

ENNAKKOHUOLTO

Ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan kehittäminen Koskisen Oy:n
levyteollisuudessa

Tiivistelmä

Tekijä(t) Lähdemäki, Juho	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 40	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi Ennakkohuolto Ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan kehittäminen Koskisen Oy:n levyteollisuudessa		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua Koskisen Oy:n kunnossapidon toimintaan ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan kannalta ja etsiä keinoja toiminnan kehittämiseksi. Ennakkohuollon kehittämisellä tavoitellaan koneiden käyttöasteen merkittävää kasvua ja 2-laadun vähentämistä.</p> <p>Työ toteutettiin työskentelemällä ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan työtehtävissä Koskisen Oy:n levyteollisuudessa Järvelän tehdasalueella, tarkastellen samalla objektiivisesti kunnossapidon ja tuotannon toimintatapoja kaikilla opinnäytetyötä koskevilla osa-alueilla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kuva ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan nykytilasta kehityskohteineen. Työn tarkoituksena ei ollut tehdä konkreettisia päätöksiä tai toimenpiteitä, vaan toimia kunnossapidon johdon apuna päätettäessä tulevaisuuden kehityskohteista ja investoinneista.</p>		
Asiasanat kunnossapito, ennakkohuolto, kunnonvalvonta, mekaaninen metsäteollisuus		

Abstract

Author(s) Lähdemäki, Juho	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 40	
Title of publication Preventive Maintenance Development of Preventive Maintenance and Condition Monitoring in Koskisen Oy Panel Industry		
Name of Degree Bachelor of Engineering		
Abstract <p>The objective of this bachelor's thesis was to research preventive maintenance and condition monitoring procedures and find ways to make improvements. The objective was to increase the utilization degree of the machines and to reduce the amount of second grade products.</p> <p>This bachelor's thesis was commissioned by Koskisen Oy, a mechanical lumber industry company and its panel industry mills in Järvelä, Finland. The work was carried out by working in different preventive maintenance and condition monitoring assignments while observing the operations objectively.</p> <p>As an outcome of this thesis, some development areas were found in both condition monitoring and preventive maintenance. The objective of this thesis was to help maintenance organization to make future decisions considering new investments and improvements, but not make any concrete decisions.</p>		
Keywords Maintenance, Preventive Maintenance, Condition Monitoring, Mechanical Lumber Industry		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KOSKISEN OY	2
3	TEOLLISUUSLAITOKSEN KUNNOSSAPITO	3
3.1	Yrityksen käyttöomaisuudesta huolehtiminen	3
3.2	Kunnossapidolta vaadittavat tavoitteet	4
3.2.1	Tuotannon kokonaistehokkuus	4
3.2.2	Käyttövarmuus.....	5
3.3	Kunnossapitolajit	6
3.3.1	Ehkäisevä kunnossapito	8
3.3.2	Korjaava kunnossapito	9
3.3.3	Parantava kunnossapito	9
4	KUNNOSSAPITOON TARVITAAN STRATEGIA	10
4.1	TPM – Total Productive Maintenance	10
4.2	TPM kehitysohjelma	10
4.3	RCM – Reliability Centered Maintenance	12
5	KUNNONVALVONTA	13
5.1	Kunnonvalvonta osana ennakoivaa kunnossapitoa.....	13
5.2	Aistinvarainen kunnonvalvonta	13
5.3	Värähtelymittaukset	15
5.4	Lämpötilamittaukset.....	15
5.5	Sähkömoottoreiden virtamittaukset.....	15
5.6	Öljyanalyysi	16
6	ESINEIDEN INTERNET	17
7	CASE KOSKISEN OY: ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN LEVYTEOLLISUUDESSA.....	18
7.1	Tarve tehokkaammalle ennakkohuollolle	18
7.2	Nykytilanne	18
7.2.1	Käyttäjäkunnossapito.....	19
7.2.2	Kunnonvalvonta.....	21
8	KRIITTISYYSLUOKITTELU	23
9	SIIRTYMINEN KONEENKÄYTTÄJIEN SUORITTAMAAN PÄIVITTÄISEEN KUNNOSSAPITOON.....	25
9.1	Uudet puhdistus-, huolto- ja tarkastusohjeet	26

9.2	Käyttäjien suorittamat tarkastukset ja kunnossapitotyöt	27
9.2.1	Tarkastaminen ja kunnonvalvonta	27
9.2.2	Voiteluhuolto.....	28
9.2.3	Vikakorjaukset	29
9.2.4	Vianetsintä.....	29
9.2.5	Tarpeelliset koneiden rakenteelliset muutokset ja hankinnat.....	30
10	KEINOJA TEHOKKAAMPAAN KUNNONVALVONTAAN	32
10.1	Mittaava kunnonvalvonta	32
10.2	Markkinoilla olevia ratkaisuja automaattiseen kunnonvalvontaan.....	32
10.3	Ennakohuoltotarkastukset.....	35
11	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Kunnossapidon tehokkaalla toteuttamisella on suuri merkitys yrityksen kannattavuudelle ja kilpailukyvyille. Perinteisesti kunnossapidon on ajateltu olevan lähinnä vikojen korjaamista, vaikka vikaantumisilla on merkittävästi heikentävä vaikutus tuotantovälineiden käyttöasteelle ja valmistettavan tuotteen laadulle. Tehokkaalla ennakkohuollolla pyritään estämään vikaantumiset kohdistamalla juuri oikea määrä kunnossapitotyötä oikeaan paikkaan. Ennakkohuolto käsittää niin suunnitellut määräaikaishuollot, kuin myös vikaantumassa olevien komponenttien uusimisen ennen lopullista rikkoutumista. Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan erilaisia keinoja koneen sen hetkisen kunnon arvioimiseksi, kun tehdään päätöksiä ja suunnitelmia kunnossapitotöiden mahdollisimman oikea-aikaiseksi toteuttamiseksi.

