyä kriittiset varaosat, huoltokohteet sekä ajankohdat. Rajasimme myös työstökeskusta koskevan kunnossapitosuunnitelman pääsääntöisesti käyttäjäkohtaiseen kunnossapitoon, koska huoltoyhtiö hoitaa työstökoneen vuosittaisen huollon ja tarkastuksen.

Laadimme sovituille komponenteille huolto-ohjeet, jotka kävimme läpi vielä koneistamon työntekijän kanssa. Kasasimme huolto-ohjeet huoltoaikataulujen

mukaisesti työohjeiksi, ja haimme hyväksynnän tuotantopäälliköltä. Ohjeista teimme esiohjeistuksen (liite 6). Huoltojen seuranta soveltuvat samat pohjat kuin Liftec-nostolaitteelle laaditut. Lisäksi loimme pyynnöstä leikkuunesteenseuranta varten pohjan (liite 7).

6.4 Varaosien kartoitus

Laitekohtaisten varaosien kartoitus on tärkeää sulavan kunnossapidon kannalta. Tarkoituksena on kartoittaa laitteelle kriittiset varaosat sekä niiden varastoitavuus. Kriittisiin varaosiin kuuluu laitteen komponentit, mitkä voivat rikkoontumisellaan pysäyttää laitteen toiminnan pitkiksi ajoiksi, vahingoittaa muita laitteiden komponentteja, aiheuttaa henkilövahinkoja tai vaaratilanteita henkilöstölle. Varastoitavan varaosan kohdalla tulee ottaa huomioon varaosan hinta, menekki, saatavuus sekä varastossa säilyvyys.

Liftec-nostolaitteen kohdalla oli hankala määritellä kaikkein kriittisimmät varaosat, koska aikaisempaa kokemusta varaosista tai kunnossapidosta ei ollut saatavilla. Ehdotimme nostolaitteen kunnossapitosuunnitelmassa kartoittamaan tarvittavat varaosat sekä varastoitavuus tarkastelujakson päätteeksi.

Zayer-työstökeskuksen kohdalla varaosista oli hyvää kokemusta huoltoyrityksen edustajalla. Joitakin varaosia oli varastoitu tehtaalla, mutta tarkat varastointipaikat sekä varaosien kunnot eivät olleet tiedossa. Sovimme Zayer-työstökoneen alustavat toimenpiteet varaosien kartoitukseen sekä suosittelimme kunnossapitosuunnitelmassa varaosien kartoitusta.

6.5 Kunnossapitosuunnitelmien laatiminen

Päädyimme laatimaan kunnossapitosuunnitelmat laitekohtaisesti, jotta suunnitelmista saataisiin hieman yksityiskohtaisemmat. Suunnitelmat laadittiin sovituille pilottiprojekteille, jotka olivat laadittuna myös pohjiksi tuleville kunnossapitokohteille. Kunnossapitosuunnitelmien laatimisisissa pyrittiin yksinkertaiseen RCM-pohjaiseen ajattelutapaan, mutta suunnitelmat pyrittiin räätälöimään kuitenkin kohdeyrityksen tarpeisiin ja resursseihin sopiviksi. Tärkeänä osana on myös, että kunnossapidon käyttöönotto olisi mahdollisimman vaivatonta yritykselle. Teimme alustavia ehdotuksia kunnossapitosuunnitelmiin sekä kunnossapidon seurantaan varten käytettävät pohjat.

Suunnitelmat painottavat paljon käyttäjäkohtaista kunnonvalvontaa sekä siisteystä. Kohdeyritykselle sopivaksi näimme jättää jokaisen komponentin yksilöllisen tarkastelun pois ja keskityimme suoraan laitteen kriittisimpiin komponentteihin sekä yleiskuntoon. Suunnitelmat sisältävät mm. vikaantumisanalyysin, kunnossapitotoimenpiteet, korjaustoimenpiteet, ajoitukset sekä ohjeistukset dokumentointiin.

Kunnossapitosuunnitelmat sekä niihin liittyvät työohjeet tallennettiin Mantsisen sisäiseen verkkoasemaan, josta jokainen voi niitä halutessaan tutkia. Liitteinä myös suunnitelmat Liftec (liite 8) sekä ZAYER (liite 9)

6.6 Kunnonvalvonta

Kohdeyrityksemme kunnonvalvonta oli kerättyjen tietojen sekä haastattelujen pohjalta lähinnä vain aistinvaraista. Koneiden käyttäjät saivat yleensä ensimmäisenä havainnon mahdollisesta vikaantumisesta tai rikkoontumisesta. Toi-

voisimme kuitenkin tämän opinnäytetyön pohjalta, että kohdeyrityksemme ottaisi tulevaisuudessa käyttöön muutamia mittareita kunnonvalvonnan seuraamiseksi. Kunnonvalvonnan harjoittaminen estäisi hyvin mahdollisten piilevien isompien vikaantumisien aiheuttamia seisokkeja.

Mantsisella kunnossapitoa hoitavat myös ulkopuoliset toimijat, joilla on mahdollisuus suorittaa kunnonvalvontaa heille kohdistetuissa kohteissa. Kuitenkaan haastattelujen pohjalta ulkopuolisetkin toimijat eivät olleet vielä katsoneet tarpeelliseksi suorittaa kunnonvalvonnan seurantaa.

Ainoana kunnonvalvonnan seurannan piiriin kuuluvat koneistuskeskuksen laitteet, joiden kunnontoa joltakin osin seurataan. Koneistuskeskusten leikkuunes-teen laatua seurataan jatkuvasti pH-arvo mittauksilla. Myös koneistuskeskusten öljyn laatua tarkkaillaan säännöllisin väliajoin.

6.7 Tietojärjestelmät

Mantsisella ei ole käytössä kunnossapidon seuraamiseen käytettävää erillistä tietojärjestelmää. Tähän asti kunnossapidon seuraamiseen on käytetty raportteja ja laskutustietoja, jotka ovat peräisin kunnossapidon toimittajilta. Mantsisella on käytössä Machineryn antama ohjelmisto, jolla pystytään seuraamaan siihen liitettyjen laitteiden tehtyjä huoltoja, jotka kunnossapidon toimittaja oli tehnyt.

