

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Aapo Räsänen

RIKASTAMON KÄYTTÄJÄKUNNOSSAPITO

Opinnäytetyö
Helmikuu 2014



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
013-260 600

Tekijä(t)
Aapo Räsänen

Nimeke
Rikastamon käyttäjäkunnossapito

Toimeksiantaja
Mondo Minerals B.V. Branch Finland

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Vuonoksen rikastamolle käyttäjäkunnossapito-ohjeet. Työn mahdollisuuden tarjosi Mondo Mineralsin kunnossapitoinsinööri. Yhä korkeammat tehokkuusvaatimukset ja niukemmat henkilöresurssit ovat osaltaan siirtämässä kunnossapitotyötä myös käyttäjien vastuulle.

Teoriatieto taustoittaa kehitettävät kunnossapito-ohjeet. Teoriatiedoissa siirrytään asteittain kohti varsinaista ydinaihetta. Käyttäjien vankka kokemus sekä tietämys käytettävistä koneista hyödynnettiin kunnossapito-ohjeiden laadinnassa. Myös kunnossapitäjien pitkäaikainen kokemus ja tietämys kunnossapidosta antoivat vankan pohjan valmistettaville käyttäjäkunnossapito-ohjeille.

Kunnossapito-ohjeet laadittiin vanhojen kunnossapitäjien suorittamien kunnossapito-ohjeiden pohjalle. Vanhat ohjeet eivät kaikilta osin pitäneet enää paikkaansa ja osa laitteista oli jo poistunut käytöstä. Yleisesti ottaenkin ohjeet vaativat päivitystä.

Opinnäytetyöni tuloksena syntyi Vuonoksen rikastamon käyttäjille ennakkohuolto-ohjeet. Ohjeet kirjattiin yrityksen SAP-järjestelmään, josta käyttäjät valitsevat ajankohtaisen työtehtävän sekä tehtyään kirjaavat sen tehdyksi. Tuloksista ilmenee myös tuotantokoneiden toiminta pintapuolisesti.

Kieli
suomi

Sivuja 49

Asiasanat
kunnossapito, rikastamo, käyttäjäkunnossapito



Karelia
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
February 2014
Degree Programme in mechanical and
industrial engineering
Tikkariinne 9
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
013-260 600

Author(s)
Aapo Räsänen

Title
Preventive user maintenance

Commissioned by
Mondo Minerals B.V. Branch Finland

Abstract

This thesis was made to Mondo Minerals B. V. Branch Finland. The goal of this thesis was to develop operator maintenance instructions for Vuonos concentration plant. Higher and higher work-efficiency requirements and meager recourses in personnel are partly commissioning also the operators to take charge of maintenance work.

Theory part of the thesis makes background for the maintenance instructions to be developed. Theory part gradually leads to the actual topic. Current machine operators' strong experience and knowledge about the machines were utilized in the developing of the maintenance instructions. Also the maintenance workers' longterm experience and knowledge about maintenancing gave a solid foundation for the instructions to be produced.

Maintenance instructions made by previous maintenance workers were used as a base for the maintenance instructions performed in this thesis. Old and previous instructions were not completely precise and some of the machines had already been withdrawn. And generally the maintenance instructions needed to be updated.

Preventive maintenance instructions were made for Vuonos concentration plant operators as a result of my thesis. The instructions were recorded and installed to SAP-system of the company. From the system operators choose the topical procedure and after performing it they record the procedure to be done in the system. In the results there also is shortly performed the functioning of the production machines.

Language
Finnish

Pages 49

Keywords

maintenance, concentration plant, operator maintenance

ALKUSANAT

Haluan kiittää Mondo Minerals B.V. Branch Finlandia opinnäytetyön mahdollisuudesta. Haluan kiittää myös opinnäytetyöni valvojaa ja ohjaajaa tuesta ja ohjeista opinnäytetyön tekemisessä.

Erityisesti haluan kiittää saamastani avusta:

Kunnossapitoinsinööri: Janne Sormunen

Mekaaninen kunnossapitotyöntekijä: Mikko Pennanen

Sähkö kunnossapitotyöntekijä: Ilari Räsänen

Rikastamon käyttäjä: Mauri Tuupanen

Rikastamon käyttäjä: Matti Heikkinen

SISÄLTÖ

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
1 Johdanto	6
1.1 Opinnäytetyön taustat	6
1.2 Työn tavoitteet	6
1.3 Mondo Minerals B.V Branch Finland	6
2 Tuotanto-omaisuuden hoitaminen.....	7
2.1 Tuotanto-omaisuuden hoitamisen määrittely	7
2.2 Tuotanto-omaisuuden hoitamisen jaottelu	8
3 Kunnossapito	10
3.1 Kunnossapidon määrittely	10
3.2 Kunnossapidon menetelmien kehittyminen	11
3.3 Kunnossapitolajit.....	12
3.4 Kunnossapito osana yritystoimintaa	13
3.5 Kunnossapidon tavoitteet	16
4 Vika ja vikaantuminen	17
4.1 Vian ja vikaantumisen määrittely	17
4.2 Vikaantumisen syyt.....	18
4.3 Menetelmät vikaantumisen estämiseen	20
4.3.1 Vikaantumisen hallitseminen.....	22
4.3.2 Koneiden eliniän pidentäminen	23
4.3.3 Koneiden palauttaminen alkuperäiseen kuntoon.....	24
4.3.4 Koneiden eliniän arviointi	24
5 Ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito	25
5.1 Ennakoivan ja ehkäisevän kunnossapidon käsitteet.....	25
5.2 Ehkäisevän kunnossapidon tarpeellisuus	27
5.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet	28
6 TPM	29
6.1 TPM:n määrittelmä	29
6.2 Käytön suorittamaan kunnossapitoon siirtyminen.....	32
7 Lähtökohdat	33
8 Työn toteutus	34
9 Tulokset	35
9.1 Murskaimen kuljettimet	36
9.2 Iskupalkkimurskain	38
9.3 Jauhatuksen syöttölaitteet	39
9.4 Kuulamyly	40
9.5 Nikkelsykloni sekä talkkisykloni.....	41
9.6 Vaahdotuskennot.....	44
9.7 Nikkeli-kiekkosuodin	44
10 Pohdinta.....	46
Lähteet.....	46

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön taustat

Opinnäytetyöni tarkoitus on laatia Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Vuonoksen rikastamon käyttäjille ennakkohuoltokierrokset. Työskentelin yrityksessä kesätöissä ja minulle tarjoutui mahdollisuus opinnäytetyöhön esimieheni ehdottaessa kyseistä aihetta. Lähtökohtaisesti rikastamon ennakkohuollot suorittaa erillinen kunnossapitohenkilöstö. Muutoksen taustalla on halu tuoda ennakkohuollot niille, jotka työskentelevät pääsääntöisesti tuotantolaitteiden äärellä. Lisääntyneet tehokkuusvaatimukset sekä niukemmat henkilöstöresurssit vaikuttivat osaltaan muutokseen. Käyttäjien suorittama kunnossapitotoiminta on jo aloitettu Vuonoksen jatkojalostustehtaalla.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyöni tavoitteena on laajentaa käyttäjäkunnossapitotoiminta Vuonoksen rikastamoon. Käytännöntyön tavoitteena on laatia ennakkohuolto-ohjeet rikastamon käyttäjille. Tulevien käyttäjien suorittamien ennakkohuoltojen pohjana käytetään kunnossapitajien suorittamaa huolto-ohjelmaa ja nykyistä teoretietoa asiasta. Lisäksi hyödynnetään rikastamon käyttäjien pitkäaikaista näkemystä ja kokemusta laitteiden käytöstä sekä huollettavuudesta.

1.3 Mondo Minerals B.V. Branch Finland

Vuonna 1960 paperiteollisuuden tutkijat havaitsivat, että talkin lisäys paperin täyteaineeksi parantaa paperin ominaisuuksia. Suomesta löytyneessä talkkimalmissa todettiin olevan magnesiittia, joka täytyi erottaa. Talkin erotusmenetelmäksi kehittyi talkin vaahdotus, jonka kaupallisesti vuonna 1967 perustettu Suomen Talkki Oy, joka on Mondo Mineralsin edeltäjä. (Mondo Minerals 2013.)

Nykyään Mondo Mineralsilla on talkkikaivokset Sotkamossa ja Vuonoksessa, joissa molemmissa on myös omat talkkitehtaansa. Mondolla on talkkitehtaat myös Amsterdamissa ja Katwickissä Alankomaissa. Mondo Minerals onkin maailman toiseksi suurin talkin tuottaja, jolla on asiakkaita yli 70 maassa. (Mondo Minerals 2013.)

Tuotemerkeinä ovat Finntalc, Plustalc ja Microtalc, jotka ovat arvokkaita lisäaineita papereille, maaleille, pinnoitteille, muoveille, kulutustavaroille, henkilökohtaisille hygieniatuotteille ja lääkkeille. Mondo Mineralsin tavoitteena on tarjota tuotteita maailmanlaajuisesti lyhyemmin kuljetusmatkoin paikallisen tuotannon avulla. Mondo Mineralsin valmistusprosessi sekä laadunhallinta takaavat tasaisen laadun kaikkina aikoina ja kaikissa paikoissa. (Mondo Minerals 2013.)

2 Tuotanto-omaisuuden hoitaminen

2.1 Tuotanto-omaisuuden hoitamisen määrittely

Tuotanto-omaisuuden hoitamisen ydin kietoutuu siihen, että kaikki tuotantoprosessiin osallistuvat ihmiset huolehtivat koneiden ja laitteiden toimintakunnosta, sillä koneiden ja laitteiden käyttökunto kuuluu sekä käyttäjille että kunnossapitäjille. Tuotanto-omaisuuden hoitamista voidaan hyvin verrata asunnon omistamiseen, asukkaalle kuuluu tehtäviä, joiden avulla hän pitää asunnon siistinä ja kunnossa. Kaikkea hän ei kuitenkaan voi tehdä ja näissä tapauksissa käännytään asiantuntijan puoleen, tässä tapauksessa kunnossapitäjän, joka hoitaa asiat kuntoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 30.)

Tuotanto-omaisuuden hoitamisessa yhdistyvät oikea käyttötapa, vikaantumisen hallinta, huolto, kunnossapito sekä korjaaminen. Yleensä kunnossapito-organisaation tärkein tavoite on tehdä korjaavan kunnossapidon tehtävät mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti, mikä onkin hyvä tavoite. Täytyisi

muistaa, että tärkeämpää on tavoitella vikaantumisen välttämistä, sillä vian aiheuttama tuotannon menetys on yleensä suurempi kuin vian estämisen kustannus. (Järviö & Lehtiö 2012, 15.)

Perinteisesti käyttäjät ja kunnossapitäjät ovat kaksi erillistä ryhmää tuotantoprosessissa. Japanilaiset huomasivat aikanaan, että tällainen ajattelutapa johtaa tilanteeseen, jossa kumpikin osapuoli keskittyy vain omiin intresseihinsä. Tehokkaampi toimintatapa olisi sellainen, jossa koneiden käyttäjät käyttävät koneitaan oikein ja mahdollisimman tehokkaasti. Tämän mahdollistamiseksi käyttäjien ja kunnossapitäjien pitäisi tehdä saumatonta yhteistyötä. Koneiden käynnin hallintaa tavalla, jossa yhdistyvät koneen käyttö ja kunnossapito, kutsutaan usein käynnissäpidoksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 30.)

2.2 Tuotanto-omaisuuden hoitamisen jaottelu

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen koostuu viidestä eri kunnossapitolajista: huoltaminen, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito, vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 49.)

Huoltamalla pidetään yllä koneiden ja laitteiden käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennalleen, ehkäisten näin vaurion/vian syntymistä. Jaksotettu huolto suoritetaan määräväleihin. Määrävalit määräytyvät käyttömäärän tai -ajan perusteella, huomioiden käytön rasittavuus. Jaksotettu huolto koostuu seuraavista toiminnoista: toimintaedellytysten vaaliminen, toimintakyvyn palauttaminen, käytön suorittama kunnossapito, huoltaminen, puhdistus, voitelu, kalibrointi ja kuluvien osien vaihtaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 49–50.)

Ehkäisevän kunnossapidon avulla seurataan koneiden ja laitteiden suorituskykyä sekä parametreja. Tavoitteena on sekä vikaantumisen vähentäminen että koneen toimintakyvyn heikkenemisen estäminen. Ehkäisevä kunnossapito suoritetaan aikataulutetusti tai tarpeen vaatiessa. Kunnossapidon

tehtävät suunnitellaan sekä aikataulutetaan aiempien tuloksien perusteella. Ehkäisevä kunnossapito sisältää seuraavia toimenpiteitä: tarkastaminen, testaaminen, määräystenmukaisuuden toteaminen, käynninvalvonta, kunnonvalvonta, vikaantumistietojen analysointi sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnonvalvonnalla etsitään koneesta oireilevia vikoja ja todetaan toimintakuntoisuus. Kunnonvalvonta voidaan suorittaa koneen käydessä tai seisokin aikana. Ehkäisevän kunnossapidon sekä huollon tehtävät ovat osittain päällekkäisiä. (Järviö & Lehtiö 2012, 50.)