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan Koskisen Oy:n kunnossapidon toimintaan erityisesti ennakkohuoltoa ja kunnonvalvontaa koskien. Tavoitteena on löytää keinoja toiminnan kehittämiseen, jolla on mahdollista saada aikaan merkittäviä etuja parantamalla koneiden käyttöastetta ja valmiin tuotteen laatua. Työn tarkoituksena ei ole tehdä konkreettisia toimenpiteitä tai päätöksiä, vaan tuoda esille epäkohtia ja kehityskohteita toiminnan kehittämiseksi lähitulevaisuudessa.

2 KOSKISEN OY

Koskisen Oy on yli 100 vuotta sitten perustettu puualan perheyritys. Päijät-Hämeessä sijaitsevassa Kärkölässä sahateollisuudella 1900-luvun alussa aloittanut yritys on tähän päivään mennessä kehittynyt todelliseksi puualan moniosaajaksi. (Koskisen 2018.)

Sahateollisuuden myynti veti hyvin 1950-luvun lopulla ja yrityksen johto kartoitti erilaisia laajenemismahdollisuuksia. Päädyttiin perustamaan koivuvanerin tuotantoon erikoistunut vaneritehdas. Tehtaan vanha osa rakennettiin silloisen K. Koskisen sahan viereen vuosina 1965 - 1966, ja ensimmäiset vanerilevyt uudesta tehtaasta tuotettiin 26.6.1966. Vaneritehdasta on sittemmin laajennettu useaan otteeseen vuosien varrella. Vaneritehtaan konekanta onkin varsin laaja niin valmistusvuosiensa, kuin teknisten ratkaisujenkin kannalta. Vanhimmat vielä osittaisessa tuotantokäytössä olevat konelinjat ovat tehtaan alkuvuosikymmeniltä. (Juselius 2016, 8.)

Koskisen toimialaan kuuluu nykyään saha- ja vaneriteollisuuden lisäksi myös lastulevyteollisuus sekä rakennusteollisuus. Omia tuotteita myös jatkojalostetaan esimerkiksi ajoneuvoteollisuuden tarpeisiin. (Koskisen 2018.)

Yrityksen palveluksessa työskentelee noin 1000 työntekijää, joista suurin osa levy- ja sahateollisuudessa. Vuoden 2017 liikevaihto oli 270 miljoona euroa, josta suurimman osuuden tuottaa levyteollisuus. Liikevaihdolla mitattuna toiseksi suurimpana yksikkönä on sahateollisuus. Loppu liikevaihdosta koostuu ohutvaneri- ja taloteollisuudesta sekä puunhankinnasta ja bioenergiasta. Konsernin tärkeimpiä tuotteita ovat vaneri, lastulevy, sahatarava ja näiden jalosteet. Nämä kaikki tuotteet valmistuvat Koskisen Oy:n tehdasalueella Kärkölässä Järvelän kuntakeskuksessa. Konsernilla on myös useita muita toimipisteitä Suomessa ja ulkomailla. (Koskisen 2018.)

Kestävä kehitys ja energiatehokkuus otetaan Koskisella vakavasti. Vaneri- ja sahateollisuuden sivutuotteet käytetään lastulevyn valmistukseen ja energiantuotantoon omassa voimalaitoksessa. Puunhankinnan omassa toiminnassa hyödyntämiskelvoton materiaali toimitetaan paperin ja selluntuotantoon tai bioenergiaksi. Puuraaka-aine hankitaan kestävä kehityksen mukaisesti hoidetuista metsistä, eikä puuta hankita kiistanalaisista lähteistä. (Koskisen 2018.)

3 TEOLLISUUSLAITOKSEN KUNNOSSAPITO

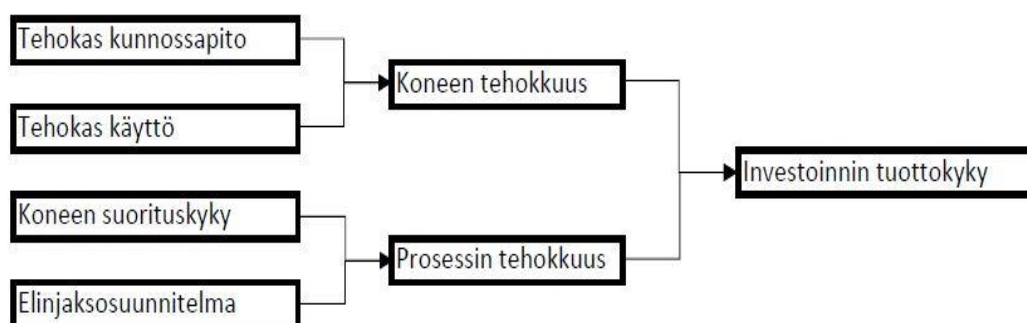
3.1 Yrityksen käyttöomaisuudesta huolehtiminen

Tekniikan tohtori Jorma Järviö kuvailee toimittamassaan Kunnossapito-teoksessa kunnossapitotoiminnan tärkeyttä yrityksen kannattavuuden ja kilpailukyvyn kannalta seuraavasti:

Yritykset hankkivat käyttöönsä käyttöomaisuutta, kuten rakennuksia, maa-alueita, koneita ja kalustoa sekä laitteita. Käyttöomaisuudella yritykset valmistavat tuotteita ja palveluksia, joita myydään kuluttajille tai toisille yrityksille. Myynnistä saadulla tulolla yritys maksaa kulunsa ja saa liikevoiton. Toiminnan on lisäksi oltava laadukasta ja turvallista. Yrityksen käyttöomaisuuden käytön tehokkuus on oleellinen tekijä, joka vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen ja tätä kautta kilpailukykyyn. (Järviö 2007, 13.)

SFS-EN 13306 taas määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista, ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. (Järviö 2007, 15.)