Hitsaamon hitsausrobotille sekä toiselle koneistuskeskukselle oli kuitenkin otettu käyttöön oma Excel-pohjainen kunnossapidon seurantajärjestelmä, johon oli liitetty kunnossapidon huoltotoimenpiteet tietyin väliajoin. Näitä tehtyjä huoltoja myös tarkkaillaan Excel-pohjalle laadituilla seuranta taulukoilla.

Alkuhaastatteluissa kuitenkin ilmeni, että kaikki haastateltavat olivat sitä mieltä, että Mantsisella olisi kuitenkin hyvä olla jokin erillinen tietojärjestelmä, jonka avulla kunnossapitoa pystyttäisiin seuraamaan sekä ohjaamaan. Tutustuimmekin yhteen tietojärjestelmään, joka on käytössä Mantsisen urakoinnin puolella, mutta se ei soveltunut käyttöön tuotannon toimintaa ajatellen.

Mantsisella olisi kuitenkin meidän mielestä hyvä olla tulevaisuudessa jonkinlainen toimiva erillinen tietojärjestelmä, jonka pohjalta pystyttäisiin suunnittelemaan ja etenkin seuraamaan kunnossapidontoimia. Tähän mennessä esimerkiksi toisen pilottikohteen kunnossapito oli jäänyt yhden ihmisen muistinvaraan, joten tämänkin takia olisi kohtuullista, että kaikki kunnossapitoon osallistujat tietäisivät mitä on tehty ja milloin. Kunnossapidon kustannusten seuranta olisi yksinkertaisempaa erillisen tietojärjestelmän avulla, josta Mantsisen esimiehet sekä johto olisivat varmasti kiinnostuneita.

Teimme kuitenkin tämän työn kannalta tarpeelliset Excel-pohjaiset kunnossapidon seurantaan käytettävät taulukot pilottikohteille. Taulukot sijoitetaan niille määrätyille paikoille, jotta tehdyt huollot ja tarkastukset saadaan merkattua ohjeistuksen mukaisesti. Tämä edesauttaa kunnossapidon seuranta ja raportointia parempaan suuntaan.

7 Pohdinta

Työn tavoitteenamme oli luoda räätälöity kunnossapitosuunnitelma Mantsinen Group Ltd Oy:n ylämyllyn tehtaan laitteistolle ja näin ollen parantaa koneiden ja laitteiden luotettavuutta. Pohjana käytettiin RCM kunnossapitostrategiaa.

Kunnossapitosuunnitelma laadittiin ottaen huomioon yrityksen resurssit ja tarpeet. Yritykselle pyrittiin antamaan mahdollisimman paljon tietoa kunnossapidosta sekä sen käsitteistä. Pilottiprojekteille laaditut laitekohtaiset kunnossapitosuunnitelmat pyrittiin luomaan selkeästi, ohjeistetusti sekä niin, että suunnitelmat olisivat helposti sovellettavissa yrityksen muihin koneisiin ja laitteisiin.

Kunnossapitosuunnitelman laatiminen oli ajoittain haastavaa, mutta kokonaisuudeltaan hyvin mielenkiintoinen projekti. Näemme, että tästä työstä on saatu hyvin kokemusta tulevaisuutta varten. Työn haasteina oli aikataulutus ja olisimmekin halunneet viedä projektimme pidemmälle. Käyttökelpoisuudeltaan työ on kuitenkin otettavissa käyttöön tehtaalla, joitakin tarkennuksia kuitenkin on tehtävä esimerkiksi huolto-ohjeisiin sekä varastointiin.

Opinnäytetyötä ja tämänhetkisiä tuloksia tarkastellessa on kuitenkin otettava huomioon, ettei kunnossapitosuunnitelman käyttöönotto ja laatiminen ole yksinkertainen prosessi, koska se vaatii pitkäjänteistä panostusta koko yritykseltä. Varsinkin laitekohtaiseen kunnossapitoon tulisi paneutua tarkemmin laitteen teknisen ymmärtämisen vuoksi. Tärkeänä osana kunnossapidon käyttöönottoa on tiedottaa käyttäjille käyttäjäkohtaisen kunnossapidon tärkeys. Prosessin tärkeänä osana on ohjausryhmän vakava suhtautuminen laitteiston luotettavuuteen.

Uskomme, että tämä työ voi toimia toimivana pohjana kohdeyrityksen kunnossapidon käyttöönotossa sekä kunnossapito-organisaation luomisessa. Kehitykselle on kuitenkin varaa ja jatkossa onkin hyvin mahdollista, että käytössä olisi toimiva kunnossapito-ohjelmisto.

Lähteet

1. Mantsinen Group Ltd Oy. Yritys. 2016.
<http://www.mantsinen.com/fi/yritys/>. 23.4.2016.
2. Mantsinen Group Ltd Oy. Tuotteet. 2016.
<http://www.mantsinen.com/fi/tuotteet/materiaalinkasittelykoneet/>.
23.4.2016.
3. Mantsinen Group Ltd Oy. Laatu ja ympäristö. 2016.
<http://www.mantsinen.com/fi/yritys/laatu-ja-ymparisto/>. 23.4.2016.
4. Kontkanen, J. Tuotannon esimies. Mantsinen Group Ltd Oy. Ylämyllyn tehdas. 2016. Haastattelu. 15.10.2015.
5. Nuutinen, J. Hitsaamon esimies. Mantsinen Group Ltd Oy. Ylämyllyn tehdas. 2016. Haastattelu. 15.10.2015.
6. Järviö, Jorma & Lehtiö Taina. Kunnossapito. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy. 2012.
7. Järviö, Jorma, Piispa, Taina, Parantainen, Timo & Åström, Thomas. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy. 2007.
8. Vuori, S. Kunnossapitovalmiuksien kehittäminen kunnossapidon tietojärjestelmässä. Opinnäytetyö. Kemi–Tornion Ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala. Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma. YAMK. 2013.
9. Mikkonen, H. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy. 2009.
10. Laine, Hannu S. Tehokas kunnossapito. Kerava: KP-Media Oy. 2010.
11. Lehtosaari, M. Kunnossapidon historiatiedon hallinta kuumavalssauksella. Opinnäytetyö. Lapin Ammattikorkeakoulu, Teollisuuden ja luonnonvarojen osaamisala. Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma. YAMK. 2014.
12. Lehikoinen, E. Varaosakunnostuksen tehokkuuden kartoittaminen ja lean-ajattelun soveltaminen kunnostusprosessiin. Kandidaatintyö. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. Konetekniikka. 2015.