Korjaavan kunnossapidon avulla korjataan vikaantunut osa tai komponentti. Sen taajuuden perusteella voidaan takautuvasti laskea osien ja komponenttien elinaika. Kyseinen kunnossapito voi olla joko suunniteltua eli kunnostamista tai suunnittelematonta eli häiriökorjausta. Korjaava kunnossapito koostuu seuraavista toimenpiteistä: vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus sekä toimintakunnon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Parantava kunnossapito muodostuu kolmesta eri ryhmästä. Ensimmäiseen ryhmään kuuluu koneen tai laitteen muuttaminen käyttämällä uudempia osia tai komponentteja alkuperäisiin verrattuna, koneen suorituskykyä muuttamatta. Toiseen ryhmään kuuluu uudelleen suunnittelut ja korjaukset, joilla koneen luotettavuutta parannetaan muuttamatta koneen suorituskykyä. Kolmas ryhmä muodostuu modernisaatioista, joissa koneen tai laitteen suorituskykyä muutetaan, yleensä uudistetaan samalla koko kone sekä valmistusprosessi. (Järviö & Lehtiö 2012,51–52.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen keinoin päästään kiinni vikaantumisen juurisyihin. Syiden selvittyä voidaan suunnitella ja tehdä korjaavia toimia, joiden avulla koneen toiminnan luotettavuus sekä laaduntuottokyky paranevat huomattavasti. Vikaantuminen voi vähetä jopa yli 90 %. Nykyaikaisista tuotantokoneista voidaan kerätä vikaantumiseen johtavaa tietoa toimintaa ohjaavien prosessoreiden avulla. Tietoa voi kerätä esimerkiksi koneen käyttötavasta, kuormituksesta sekä käyttöolosuhteista. (Järviö & Lehtiö 2012, 52.)

3 Kunnossapito

3.1 Kunnossapidon määritelmät ja käsitteet

Kunnossapito on tuotannonkoneiden toimintakuntoa ylläpitävän toiminnan yleistermi. Kunnossapidon merkitys korostuu koko ajan enemmän ja sitä voidaankin pitää omana tieteenhaarana. Kunnossapitokäsite on hyvin laaja sekä monitahoinen. Sen tavoitteena on huolehtia koneiden kunnosta, jotta tuotanto toimii parhaissa mahdollisissa olosuhteissa. Kunnossapidossa huomioidaan kattavasti tuottavuus, ympäristö ja tuotteiden laatu. Kunnossapidon perimmäinen tavoite on tyytyväinen asiakas. Tähän pyritään hyvällä laadulla sekä kustannustehokkaalla tuotannolla. Kunnossapitomyönteinen ajattelutapa on nykyään yleistymässä kunnossapitajien sekä koko tuotantohenkilökunnan keskuudessa. TPM edustaa puhtaimmillaan tätä kunnossapitomyönteistä toimintatapaa. (Opetushallitus 2014 Mitä on kunnossapito?.)

Kunnossapito on osa tuotanto-omaisuuden hallintaa ja sen keinoin turvataan tuotanto-omaisuuden tuottokyky ylläpitämällä, säätämällä, säilyttämällä ja kehittämällä. Kunnossapito sisältää seuraavat asiat: koneiden ja laitteiden toimintakunnon ylläpitäminen, koneiden käytön turvallisuus, koneiden laaduntuottokyky, laitteiden elinjakson hallinta, oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen, koneiden palauttaminen alkuperäiseen kuntoon, koneiden modernisointi, suunnitteluheikkouksien korjaaminen, käyttö ja kunnossapitotaitojen kehittäminen, koneiden toiminnasta kerättyjen tietojen analysointi ja näistä johtopäätöksien tekeminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 19.)

PSK 6201:2011 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suoritamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (PSK 6201 2011.)

3.2 Kunnossapidon menetelmien kehittyminen sukupolvittain

Ensimmäisen sukupolven kunnossapidolle oli tyypillistä nopea reagointi ja koneet korjattiin rikkoontuessa. Yleensä koneet olivat ylimitoitettuja ja niitä voitiin pitää seisokissa. Koneet olivat yksinkertaisia ja tämän seurauksena vian määrittäminen ja korjaaminen olivat helppoja tehtäviä. (Järviö & Lehtiö 2012, 21–24.)

Toinen sukupolvi alkoi toisen maailmansodan aikoihin. Otettiin käyttöön jaksotetut kunnossapitotoimet, työn suunnittelu sekä työnteon johtaminen alkoivat. Käyttöön tulivat myös suuret, mutta nykyisiin verrattuna hitaat tietokoneet. Laitteiden monimutkaistuttua kunnossapidon määrä ja hallittavuus lisääntyivät. Näihin aikoihin alkoi kehittyä ehkäisevä kunnossapito, tosin aluksi alkoivat lähinnä jaksotetut huollot. Resurssien käytön kustannuksia pyrittiin hillitsemään sekä koneiden käyttövarmuutta lisäämään. (Järviö & Lehtiö 2012, 21–24.)

Kolmas sukupolvi alkoi n.1970. Tuotantokoneiden mekanismien määrä ja automaatioaste kasvoivat ja näin yritystoiminta tuli lisääntyvässä määrin riippuvaiseksi koneiden luotettavuudesta. Häiriöseisakkien kustannukset muodostuivat kalliimmiksi kuin vikaantumisen estäminen. Tuotantolaitteiden arvo lisääntyi aiempaan verrattuna ja näin ollen käytön tehokkuuteen täytyi panostaa, jotta sitoutunut pääoma pysyi kohtuullisena. Tyypillistä kolmannelle sukupolvelle oli kunnonvalvonta, kunnossapidon ja luotettavuuden huomiointi konetta suunniteltaessa, riski-, vikaantumis- ja perusanalyysit, asiantuntijasysteemit ja moniosaaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 22–24.)

Nykyinen eli *Neljäs sukupolvi* alkoi n.1990 mikroelektroniikan ja IT-teknologioiden läpimurron aikoihin. Neljännelle sukupolvelle ominaisesti kunnossapito ei kohdistu enää pelkästään mekaanisiin laitteisiin, vaan kunnossapidetään myös koneiden toimintoja ohjaavia ohjelmia. Älykkäiden sensoreiden avulla mitataan sellaisia kohteita, joita aiemmin ei kyetty mittaamaan. Lopputuotteen sekä valmistusprosessin käyttäytymistä

seuraamalla voidaan seurata toiminnan laatua epäsuorasti. Tietoteknologian kehittyminen on mahdollistanut prosessin seuraamisen ohjaamosta käsin. (Järviö & Lehtiö 2012, 23–25.)

Nykyiset prosessiohjatut koneet tallentavat tietoja käynnistä, käytön laadusta sekä käyntiolosuhteista. Tallennetun tiedon avulla voidaan tehdä tarkkoja analyyskejä sekä voidaan seurata laitteen ikääntymistä. Käyttäjän suorittamassa käynninvalvonnassa seurataan koneen toiminnan luotettavuutta. Kun toiminta poikkeaa normaalista, voidaan olettaa että jossain on vikaa ja käynnistetään tarvittavat toimenpiteet syyn määrittämiseksi ja korjaamiseksi. Näin ollen kunnossapidon suorittaminen kehittyy enemmän kunnonvalvontaan perustuvaksi. Kunnossapidon ohjaukseen ja johtamiseen tulee uusia tekijöitä esimerkiksi tuotteiden ja toimintojen laatu, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys. Kunnossapidon keinoin voidaan kompensoida kysynnän vaihteluiden aiheuttamia tuotantomäärien vaihteluita muuttamalla koneiden toimintapistettä. (Järviö & Lehtiö 2012, 23–25.)

3.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapidon jaottelu eri lajeihin on tehokkaan kunnossapidon perusedellytys. Esimerkiksi eri työlajien kustannuksia sekä tehtyjä työtunteja vertailemalla voidaan seurata kunnossapidon tehokkuutta. (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

Ehkäisevä kunnossapito on kunnossapitotoimenpide, joka suoritetaan määrätyn aikavälein tai ennalta määrättyjen kriteerien täytyessä. Näillä toimenpiteillä pienennetään vikaantumista sekä kohteen toiminnan heikkenemistä. *Jaksotettu kunnossapito* on ehkäisevää kunnossapittoa, joka tehdään ennalta määrätyn aikajaksoin tai käytön määrästä riippuen. Toimintakunnon tutkimusta ei suoriteta ennakkoon eli koneen kunto ei vaikuta kyseisen kunnossapidon suoritukseen. *Aikataulutettu kunnossapito* suoritetaan määritetyn aikataulun tai käytön määrän perusteella (työjaksojen lukumäärä). (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

Kuntoon perustuva kunnossapito on kunnossapitoa, joka perustuu kunnonvalvontaan. Kunnonvalvonnan/tarkastamisen/testauksen perusteella aloitettava toimenpide. *Ennakoiva kunnossapito* on kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, joka perustuu kohteen toimintakunnon heikkenemistä kuvaavien muuttujien toistuviin analyysihin tai tiedettyjen ilmiöiden perusteella tehtyihin ennusteisiin. (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, joka suoritetaan kohteen vioittumisen havaitsemisen jälkeen. *Siirretty korjaava kunnossapito* suoritetaan vasta viivästetysti annettujen ohjeiden mukaisesti, ei välittömästi vian havaitsemisen jälkeen. *Välitön korjaava kunnossapito* suoritetaan välittömästi vian havaitsemisen jälkeen. (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

Etäkunnossapito on kunnossapitoa, joka tehdään kunnossapitoa suorittavan henkilön menemättä kunnossapidettävän koneen luokse. *kenttäkunnossapito* on kunnossapitoa, joka suoritetaan koneen toiminta ympäristössään. *käynninaikainen kunnossapito* on kunnossapitoa, joka tehdään koneen käydessä eikä kunnossapito vaikuta koneen toimintaan välittömästi. *Käyttäjä kunnossapito* on koneen käyttäjien suorittamaa kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

Kunnossapidon taso kuvaa kunnossapitotehtävien monimutkaisuuden pohjalta tehtyä luokittelua. *Kunnossapidon ulkoistaminen* tarkoittaa kunnossapidon tai sen osien sopimus pohjaista hankintaa yrityksen ulkopuoliselta tekijältä. (Järviö & Lehtiö 2012, 53.)

3.4 Kunnossapito osana yritystoimintaa

Kunnossapidon kannattavuutta laskiessa on ongelmallista se, että siihen liittyy osia, jotka on hyvin vaikea laskea suorilla taloudellisilla laskelmilla. Kunnossapitotoimenpiteiden kustannuslaskelmat pystytään laskemaan helposti. Ongelmat ilmenevät kunnossapidon tuottoja laskiessa. Kasvanut tuotanto sekä parantunut laatu voidaan toki laskea taloudellisten laskelmien keinoin.

Esimerkiksi parantuneesta toimintavarmuudesta saatu markkinaosuuden kasvu on hyvin vaikea laskea perinteisillä vertailulaskelmilla. (Opetushallitus 2014 Kunnossapidon tuotot ja kustannukset.)

Kunnossapitotoiminta on yrityksen kolmanneksi suurin menoerä pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen. Tämän lisäksi täytyy muistaa, että kunnossapito on yrityksen suurin *kontrolloimaton* kustannuserä. Hyvin johdetussa yrityksessä onkin panostettu kunnossapidon hallintaan ja kustannuksien kontrollointiin. Täytyy tuntea kunnossapitokustannuksien välillinen vaikutus yrityksen tulokseen, jotta voidaan ymmärtää kunnossapidon aikaansaamat tuotot. (Järviö & Lehtiö 2012, 27.)

Kunnossapidon tehokkuus on korostunut koko ajan enemmän. Koneiden moitteeton kunto mahdollistaa toiminnallisen luotettavuuden. Tehottoman kunnossapidon mahdollistamat viat kiihdyttävät usein uusien vikojen syntymistä. Tämän vaikutuksesta koko systeemi hajoaa vähitellen. Tämä on nähtävissä erityisesti kehitysmaissa, joissa moderni teknologia ei monestikaan toimi, johtuen heikosta huollosta, huonoista tarvikkeista ja varaosista. Tämän seurauksena koneet kunnossapidon seurauksena pikemminkin hajoavat kuin parantuvat. (Järviö & Lehtiö 2012, 26.)

Kunnossapidon kustannukset alenevat toiminnan tehostuttua sekä uusien kunnossapitotekniikoiden avulla. Koneiden valmistajat ottavat koneiden käyttäjät ja kunnossapitajat huomioon, näin ollen elinjaksokustannukset pienenevät. Kustannuksia kasvattavat yhä monimutkaistuvammat valmistusprosessit sekä tuotantomäärien kasvu. Kokonaiskustannuksien noustessa kunnossapitokustannukset täytyy saada laskemaan, jotta kilpailukyky säilyisi tai jopa paranisi. Näin ollen tuottamattomiin koneisiin ei kannata sijoittaa kunnossapitoa. Automaatioasteen sekä tehokkuuden lisääntyessä myös laadun merkitys korostuu. Tasainen laatu vähentää hävikkiä, mahdollistaa nopeat ja varmat toimitukset, lisää asiakkaiden tyytyväisyyttä sekä mahdollistaa hyvät asiakassuhteet. Asiantuntijoiden arvioiden mukaan kunnossapitokustannukset nousevat vielä parin vuosikymmenen ajan. Tähän ennusteeseen vaikuttaa koneiden lyhenevät elinkaaret. Eräiden arvioiden mukaan saatetaan tulla

tilanteeseen, jossa koneet eivät ehdi vikaantua ennen kuin poistuvat käytöstä vanhentuneina. (Järviö & Lehtiö 2012, 25–26.)