Kuvio 1. Investoinnin tuottavuuteen vaikuttavat tekijät (Järviö 2007, 14)

Tehokas kunnossapito yhdessä koneen tehokkaan käytön kanssa kokonaisuutena muodostavat tehokkaan koneen, kuten kuviossa on havainnollistettu. Perinteisesti kunnossapidon on ajateltu olevan koneiden ja laitteiden vikojen korjaamista. Nykypäivän globaalistuneessa maailmassa vaaditaan myös kunnossapidon alalla paljon enemmän. Yritykset ovat investoineet tuotantovälineiden hankintaan jonkin tietyn tehtävän suorittamiseksi myytävää tuotetta valmistettaessa. Tämän tuottokyvyn tehokas ylläpitäminen, säätäminen ja säilyttäminen onkin kunnossapidon tärkeimpiä tavoitteita. (Järviö 2007, 12.)

3.2 Kunnossapidolta vaadittavat tavoitteet

Tärkeimpinä kunnossapidon tavoitteina mainitaan usein korkealla tasolla oleva tuotannon kokonaistehokkuus ja tuotantovälineistön käyttövarmuus. Näiden tavoittelemisen mahdollistaa tuotteen laadun ja toimitusvarmuuden pysymisen korkealla. Tuotteen korkea laatu ja esimerkiksi puutuoteteollisuudessa yleisen niin sanotun 2-laadun väheneminen tuo merkittäviä etuja yrityksen tuottavuudelle. Hylkyyn menevän tuotteen määrän minimoiminen näkyy suoraan tuotantomäärissä. (Järviö 2007, 40.)

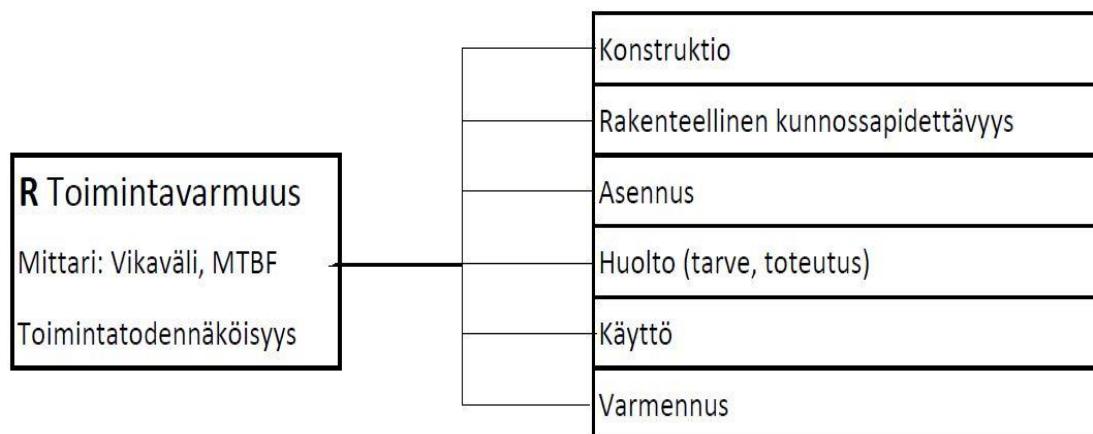
3.2.1 Tuotannon kokonaistehokkuus

Standardi PSK 7501 jakaa tuotannon kokonaistehokkuuden mittaamisen kolmeen osatekijään: tuotannon tehokkuuteen, laatuun ja käytettävyyteen. Tuotannon tehokkuutta tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota tuotantomääriin suhteessa tuotantoon käytettyyn työaikaan. Laadun mittarina toimii markkinoille toimitettavissa olevan tuotteen määrä suhteessa kokonaistuotantoon. Hylkyyn menevän tuotteen määrän vähentäminen ja tuotantomäärien maksimointi ovat siis tärkeitä tavoitteita myös kunnossapidolle. (Järviö 2007, 40.)

Käytettävyyden voi kuvata tuotantovälineen kykynä säilyttää tila, jossa vaadittu toiminto kyetään suorittamaan tietyissä olosuhteissa ja tietyn ajanjakson aikana. Käytettävyyttä voidaan tarkastella yksittäisen koneen tai koko tuotantojärjestelmän kannalta. Näistä kunnossapidon kehittämisen kannalta tärkeämpää on tarkastella yksittäisen koneen käytettävyyttä esimerkiksi kunnossapidon ominaiskäytettävyyden avulla. Kunnossapidollinen ominaiskäytettävyys saadaan laskettua käyntiajan suhteesta käyntiajan ja kunnossapidosta johtuvan seisokkiajan summaan. (Järviö 2007, 40.)

3.2.2 Käyttövarmuus

Käyttövarmuus on yleensä synonyymi koneen toimintavarmuudelle. Toimintavarmuus voidaan jakaa seuraaviin kuviossa 2 mainittuihin tekijöihin:



Kuvio 2. Toimintavarmuus (Järviö 2007, 36)

Konstruktioilla tarkoitetaan tarkasteltavaa konetta tai linjaa itsessään ja sen ominaisuuksia. Tähän kuuluvat esimerkiksi käyttöön valitut materiaalit ja rakenteiden mitoituksen onnistuminen. Hyvinkin suunnitellussa laitteessa saattaa joskus olla rakenteellisia puutteita, tai jokin yllättävä asia on suunnitteluprosessissa jäänyt huomioimatta. Myös rakenteiden kulumista ja väsymistä vuosien mittaan voi olla haastavaa arvioida suunnitteluvaiheessa. Myös huonot lähtötiedot käyttöpaikan olosuhteisiin tai käytettäviin raaka-aineisiin liittyen voivat johtaa toimintavarmuuden kannalta odottamattomiin ongelmiin pitkänkin ajan kuluttua. Konstruktioilla on merkittävä vaikutus toimintavarmuuteen, varsinkin kun otetaan huomioon konstruktioon vaikuttamisen vähäiset mahdollisuudet koneen hankinnan jälkeen. (Järviö 2007, 36.)