Haastattelupohja
Kunnossapitosuunnitelman haastattelupohja

Liite 1 1(1)


Nimi: _____

Asema organisaatiossa: _____

1. Miten aikaisemmin on pidetty kirjaa huolloista, varaosista ja koneiden tiedoista?
2. Tärkeitä asioita, joita kunnossapito suunnitelma tulisi sisältää?
3. Listaus koneista- ja laitteista vastuualueellanne
4. Mikä olisi teidän mielestä järkevin listaustapa? Entä huoltoraportointijärjestelmä?
5. Oma mielipide kunnossapitosuunnitelman käyttöönotosta ja julkaisusta? Esim. Vastuuttaminen
6. Miten arvioitte ohjelman käyttöönoton tulevan muuttamaan työ- ja toimintatapoja vai tuleeko vaikuttamaan niihin ollenkaan?
7. Oma mielipide kunnossapitoohjelmasta ja sen käytettävyydestä.
8. Kunnossapito-ohjelman edut/haitat?

Huolto-ohje Liftec

Liite 2 1(4)

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 1(1)
	SIIRTOKALUSTO	TYÖOHJE	TO-0085
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.01.2016
LIFTEC HUOLTOOHJE			R A

1 Ohjeen tarkoitus

Ohjeen tarkoituksena on varmistaa Liftec nostolaitteen oikeanlainen ja oikea-aikainen huolto. Ohje antaa yleiset ohjeet huollon järjestämisestä ja vastuun jakamisesta. Huoltojen suorittamiselle on erilliset huolto-ohjeet.

2 Suoritettavat huollot

Päivittäinen huolto suoritetaan automaattisesti joka päivä. Päivittäisestä huollosta vastaa laitteen ensimmäinen käyttäjä. Päivittäisen huollon suorittamisesta on työohje TO-0086

Jaksottaisesta huollosta vastaa aina kyseiseen huoltoon määrätty henkilö. Jaksottaisista huolloista kerätään **huoltoRaportti**, joka arkistoidaan. Jaksottaisien työohjeet ovat: 6kk-huolto -> TO-0087, 12kk-huolto -> TO-0088, 24kk-huolto -> TO-0089, 36kk-huolto -> TO-0090.

Päivittäisestä huollosta pidetään tarkastuslistaa (**Sivu 2**), johon merkataan työ tehdyksi työohjeen mukaisesti ja työntehneen kuittaus sekä mahdolliset huomautukset. Lista kerätään joka kuukauden ensimmäisenä työpäivänä, ja arkistoidaan.

Jaksottaisista huolloista tehdään huoltoRaportti (**Sivu 3**) joka arkistoidaan.

Huoltokohteet on listattu **Sivulla 4**.

HUOM!

Liftec nostolaite on tarkoitettu vain tavarankuljetusta ja liikuttelua varten. nostolaitetta **EI SAA** säilyttää tilassa jossa maalataan tai puhalletaan, tällöin komponentit on laskettava asianmukaisille alustapukeille ja laite siirrettävä tilaan jossa ei työskennellä sillä hetkellä.

Muutosluettelo:

Pvm	Muutettu kohta / sivu	Kuvaus

Huoltoraportti

Liite 4 1(1)

Huoltoraportti.

Huoltoraportti täytetään jaksottaisten huoltojen yhteydessä. Huoltoraporttiin merkitään työhohje/työhohjeet jonka mukaisesti huolto on tehty, päivämäärä, sekä huollon tehnyt henkilö.

Kaikki poikkeamat/huomiot/korjaukset ym. kirjoitetaan havainto ja selvennys kenttiin. Jos työhohjeesta poikkeavaa ei ole havaittu ja huolto on saatu suoritettua kokonaisuudessaan, merkataan kenttiin työhohjeen numero ja selvennys normaalista huollosta. Huoltoraportti arkistoidaan.



Työhohje:	Päivämäärä:
Huollon suorittanut henkilö/henkilöt:	
Huolto/ korjaus / havainto	Selvennys/huomio
Seuraavan huollon ajankohta:	Huollon suorittajan/vastuuhenkilön kuittaus:

Raporttiin merkataan seuraavan tarvittavan huollon ajankohta, jos poikkeavuuksia ei ole havaittu on seuraavan huollon ajankohtana seuraava jaksottainen huolto.
Huollon suorittaja tai vastuuhenkilö kuittaa raportin, ja täten todentaa raportin oikeudenmukaisuuden.

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 1(5)
	LIIKKUVA KALUSTO	TYÖOHJE	TO-0086
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.02.2016
LIFTEC PÄIVITTÄINEN HUOLTO			R A

1.Ohjeen tarkoitus

Ohjeen tarkoitus on varmistaa Liftec nostolaitteen oikeanlainen huolto, sekä havaita mahdolliset vikaantumiset ajoissa. Päivittäinen huolto suoritetaan ennen päivän ensimmäistä käyttöönottoa.

2.Liftec nostolaitteen päivittäiset huolto/tarkastustoimenpiteet

Päivittäisessä huollossa korostuu kunnonvalvonta ja ehkäisevä kunnossapito.Huollossa tarkastellaan nostolaitteen komponentteja eri osa-alueittain.