Nykyaikaisessa yritystoiminnassa turvallisuus on noussut aivan syystä yhdeksi tärkeimmistä asioista. Yhteiskunta ei hyväksy, että työntekijät edes altistuvat tapaturmille. Kunnossapidon kannalta tämä vaikuttaa siten, että rikkonaiset koneet ovat uhka sinänsä. Lisäksi rikkoontuneen koneen kanssa toimiessa sekä korjatessa ajaututaan tilanteeseen, jossa joudutaan alttiiksi tapaturmille. Nykyinen kehitys on erittäin huolestuttavaa, sillä seisokkien aikana tapahtuneiden kunnossapidon työtapaturmien määrä on kasvussa. (Järviö & Lehtiö 2012, 25.)

Kunnossapitoon liittyy monia riskejä jotka johtuvat työn luonteesta. Tämän takia se tulisi tehdä turvallisesti ja suojellen kunnossapitotyöntekijöitä. Asianmukaisen kunnossapidon seurauksena koneet ja työympäristö ovat turvallisia sekä käyttövarmoja. Säännöllisellä kunnossapidolla poistetaan työpaikan vaaratekijät ja mahdollistetaan terveellisemmät sekä turvallisemmat työskentelyolosuhteet. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto 2014.)

Kunnossapidon väärä suorittaminen tai laiminlyönti voi aiheuttaa vakavia tai jopa kuolemaan johtavia tapaturmia. Vaara on erittäin suuri, kun työskennellään koneen ollessa käynnissä tai työskennellessä koneen välittömässä läheisyydessä. Kunnossapitotyössä työntekijän ja koneen välistä suoraa kontaktia ei ole voitu ainakaan vielä vähentää. Koneiden normaalissa käytössä automaatio vähentää inhimillisten vahinkojen määrää. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto 2014.)

Kunnossapitotyöhön liittyy hyvin usein epätavanomaista työtä poikkeavissa olosuhteissa, kuten työskentelyä ahtaissa olosuhteissa. Kunnossapitoon sisältyy usein isojen koneiden purkamista sekä kokoamista. Tähän voi sisältyä suurempi inhimillisen virheen mahdollisuus. Kunnossapidossa työtehtävät vaihtuvat ja työympäristö muuttuu jatkuvasti, erityisesti alihankkijoiden työntekijöillä. Tutkitusti alihankinta lisää vaaratilanteita sekä tapaturmia, johtuen vaihtuvista työympäristöistä. Erityisesti tuotannon seisokin aiheuttaneen vian

korjaaminen tehdään kiireessä, tällöin kunnossapitäjät altistuvat helpommin turvallisuusriskeille. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto 2014.)

Arvioiden mukaan noin 15-20 prosenttia tapaturmista ja 10-15 prosenttia kuolemaan johtavista tapaturmista liittyy kunnossapitotoimintaan. Kunnossapitotyöntekijät altistuvat muita työntekijöitä useammin melulle, käsitärinälle sekä koko kehon tärinälle. He altistuvat myös muita työntekijöitä useammin höyryille, savuille sekä vaarallisille aineille. (Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto 2014.)

yrittäjätoiminnassa ympäristön huomioiminen on yhä tärkeämpää. Asiakkaat ja viranomaiset eivät hyväksy tilannetta, jossa yritys ei täytä viranomaisten asettamia lakeja ja määräyksiä. Mikäli lakeja ei noudateta, yrityksen toimintamahdollisuudet evätään. Myös kuluttajat yhä enenevässä määrin sijoittavat rahansa ympäristöystävällisesti tuotettuihin tuotteisiin. (Järviö & Lehtiö 2012, 25.)

3.5 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidon tärkeimpiä tavoitteita ovat korkea *tuotannon kokonaistehokkuus* (KNL) sekä *käyttövarmuus*. Kunnossapidon onnistuttua korkea tuotannon kokonaistehokkuus sekä hyvä käyttövarmuus antavat lähtökohdat hyvälle *käytettävyydelle* ja *käyttöasteelle*. (Järviö & Lehtiö 2012, 54–59.)

Hyvän kunnossapidon avulla pidetään koneet mahdollisimman *luotettavina*. Luotettavuuden takaa hyvä *käytettävyys*. Hyvä käytettävyys muodostuu kolmesta tekijästä: Ensimmäinen on *toimintavarmuus*, joka tarkoittaa koneen kykyä suorittaa vaadittu toiminta vaadituissa olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toinen on *kunnossapidettävyys*, joka tarkoittaa koneen kykyä olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se kykenee suorittamaan vaadittua toimenpidettä vaadituissa käyttöolosuhteissa, kunnossapidon suoritettua vaaditut toimenpiteet. Kolmas on *kunnossapitovarmuus*, joka tarkoittaa kunnossapito-organisaation kykyä asettaa oikeat tukitoimenpiteet vaadittuihin

paikkoihin, jotta vaadittava kunnossapitotoimenpide on mahdollista suorittaa tarvittaessa. (Järviö & Lehtiö 2012, 54–59.)

Kunnossapidon avulla estetään myös henkilö- ja omaisuusvahinkoja, sillä esimerkiksi pelastussuunnitelman teknisten ratkaisujen toteuttaminen ja ylläpito suoritetaan yleensä kunnossapidon resursseilla. Kunnossapitäjän vastuulle jää kunnossapitotyön tekemisen turvallisuus ja vaativat työtehtävät tehdäänkin toisinaan hyvin poikkeuksellisesti tai jopa riskialttiissa olosuhteissa. (Järviö & Lehtiö 2012, 65.)

Kunnossapidon tavoitteena on myös ympäristövaikutusten hallinta, sillä yritykselle asetetut ympäristövaatimukset sekä lupaehtojen mukaiset päästörajat toteutetaan teknisillä koneilla. Lupaehtojen toteutuminen on mahdollistettava riittävän hyvällä koneiden käytöllä sekä käyttövarmuudella. (Järviö & Lehtiö 2012, 65.)

4 Vika ja vikaantuminen

4.1 Vian ja vikaantumisen määrittely

Vika ilmaisee toiminnan päättymistä tai toimintamahdollisuuden estymistä. Vian ilmenemisestä käytetään termiä vioittuminen tai vikaantuminen. Vika voi lamauttaa koko järjestelmään tai vaihtoehtoisesti sen tietyn osan. Jos jollain toisella toiminnalla voidaan korvata vian lamauttama toiminta, aiheuttaa vika häiriön järjestelmään, ei vikaantumista. Kunnossapidon suorittamisen kannalta täytyy tuntea koneiden vikaantumisen eteneminen. Vikaantuminen voi tapahtua äkillisesti tai vähitellen kehittyen. (Opetushallitus 2014 Vikojen analysointi.)

Vikaantuminen on tapahtuma, jonka seurauksena koneessa on vika, jolloin kone ei toimi enää vaaditulla tavalla, eli kone on vikatilassa. Vikaantumisen tutkimus on muodostanut oman käsitteistönsä, joka kunnossapitäjän on

tunnettava ymmärtääkseen kunnossapidon merkityksen. (Järviö & Lehtiö 2012, 66.)

Vika on tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa. Toiminto puuttuu kokonaan tai se ei ole hyväksyttävissä määrällisesti, laadullisesti tai turvallisesti. Täytyy muistaa, että kohde voi olla toimintakyvytön myös vikaantumatta. Esimerkiksi ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen aikana, jonkun muun suunnitellun toimenpiteen aikana tai ulkoisten resurssien puuttuessa. Yleensä vika on vikaantumisen seuraus, mutta joskus se voi olla olemassa jo aiemminkin piilevänä vikana. (Järviö & Lehtiö 2012, 66.)

Vikoja on kahden tyyppisiä, häiriöitä sekä vaurioita. Häiriössä kone ei ole rikki, mutta siitä aiheutuu koneelle välitön korjaustarve sekä tuotannon menetyksiä. Häiriö poistetaan palauttamalla koneen toimintakyky esimerkiksi puhdistamalla, säätämällä tai uudelleen käynnistämällä. Häiriöiden perusteella voidaan selvittää komponenttien ja osien vikaantumisväli. Vauriossa kone on rikki ja seuraamukset ovat samat kuin häiriössä. Vaurion korjaukseen käytetään korjaavaa kunnossapitoa. Vaurioiden perusteella voidaan selvittää komponenttien sekä osien vikaantumisvälin lisäksi niiden elinikä. (Järviö & Lehtiö 2012, 66.)

4.2 Vikaantumisen syyt

Koneiden ja laitteiden toimintaympäristöt ja -olosuhteet muuttuvat käytön aikana, tämän seurauksen on kulumista, hallittua tai hallitsematonta. Jos konetta käytetään suunnitellulla tavalla ja suunnitellussa ympäristössä/olosuhteissa, se pysyy kunnossa suunnitellun eliniän. (Järviö & Lehtiö 2012, 74.)

Aiemmin uskottiin, että vikaantuminen johtui koneiden huonosta suunnittelusta tai kestävyydestä. Näin ei TPM:n kehittäjien mukaan kuitenkaan ole. TPM:n kehittäjien mukaan vikaantumisen aiheuttaa seuraavissa kappaleissa esittelemäni viisi pääsyytä. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Ensimmäinen syy on koneiden väärä käyttötapa, oikeita tapoja ei tunneta tai suhtautuminen ei ole oikea. Kunnossapitäjien työtehtävät sekä käyttäjien työtehtävät saatetaan jaotella väärin. Koneiden käyttäjät huomaavat oirehtivat viat, mutta eivät ryhdy toimenpiteisiin, sillä heidän toimenkuvaansa ei kuulu kunnossapitotehtävät. Tämän lisäksi raportointi saattaa olla työlästä tai osaaminen kehnolaista. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Toinen syy on käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaidon kapeus, eli keskitytään vain korjaamiseen. Oirehtivia vikoja ei huomata, vian oireet tulkitaan väärin tai laitetta käytetään väärin ja jopa kunnossapidetään väärin. Väärinkäyttö on vaikea huomata, sillä yleensä se tehdään tahattomasti. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Kolmas syy on koneiden ikääntymisen tuoma toimintakyvyn heikkeneminen, jota ei havaita tai korjata. Monesti toimintakyvyn heikkenemisen vaikutukset ovat hyvin pieniä ja muutokset selviäisivät vain vertailemalla uuteen koneeseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Neljäs syy on koneiden käyttöolosuhteiden huonontuminen. Lika aiheuttaa koneissa lämpenemistä tai vaikuttaa liikeratoihin. Väärässä paikassa olevat varastot vaikeuttavat tarkastuspisteiden luoksepääsevyyttä. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Viides syy: Koneiden suunnitteluvaiheessa ei ole huomioitu tarpeeksi todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. Toisinaan kone voi olla siirretty muualta, jolloin alkuperäiset käyttöolosuhteet ovat muuttuneet. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

Aiemmin uskottiin yleisesti, että kunnossapidon määrä ja perusteellisuus parantavat koneiden käynnin luotettavuutta aukottomasti. Nykyään on osoitettu, että asia on pikemminkin päinvastoin, saatetaan herkästi syyllistyä liialliseen kunnossapitoon. Aina kun kone avataan korjausta varten, kone altistuu vikaantumismekanismeille, erityisesti *alkuvikaantumiselle*. Näin käy jopa 72 %

tapauksista. Kokeneet ammattilaiset ovat tienneet tämän sanoessaan: *Älä kajoa toimivaan laitteeseen.* (Järviö & Lehtiö 2012, 79.)

Usein vikojen oireiden tulkitseminen on hyvin vaikeaa. On panostettu korjausten tekemiseen, jolloin vahvuuksiin ei kuulu vikojen oireiden selvittäminen. Koneiden tarkastaminen saattaa olla liian yleisluontoista erityisesti vaikean luoksepäästävyuden vuoksi. Tarkastamista voivat vaikeuttaa myös likaiset ja vaikeasti avattavat suojat. Likakerros saattaa kätkeä alleen myös öljyvuodon tai särön. Vikojen oireiden tulkitseminen tehdään usein väärin; niitä pidetään luonnollisena vanhenemisen ilmiönä. Monesti vikaantumisen oireet ovatkin aluksi niin pieniä, ettei niitä pidetä vakavina, näin ollen niistä ei raportoida eteenpäin. (Järviö & Lehtiö 2012, 81.)