Kunnossapitotoimien suoritettavuuteen ja mielekkyyteen vaikuttaa suuresti niin sanottu rakenteellinen kunnossapidettävyys. Suunnitteluprosessin onnistuminen ja valmistajan tuotekehityksen tehokkuus pitkälti määrittävät koneen rakenteellisen kunnossapidettävyyden. Merkittäviä seikkoja ovat luokse päästävyys sekä vianhaun ja korjauksen helppous. Luokse päästävyyteen voidaan vaikuttaa linjan layout-suunnittelulla ja huoltotoimenpiteiden suorittamisen huomioimisella suunnitteluvaiheessa. Koneen suunnittelussa olisi vältettävä liian ahtaita tai vaikeasti tavoitettavia huoltokohteita. Mahdollisten huoltoluukkujen

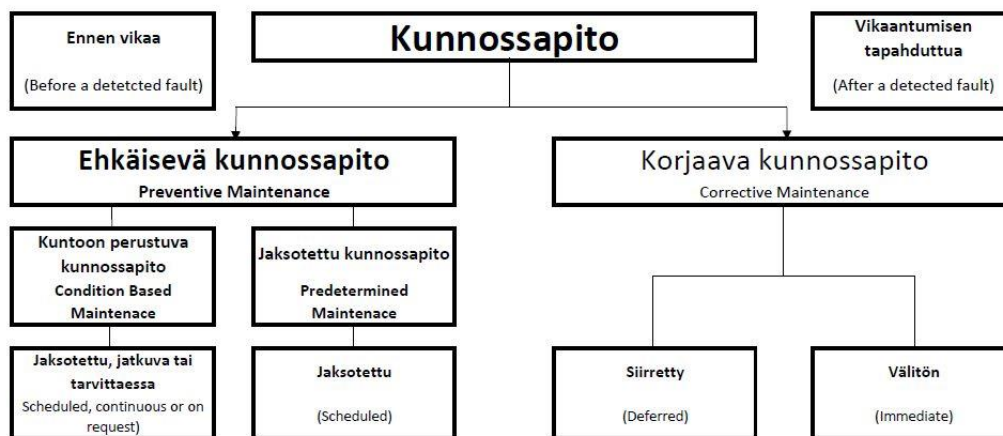
tulisi olla helppokäyttöisiä ja suojiin purkamisen helppoa. Vianetsintää ja korjauksia voidaan helpottaa välttämällä tarpeettomia teknisesti vaativia rakenteita ja pitämällä mahdollisten erikoistyökalujen tarve pienenä. (Järviö 2007, 36.)

Uuden koneen asennusprosessissa laitetoimittaja voi vaikuttaa koneen tulevaan toimintavarmuuteen asennustyön huolellisuuden lisäksi hyvällä käyttöopastuksella. Kunnossapidon ja toimintavarmuuden kannalta tärkeitä toimenpiteitä ennen uuden koneen käyttöönottoa ovat kunnossapito- ja ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen. Laitetoimittajat yleensä toimittavat konekohtaisten dokumentaatioiden ohessa huolto- ja kunnossapito-ohjeita. Nämä ohjeet saattavat joskus olla varmuuden vuoksi ylimitoitettuja. Loppukäyttäjän olisi hyvä räätälöidä ennakkohuoltosuunnitelma juuri omiin käyttöolosuhteisiinsa ja tarpeisiinsa soveltuvaksi. (Järviö 2007, 36.)

Ennakoiva kunnossapito ja koneenkäyttäjien koulutus koneen tehokkaaseen käyttöön sekä ylläpitoon ovat tärkeimpiä keinoja, joilla loppukäyttäjä voi itse vaikuttaa koneen toimintavarmuuteen. Toimintavarmuus rakentuukin suureksi osaksi sellaisten asioiden ympärille, joihin on mahdollista vaikuttaa vain uuteen koneeseen investoitaessa. Eriasteisia modernisointeja voidaan toki koneen käyttöänsä varrella tehdä, mutta suurin vaikutusmahdollisuus toimintavarmuuden parantamiseen on laitteen käytön ja huollon sekä erityisesti ennakoivan kunnossapidon kehittämällä ja lisäämisellä.