2.1 Moottorin tarkastustoimenpiteet

- Tarkastetaan moottoriöljyn taso öljytikusta (kuva 1), ja tarvittaessa lisätään. Öljynä käytetään 10W-40
- Tarkastetaan jäähdytinnesteen taso avaamalla jäähdyttimen korkki (kuva 2). Nesteen pinta tulisi olla näkyvillä. Tarvittaessa lisätään.
- Tarkastetaan silmämääräisesti polttoaine,jäähdytys, ja ahtoputkisto vuotojen varalta



Kuva1. Öljytikku ja täyttö



Kuva2. Jäähdytinnesteen tarkastus

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 2(5)
	LIIKKUVA KALUSTO	TYÖOHJE	TO-0086
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.02.2016
LIFTEC PÄIVITTÄINEN HUOLTO			R A

2.2 Hydraulikka piirin tarkastustoimenpiteet

- Tarkastetaan hydrauliohjain taso, tarvittaessa lisätään. Öljynä käytetään ISO VG-class 46, luokituksen omaavaa öljyä. (Kuva 3)
- Tarkastetaan silmämääräisesti hydrauliletkut/putket vuotojen varalta



Kuva3. Hydrauliohjain tason tarkastus säiliön sivussa

2.3 Voitelu laitteiston tarkastus

- Tarkastetaan että rasvasäiliössä on riittävä määrä rasvaa. Älä yritä avata rasvasäiliön kantta, tämä on sinetöity (Kuva 4). Rasvan lisäys tapahtuu tarvittaessa tähän tarkoitettuun nipasta.
- Tarkastetaan käynnistyksen yhteydessä rasvarin toimivuus



Kuva 4. Rasvasäiliö. Nuolella merkitty rasvan täyttö nippa

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 3(5)
	LIIKKUVA KALUSTO	TYÖOHJE	TO-0086
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.02.2016
LIFTEC PÄIVITTÄINEN HUOLTO			R A

2.4 Renkaiden tarkastustoimenpiteet

- Tarkastetaan rengaspaineet. Renkaiden normaalipaine on 10bar ja ajettaessa täydellä kuormalla 11bar. HUOM! Renkaiden paine ei missään tapauksessa saa olla alle 10bar. Renkaita täyttäessä 10bar tai yli renkaan on oltava akselissa paikallaan
- Tarkastetaan renkaiden yleiskunto/kuluneisuus silmämääräisesti

2.5 Hälytyslaitteet

- Tarkastetaan hälytyslaitteiden toimivuus
- Puhdistetaan sensoreiden lasipinnat kostealla rätillä pyyhkien. Sensorit sijaitsevat laitteen yhdellä puolen molemmissa päissä (2Kpl). (Kuva 5 ja 6)
- Käynnistyksen yhteydessä tarkastetaan käynnistyspaneelista (kuva 7) ettei tarkastusvaloja (1-6) jää aktiiviseksi.



Kuva 5. Korkeussensoreiden sijainti



Kuva 6. Korkeussensori


	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 4(5)
	LIIKKUVA KALUSTO	TYÖOHJE	TO-0086
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.02.2016
LIFTEC PÄIVITTÄINEN HUOLTO			R A



Kuva 7. Käynnistyspaneeli.

Tarkastusvalojen merkitys:

1. Alhainen öljyntaso
2. Moottorin vikavallo
3. Ilmansuodatin tukkeutunut
4. Öljynpaine alhainen moottorissa
5. Jäähdytinnesteen taso alhainen
6. Vikavalot:
 - Jatkuva = jarrutestiä ei suoritettu
 - 1 välähdys – tauko – 1 välähdys = Stop level 1
 - 2 välähdystä – tauko – 2 välähdystä = Stop level 2
 - 3 välähdystä – tauko – 3 välähdystä = Stop level 3
 - 4 välähdystä – tauko – 4 välähdystä = Stop level 4

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 5(5)
	LIIKKUVA KALUSTO	TYÖOHJE	TO-0086
	Laatinut: Henri Karvinen/Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	15.02.2016
LIFTEC PÄIVITTÄINEN HUOLTO			R A

2.5.1 Vikavalojen merkitykset

Laitteessa on neljä (4) erilaista hälytystasoa joista tulee ilmoitus käynnistyspaneelin valoon numero kuusi (6). Hälytystason voi havaita valon vilkunnalla, joista on selitys kappaleessa 2.5

Stop level 1

- Pienin taso
- Vaatii normaaleja huoltotoimenpiteitä
- Ei vaadi välitöntä pysähtymistä
- Käyttäjä tekee päätöksen milloin laite pysäytetään

Stop level 2

- Laite havaitsee vian ja rajoittaa toimintakykyä (esimerkiksi nopeutta)
- Ei vaadi välitöntä pysähtymistä, työskentely rajoitetussa tilassa mahdollista
- Käyttäjä tekee päätöksen milloin laite pysäytetään

Stop level 3

- Vakava taso
- Laite havaitsee vakavan vian systeemissä
- Ohjainlaite pyytää välitöntä pysäyttämistä
- VMP lopettaa ajon ja sammuttaa moottorin
- Jos VMP ei reagoi tietyssä ajassa, ohjainlaite sammuttaa systeemin

Stop level 4

- Erittäin vakava taso
- Vaatii välitöntä pysähtymistä, vakavampien vaurioiden välttämiseksi
- Ohjainlaite pysäyttää systeemin

Tarkastuksissa/käytönaikana havaitut poikkeamat ilmoitetaan esimiehelle ja merkitään päivittäisen tarkastuslistan huomiokenttään.

	MANTSINEN GROUP LTD OY		Sivu 1(1)
	KONEISTAMO	TYÖOHJE	TO-0091
	Laatinut: Henri Karvonen/ Joonas Saaristo	Hyväksynyt:	01.01.2016
ZAYER HUOLTOOHJE			R A

1 Ohjeen tarkoitus

Ohjeen tarkoituksena on varmistaa Zayer työstökoneen oikeanlainen ja oikea-aikainen huolto. Ohje antaa yleiset ohjeet huollon järjestämisestä ja vastuun jakamisesta. Huoltojen suorittamiselle on erilliset huolto-ohjeet.

2 Suoritettavat huollot

Päivittäinen huolto suoritetaan automaattisesti joka päivä. Päivittäistä huoltoa seurataan kuittauslistan mukaan. Päivittäisen huollon suorittamisesta on työohje TO-0092

Jaksottaisesta huollosta vastaa vastuuvuorossa oleva henkilö. Jaksottaisista huolloista kerätään **huoltoraportti**, joka arkistoidaan. Jaksottaisten työohjeet ovat: viikottainen huolto -> TO-0093 ja kuukausittainen huolto -> TO-0094.

Päivittäisestä huollosta pidetään tarkastuslistaa (**Sivu 2**), johon merkataan työ tehdyksi työohjeen mukaisesti ja työntehneen kuittaus sekä mahdolliset huomautukset. Lista kerätään joka kuukauden ensimmäisenä työpäivänä, ja arkistoidaan.