4.3 Menetelmät vikaantumisen estämiseen

Pienistä oireista tulee vikoja kahdesta syystä: organisaation ongelmien ja laitteisiin liittyvien ongelmien vuoksi. Organisaatioissa saattaa olla monia rakenteellisia syitä tehottomaan reagointiin oirehtivia vikoja vastaan. Osa käyttäjistä käyttää perinteistä jaottelua käyttäjien ja kunnossapitäjien välillä, eivätkä näin ollen osallistu kunnossapitotehtäviin. Toimintahäiriöiden havaitseminen on toisinaan hyvin vaikeaa ja vaatiikin käyttäjiltä myös kunnossapitäjän taitoja. Koneiden käyttö poikkeaa monesti koneiden valmistajien suunnittelemaasta käyttötavasta, eivätkä kaikki käyttäjät toimi samalla tavalla. Kunnossapidon työntekijöitä ei ole välttämättä koulutettu asianmukaisesti, eivätkä he näin ollen osaa pitää kunnossa nykyisiä, yhä monimutkaisempia, koneita. (Järviö & Lehtiö 2012, 82.)

Koneiden käyttökulttuuri vaikuttaa merkittävästi koneiden vikaantumiseen. Ammattitaitoiseen käyttötapaan kuuluukin koneiden toiminnan seuraaminen. Jos käyttäjä seuraa apaattisena automatisoidun tuotannon läpimenoa eikä seuraa koneiden käyntiä, koneiden annetaan vähitellen hajota. (Järviö & Lehtiö 2012, 83.)

Piilevien vikojen eliminoimiseksi huomio täytyy keskittää juuri piileviin vikoihin. Tarkastelu täytyisi keskittää piilevien vikojen eliminointiin ryhmänä, eikä pelkästään yksittäisiin ja selviin vikoihin. Itseohjautuvan kunnossapidon ja kunnossapidon suunnittelun pitäisi saada aikaan sellainen ympäristö, jossa piilevät viat eivät pääsisi kehittymään. Vikojen eliminointi (vikojen paljastaminen ja korjaaminen) suoritetaan tarkastuksin ja kunnossapitotehtävin koneiden ollessa pysäytyksissä. Tarkastuksien ja huoltojen vaatimat tuotantokatkokset ovat häviävän pieniä verrattuna rikkoontuneiden koneiden korjausaikoihin. (Järviö & Lehtiö 2012, 83.)

On olemassa viisi välttämätöntä toimenpidettä piilevien vikojen paljastamiseen ja hoitamiseen. *Ensimmäinen* on koneen toimintakunnon ylläpitäminen puhdistamalla, voitelemalla, suuntaamalla ja kiristämällä liitokset. *Toinen*: oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen. *Kolmas*: toimintojen palauttaminen uutta vastaavaan kuntoon. *Neljäs*: suunnitteluheikkouksien korjaaminen. *Viides*: näyttö ja kunnossapitotaitojen kehittäminen. Kaikkia viittä edellistä toimenpidettä täytyy toteuttaa tarkasti estääkseen vikaantumisen, sillä yhdenkin laiminlyöminen voi aiheuttaa vikaantumisen. Kaikkien piilevien vikojen eliminointi on ainoa keino estää koneen vikaantuminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 83.)

Koneiden käyttäjälle osoitetaan tietyt asiat, joita hänen tulee seurata. Kun käyttäjä huomaa toiminnassa poikkeavuuden, eikä itse kykene poistamaan sitä, hänen tulee informoida kunnossapitoa, joka tulee tutkimaan ongelmat. Monesti kalliisti koulutetut kunnossapitajat suorittavat työtehtäviä, jotka koneiden käyttäjät kykenisivät tekemään helposti pienellä koulutuksella ja tekisivätkin ne mielellään. (Järviö & Lehtiö 2012, 85.)

Lähtökohtaisesti kaikki viat ovat seurausta koneen ikääntymisestä ja koneen käytöstä. Näiden aiheuttamat muutokset jäävät monesti havaitsematta. Syinä ovat mm. vajaaksi jäänyt tarkistus ja kulumisen seuranta, kone on vaikeasti tarkistettavissa rakenteesta johtuen tai kone on likainen ja sen ympäristö kaatopaikkamainen. Myös henkinen sopeutuminen vaikeuttaa muutoksiin reagoimista. Vikoihin totutaan ja ne hyväksytään osana koneen normaalia

toimintaa, vikojen vaikutukset aliarvioidaan tai niitä ei pidetä tärkeänä muihin työkiireisiin verrattuna. (Järviö & Lehtiö 2012, 88.)

Kun pyritään vikaantumattomaan koneiden käyntiin, noudatetaan seuraavia strategioita: Pidetään kone puhtaana, oikein voideltuna, linjattuna. Lisäksi pidetään mutterit, hitsaukset ja ruuvit asianmukaisessa kunnossa. Koneen toimintaedellytykset on pidettävä kunnossa. Näitä ovat mm. toimintalämpötilat, energioiden puhtaus eli paineilma, hydraulikkaöljyt, keskusvoiteluöljyjen puhtaus ja ympäristön siisteys. Seurataan koneen nettotehoja, usein täytyy kehittää oma seurantatapa (bruttotehon määrittäminen, mittaus ja laskentatavat, tehokkuus ja laatukselliset, sekä nettoteholle tavoitteet). (Järviö & Lehtiö 2012, 88.)

Monesti koneen osia uusitaan vain korjaamisen yhteydessä. Kuitenkin jokainen tuotantoprosessin valmistama kappale ja käyttötunti aiheuttavat kulumista. Jokaisella osalla ja komponentilla on tietty elinaika. Rikkoantumisen todennäköisyys kasvaa yleensä jopa epälineaarisesti koneita käytettäessä. Koneiden rakenteita kannattaa parantaa, esimerkiksi koneen muuttamisella käyttäjä- ja huoltoystävällisemmäksi sekä mahdollisten suunnitteluvirheiden korjaamisella. Koulutetaan koneen käyttäjät ja kunnossapitäjät. Monesti vikaantumisen syy on tahaton väärinkäyttö. Asioita ei voi tehdä oikein, jos oikeaa tapaa ei tiedetä. (Järviö & Lehtiö 2012, 88.)

4.3.1 Vikaantumisen hallitseminen

Vikaantumisen hallitseminen alkaa käyttäjien ja kunnossapitäjien välisellä yhteistyöllä. Tehtävät jaotellaan selkeästi, jottei mitään jää tekemättä. Käyttäjät pitävät koneet kunnossa suorittamalla puhtaanapidon, voitelun sekä liitoksien kunnan tarkastukset. Heidän tulee käyttää koneita asiaan kuuluvalla tavalla sekä suorittaa päivittäiset tarkastukset. Tarkastuksissa tulisi havaita alkava kuluminen sekä huomioida kaikki normaalista poikkeavat ilmiöt konetta käytettäessä. Käyttäjät kehittävät jatkuvasti koneen käyttö-, säätämis- sekä

tarkastamistaitojaan. Heidän tehtävänä on tiedottaa kunnossapitäjiä koneen käyntiin ja kuntoon liittyvissä poikkeamissa. (Järviö & Lehtiö 2012, 89.)

Kunnossapitäjien tehtävänä on auttaa tarvittaessa käyttäjien päivittäisessä kunnossapidossa. He suorittavat ne kunnossapitotehtävät, joita käyttäjät eivät osaa, kuten vaativat testaukset, tarkastukset, muutostyöt ja korjaukset. Kunnossapitäjät pitävät yllä historiatietoja, joista päätellään koneen toiminnan tehokkuuden ja luotettavuuden muutokset ja näiden tietojen perusteella he määrittävät tarvittavat jatkotoimenpiteet. He kehittävät taitojaan kunnossapidossa, toimintojen seurannassa ja tarkastamisessa. Kunnossapitäjät aloittavat henkilöstön koulutuksen, erityisesti koneiden käyttäjien kunnossapitokoulutukset. Koneiden perusteellinen puhdistus sekä tutkiminen kuuluvat kunnossapitäjille. Tämän perusteella he laativat vikalistat, joiden perusteella koneet kunnostetaan uudenveroisiksi. Kunnossapitäjät määrittelevät koneille oikean sekä moitteettoman toiminnan, josta tehdään vertailupohja. Tähän pohjaan vertaamalla saadaan tietoa koneiden kulumisesta sekä piilevistä vioista. Kunnossapitäjät ottavat käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän, jolla hallitaan kunnossapitoprosessiin liittyvä tieto. (Järviö & Lehtiö 2012, 89–90.)

4.3.2 Koneiden elinajan pidentäminen

Koneiden elinajan pidentäminen alkaa aiemmin tehtyjen toimenpiteiden sekä vikaraporttien analysoinnilla. Liian suureen vikaantumisherkkyyteen viittaavat toiminnot uusitaan paremmiksi tai hankitaan tilalle paremmin toimiva ratkaisu. Muutosta tehdessä lähdetään liikkeelle siitä, että sen tulee olla taloudellisesti kannattava. Koneiden rakenteita, osia sekä komponentteja parannetaan, jotta koneiden kokonaistehokkuus ja luotettavuus paranisivat. (Järviö & Lehtiö 2012, 90.)

Käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaitoa lisätään kouluttamalla ja ohjeistamalla. Oikeiden asioiden tekeminen tehdään helpoksi ja väärin asioiden tekeminen vaikeaksi. Näin toimimalla estetään koneiden huolimaton tai jopa vääränlainen käyttäminen ja kunnossapitäminen. Merkataan värein eri

kohteet eli ne identifioidaan visuaalisesti, jolloin niiden tunnistaminen helpottuu. Maalattujen muttereiden löystyminen näkyy heti maalipinnan rikkoutumisena ja oikean käyttölämpötilan näkee välittömästi tietynlaisen testerin väristä. Koneiden käyttäjiltä kysellään, kuinka koneita voisi muuttaa tehokkaammiksi, turvallisimmiksi sekä helpommin käytettäviksi, sillä heille muodostuu varmasti omat näkemyksensä koneiden pitkäaikaisessa käytössä. Koneiden ulkonäkö palautetaan uuden veroiseksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 90.)

4.3.3 Koneiden palauttaminen uudenveroiseen kuntoon

Koneet tulee säännöllisesti palauttaa uudenveroiseen kuntoon. Niiden kuntoa seurataan päivittäin ja mittauksien avulla selvitetään koneiden jäljellä oleva elinaika. Suunnitellaan tarkastukset ja testaustoimet etukäteen. Samalla suunnitellaan tulevat osien ja komponenttien vaihto- ja uusimistoimet. Opetellaan havaitsemaan piilevä kulumisen ja vikaantuminen. Kouluttautumalla opitaan erilaiset vaurioitumismallit sekä niiden havaitseminen mahdollisesti jo ennakkoon oireiden perusteella. Mitataan tai havaitaan ennustettavissa oleva kulumisen. Eri komponenttien elinikä vertailemalla voidaan valita sellaiset komponentit, osat sekä rakenteet, jotka kestävät. Vertailun suorittamiseen tarvitaan tietokoneita sekä oikeanlaisia ohjelmia. Koneiden nettotehokkuuksia ja niiden poikkeamia seurataan, tässä vaiheessa niiden tulisivatkin olla huippuluokkaa. Tuotantoa ehkäisevät viat analysoidaan tarkasti sekä tutkitaan mahdolliset toimet, joiden avulla kyseiset viat voitaisiin estää. (Järviö & Lehtiö 2012, 90.)

4.3.4 Koneiden eliniän arviointi

Tähän mennessä odottamaton vikaantuminen on saatu suurimmaksi osaksi poistettua ja vikaantumisen tulisi olla hallittua. Kun tarkastuksien pohjalta on huomattu tai elinaikalaskelmat osoittavat, että osa tai komponentti on saavuttamassa elinaikansa pään, ryhdytään seuraamaan sen kulumista, jotta osataan ajoittaa vaihto suunniteltuun huoltoseisokkiin. Jotain vikaantumisia ja

rikkoontumisia todennäköisesti sattuu tästä huolimatta. Näissä tapauksissa kannattaa käyttää perussyyanalysejä, mikäli ne havaitaan mielekkääksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 91.)

5 Ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito

5.1 Ennakoivan ja ehkäisevän kunnossapidon käsitteet

Ennakoivan ja ehkäisevän kunnossapidon keskeisimpänä ajatuksena on säännöllinen ja järjestelmällinen teknisen tietämyksen soveltaminen ja huomioiminen huoltoa suunniteltaessa. Näin varmistetaan koneiden toimivuus ja vähennetään niiden vikaantumista. Ehkäisevä kunnossapito kattaa säännöllisen tarkastuksen, voitelun, testauksen ja säädön. Toimiva ehkäisevä kunnossapito tarjoaa puitteet myös kaikille muille suunnitelluille huolloille. Tarkastuksien avulla tunnistetaan mahdolliset ongelmat ja suunniteltujen työmääräyksien mukaan korjataan ne. Tuloksena syntyy ennakoiva eikä reaktiivinen ympäristö, jossa voidaan optimoida koneiden suorituskyky ja elinikä. Oikein toimiessaan ennakoivalla ja ehkäisevällä kunnossapidolla voidaan tasapainottaa kunnossapidon kustannuksia laitekustannuksiin nähden. Koneiden aiheuttamien kustannuksien taustalla on kolme tekijää: koneiden ostohinta, koneiden käyttöikä ja ylläpitokustannukset. Ylläpitokustannukset muodostuvat korjaavaan kunnossapidon yhteydessä käytettävästä materiaalista ja työvoimasta. Ylläpitokustannuksia aiheuttavat myös ennakoivan huollon kustannukset sekä tuotannon menetykset, kun kone on poissa tuotannosta. (Life Cycle Engineering 2013.)

Ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito sisältää toimia, joiden avulla pidennetään koneiden käyttöikää sekä vähennetään vikaantumista. Toimia, joiden avulla koneiden käyttöikää voidaan pidentää: voitelu, puhdistus, säätö ja pienten osien uusiminen, kuten hihnat, tiivisteet ja suodattimet. Tehtäviä joiden avulla voidaan puuttua ajoissa vikaantumiseen: johdonmukainen koneiden tarkastus ja eri

tekniikoiden hyödyntämien kuten värähtelyanalyysit, infrapuna-testaus ja öljyanalyysi. (Life Cycle Engineering 2013.)

Yleisesti ottaen ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito on välttämätöntä, tehokasta, luotettavaa ja turvallista tuotantoprosessia tavoiteltaessa. Tästä seuraavat edut ovat huomattavia ja suorita, kuten tuotteiden korkea laatu, koneiden pitkä käyttöikä, työnseisauksien välttäminen, korkea turvallisuus, korkea työmoraali ja vikaantumisten vähentyminen. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu viisi olennaista vaatimusta: huippujohtajuus, ehdoton sitoutuminen, sääntöjen noudattaminen ja kurinalaisuus. Käyttäjien tulee osallistua kunnossapitoon ja suorittaa päivittäiset huoltotarkastukset. Todelliset vikaantumisen kustannukset on otettava huomioon, jotka voivat olla monta kertaa suuremmat kuin alun perin arvioidut. Hyvä ennakoiva ja ehkäisevä kunnossapito toiminta aloitetaan välittömästi, jotta tehokas tuotanto voidaan saavuttaa sekä korkealaatuiset lopputuotteet saadaan jatkuvasti ajoissa asiakkaille. (Life Cycle Engineering 2013.)

Ennakoivaan ja ehkäisevään kunnossapitoon liittyy oleellisesti tehokas aikataulutus, näin varmistetaan, että työt tulee suoritettua oikeaan aikaan. Mikäli ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat jatkuvasti myöhässä, ei koskaan voida saavuttaa ennakoivasti toimivaa tuotantoympäristöä, vaan kunnossapidosta tulee korjaavaa ja reaktiivista. Toimiva ennakkohuoltojen aikataulutus mahdollistaa ennakoivan huollon menestyksen, toisaalta toimiva ennakoiva huolto mahdollistaa tuotannon aikataulujen onnistumisen. Suurin este tehokkaalle aikataulutukselle on ryhmittäin esiintyvät, kiireelliset, korjaavaa kunnossapitoa vaativat tehtävät. Kunnossapito-ohjeiden on oltava johdonmukaisia ja täsmällisiä. (Life Cycle Engineering 2013.)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu neljästä eri elementistä: Toimintaolosuhteiden vaaliminen, tarkastukset, suunniteltu korjaamien ja modernisoinnit. Tarkastustoimenpiteet pyritään suorittamaan koneen kunnan mukaisesti. Pääsääntöisesti koneiden käyttäjät suorittavat tarkastukset, sillä he ovat jatkuvasti koneiden luona ja tuntevat niiden normaalit sekä epänormaalit toiminnot. (Järviö & Lehtiö 2012, 96.)

Ehkäisevä kunnossapito on pääosin suunniteltua säännöllistä toimintaa, jota tehdään koneen käydessä sekä seisokkien aikana, myös häiriöseisokkien yhteydessä. Parantavan kunnossapidon ja vikojen analysoinnin voisi liittää ehkäisevään kunnossapitoon niiden vikaantumisen vähentämiseen pyrkivän luonteen vuoksi. Näin ei kuitenkaan kannata tehdä, sillä niiltä puuttuu ehkäisevälle kunnossapidolle tyypillinen jatkuvuus. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu myös ennustava kunnossapito, jossa erinäisten mittauksien avulla pyritään selvittämään koneen sekä sen osien kuntoa. Havaitaan alkanut vikaantuminen ja korjataan koneet ennen kuin viat pysäyttävät ne. Myös suunniteltu korjaava kunnossapito sisältyy ehkäisevään kunnossapitoon. Tällaisia mittauksia ovat mm. värähtelyanalyysit, öljyanalyysit sekä infrapuna-kuvaukset. Osa mittauksista on suorita (esimerkiksi kuluminen ja värähtely) osa taas epäsuoria esimerkiksi öljyanalyysit, joissa tutkitaan voiteluaineen sisältämän metallipartikkeleiden määrää ja geometriaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 96.)

5.2 Ehkäisevän kunnossapidon tarpeellisuus

Koneilta vaaditaan luotettavaa toimintaa, joten häiriöitä ei saa esiintyä. Koneen on kyettävä suorittamaan vaadittu toiminto suunnitellulla tavalla. Organisaation toiminnan on oltava hallittua ja systemaattista, jotta se kykenisi toimimaan tehokkaasti ja tuottavasti. Mikäli toiminta on reagoivaa kunnossapitoorganisaation toiminta ei voi olla hallittua ja systemaattista. (Järviö & Lehtiö 2012, 97.)

Parhaimmillaan ehkäisevän kunnossapidon keinoin voidaan tuotannon luotettavuus asettaa tasoon *täysin varma*. Tavanomaisessa teollisuudessa tällainen tavoite saattaa tulla liian kalliiksi, jolloin luotettavuustaso asetetaankin matalammalle. Luotettavuustason "korkeus" on taloudellinen valinta. Prosessin vikaantumisen aiheuttamat turvallisuus- ja ympäristöriskit täytyy arvioida rahallisesti, vaikka tällaisten riskien arviointi rahassa onkin vaikeaa ja moraalisesti arveluttavaa. Nykyisen lainsäädännön kehitys aiheuttaa sen, että

prosessissa olevat turvallisuus- sekä ympäristöriskit tulee hallita ja käsitellä asiallisesti. Mikäli tällainen riski toteutuu, yrityksen johto joutuu tapahtuneesta vastuuseen. (Järviö & Lehtiö 2012, 97.)

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkuus määrittelee kunnossapidon suunniteltavuuden sekä aikataulutettavuuden. Hyvän kunnossapidon merkki on se, että n.80% työkuormasta tiedetään kolme viikkoa etukäteen. Tällöin toimenpiteet voidaan suunnitella etukäteen ja aikatauluttaa siten, että ne haittaavat mahdollisimman vähän tuotantoa. Myös varaosat ja tarvikkeet ehditään hankkia ajoissa. Kun kunnossapitotehtävä havaitaan toiminnan vikaantuessa, aikaa ei jää suunnittelulle ja varustautumiselle. Ehkäisevä kunnossapito on kannattavaa, kun sen kustannukset ovat pienemmät kuin sen tekemättä jättämisen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Kohteelle ja ehkäistävällä vikamuodolle on oltava myös tehokas ennakkohuoltomenetelmä, jotta ennakkohuolto olisi kannattavaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 97.)

5.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelun periaatteet

Tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon perusedellytyksiä ovat suunnitelmallisuus ja aikataulutaminen. Huolellinen suunnittelu poistaa kunnossapitotyön yhteydessä esiintyviä viiveitä, töiden aikataulutaminen poistaa eri töiden väliin jääviä viiveitä. Tämän lopputuloksena resurssien käyttö tehostuu ja koneiden vikaantumien saadaan niin hyvään hallintaan kuin mahdollista. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu onkin eräs kunnossapidon haasteellisimpia osa-alueita. Tavanomaisesti ehkäisevän kunnossapidon työlistat laaditaan seuraavien tietojen perusteella: Aiemmat kokemukset vikaantumisesta, varaosat ja niiden käyttömäärät, koneen ja sen osien toimintatavat ja koneen valmistajan suositukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 100.)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu riippuu kunnossapitotehtävän laajuudesta. Mikäli kyseessä on pieni ja tavanomainen toimenpide, ei suunnitteluun kannata satsata liikaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 105.)

Ehkäisevä kunnossapito on yleensä huomattavasti edullisempi tapa toimia kuin suunnitteleman kunnossapito. Monesti sanotaan, että suunniteltu työ on 4–10 kertaa tehokkaampaa kuin suunnitteleman. Suunnitteleman kunnossapito aiheuttaa välillisiä menetyksiä, jotka ovat huomattavasti suurempia kuin kunnossapidon aiheuttamat välittömät kustannukset. Yleensä kunnossapidon aiheuttamat välilliset kustannukset saattavat hyvinkin olla suuremmat kuin välittömät kustannukset. Välittömiä kustannuksia ovat mm. palkka, varaosa, materiaalikustannukset, alihankinta- sekä yleiskustannukset, joihin luetaan myös kunnossapidon hallintakulut. (Järviö & Lehtiö 2012, 103–104.)

Tehokas korjaaminen on tuotanto-omaisuuden hoitamisessa vasta toisella sijalla. Tärkeintä on *vikaantumisen välttäminen*, näin ollen välttää myös korjaamiselta. (Järviö & Lehtiö 2012, 105.)

6 TPM

6.1 TPM:n määritelmä

TPM tarkoittaa pohjimmiltaan *kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa*. TPM:n keskeisimpänä tarkoituksena on hämärtää käyttäjien ja kunnossapitäjien roolien rajausta siten, että käyttäjät osallistuisivat mahdollisimman paljon koneiden ylläpitämiseen ja kunnossapitoon. TPM Korostaa ennakoivaa huoltoa ja huoltamisella pyritään saavuttamaan täydellinen tuotanto, jossa ei ilmene katkoksia, pysähdyksiä tai vikoja. Tällä satsataan työympäristön turvallisuuteen ja minimoidaan onnettomuudet. (Vorne 2013.)

TPM:n perinteinen lähestymistapa kehitettiin vuonna 1960, se pohjautuu 5S:ään ja niin sanottuun kahdeksaan pilariin. 5S:ssä poistetaan työalueelta ylimääräiset tavarat ja työkalut, sekä järjestetään omille paikoilleen työpaikalle jäävät työkalut ja tavarat. Myös työalue puhdistetaan ja tarkastetaan. 5S luo normit joiden perusteella edellä mainittuja tulee noudattaa ja tarkistaa säännöllisesti, että edellä mainitut tulevat noudatetuksi. 5S:n tarkoituksena on luoda puhdas ja

hyvin organisoitu työympäristö, näin ollen työkalut ja tarvikkeet ovat helposti saatavilla. Siistissä ympäristössä havaitaan viat helpommin, esimerkiksi öljyvuodot eivät jää "romuläjien" taakse. (Vorne 2013.)

TPM:n kahdeksan pilaria (autonominen huolto, huoltojen suunnittelu, huollon laadukkuus, kohdennettu parantaminen, varhainen koneiden hallinta, koulutus ja opetus, turvallisuus, terveys ja ympäristö, TPM ja hallinto) keskittyy enimmäkseen ennakoivaan ja ennaltaehkäisevään kunnossapitoon. Niiden keinoilla pyritään parantamaan koneiden luotettavuutta. (Vorne 2013.)

Autonomisessa huollossa käyttäjille siirretään huoltotehtävät, kuten siivous ja voitelut. Näin toimimalla käyttäjien "omistamisen" tunne koneita kohtaan vahvistuu ja koneiden käyttö muuttuu vastuullisemmaksi. Myös käyttäjien tietämys koneista kasvaa. Tällainen toiminta vapauttaa kunnossapitäjät vaikeimpien tehtävien hoitamiseen. (Vorne 2013.)

Huoltojen suunnittelussa aikataulutetaan huoltotyöt. Aikataulutusten perusteella voidaan ennustaa tuotannon keskeytyksiä ja näin vähentää suunnittelemattomia seisokkeja. Hyvän aikataulutuksen ansiosta useimmat huollot voidaan suorittaa seisokkien aikana, häiritsemättä tuotantoa. (Vorne 2013.)

Huollon laadukkuus auttaa havaitsemaan ja poistamaan tuotantoprosessin suunnitteluvirheet. Huollon laadukkuudessa keskitytään erityisesti laatuongelmien parantamiseen ja vikaantumisten vähentämiseen. (Vorne 2013.)

Kohdennetulla parantamisella tarkoitetaan sitä, että työntekijät työskentelevät pienryhmissä. Näin toimimalla pyritään saavuttamaan vähitellen parannuksia koneiden toiminnassa. Toistuvat ongelmat havaitaan helpommin tiimityöskentelyn avulla. (Vorne 2013.)

Varhaisen koneiden hallinnan avulla pyritään hyödyntämään aiemmin opittuja käytännön tietoja ja kokemuksia, suunniteltaessa uuden koneen hankkimista ja asennusta. Käynnistyspulmien vähetessä uudet koneet saavuttavat suunnitellun suorituskyvyn nopeasti. Huolto saadaan yksinkertaisemmaksi ja vakaammaksi,

kun henkilöstö tutustuu koneen toimintaan liittyviin asioihin jo ennen koneen asennusta. (Vorne 2013.)