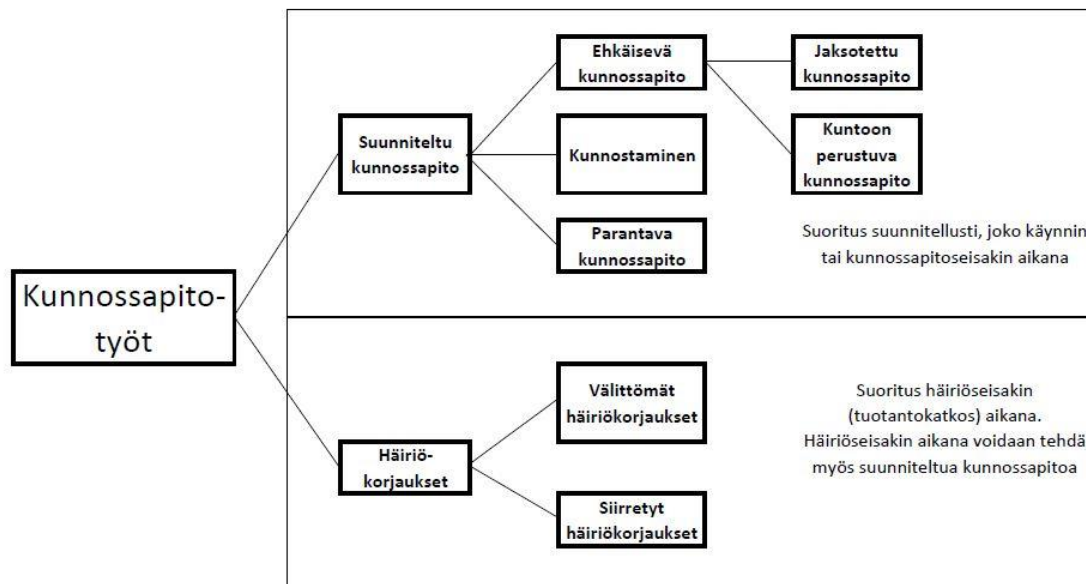
3.3 Kunnossapitolajit

Kunnossapito perinteisesti jaetaan vian havaitsemisen mukaan ehkäisevään kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon. Tällä tavalla kunnossapidon tehtävät määrittelee myös standardi SFS-EN 13306. Eri osa-alueita on havainnollistettu kuviossa 3. Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkia kunnossapitotöitä, jotka suoritetaan ennen vian varsinaista havaitsemista. Ehkäisevät kunnossapitotyöt voivat olla ennalta määritettyyn huolto-ohjelmaan perustuvia niin sanotun jaksotetun kunnossapidon töitä, kuten öljynvaihtoja, tarkastuksia ja suodattimien puhdistuksia. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan tehdä myös koneen kunnon perusteella. Suoritetun kunnonvalvonnan perusteella huoltovälejä voidaan tihentää tai harventaa. Korjaava kunnossapito käsittää vikaantumisen jo tapahtuttua tehtävät työt. Vikaantumisella tarkoitetaan tässä yhteydessä tilaa, jossa kone ei voi suorittaa siltä vaadittua toimintoa. (Järviö 2007, 47.)



Kuvio 3. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan (Järviö 2007, 47)

Kotimainen PSK-standardi PSK 7501 taas jakaa kunnossapitotyöt suunniteltuihin ja tuotantohäiriön aiheuttaviin töihin kuviossa 4 nähtävällä tavalla. PSK-standardin mukaisessa jaottelussa on havaittavissa paljon samoja piirteitä kuin SFS-EN 13306- standardissa. PSK määrittelee myös koneen kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon osaksi suunniteltua kunnossapittoa. Standardeja mukailien kunnossapitotoiminta voidaankin jakaa neljään pääalajiin. (Järviö 2007, 48.)



Kuvio 4. Kunnossapitolajit PSK 7501 mukaan. (Järviö 2007, 48)

3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Huoltamalla ylläpidetään koneen kuntoa ja ehkäistään vikojen ja vaurioiden syntymistä. Hyvä huolto on jaksotettua, eli sitä tehdään tietyin ennalta määritellyin määräväleihin. Voitelun ja kuluneiden osien vaihtamisen lisäksi huoltoon kuuluvat puhdistukset ja säädöt esimerkiksi työkalun tai terän vaihdon yhteydessä.

Ehkäisevän kunnossapidon tärkeimpänä tavoitteena on säilyttää koneen toimintakyky alkuperäisen kaltaisena. Ennalta suunniteltujen huoltojen lisäksi koneen toimintaa, kuntoa ja suorituskykyä on hyvä seurata erilaisin toimin. Tehtyjen havaintojen perusteella voidaan suunnitella kunnossapitotehtäviä ja huomata kehittyvät vikakohteet ennen kuin ne pääsevät vaikuttamaan koneen toimintaan. Jatkuvalle käyttäjän tekemällä koneen kunnon seuraamisella on erittäin suuri merkitys ehkäisevän kunnossapidon onnistumisessa. Päivittäin koneen toimintaa läheltä seuraavilla koneenkäyttäjillä on parhaat mahdollisuudet huomata koneen kunnossa tapahtuneita muutoksia jo aikaisessa vaiheessa. Koneeseen ilmaantunut sivuääni, tavallisesta poikkeava haju tai vaikka jonkin toimilaitteen hidastunut tai epänormaali toiminta ovat ensimmäisiä merkkejä alkavasta vikaantumisesta. Käyttäjät saattavat joskus jättää näitä oireita huomioimatta tietämättömyytensä tai esimerkiksi kovan taustamelun vuoksi. Koneenkäyttäjien, joiden joka tapauksessa on oleskeltava koneen läheisyydessä, koulutuksella ja valistamisella voidaan melko pienin panostuksin tehostaa ehkäisevää kunnossapitoa. (Järviö 2007, 50.)

Kunnossapitohenkilöstö voi seurata koneen kuntoa aktiivisella kunnonvalvonnalla, testaamisella ja erilaisilla ajoitetuilla tarkastuksilla. Kunnonvalvonnan voidaan tässä yhteydessä ajatella olevan jo oireilevien vikojen etsintää. Esimerkiksi laakerien kuntoa seuraamalla voidaan vikaantuvat laakerit havaita ja vaihtaa uusiin jo ennen koneen toiminnan estymistä. Määräaikaistarkistuksilla voidaan vaikkapa öljymääriä seuraamalla havaita esimerkiksi hydraulikan vuotoja. Vikaantumisia voidaan ehkäistä myös kriittisten komponenttien säännöllisellä uusimisella, vaikka ne eivät vielä olisikaan vikaantuneet. Vikaantumistietoja analysoimalla voidaan määrittellä kriittisille komponenteille todennäköinen elinikä. (Järviö 2007, 50.)

3.3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito käsittää tilanteet, joissa koneen toiminnan estävä vikaantumisen on jo tapahtunut. Näiden niin sanottujen odottamattomien häiriökorjausten lisäksi korjaava kunnossapito voi olla myös suunniteltua kunnostamista. Odottamattoman vikaantumisen tapahduttua vian määrittäminen ja tunnistaminen on usein häiriökorjauksen aikaa vievin vaihe. Ehkäisevän ja ennakoivan kunnossapidon keinoin on mahdollista nopeuttaa ja helpottaa myös häiriökorjauksia. Koneen kuntoa aktiivisesti seuraamalla huonokuntoiset osat ovat mahdollisesti jo tiedossa ja varaosat hankittuna. Optimaalisin tilanne tietenkin olisi niin tehokas ennakkohuolto, ettei yllättäviä vikaantumisia pääse tapahtumaan kuin erittäin harvoin. (Järviö 2007, 49.)