Jaksottaisista huolloista tehdään huoltoraportti (**Sivu 3**) joka arkistoidaan.

Zayer työstökoneessa on rasvausten huoltoilmoitukset 50- ja 200 tunnin välein. Rasvauksista on ohjeistus käyttöohjekirjasta.

3. Vuosittainen huolto

Vuosittaisesta huollosta vastaa ulkopuolinen huoltomies. Tällä hetkellä huollon suorittaa Machinery

Vuosittaisessa huollossa tehtävät huollot, tarkastukset ja korjaukset on listattuna erilliselle listalle ja huoltoraportit ovat saatavilla Machineryn omasta järjestelmästä. Tarvittavista muutoksista vuosittaiseen huoltoon on sovittavissa huoltoyhtiön kanssa

Muutosluettelo:

Pvm	Muutettu kohta / sivu	Kuvaus

Leikkuunesteen seurantakortti Zayer

Liite 7

1(1)

KÄYTETTÄVÄ NESTE: SOLMASTER CUT 40			
TAVOITELTU KÄYTTÖPITOISUUS: 5%(4-8%)			
VKO	PITOISUUS	PH	MITTAAJA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			



KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

LIFTEC



MANTSINEN GROUP LTD OY

**Tekijä: Henri Karvinen
Joonas Saaristo**

KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

LIFTEC

Sisällysluettelo

1. SUUNNITELMAN TARKOITUS	2
2. VIKAANTUMISANALYYSI.....	2
3. KUNNOSSAPITOTOIMENPITEET	3
4. KORJAUSTOIMENPITEET LUOTETTAVUUDEN KANNALTA.....	3
5. KUNNOSSAPITOIMENPITEIDEN AJOITUS	4
6. DOKUMENTOINTI.....	4

Kunnossapitosuunnitelma Liftec

Liite 8 3(6)

1. Suunnitelman tarkoitus

Suunnitelma on laadittu kevennetyn RCM tekniikan pohjalta. Kevennetyssä versiossa on jätetty jokaisen komponentin yksilöllinen tarkastelu pois, ja keskitytty laitteeseen kriittisimpiin komponentteihin sekä yleiskuntoon. Tämä suunnitelma pitää sisällään laitteen vikaantumisanalyysin, kunnossapitotoimenpiteet, korjaustoimenpiteet, ajoitukset sekä ohjeet dokumentointiin. Lisätietoja kunnossapidosta, RCM, ja vikaantumisista on saatavilla opinnäytetyöstä "kunnossapito"

Laitteen tiedot:

Merkki: Liftec

Malli: IPSI AGV 90

Käyttötarkoitus: Kuljetusapuväline

Sijainti: Pintakäsittely (ylämylly)

2. Vikaantumisanalyysi

Vikaantumisanalyysissa on käyttäjien kokemuksia ja havaintojen lisäksi tarkasteltu koneen yleiskuntoa sekä valmistajan huolto ohjeita ja mahdollista huolto historiaa. Vikaantumisanalyysissa kartoitetaan laitteen yleiskunto sekä kriittiset komponentit jotka vaikuttavat laitteen käyttöön. Analyysissa otetaan myös huomioon laitteen käyttötarkoitus.

Liftec nostolaitteesta ajantasaista huoltohistoriaa ei ollut saatavilla, joten tiedot laitteen kunnosta ja mahdollisista vikaantumisista on saatu käyttäjiltä sekä valmistajan huolto ohjelmaa tulkitsemalla.

Kriittisimpien komponenttien jaottelu:

- ohjaus sekä kauko-ohjaus laitteisto
- hydraulikka
- moottori (sisältäen jäähdytyksen ja lämmityksen)
- sähköjärjestelmä

Huoltopuutteita on havaittavissa kaikissa osa-alueissa. Yleisimmät viat ovat painottuneet kuitenkin ohjaus sekä kauko-ohjaus laitteistoon. Mahdollisia kauko-ohjain vikoja on havaittavissa jotka saattavat estää laitteen käytön.

Tarkempi kunnontarkastus on suositeltavaa. Kunnonkartoituksen voi myös suorittaa esimerkiksi kunnostuksen/ensihuollon yhteydessä.

3. Kunnossapitotoimenpiteet

Laitteelle tulisi määritellä vastuuhenkilöt sekä huolto-ohjeet. Vastuuhenkilöiden tehtäviin kuuluu huoltotoimenpiteistä sekä dokumentoinnista vastaaminen. Jos erillistä kunnossapito osastoa ei ole voidaan vastuuhenkilöt määritellä laite/osastokohtaisesti tai pilottiprojekteille väliaikainen kunnossapito tiimi. Esimerkki vastuuhenkilöiden jaottelusta sekä tehtävistä:

- Osaston esimies vastaa, että huollot tapahtuvat ajallaan, sekä että dokumentointi on paikkansapitävä ja taltioituu paikkaan, josta se on helposti saatavilla tarkkailua varten. Esimies tarkastaa myös kaikki huoltojen/tarkastusten tehneiden henkilöiden vika ilmoitukset liittyen laitteeseen.
- Käyttäjät huolehtivat huolto ja tarkastustoimenpiteistä, sekä dokumentoivat huoltotoimenpiteet tehdyiksi ohjeiden mukaisesti. Käyttäjiltä veloitetaan myös havaittujen vikojen ilmoittamista esimiehelle tai kunnossapidosta vastaavalle henkilölle ohjeiden mukaisesti

Laitteelle on laadittu alustavat huolto-ohjeet jotka löytyvät verkkolevyiltä. Huolto-ohjeiden luomisessa on noudatettu täysin valmistajan antamia ohjeita ja aikavälejä, koska aikaisempaa huoltohistoriaa tai kokemusta huoltojen tarpeellisuudesta ei ollut kyseisen laitteeseen saatavilla. huolto-ohjeet eivät kuitenkaan sisällä pyöränlaakereiden ja kääntöteliin tarkastuksia sekä vaihtoja, koska laskennallisesti vaihtoväli on huomattavan pitkä koneen käyttötunneille (tarkastus 4000h ja vaihto 8000h). Huolto-ohjeita voi tarkentaa ensimmäisten huoltojen yhteydessä, tai vastaavasti kunnostuksen/ensihuollon yhteydessä. Huolto-ohjeet sekä vastuuhenkilöt käydään läpi tarkastelujakson päätyttyä, sekä tehdään mahdolliset muutokset.