Koulutuksen ja opetuksen avulla paikataan TPM:ään liittyviä tiedon puutteita. Koulutus kohdistuu käyttäjiin, kunnossapitäjiin sekä johtajiin. Käyttäjät kehittävät taitojaan toimia rutiininomaisesti ja tehokkaasti. Kunnossapitäjät opiskelevat painottamaan ennakoivaa ja ennaltaehkäisevää kunnossapitoa. Johtajat pyrkivät omaksumaan TPM:n periaatteet, sekä kehittämään valmennus- ja opetustaitojaan. (Vorne 2013.)

Turvallisuus, terveys ja ympäristö osa-alueen tehtävänä on ylläpitää turvallisuutta ja terveellistä työympäristöä, eliminoimalla terveys- ja turvallisuusriskit. Tavoitteet kohdistetaan erityisesti onnettomuuksien ehkäisyyn työpaikalla. (Vorne 2013.)

TPM ja hallinto vastaa siitä, että TPM:n tekniikoita käytetään myös hallinnollisissa tehtävissä. Kehittämällä hallinnollista toimintaa pystytään tukemaan tuotantoa, tilausten käsittelyä ja hankintaa. (Vorne 2013.)

TPM muistuttaa toiminnoiltaan vahvasti tuotanto-omaisuuden hallinnan toimintatapaa. TPM:n lähtökohtana on luoda tuotannon koneille parhaat mahdolliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää ne. Malli on lähtöisin laatuguru J.M. Juranin toteamuksesta, että luotettavuuden vähentyminen johtuu toimintaolosuhteiden hitaasta muuttumisesta epäedulliseen suuntaan. Tästä seuraa se, että luotettavuuden ja tuottavuuden kehittäminen vaatii toimintaolosuhteiden jatkuvaa parantamista. Alkuperäistä TPM:n toimintatapaa on muokattu suomalaisten käyttöönotettaessa, sillä alkuperäinen, japanilaisille kehitetty järjestelmä, ei ole kulttuurieroista johtuen täysin kopiointikelpoinen suomalaisten yritysten käyttöön. (Järviö & Lehtiö 2012, 143.)

6.2 Käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon siirtyminen

Eräs TPM:n keskeisistä ideoista on käyttäjien aktiivinen osallistumien koneiden huoltamiseen. Tämän perusideana on ottaa koneiden käyttäjät mukaan kunnossapitoon, sillä heillä on paras ja tuorein tieto koneiden käynnistä, toiminnan laadusta ja luotettavuudesta. Koneiden käyttäjien vastuulle annetaan erinäisiä huoltotehtäviä, jolloin he samalla suorittavat koneiden tarkastukset. Käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon siirrytään seitsemän askeleen ohjelmalla: (Järviö & Lehtiö 2012, 152.)

Ensimmäinen askel: Koneen perusteellinen puhdistaminen, voitelu ja tarkistus eli kulumista nopeuttavien tekijöiden poisto. Tässä vaiheessa esimerkiksi tarkistetaan liitokset ja pulttien kireydet sekä laaditaan lista havaituista vioista ja puutteista, jonka perusteella kunnossapitäjät osaavat tehdä tarvittavat kunnossapitotoimenpiteet. Oleellista on ymmärtää, että puhdistaminen on samalla tarkastamista. Tämän lisäksi puhdistamisella on tarkoitus luoda "omistamisen" tunnetta, joka onkin eräs käyttäjien suorittaman kunnossapidon perusedellytyksiä. (Järviö & Lehtiö 2012, 152.)

Toinen askel: Koneen ympäristön siistiminen ja kulkureittien siivoaminen. Tämä tulee suorittaa erityisesti silloin, kun koneen ympäristöön on jäänyt hylättyä tai tarpeetonta tavaraa. Tärkeää on myös eliminoida toimintaympäristön lian ja pölyn lähteet. Likaantumisen syntymisen estämisellä mahdollistetaan siisteyden säilyminen jatkossakin. (Järviö & Lehtiö 2012, 153.)

Kolmas askel: Selkeiden puhdistus- ja huolto-ohjeiden laatiminen, joiden mukaan toimenpiteet suoritetaan säännöllisesti. Ohjeista ilmenee myös tarkastamiseen käytettävät ajat. (Järviö & Lehtiö 2012, 154.)

Neljäs askel: Kunnollisten yleistarkastus ohjeiden laatiminen ja koneiden käyttäjien kouluttaminen. Modifioidaan tarvittaessa koneiden rakenteita niin, että tarkastus helpottuu ja nopeutuu. Yleensä tarkastus perustuu aisteihin: näkö, kuulo, haju, lämpötila ja ääni. Tässä vaiheessa myös määritetään koneiden oikea toiminta ja teho, jotka tulee saavuttaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 154.)

Viides askel: Koneiden käyttäjien suorittama päivittäinen kunnossapito. Tähän tarvitaan tarkat ohjeet, joiden perusteella toimitaan. Tarkastuksia varten tarvitaan tehokas tietokonesysteemi, johon käyttäjät tallentavat tarkastustiedot. Kunnossapitäjät käyttävät samaa systeemiä ja näin havaitsevat käyttäjien huomaamat korjaustarpeet järjestelmästä ja osaavat toimia vaaditulla tavalla. Tarkastaminen ei keskity ainoastaan koneisiin, vaan myös käytön ja kunnossapidon tehokkuuteen. Mahdollisiin inhimillisiin puutteisiin tartutaan koulutuksen avulla. (Järviö & Lehtiö 2012, 155.)

Kuudes askel: Työpaikan Organisointi ja vakiointi. Määritellään tarvikkeille ja työkaluille paikat ja niiden ylläpidolle nimitetään vastuhenkilöt. Kulutustarvikkeille asetetaan minimimäärät ja muodostetaan tilausrutiinit, joiden perusteella vastuhenkilö osaa reagoida ilman organisatorisia toimenpiteitä. Tarkastuksien helpottamiseksi koodataan kohteet värjäämällä tai numeroimalla. Esimerkiksi maalattu tai lakattu pultti paljastaa heti pultin löystymisen maalin/lakan murtumisella. Erilaisille säädöille voidaan värjätä optimialueet. Tämän toiminnan ideana on tehdä oikeiden asioiden tekeminen helpoksi ja väärin asioiden tekeminen mahdottomaksi. (Järviö & Lehtiö 2012, 156.)

Seitsemäs askel: Koneiden kunnan jatkuva seuranta. Tässä vaiheessa laaditaan koko yritystä koskevat tavoitteet ja kannustetaan oppivaan toimintatapaan. Tarkastustietoja kerätään ja analysoidaan ja näiden tietojen avulla parannetaan koneiden kunnossapidettävyyttä, luotettavuutta ja kestävyyttä. Tarkastustietojen pohjalta laaditaan myös suunnitelmia koneiden eliniän pidentämiseksi. Tämän lisäksi toiminnallisia pullonkauloja kartoitetaan ja poistetaan. (Järviö & Lehtiö 2012, 157.)

7 Lähtökohdat

Lähtökohtaisesti kunnossapitäjät suorittavat kunnossapitotehtävät rikastamalla. Koneiden käyttäjät suorittavat toki päivittäisen silmämääräisen tarkkailun.

Tavoitteena on, että käyttäjät suorittaisivat ennakkohuoltokierroksiin liittyvät työtehtävät rikastamalla. Vuonoksen tehtaan jatkojalostamon puolella on jo siirretty käyttäjien suorittamiin ennakkohuoltokierroksiin. Haasteelliset kunnossapitotyöt sekä korjaukset jäävät jatkossakin kunnossapitäjien vastuulle. Tehokkuuden lisääminen sekä työntekijöiden niukkuus ovat osaltaan siirtämässä kunnossapitotehtäviä myös käyttäjien vastuulle. (Sormunen 2013.)

Nykyiset SAP-järjestelmästä löytyvät kunnossapitäjien, kunnossapito-ohjeet ovat erittäin vanhat. Osa koneista on poistunut jo käytöstä eli näiden koneiden osalta ohjeet ovat vain häiritsemässä tarpeellisten ohjeiden käyttöä. Osa tuotantokoneista on siirretty käytettynä Vuonoksen rikastamolle ja kunnossapito-ohjeet ovat vielä edellisen tehtaan aikaisia. Siirron jälkeiset käyttötavat ja kunnossapidon tarpeellisuus on muuttunut huomattavasti, eikä ohjeita ole päivitetty nykyistä tarvetta vastaaviksi. Osaan kohteista on aiemmin suoritettu liikaa kunnossapitoa, kuten liian usein suoritettu voitelu. Näin ollen laakereiden elinikä lyhenee. Osa aiemmista huoltotehtävistä kunnossapitäjät ovat tehneet eri tavalla kuin ohjeissa määritellään. Heidän kokemuksensa ja tietämyksensä mukaan vanhat ohjeet antavat joissakin kohdin vääränlaista tietoa, esimerkiksi huoltovälien syklien suhteen. Kunnossapitäjien pitkä kokemus kunnossapidosta ja kyseisistä tuotantokoneista mahdollistaa toimivan kunnossapidon, vaikka ohjeet eivät olisikaan täysin ajan tasalla. (Sormunen 2013; Heikkinen 2013; Tuupanen 2013.)

8 Työn toteutus

Vanhojen kunnossapito-ohjeiden perusteella perehdyin kunnossapitokohteisiin sekä suoritettaviin kunnossapitotehtäviin. Ennen ensimmäistä käyntiä rikastamolla, suunnittelin mahdollisia parannusvaihtoehtoja sekä päivityksiä ohjeisiin. Osa ohjeistuksista poistin heti, sillä kyseisten ohjeiden mukaiset kohteet eivät ole enää käytössä. Kyseenalaistin jokaisen kunnossapitotehtävän mielekkyyden sekä tarpeellisuuden. Näin loin itselleni kokonaiskuvaa suoritettavien ennakkohuoltotehtävien määrästä ja laadusta. (Sormunen 2013.)

Toteutin kunnossapito-ohjeiden tekemisen yhteistyössä rikastamon käyttäjien sekä kunnossapitäjien kanssa. Käyttäjien päivittäinen työskentely koneiden kanssa on ajan saatossa mahdollistanut hyvien käyttötoimintatapojen oppimisen. Kunnossapitäjien pitkä tausta rikastamon kunnossapitotyöstä antoi hyvät lähtökohdat käyttäjien suorittaman kunnossapito-ohjeiden tekoon. Kunnossapito-ohjeita tehdessäni hyödynsin oppimaani teoriaa. Tähän yhdistin kunnossapitäjien ja käyttäjien parhaan tiedon koneista ja koneiden käytöstä. Tämän pohjalta laadimme tulevat käyttäjien kunnossapito-ohjeet.

Vuonoksen rikastamalla perehdyin kunnossapidettäviin koneisiin. Jokaisella kerralla suoritin perehtymiseni eri työntekijän kanssa. Aluksi tutustuin käyttäjien kanssa koneisiin ja niiden toimintaa. Tämän jälkeen suunnittelimme kunnossapitäjien sekä käyttäjien kanssa mahdollisia muutoksia kunnossapito-ohjeisiin. Suullisten tiedonantojen muodossa sain tietoa koneista ja kunnossapidosta. Tämän myötä tietämykseni rikastusprosessista lisääntyi sekä koneiden toimintatavat selkeytyivät minulle. Kiersin kunnossapitäjien kanssa jokaisen kunnossapidettävän kohteen. Samalla laskimme rasvanippojen määrän sekä kävimme lävitse muutkin voideltavat ja tarkastettavat kohteet. (Pennanen 2013.)

9 Tulokset

Uudet rikastamon käyttäjien kunnossapito-ohjeet lisättiin SAP-järjestelmään. Sieltä käyttäjät valitsevat ajankohtaiset kunnossapitotehtävät ja suorittavat ne. Kun kunnossapitotehtävä on tehty, käyttäjä kirjaa sen SAP:iin tehdyksi.

Käyttäjien kunnossapito-ohjeisiin merkattiin voideltavien kohteiden rasvanippojen lukumäärä, jotta kaikki rasvanipat osattaisiin etsiä ja voidella. Tähän lopputulokseen päädyttiin yhteisymmärryksessä koneiden käyttäjien kanssa. Näin helpotetaan oikein toimimista ja vähennetään virheellisen toiminnan todennäköisyyttä. Yhteisymmärryksessä päätettiin myös, ettei

kunnossapidettäviä kohteita merkata maalaamalla, sillä paikat ovat tutut ja kaikissa rikastamon tuotannon koneissa on kunnossapidettävää. Käyn seuraavaksi läpi lopulliset, toteutuneet, kunnossapito-ohjeet rikastamon eri tuotantokoneille. (Pennanen 2013; Tuupanen 2013; Heikkinen 2013.)