3.3.3 Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkea koneen uudistamista, luotettavuuden parantamista ja tehokkuuden kasvattamista. Iäkkään koneen komponentteja ja osia voidaan vaihtaa uudemman mallisiin, kun vanhojen saatavuus on olennaisesti huonontunut, tai uusimisella voidaan saavuttaa esimerkiksi pienempi sähkönkulutus. Erilaisilla rakenteellisilla muutoksilla ja uudelleensuunnittelulla voidaan yrittää korjata alkuperäisessä suunnitteluprosessissa käyneitä virheitä tai vain yleisesti parantaa koneen luotettavuutta ja rakenteellista kunnossapidettävyyttä. Eriasteisilla modernisaatioilla voidaan vaikuttaa koneen myös tehokkuuteen muuttamalla ja uudistamalla koko valmistusprosessia. Nykyään koneen rakenteellinen elinikä saattaa olla huomattavasti koneella valmistettavan tuotteen elinikää suurempi. Myös tuotteen laatua voidaan kasvattaa valmistusprosessin tehostamisella ja uudenaikaisemmilla tarkemmilla ja kestävämmillä komponenteilla. (Järviö 2007, 51.)

4 KUNNOSSAPITOON TARVITAAN STRATEGIA

4.1 TPM – Total Productive Maintenance

TPM (Total productive maintenance) on Japanissa 1970-luvulla kehitetty kunnossapitofilosofia, joka painottaa erityisesti tuottavuutta menetelmissään. TPM pyrkii maksimoimaan koneen kokonaistehokkuuden painottamalla koneen käyttäjien suorittaman kunnossapidon tärkeyttä. Strategia pyrkii tekemään koneen kunnossapidosta joukkuepeliä, jossa kunnossapitoon osallistuu aktiivisesti koko koneen kanssa työskentelevä henkilöstö. Menetelmää on menestyksekkäästi sovellettu myös Pohjoismaissa esimerkiksi autoteollisuudessa. (Järviö 2007, 111-112.)

Japanista lähtöisin olevan TPM-kunnossapitofilosofian soveltaminen suoraan suomalaisessa työyhteisössä ei jo eriävien kulttuuri- ja toimintatapojen vuoksi ole kannattavaa eikä mahdollista. TPM tarjoaa kuitenkin hyviä ohjenuoria ja toimintatapoja, joita voidaan soveltaa myös perinteiseen suomalaiseen teollisuusympäristöön. Erityisesti TPM-filosofian painottaman käyttäjäkeskeisen kunnossapidon lisäämisellä voidaan kasvattaa toimintavarmuutta ja tehostaa kunnossapitoa. (Järviö 2007, 111-112.)

4.2 TPM kehitysohjelma

TPM-filosofian mukainen kehitysohjelma aloitetaan niin sanotussa kuntovaiheessa analysoimalla kaikkien tuotantolaitoksessa käytössä olevien koneiden ja linjojen toimintaa. Koneiden kriittisyys määritellään, minkä seurauksena linjat voidaan asettaa eräänlaiseen tärkeysjärjestykseen ennakkohuollon ja kunnossapidon kannalta. Kriittisyysarvio voidaan suorittaa arvioimalla koneen virheettömän toiminnan tärkeyttä, tietyin ennalta määritellyin kriteerein, niin kunnossapidon kuin tuotannollistenkin näkökulmien kautta. Kriittisimmät koneet voidaan myös määrittää koneiden vikaantumishistoriaa tarkastelemalla. TPM-kehitysohjelma aloitetaan ongelmallisimmasta koneesta, jonka jälkeen siirrytään seuraavaksi vikaherkimpään. Vikaantumishistorian hyödyntäminen edellyttää, että tarpeeksi kattavaa ja pitkältä ajalta kerättyä dataa koko laitoksen kaikista koneista on järkevästi saatavilla. Allaolevassa taulukossa 1 on esitetty yksi esimerkki kriittisyyden arviointiin (Järviö 2007, 113.)

Kriteeri	Määrittäminen
Korjauksen helppous	Kuinka helppoa (tai vaikeaa) on päästä käsiksi ja työskennellä laitteella? Vaatiiko vikojen havaitseminen tai korjaaminen erityisosaamista?
Luotettavuus	Kuinka eri tekijät vaikuttavat kohteen luotettavuuteen? Onko havaittu jatkuvia ongelmia? Ovatko ongelmat satunnaisia vai toistuvia? Kuinka usein viat esiintyvät? Onko kyse rikkoutumisesta, hidastuneesta nopeudesta vai asetusten muuttamisesta?
Tuotteiden laatu	Mikä vaikutus toimintahäiriöllä on tuotteiden laatuun? Kuinka helposti laatupoikkeamat ovat havaittavissa?
Läpimeno nopeus	Mikä vaikutus laitteen kunnolla ja suorituskyvyllä on tuotteen läpimeno nopeuteen?
Tuotannon menetys	Mikä on merkitys koko valmistusprosessin, tuotantolinjan tai osaston suorituskykyyn, jos laite ei toimi oikein, on rikki, tai epäluotettava tai vaikea korjata?
Turvallisuus	Mitä vaaratilanteita syntyy, jos laite ei ole kunnossa tai ei toimi luotettavasti?
Ympäristö	Mikä vaikutus laitteen kunnolla on ympäristöön?
Kustannukset	Mitkä ovat vian, epäluotettavuuden tai huonon suorituskyvyn taloudelliset seuraukset (välittömät ja välilliset kustannukset)?