4. Korjaustoimenpiteet luotettavuuden kannalta

Laitteen tulisi olla lähtökohtaisesti siinä kunnossa, kun laite halutaan pysyvän kunnossapitosuunnitelman avulla. Laitteelle tehdään kunnonkartoitus, jossa tutkitaan mahdolliset viat sekä tulevat koneen käyttöä haittaavat rikkoantumiset. Korjaustoimenpiteistä päätetään yhdessä ohjausryhmän kanssa

Liftec nostolaitteessa havaitut viat sekä ehdotetut korjaustoimenpiteet:

- Käyttäjien kokemusten perusteella laitteen kauko-ohjauksessa on laitteen käyttöä häiritsevää vikaa, joka tulisi korjata välittömästi.
- Ulkoisessa tarkastelussa havaittu mm. antureiden likaisuus sekä toisen korkeusanturin kehikon vääntyminen (kuva1). Tämä saattaa johtaa väärän korkeusarvon tulkintaan
- Moottorissa ja hydraulikassa havaittu vuotoja.
- Koska laitteesta ei ole saatavilla huoltohistoriaa olisi suositeltavaa tehdä suurempi huoltotoimenpide ennen tarkastelujakson aloittamista. Huoltotoimenpiteet voivat sisältää mm. kaikki huolto-ohjeiden mukaiset huollot. (huolto-ohjeet liitteenä).
- Koska huolto-ohjeet eivät sisällä 4000h ja 8000h huoltoja, olisi suositeltavaa tässä vaiheessa tarkastaa pyörän- ja käännönlaakerit ja rasvata.

Kunnossapitosuunnitelma Liftec

Liite 8 5(6)



Kuva 1. Vääntynyt anturinkehikko

5. Kunnossapitotoimenpiteiden ajoitus

Kunnossapitotoimenpiteille määritellään tarkastelujakso, jonka aikana huollot, korjaukset, ja kirjaukset tehdään sovittujen ohjeiden mukaisesti. Tarkastelujakson päätyttyä pidetään kunnossapitopalaveri, jossa käydään läpi tarkastelujakson aikana tehdyt dokumentit huolloista ja korjauksista. Dokumentoinnissa keskitytään suuresti huoltovälien paikkansapitävyyteen, vikaantumisiin, sekä tarvittaviin varaosiin. Kokouksessa määritellään myös mahdolliset muutokset huolto ohjeisiin, huoltojen aikaväleihin, huollettaviin komponentteihin, varastoitaviin varaosiin, sekä seuraava tarkasteluajanjakso. Muutoksille määritellään vastuuhenkilöt jotka keräävät uudet ehdotukset, mitkä käydään läpi seuraavassa sovitussa kokouksessa. Muutokset sovitaan yhdessä ohjausryhmän kanssa. Jos tarkastelujakson jälkeen katsotaan, ettei kunnossapitotietoa ole kertynyt tarpeeksi voidaan tarkastelujaksoa jatkaa.

Liftec nostolaitteelle suositellaan yhden (1) vuoden tarkastelujaksoa, koska huolto ohjeet noudattavat sokeasti valmistajan antamia ohjeita. Tällöin saadaan huolloista riittävä määrä tietoa ja voidaan luoda uudet huolto ohjeet, joissa on keskitytty kriittisiin komponentteihin kustannustehokkaammin.

Tarkastelujakson päätteeksi tulisi myös määritellä varastoitavat varaosat, joissa tulisi ottaa huomioon varaosan kriittisyys, saatavuus, hinta, menekki, sekä varastossa säilyvyys.

6. Dokumentointi

Dokumentoinnille tulisi määrittää tietty arkistointi sijainti, sekä kuka arkistoinnin suorittaa. Huoltoreportit sekä huoltojen seuranta kortit tulisi tallentaa muodossa jossa niitä ei päästä jälkikäteen muokkaamaan helposti, tai vastaavasti muokattu pvm ja muokkaajan tiedot ovat saatavilla.

Koska Mantsisella on käytössä yhteiset verkkolevyt, suositellaan kunnossapitosuunnitelmien sekä laitteiden muiden kunnossapito dokumenttien tallennusta verkkolevyille. Alustavat dokumentoinnit ja ohjeet ovat tallennettu

Kunnossapitosuunnitelma Liftec

Liite 8 6(6)

verkkolevylle kohteeseen *suunnittelu* (\proeserveri.mantsinen.fi)(Z:) → Kunnossapito →
Huoltokohteet → LIFTEC

Huolto ohjeiden yhteydessä on luotu myös mallit päivittäisen huollon seurantaan sekä huoltoraportti, jotka löytyvät verkkolevyltä, aikaisemmin mainitusta osoitteesta. Pohjia voidaan täyttää joko tietokoneella laitteen huoltopisteestä (word muodossa) ja tallentaa Pdf muodossa esimerkiksi kerran kuukaudessa. Pohjia voidaan täyttää myös paperilla, josta dokumentit skannataan tiedostokansioon.

Suosittelaa huolto ohjeiden tarkennusta ensimmäisten huoltojen yhteydessä, mm lisäämällä kuvia, momenteja, sekä muuta huoltoa helpottavia seikkoja.

Raporttipohjista sekä työohjeista löytyy täyttöohjeet dokumentin laatijalle. Huoltojen seuranta ja raportointi pohjia voi päivittää tarvittaessa. Huolto ohjeiden päivittämisestä on sovittava kunnossapitokokouksessa sekä uuteen huolto ohjeeseen tarvitaan hyväksyntä. Työohjeita päivittäessä on merkittävä työohje muutetuksi, työohjeiden revisiokenttiä käyttäen. Myös vanhat työohjeet säilytetään.

Tarkasteluajanjakson päätteeksi voi työohjeet muuttua, jos ohjausryhmä on sen tarpeelliseksi nähnyt. Esimerkiksi jos havaitaan että tiettyjä huoltoja tehdään liian usein tai kyseisen komponentin huoltaminen ei ole kannattavaa, myös uusia huoltokohteita voidaan lisätä mm. kulumisen, likaantumisen, tai laitteen iän takia.



KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA



MANTSINEN GROUP LTD OY

**Tekijä: Henri Karvinen
Joonas Saaristo**

KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Zayer

1. Suunnitelman tarkoitus

Suunnitelma on laadittu kevennetyn RCM tekniikan pohjalta. Kevennetyssä versiossa on jätetty jokaisen komponentin yksilöllinen tarkastelu pois, ja keskitytty laitteeseen kriittisimpiin komponentteihin sekä yleiskuntoon. Tämä suunnitelma pitää sisällään laitteen vikaantumisanalyysin, kunnossapitotoimenpiteet ja ajoitukset, korjaustoimenpiteet, Kriittiset varaosat, sekä ohjeet dokumentointiin. Lisätietoja kunnossapidosta, RCM, ja vikaantumisista on saatavilla opinnäytetyöstä "kunnossapito"

Laitteen tekniset tiedot:

Merkki: Zayer

Malli: 30 KCU 14000

Käyttötunnit: n. 2000h/vuosi

Käyttötarkoitus: Koneistuskeskus

Sijainti: Koneistamo (ylämylly)

2. Vikaantumisanalyysi

Vikaantumisanalyysissa on käyttäjien kokemuksia ja havaintojen lisäksi tarkasteltu koneen yleiskuntoa sekä valmistajan huolto ohjeita ja mahdollista huolto historiaa. Vikaantumisanalyysissa kartoitetaan laitteen yleiskunto sekä kriittiset komponentit jotka vaikuttavat laitteen käyttöön. Analyysissa otetaan myös huomioon laitteen käyttötarkoitus.

Zayer työstökoneen huollosta on vastannut Ulkopuolinen huoltopalvelu, myös käyttäjäkohtaisa kunnossapitoa on suoritettu. korjaustoimenpiteet on suorittanut ulkopuolinen huoltopalvelu. Zayer työstökoneen vikaantumisanalyysissa on käytetty apuna käyttäjien kokemusten ja havaintojen lisäksi, huoltoyhtiön sekä valmistajan ohjeistuksia

Kriittisimpien komponenttien jaottelu:

- Öljyt ja voitelu
- sähkökaappi
- karakartio
- Hydraulikka
- kulmapää
- johdesuojat ja pyyhkijät
- pyörityspöytä

- Karankevennys
- X liikkeen moottori
- lastuamismeste järjestelmä
- mittajärjestelmä
- kuularuuvi/mutteri

Korjaustoimenpiteitä on suoritettu laiterikkojen vuoksi (mm. ruuvi uusittu 2016). Rasvaus ja öljypintojen tarkastuksia on suoritettu käyttäjien toimesta. Machineryn huoltopalvelu on käynyt 12kk välein suorittamassa vuosihuollot, sekä tarvittaessa korjauksia. Huoltopalvelun tehdyt huollot ovat saatavilla Machina järjestelmästä.

Tarkempi kunnontarkastus on suositeltavaa. Tarkemman kuntotarkastuksen voi pyytää suorittamaan ulkopuolinen huoltopalvelu, tässä tapauksessa suositellaan tarkastusraportin käyttöä sekä sopimaan ennalta tarkastuksen laajuus.

3. Kunnossapito toimenpiteet

Laitteelle tulisi määritellä vastuuhenkilöt sekä huolto-ohjeet. Vastuuhenkilöiden tehtäviin kuuluu huoltotoimenpiteistä sekä dokumentoinnista vastaaminen. Jos erillistä kunnossapito osastoa ei ole voidaan vastuuhenkilöt määritellä laite/osastokohtaisesti tai pilottiprojekteille väliaikainen kunnossapito tiimi. Esimerkki vastuuhenkilöiden jaottelusta sekä tehtävistä:

- Osaston esimies vastaa, että huollot tapahtuvat ajallaan, sekä että dokumentointi on paikkansapitävä ja taltioituu paikkaan, josta se on helposti saatavilla tarkkailua varten. Esimies tarkastaa myös kaikki huoltojen/tarkastusten tehneiden henkilöiden vika ilmoitukset liittyen laitteeseen.
- Käyttäjät huolehtivat huolto ja tarkastustoimenpiteistä, sekä dokumentoivat huoltotoimenpiteet tehdyiksi ohjeiden mukaisesti. Käyttäjiltä veloitetaan myös havaittujen vikojen ilmoittamista esimiehelle tai kunnossapidosta vastaavalle henkilölle ohjeiden mukaisesti

Laitteelle on laadittu alustavat huolto-ohjeet jotka löytyvät liitteistä. Huolto-ohjeiden luomisessa on käytetty apuna huoltoyrityksen sekä käyttäjien kanssakäytyä kunnossapitopalaveria. Huolto-ohjeet eivät sisällä huoltoyrityksen suorittamaa vuosihuoltoa (vuosihuollon tarkemmat tiedot on saatavilla huoltoyritykseltä). Huolto-ohjeita voi tarkentaa ensimmäisten huoltojen yhteydessä, tai vastaavasti kunnostuksen/ensihuollon yhteydessä. Huolto-ohjeet sekä vastuuhenkilöt käydään läpi tarkastelujakson päätyttyä, sekä tehdään mahdolliset muutokset.

Suosittelaaan tarkentamaan huolto ohjeet ensimmäisten huoltojen yhteydessä. Tarkennuksia voivat olla mm: Kuvien lisäys, öljyntarkastuspisteiden merkkkaus numeroin koneeseen, voiteluohjeet, sekä muut huoltoja helpottavat asiat.