9.1 Murskaimen kuljettimet

Murskaimen kuljettimien tehtävä on kuljettaa kartiomurskaimella esimurskatut kivet iskupalkkimurskaimeen. Pyörivän jakolaatikon tehtävä on täyttää esimurskatulla kivellä tyhjimpänä oleva varastosilo. Kuvassa 1 on pyörivä jakolaatikko, joka sijaitsee varastosilojen päällä. Kuvassa 2 on iskupalkkimurskaimelle kuljettava hihnakuljetin. Kuvassa 3 näkyy hihnan päädyssä oleva hihnarumpu, hihnakuljettimen moottori, vaihde, voiteluputkistoa sekä itse hihnakuljetin. Hihnan molemmissa päissä ovat hihnarummut, toisessa päässä on vapaasti pyörivä taittorumpu ja toisessa päässä vetorumpu, jota käytetään hihnakuljettimen moottorilla. (Karppinen 2010, 10; Heikkinen 2013.)



Kuva 1. Pyörivä jakolaatikko (Kuva: Aapo Räsänen).



Kuva 2. Iskupalokkimurskaimelle kulkeva hihnakuljetin (Kuva: Aapo Räsänen).



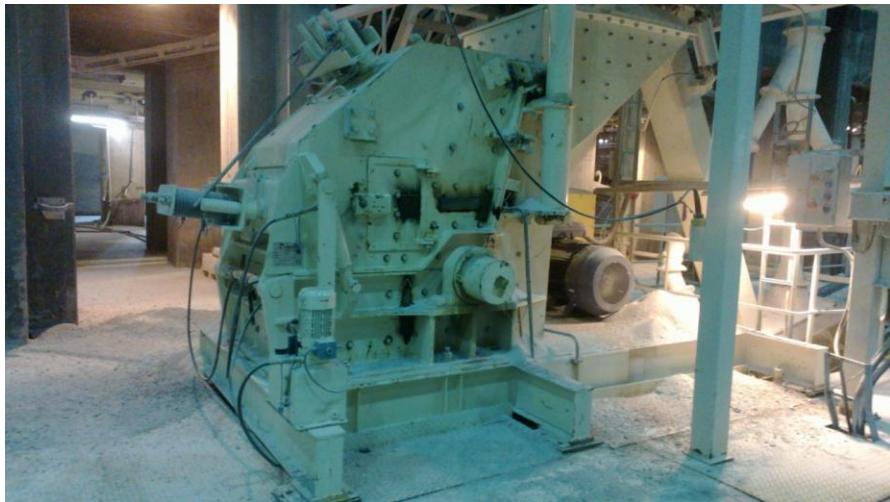
Kuva 3. Hihnakuljettimen koneikko (Kuva: Aapo Räsänen).

Murskaimen hihnakuljettimien moottoreina voitaisiin käyttää voideltavien moottoreiden sijaan myös moottoreita, joissa on kestavoidellut laakerit, jotka olisivat huoltovapaita. Tällöin moottoreiden kestoikä jatkuvassa käytössä tosin lyhenisi ja näin ollen moottoreiden vaihtamisvälikin lyhenisi huomattavasti. Toisaalta moottoreiden jatkuva huoltaminen voitaisiin välttää. Myös rumpujen laakereina voitaisiin käyttää voideltavien laakereiden sijaan kestavoideltuja laakereita. Tässäkin tapauksessa komponenttien vaihtoväli lyhenisi merkittävästi, mutta toisaalta laakerit olisivat käytössä huoltovapaita. Voideltavat laakerit on helppo tarkistaa laakereiden voitelun yhteydessä eikä tarkastaminen näin toimimalla unohdu helposti. (Konecranes 2013.)

Hihnakuljettimien perushuolto suoritetaan neljän viikon välein. Huoltoon sisältyy hihnojen kunnan silmämääräinen tarkistus, laakereiden rasvaus, kaavareiden kunnan tarkistus, moottoreiden puhdistus, tarkistus ja rasvaus, vaihteen puhdistus ja vaihteen laakereiden tarkastus, kytkimen toiminnan tarkastus, kiilahihnan tarkastus ja puhdistus, katteiden puhdistus, kitasuojan kunnan tarkastus, vastapainon tarkastus, kiristyskelkan tarkastus, kiilahihnansuojan tarkastus, taittopäänsuojan tarkastus, syöttösuppiloiden tarkastus. Kuljettimien vuosihuoltoon kuuluu moottoreiden ja akseleiden laakereiden voitelua sekä vaihteiden ja kytkimien öljynvaihdot.

9.2 Iskupalkkimurskain

Iskupalkkimurskaimella hienonnetaan kartiomurskaimella esimurskatut kivet kuulamylyyn soveltuviksi tuotteiksi. Kuvassa 4 on iskupalkkimurskain. Iskupalkkimurskaimessa kivi murskautuu, kun pyörivään roottoriin kiinnitetyt iskupalkit iskeytyvät kiviin. Kivet murskautuvat myös osuessaan kovaa vauhtia toisiinsa sekä kulutusmateriaaliin. (Vierula 2007, 15–16; Pennanen 2013.)



Kuva 4. Iskupalkkimurskain (Kuva: Aapo Räsänen).

Iskupalkkimurskaimen huoltotehtävät siirtyivät viimehetkellä rikastamon käyttäjien vastuulle. Alun perin suunnitelmissa oli, että jatkossakin kunnossapidon ja huoltotehtävät suorittaisivat varsinaiset kunnossapitäjät. Tähän päätökseen päädyttiin, koska iskupalkkimurskaimen

kunnossapitotehtävät eivät ole kohtuuttoman vaativia eivätkä liikaa aikaa vieviä. Näin kunnossapitäjien työaika voidaan hyödyntää vaativampien kunnossapitotehtävien suorittamiseen.

Iskupalkkimurskaimen viikoittaiseen huoltoon sisältyy käyttöakseleiden rasvaus ja kiilahihnojen kireyden, kunnan ja suojen tarkistus. Neljän viikon huoltoon sisältyy moottoreiden akseleiden rasvaus, kiristystankojen rasvaus, jakosuppilon tarkistus, kääntöpellin tarkistus, kulutusosien tarkistus, välyksien tarkistus ja säätö tarvittaessa.

9.3 Jauhatuksen syöttölaitteet

Jauhatuksen syöttölaitteilla kuljetetaan iskupalkkimurskaimella hienonnettu tavara kuulamylyyn. Kuvassa 5 näkyvät kuulamylylle kuljettava hihnakuuljetin sekä kuulamyly. (Tuupanen 2013; Heikkinen 2013.)



Kuva 5. Iskupalkkimurskaimelta kuulamylylle kuljettava hihnakuuljetin (Kuva: Aapo Räsänen).

Jauhatuksen kuljettimen moottorina käytetään moottoria, jossa on kestovoidellut laakerit, näin ollen moottori on huoltovapaa ja sen osalta kunnossapitotyöt rajoittuvat kunnan tarkastukseen ja moottorin puhdistukseen. Rumpujen laakereina voitaisiin käyttää voideltavien laakereiden sijaan kestovoideltuja laakereita, näin laakereita ei tarvitsisi voidella, mutta toisaalta laakereiden

käyttöikä lyhenisi merkittävästi. Voitelun yhteydessä laakereiden kunto tulee samalla tarkastettua. (Konecranes 2013.)

Hihnakuulajettimien kahden viikon välein suoritettavaan perushuoltoon kuuluu rumpujen laakereiden rasvaus, moottorin puhdistus, vaihteen mahdollisten öljyvuotojen tarkastus ja tarvittaessa öljyn lisäys, kytkimen mahdollisten öljyvuotojen tarkastus, kaavareiden tarkastus ja rullastojen tarkastus.

9.4 Kuulamyly

Kuulamylyllä jauhetaan iskupalkkimurskaimella murskatut kivet hienoksi jauheeksi. Kuulamylyssä tuotteeseen lisätään myös vettä, joten tuote jauhautuu märkänä ja jatkaa siten jo lietemäisenä kohti vaahdotuskennoja. Kuulamylyssä jauhatuksen suorittavat kuulamylyyn lisättävät metalliset jauhinkuulat. Jauhaminen toteutetaan märkäjauhatuksena. Myllyn pyöriessä jauhinkuulat sekä jauhettava materiaali nousevat myllyn kehälle ja pudotessaan jauhettava materiaali jauhautuu jatkuvasti pienemmiksi osiksi. Kuvassa 6 nähdään kuulamyly toiminnassa. Kuvassa näkyy hyvin myös Safematic-voitelujärjestelmän öljysäiliö. (Lindén & Neuvonen 2009, 6; Tuupanen 2013; Heikkinen 2013.)



Kuva 6. Kuulamyly toiminnassa (Kuva: Aapo Räsänen).

Kuulamylyn huoltotehtävät, kuten iskupalkkimurskaimenkin kunnossapito, siirtyivät viimehetkellä rikastamon käyttäjien vastuulle. Alun perin suunnitelmissa oli, että jatkossakin kunnossapidon suorittaisivat kunnossapitäjät. Päätökseen päädyttiin, koska kuulamylyn kunnossapitotehtävät eivät ole kovin vaativia eikä liikaa aikaa vieviä.

Kuulamylyn laakerit ovat erittäin suuret ja kalliit, toisaalta laakerit kestävät jopa 30 vuotta käytössä. Näin ollen laakereiden huoltoon ja voiteluun täytyy satsata hyvin. Laakereiden voitelu suoritetaan Safematic-voitelujärjestelmän avulla. Näin voidaan taata laakereille riittävä voitelu, kunhan voitelujärjestelmä tulee säännöllisesti ja ohjeiden mukaan tarkastettua. (Sopanen 2004, 60–61; Heikkinen 2013.)

Kuulamylyn viikoittaiseen ennakkohuoltoon kuuluu kuulamylyn tiivisteiden rasvaus, Safematic-voitelujärjestelmän tarkastus, pumppauskeskuksen paineilman huoltolaitteen tarkistus, öljyn määrän tarkastus ja putkistojen kunnan tarkistus. Safematic-voitelujärjestelmä toimii keskusrasvavoiteluperiaatteella ja voitelee kuulamylyn kriittisimmät laakerit automaattisesti ja jatkuvasti, kunhan järjestelmän öljysäiliössä riittää voiteluöljyä. (Ylinen 2009, 18.)

9.5 Nikkelisykloni sekä talkkisykloni

Sykloneissa ohut ja karkea tavara erotetaan toisistaan. Lietemäinen tuote saatetaan voimakkaaseen pyörimisliikkeeseen, jolloin keskipakoisvoiman ansiosta raskaammat partikkelit siirtyvät kartion reunoille, joita myöten ne kerääntyvät syklonin pohjalle ja tästä takaisin paluuputkiston kautta kuulamylylle uusintahienonnuksen. Hienempi aines jatkaa suoraan kohti jatkojalostusta. Kuvassa 7 nikkelisykloni ja kuvassa 8 talkkisykloni. (Räsänen 2013; Hämäläinen 2007.)



Kuva 7. Nikkelsykloni (Kuva: Aapo Räsänen).



Kuva 8. Talkkisykloni (Kuva: Aapo Räsänen).

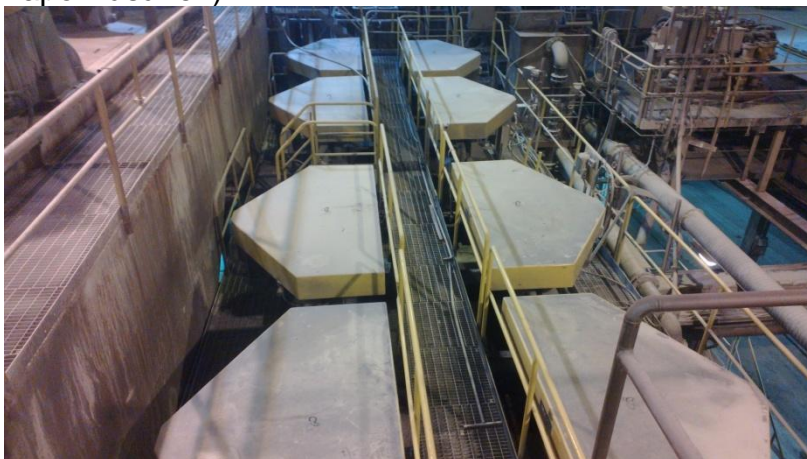
Syklonien huoltoon kuuluu rikastamon käyttäjien osalta päivittäinen tarkastaminen. Erityinen huomio kiinnitetään putkistojen kuntoon sekä mahdollisiin vuotoihin. Mikäli päivittäisissä tarkastuksissa ilmenee jotain normaalista poikkeavaa, ilmoittaa rikastamon käyttäjä tästä kunnossapitäjille, jotka tulevat suorittamaan kunnossapitotehtävät. Sykloneissa ei ole mitään voitelua vaativia komponentteja. Putkistojen osia voitaisiin vaihtaa säännöllisesti tietyin aikaväleihin. Tähän ei ole päädytty kuitenkaan, koska rikkoutuminen ei ole säännöllistä. Vuotojen ilmetessä kunnossapitäjät tekevät vaadittavat kunnossapitotyöt.