Taulukko 1. Eräs näkemys työkaluista kriittisyyden arviointiin. (Järviö 2007, 114)

Kriittisyysarvion tulosten perusteella valitaan yksi tai useampi kriittiseksi arvioitu kone tai laite kehitysohjelmaan. Kehitysohjelman toisessa vaiheessa näiden ohjelmaan valittujen koneiden kunto ja mahdolliset korjaus- ja modernisointitarpeet kartoitetaan erityisen huolellisesti ja tehdään suunnitelmat koneen kunnostamisesta. Kolmannessa vaiheessa valittu kone tai koneet kunnostetaan ja puhdistetaan kauttaaltaan tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Koneiden täydellisen kunnostamisen jälkeen laaditaan uudet ohjeet koneen siivoukseen ja kunnossapitoon. (Järviö 2007, 113.)

4.3 RCM – Reliability Centered Maintenance

Lentokone-teollisuuden ja ilmailun tarve tehokkaalle ennakko- huoltostrategialle loi RCM (Reliability Centered Maintenance) strategian perusperiaatteet 1950-luvulla. Ehkäisevää kunnossapitoa saatetaan usein tehdä jopa liikaa, koska sen sopivaa tarvetta on vaikea arvioida tarkasti. RCM keskittyy prosessien ja laitteiden asettamiseen tärkeysjärjestykseen, minkä jälkeen selvitetään tärkeimpien laitteiden todennäköisimmät vikaantumistavat ja vikaantumisen aiheuttamat seuraukset. Näiden selvitysten perusteella määritellään tuotantolaitokselle uusi kunnossapito-ohjelma, joka keskittää resurssit mahdollisimman tehokkaasti. (Järviö 2007, 123-124.)

RCM- kunnossapitofilosofia soveltuu hyvin ehdotonta luotettavuutta vaativiin laitoksiin, kuten voimalaitoksiin. Sen periaatteita voidaan kuitenkin menestyksekkäästi hyödyntää myös muussa teollisuudessa, esimerkiksi laitteiden luokitteluun kriittisyyden ja vikaantumistodennäköisyyden mukaan.

5 KUNNONVALVONTA

5.1 Kunnonvalvonta osana ennakoivaa kunnossapitoa.

Ennakoiva kunnossapito pyrkii eri keinoin ennustamaan koneen kunnossa tapahtuvia muutoksia ja todennäköisiä vikaantumiskohteita. Kunnonvalvonta on kunnossapidon osa-alue, joka tuottaa erilaisin mittausmenetelmin ajantasaista tietoa koneen kunnosta. Perinteinen kunnonvalvonta on ollut asiantuntijatyötä ja monissa suurissa tuotantolaitoksissa työskenteleekin useita kunnonvalvontaan keskittyviä henkilöitä. Nykyteknologia on mahdollistanut kunnonvalvonnan automatisoinnin ja tuonut kunnonvalvontatoiminnan koko kunnossapitohenkilöstön ja myös koneenkäyttäjien saataville. (Järviö 2007, 50.)

5.2 Aistinvarainen kunnonvalvonta

Aistinvarainen kunnonvalvonta on kunnonvalvontamenetelmistä vanhin, mutta sen merkitystä ei tulisi vielä nykypäivänäkään väheksyä. Vaikka tuotantolaitoksessa olisikin käytössä modernimpia keinoja kunnonvalvontaan, kannattaa aistinvaraisen kunnonvalvonnan keinoja käyttää esimerkiksi koneiden käytön ja kunnossapitotöiden yhteydessä koneiden kunnon seurantaan. Aistinvaraisen kunnonvalvonnan tehokas hyödyntäminen vaatii koulutusta ja aistien käyttöön liittyvien rajoitteiden ymmärtämistä. (Riutta 2009, 1.)

Aistihavaintoja kunnonvalvonnassa tehtäessä täytyy huomioida:

- *aistien herkkyydessä eri henkilöillä on suuria eroja*
- *aistien herkkyys laskee iän lisääntyessä*
- *ihmisen vireystila vaikuttaa aistien herkkyyteen*
- *lieväkin sairaus vaikuttaa aistien herkkyyteen*
- *ympäristön aiheuttamat häiriöt vaikeuttavat aistihavaintojen tekemistä*

(Riutta 2009, 5.)

Näköhavaintojen avulla voidaan tarkastella laitteen tiiveyttä, liitoksia ja pintojen kulumista. Nestevuodot voidaan havaita kosteutena vuotokohdassa tai suuremmissa vuodoissa tiputtamisena tai valumisena. Löystyneet liitokset on helpointa havaita maalipinnan halkeamia etsimällä. Tämän vuoksi myös korjaustöiden, esimerkiksi revenneiden hitsaussaumojen korjaushitsauksen jälkeen, vauriokohdat tulisi aina maalata uudelleen kunnonvalvonnan helpottamiseksi. (Riutta 2009, 3-6.)

Näköaistin hyödyntäminen kunnonvalvonnassa edellyttää sen rajoitteiden ymmärtämistä ja yksilökohtaisten ominaisuuksien tuntemista. Esimerkiksi ikääntymisellä on suuri vaikutus näkökykyyn. Silmien kyky kohdentaa katse eri etäisyyksille heikkenee huomattavasti jo keski-iässä. Tämän niin sanotun ikänäön kehittymisessä on kuitenkin myös huomattavia yksilökohtaisia eroja. (Riutta 2009, 3-6.)

Kuuloaistia kunnonvalvonnassa hyödyntämällä voidaan havaita esimerkiksi vikaantuneita laakereita ja välyksellisiä niveliä. Kuuloaistin hyödyntämistä rajoittaa tehdasympäristöissäkin yleisesti vallitseva suuri melutaso, joka pakottaa käyttämään kuulosuojaimia. Tarkkailtavasta kohteesta lähtevät äänet voidaan eristää käyttämällä apuvälineenä stetoskooppia tai akustista koetinta. Akustisen koettimen hyöty stetoskooppiin nähden on mahdollisuus säätää kuunneltavan äänen voimakkuutta. (Riutta 2009, 8.)