4. Korjaustoimenpiteet luotettavuuden kannalta

Laitteen tulisi olla lähtökohtaisesti siinä kunnossa, kun laite halutaan pysyvän kunnossapitosuunnitelman avulla. Laitteelle tehdään kunnonkartoitus, jossa tutkitaan mahdolliset viat sekä tulevat koneen käyttöä haittaavat rikkoantumiset. Korjaustoimenpiteistä päätetään yhdessä ohjausryhmän kanssa

Zayer työstökoneen havaitut viat sekä ehdotetut korjaustoimenpiteet:

- Esimiehen toiveina olisi lisätä seuraavaan huoltoyrityksen tekemään huoltoon X liikkeen välyksen mittaussäätö sekä X liikkeen moottorin kiilan tarkastus
- Esimiehen toiveina olisi lisätä seuraavaan huoltoyrityksen tekemään huoltoon geometrian tarkastus, ja tarvittaessa säätö
- Esimiehen toiveina olisi lisätä seuraavaan huoltoyrityksen tekemään huoltoon toistotarkkuuden mittaussäätö laserilla
- Esimiehen toiveina olisi lisätä seuraavaan huoltoyrityksen tekemään huoltoon lastuamiskehän järjestelmän puhdistus

5. Kriittiset varaosat

Laitteille tulisi määrittellä kriittiset varaosat. Varaosien osalta tulisi myös määrittellä varastoitavuus. Varastoitavien varaosien määrittelyssä tulisi ottaa huomioon saatavuus, hinta, menekki, sekä varastossa säilyvyys. Pääasiallisena tarkoituksena olisi pienentää huoltojen ja rikkoantumisten aiheuttamaa seisokkiaikaa. Esimerkiksi varastossa säilyviä hihnoja ym. nopeasti vaihdettavia osia kannattaa säilyttää lähetyksillä.

Tämänhetkiset varastosta löytyvät varaosat:

- HD suodatin CU 025-M90-N
- HD suodatin HF-35209
- HD suodatin ST-1876
- HD suodatin 1262969 (hydac)
- Painelaakeri, työkalun irrotukseen
- Työkalun vetokynnen holkki
- Asentoanturin ja karan hammashihnat (2kpl molempia)
- HR410 käsipyörä+ kaapeli
- X-akselin servomoottori
- Karamoottori
- Johdesuoja x-akselille (puolikas)
- Pienoisreleet 9kpl (sähkökaapissa, suositeltava hälytysraja 2kpl)
- Jyrsinpää
- Leikkuuneste liitin ja suuttimet
- Rajakytkimiä
- Leikkuunestesuodatin

Käyttäjien, työnjohtajien, ja huoltoyrityksen kanssa käydyssä palaverissa alustavasti sovittu varaosa kaapin puhdistuksesta ja kaapissa olevien varaosien kartoituksesta.

Suosittelaa tarkastamaan varaosaluettelo, sekä varaosien kriittisyys ja kunto. Varaosille tulisi määrittää nimike sekä varastointipaikat. Rikkiäiset ja käyttökelvottomat varaosat tulisi hävittää. Laitekohtaista varaosalistausta tulisi ylläpitää.

6. Kunnossapitotoimenpiteiden ajoitus

Kunnossapitotoimenpiteille määritellään tarkastelujakso, jonka aikana huollot, korjaukset, ja kirjaukset tehdään sovittujen ohjeiden mukaisesti. Tarkastelujakson päätyttyä pidetään kunnossapitopalaveri, jossa käydään läpi tarkastelujakson aikana tehdyt dokumentit huolloista ja korjauksista. Dokumentoinnissa keskitytään suuresti huoltovälien paikkansapitävyyteen, vikaantumisiin, sekä tarvittaviin varaosiin. Kokouksessa määritellään myös mahdolliset muutokset huolto ohjeisiin, huoltojen aikaväleihin, huollettaviin komponentteihin, varastoitaviin varaosiin, sekä seuraava tarkasteluajanjakso. Muutoksille määritellään vastuuhenkilöt jotka keräävät uudet ehdotukset, mitkä käydään läpi seuraavassa sovituksessa kokouksessa. Muutokset sovitaan yhdessä ohjausryhmän kanssa. Jos tarkastelujakson jälkeen katsotaan, ettei kunnossapitotietoa ole kertynyt tarpeeksi voidaan tarkastelujaksoa jatkaa.

Zayer työstökoneelle suositellaan yhden (1) vuoden tarkastelujaksoa, jonka jälkeen huoltoyritys tarkastaisi huoltojen vaikutuksen vuosihuollon yhteydessä, jos huoltoyritys ei löydä negatiivista muutosta voidaan jatkaa tarkastelujaksoa yhdellä (1) vuodella.

Tarkastelujakson päätteeksi tulisi myös määritellä uudestaan varastoitavat varaosat.

7. Dokumentointi

Dokumentoinnille tulisi määrittää tietty arkistointi sijainti, sekä kuka arkistoinnin suorittaa. Huolto raportit sekä huoltojen seuranta kortit tulisi tallentaa muodossa jossa niitä ei päästä jälkikäteen muokkaamaan helposti, tai vastaavasti muokattu pvm ja muokkaajan tiedot ovat saatavilla.

Koska Mantsisella on käytössä yhteiset verkkolevyt, suositellaan kunnossapitosuunnitelmien sekä laitteiden muiden kunnossapito dokumenttien tallennusta verkkolevylle pdf muodossa esim. *tekstit(T:)> Kunnossapito(uusi kansio)> Laitekohtainen kansio*

Huolto ohjeiden yhteydessä on luotu myös mallit päivittäisen huollon seurantaan (liitteenä) sekä huolto raportti (liite). Pohjia voidaan täyttää joko tietokoneella laitteen huoltopisteestä (word muodossa) ja tallentaa Pdf muodossa esimerkiksi kerran kuukaudessa. Pohjia voidaan täyttää myös paperilla, josta dokumentit skannataan tiedostokansioon.

Raporttipohjista sekä työohjeista löytyy täyttöohjeet dokumentin laatijalle. Huoltojen seuranta ja raportointi pohjia voi päivittää tarvittaessa. Huolto ohjeiden päivittämisestä on sovittava kunnossapitokokouksessa sekä uuteen huolto ohjeeseen tarvitaan

hyväksyntä. Työohjeita päivittäessä on merkittävä työohje muutetuksi, työohjeiden revisiokenttiä käyttäen. Myös vanhat työohjeet säilytetään.

Tarkasteluajanjakson päätteeksi voi työohjeet muuttua, jos ohjausryhmä on sen tarpeelliseksi nähnyt. Esimerkiksi jos havaitaan että tiettyjä huoltoja tehdään liian usein tai kyseisen komponentin huoltaminen ei ole kannattavaa, myös uusia huoltokohteita voidaan lisätä mm. kulumisen, likaantumisen, tai laitteen iän takia.