9.6 Vaahdotuskennot

Vaahdotuskennojen tehtävä on rikastaa jauhettu lietemäinen talkkiviaines. Rikastusprosessissa lietteeseen sekoitetaan eräitä kemikaaleja sekä mahdollisesti lisätään vettä. Puhaltimilla lisätään kennoihin paineilmaa sekoitinakselin tyvestä. Tämän seurauksena seos alkaa vaahtoutua ja mineraalit nousevat vaahdon mukana pintaan. Mineraalit poistuvat vaahdon mukana ylitettyään vaahdotuskennon yläreunan. Kerääntyneet mineraalit voidaan uudelleen vaahdottaa ns. kertausvaahdotuksella tai siirtää kohti jatkorikastusta. Kuvassa 9 on vaahdotuskenno, jossa vaahtomainen rikaste näkyy pinnassa. Kuvassa 10 on useita vaahdotuskennoja. Kennojen keltaiset suojakuoret erottuvat hyvin kuvasta. (Räsänen 2013; Heikkinen 2013; Tuupanen 2013; Teknologiateollisuus 2013.)



Kuva 9. Vaahdotuskenno. Vaahtomainen harmaa rikaste näkyvissä (Kuva: Aapo Räsänen).



Kuva 10. Useita vaahdotuskennoja suojakuorien alla (Kuva: Aapo Räsänen).

Vaahdotuskennojen moottoreina voitaisiin käyttää moottoreita, joissa on kestovoidellut laakerit, jolloin moottorit olisivat voitelun suhteen huoltovapaita. Moottorit ovat ympärivuorokautisessa käytössä, jolloin niiden käyttöikä jäisi liian lyhyeksi kestovoideltuna. Akseleiden laakereina voitaisiin käyttää kestovoideltuja laakereita, huoltotehtävät vähenisivät huomattavasti, sillä vaahdotuskennoja on paljon. Kestovoideltujen laakereiden käyttöikä on tosin huomattavasti lyhyempi, näin ollen laakereiden vaihtotyön määrä lisääntyisi huomattavasti ja laakereiden hankintakustannukset nousisivat merkittävästi. (Konecranes 2013.)

Talkin ja nikkelin vaahdotuskennojen neljän viikon reittihuoltoon kuuluvia tehtäviä ovat: akselien laakereiden rasvaus, hihnojen ja hihnasuojien tarkistus. Näiden lisäksi reittihuoltoon sisältyy moottoreiden ja akselien käynnin tarkkailu ja rasvaus sekä väli- ja peräventtiilien tarkistus.

9.7 Nikkeli-kiekkosuodin

Nikkeli-kiekkosuotimella kerätään rikastettu nikkeli talteen nikkelseoksesta. Suotimen pyörivään keskiakseliin on säteittäin kiinnitetty sektoreita kiekkoiksi, joihin vaihdettavat pussit kiinnitetään. Nestepinnan alapuolella oleviin pusseihin tehdään alipaine imukoneella, jolloin puhdas nikkeli tarttuu pusseihin. Kun edellä mainitut pussit pyörähtävät lopputuotepuolelle, pusseihin tehdään paineisku ja tämän vaikutuksesta puhdas nikkeli irtoaa varastoitavaksi. Kuvassa 11 näkyvissä pussit, jotka pyörivät ympyrän muotoisessa kehässä. (Uusitalo 2008, 12–15; Heikkinen 2013; Räsänen 2013.)



Kuva 11. Nikkeli-kiekkosuotimen kiertävät pussit toiminnassa (Kuva: Aapo Räsänen).

Kiekkosuotimen sekoittimen epäkeskossa voitaisiin käyttää kestovoideltuja laakereita, näin laakerit olisivat huoltovapaita, mutta niiden käyttöikä lyhenisi merkittävästi. Kiekkosuotimen pussit voitaisiin vaihtaa säännöllisesti, niiden rikkoontumatta. Pussien rikkoontuminen on satunnaista eikä johdu pelkästään aikavälistä, joten aikavälin mukaan tehtävä pussien vaihto ei ole toimiva vaihtoehto. Pusseja ehtisi rikkoontua vaihtovälistä huolimatta ja toisaalta suuri osa pussien käyttöiästä jäisi hyödyntämättä. (Konecranes 2013.)

Kiekkosuotimen kaikkien huohotinkorkkien vaihtoa mietittiin vuosihuollonyhteyteen. Tähän ei kuitenkaan päädytty, sillä huohotinkorkkien elinikää saadaan jatkettua huomattavasti, mikäli tukkeutuneet huohotinkorkit puhdistetaan vuosihuollon yhteydessä. (Pennanen 2013.)

Nikkeli-kiekkosuotimen päivittäiseen huoltoon kuuluu pussien kunnon tarkastus, vialliset pussit vaihdetaan. Kiekkosuotimen neljän viikon perushuoltoon sisältyy kierukkavaihteen öljyn määrän tarkastus sekä tarvittaessa öljyn lisäys, sekoittimen epäkeskon laakereiden rasvaus, suotimen yleiskunnon tarkastus, kiilahihnaiventtiilin tarkastus, sekoittimen tarkastus, imukoneen tarkastus ja ketjukuljettimen akseleiden rasvaus.

Kiekkosuotimen vuosihuoltoon kuuluu kierukkavaihteen öljynvaihto, huohotinkorkkien tarkistus ja niiden vaihto tarvittaessa. Vuosihuollon yhteydessä tarkistetaan myös suotimen, sekoittimen ja imukoneen yleiskunto.

10 Pohdinta

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatia käyttäjäkunnossapito-ohjeet rikastamon käyttäjille. Ohjeiden perusteella käyttäjien tulisi suoriutua ennakkohuolloista. Kunnossapitäjien vastuulle jäävät vuosihuollot, vikaantumisen tutkiminen ja korjaavan kunnossapidon tehtävät.

Tavoitteiden mukaisesti opinnäytetyöni onnistui ja lopputuloksena valmistui käytännön kunnossapito-ohjeet Vuonoksen rikastamon SAP-järjestelmään. Miettiessäni asioita, joissa mahdollisesti epäonnistuin, tulee ensimmäisenä mieleeni se, että onko kaikki rikastamon käyttäjäkunnossapitoon vaikuttavat asiat otettu huomioon opinnäytetyössäni. Minulla ei ole pitkäaikaista kokemusta käytännön kunnossapidosta, enkä suullisissa keskusteluissa välttämättä muistanut käydä kaikkia asioita lävitse. Suullisten tiedonantojen luotettavuutta voi hieman heikentää se, että ihmisille muodostuu ajansaatossa omat vahvat mielipiteet asioihin, eivätkä ne ole välttämättä parasta tietoa kunnossapidon kannalta.

Työntoteutus sujui varsin kitkattomasti, erityisesti yhteistyö rikastamon käyttäjien ja kunnossapitäjien kanssa sujui hyvin. Suurin apu opinnäytetyön tekemisessä oli käyttäjien ja kunnossapitäjien kokemuksilla ja tiedoilla kunnossapidettävistä koneista, jotka sain suullisten tiedonantojen avulla käyttööni. Haastattelujen tuoma tietämys prosessia suorittavista koneista oli myös hyvin mielenkiintoista. Mielestäni kunnossapidettäessä koneita täytyy tuntea edes jossain määrin koneiden toimintaperiaatteet, tästä syystä lisäksi myös opinnäytetyöhöni koneiden päätoiminnot. Toivon, että toteutuneet kunnossapito-ohjeet ovat riittävät. Ajan kuluessa ohjeisiin saattaa tosin tulla muutoksia uuden tiedon muodossa tai prosessiin liittyvien muutoksien johdosta.

Teoriatiedon pohjana käytin enimmäkseen Järviön ja Lehtiön kirjoittamaa kunnossapitokirjaa. Päädyin tähän teokseen, koska kyseiseen lähteeseen on koottu hyvin laaja-alaisesti tietoa tuotanto-omaisuuden hoitamisesta ja kunnossapidosta. Kyseistä lähdettä voi mielestäni hyvällä syyllä pitää luotettavana kirjan pitkän historian vuoksi, sillä kyseisestä kirjastahan on julkaistu useita päivitettyjä versioita vuosien varrella. Opittu teoriatieto antoi hyvän pohjan kunnossapitosuunnitelmien tekemiselle. Suulliset haastattelut olivat erittäin antoisia ja huolto-ohjeet tehtiinkin hyvin pitkälti näiden perusteella. Kunnossapito-ohjeet olisi voitu tehdä pelkästään teoriatiedon pohjalta, mutta tällöin kunnossapitäjien ja käyttäjien vankka kokemus ja tietämys kunnossapidosta olisi jäänyt hyödyntämättä.

Opinnäytetyön aihe oli hyvin mielenkiintoinen ja näin ollen motivaationi oli korkea koko työn ajan. Mielestäni opinnäytetyön aihealue täydentää opintojani erittäin hyvin. Koen, että olen oppinut paljon kunnossapidosta. Myös rikastamon toiminta oli minulle vierasta ennen opinnäytetyön aloittamista. Rikastamon päätoiminta avautui minulle opinnäytetyötä tehdessäni, täytyy kuitenkin tunnustaa, että vielä jää paljon opiskeltavaa rikastamon prosessin käyttöön ja toimintaan liittyen.

Lähteet

- Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto. 2014.
<https://osha.europa.eu/fi/topics/maintenance>. 29.1.2014.
- Heikkinen, M. 2013. Rikastamon käyttäjä. Mondo Minerals. Suullinen tiedonanto. 19.10.2013.
- Hämäläinen, T. 2007. Kandidaatintyö. Vakiosyklonierottimen toimintaperiaatteet, mitoitusmenetelmät ja mitoitus.
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/36088/nbnfi-fe200801221040.pdf?sequence=6>. 12.12.2013.
- Järviö, J & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Helsinki: KP-Media Oy.
- Karppinen, L. 2010. Opinnäytetyö. Raskaiden hihnakuuljettimien kuntokartoitus ja kunnossapidon kehittäminen.
<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16161/Loppari2010.pdf?sequence=1>. 15.12.2013.
- Konecranes. 2013. Akseli, kiinteä dynaaminen.
<http://www.konecranes.fi/resurssit/teollisuusnosturien-termistoa/akseli-kiinteä-dynaaminen>. 16.12.2013.
- Life Cycle Engineering. 2013. Preventive and Predictive Maintenance. <http://www.lce.com/pdfs/The-PMPdM-Program-124.pdf>. 26.11.2013.
- Lindén, J & Neuvonen, M. 2009. Kandidaatintyö. Hienojauhatusta helmi- ja planeettamylyllä.
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/69507/nbnfi-fe201104121438.pdf?sequence=3>. 15.12.2013.
- Mondo Minerals. 2013. Who We Are: An Overview.
<http://www.mondominerals.com/en/the-talc-company/an-overview/>. 9.10.2013.
- Opetushallitus. 2014. Kunnossapidon tuotot ja kustannukset.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-2_kunnossapidon_tuotot_ja_kustannukset.html. 29.1.2014.
- Opetushallitus. 2014. Mitä on kunnossapito?
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html. 29.1.2014.
- Opetushallitus. 2014. Vikojen analysointi.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_6-1_vikojen_analysointi.html. 29.1.2014.
- Pennanen, M. 2013. Mekaaninen kunnossapitotyöntekijä. Mondo Minerals. Suullinen tiedonanto. 19.10.2013.
- Prosessiteollisuuden standardoimiskeskus ry. 2011. PSK 6201:2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät.
- Räsänen, I. 2013. Sähkö kunnossapitotyöntekijä. Mondo Minerals. Suullinen tiedonanto. 3.11.2013.
- Sopanen, H. 2004. Insinöörityö. Online-kunnonvalvonnan soveltaminen Lahnaslammen rikastamoon.
http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/7661/Henri_Sopanen_online.pdf?sequence=1. 16.12.2013.

- Sormunen, J. 2013. Kunnossapitoinsinööri. Mondo Minerals. Suullinen tiedonanto. 13.10.2013.
- Teknolohiateollisuus. 2013. Malmien louhinta ja rikastus.
http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&sqi=2&ved=0CDkQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.teknologiateollisuus.fi%2Ffile%2F7424%2FE_RAUTAMALMINRIKASTUS.pdf.html&ei=_eepUoGZJ4T8ygPlw4GgCw&usg=AFQjCNG9emxhWzTFOnpScLqwzpWkZ8v_A&sig2=0Mf-gKmf0oeXtwAfCHYdqq&bvm=bv.57967247,d.bGQ. 12.12.2013.
- Tuupanen, M. 2013. Rikastamon käyttäjä. Mondo Minerals. Suullinen tiedonanto. 26.10.2013.
- Uusitalo, J. 2008. Paperikoneen vesitaseen simulointi.
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/45578/nbnfi-fe200906241639.pdf?sequence=3>. 15.12.2013.
- Vierula, M. 2007. Opinnäytetyö. Lokotrack-murskauslaitosten kuljettavuuden suunnittelun kehittäminen.
<https://publications.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/8813/TMP.objres.1005.pdf?sequence=4>. 15.12.2013.
- Vorne. 2013. TPM – Total Productive Maintenance.
<http://www.leanproduction.com/tpm.html>. 26.11.2013.
- Ylinen, A. 2009. Opinnäytetyö. Keskusrasvavoitelujärjestelmän automatisoinnin muutos.
<http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/9773/Ylinen.Arttu.pdf?sequence=2>. 16.12.2013.