Tuntoaisti on hyödynnettävissä tärinän, lämpötilan ja kaasuvuotojen tarkkailuun koneen käynnin aikana. Tuntoaistia käytettäessä on huomioitava tuntoaistin rajoitteet ja ympäristön olosuhteiden vaikutus aistihavaintoihin. Lämpötilan arvioinnin yläraja koskettamalla on noin 50°C, tämän yläpuolella kosketus tuntuu polttavalta. 50°C lämpötilaa voidaan pitää moottoreille ja laakereille normaalina toimintalämpötilana, jolloin lämpötilaa käsin kokeilemalla voidaan tehdä nopea arvio koneen kunnosta. Kylmissä olosuhteissa tuntoaistin toiminta heikkenee, jolloin varsinkin lämpötilan arviointiin on suhtauduttava kriittisesti. Tuntoaisti on hyödynnettävissä myös vuotoja etsittäessä. Pienikin paineilmavuoto tuntuu selkeästi paljaalla iholla. Vuotoja etsittäessä on kuitenkin muistettava työturvallisuus ja huomioitava vuotavan kaasuun aiheuttamat riskit. Esimerkiksi korkeapaineinen paineilma voi aiheuttaa hengenvaaran tunkeutumalla ihossa olevan haavan kautta verenkiertoon. Vuotojen etsiminen tulee aina aloittaa turvalliselta etäisyydeltä tunnustelemalla. Isot vuodot ovat yleensä havaittavissa myös ääni- ja näköhavainnoin, jolloin tuntoaistin käyttäminen ei ole tarpeellista. (Riutta 2009, 9.)

5.3 Värähtelymittaukset

Koneen ja sen osien värähtelyn mittaaminen eri asteisilla mittalaitteilla on yleisimpiä käytössä olevia kunnonvalvonnan keinoja. Värähtelymittauksen yleisimpiä soveltamiskohteita on vierintälaakereiden kunnonvalvonta. Korkeataajuista, yli 2000 Hz taajuuden, värähtelyä mittaamalla voidaan aikaisessa vaiheessa havaita voitelukalvon häviäminen laakerin kosketuspinnolta. Myös erilaisia mekaanisia vaurioita, kuten vierintäelin- tai pidinvaurioita voidaan havaita värähtelyssä tapahtuneiden muutosten perusteella. Värähtelymittausten tärkein osa-alue on mittaustulosten asianmukainen analysointi, dokumentointi ja käyttäminen. Ilman riittävää asiantuntemusta kerättyjä tietoja ei välttämättä osata analysoida riittävän tehokkaasti, eikä toimenpiteisiin ryhtyä riittävän ajoissa. (Nohynek & Lumme 1996, 17-19.)

5.4 Lämpötilamittaukset

Lämpötilamittaukset olivat ennen värähtelymittaustekniikan kehittymistä yleinen keino laakereiden kunnonvalvontaan. Lämpötilamittauksella on kuitenkin haastavaa havaita perinteisiä vierintälaakerivikoja varhaisessa vaiheessa. Erilaisten hitaasti pyörivien liukulaakereiden kunnon arvioinnissa lämpötilamittauksesta voi kuitenkin olla hyötyä. Lämpötilamittauksilla voidaan myös valvoa ei-kriittisten vierintälaakereiden vikaantumista paikoissa, joissa värähtelymittauksien tekeminen ei ole järkevää. Mittauksia on myös mahdollista hyödyntää kunnonvalvonnassa toisten menetelmien tukena. Lämpötilamittauksilla voidaan myös arvioida sähkökomponenttien kuormitusta ja kuntoa. Mittalaitteina nykyisin käytetään lähinnä infrapunaan perustuvia kosketuksettomia mittareita ja lämpökameroita. (Nohynek & Lumme 1996, 20.)

5.5 Sähkömoottoreiden virtamittaukset

Oikosulkumoottorin kuntoa voidaan arvioida yhden moottorille menevän vaiheen virran spektrianalyysillä. Menetelmällä voidaan havaita niin sähköisiä kuin mekaanisiakin vikoja. Esimerkkejä virta-analyysillä havaittavissa olevista vioista ovat käämitys- ja juotosongelmat, asennusvirheestä tai kulumisesta aiheutunut roottorin ja staattorin välinen epäkeski-
syys sekä taipunut akseli. (Nohynek & Lumme 1996, 23.)

5.6 Öljyanalyysi

Hydrauliikkajärjestelmän osien kuluessa öljyn seassa olevien kulumishiukkasten määrä ja koko kasvaa. Kulumishiukkasanalyysi eli ferrografia tarkkailee näitä muutoksia ja pyrkii tuloksien perusteella ennustamaan koneen kunnossa tapahtuvia muutoksia. Yksittäisiä hiukkasia mikroskoopilla tarkastelemalla voidaan saada tietoa kulumismekanismista ja mahdollisesta kuluvasta komponentista. Analyysi tehdään erikseen tutkimusta varten otetusta öljynäytteestä. (Nohynek & Lumme 1996, 26.)

6 ESINEIDEN INTERNET

Internet of things (IoT) – esineiden internetillä tarkoitetaan mahdollisuutta yhdistää internetiin ja toisiinsa sellaisia laitteita ja koneen osia, joiden ei perinteisesti ole ajateltu tarvitsevan älykkäitä ominaisuuksia tai kykyä kommunikoida keskenään. Esineiden internet mahdollistaa koneiden verkostoitumisen keskenään ja aikaisempaa nopeamman tiedon tallentamisen suoraan esimerkiksi pilvipalveluun laitteessa olevan paikallisen muistin sijaan. Tutkijat ovat arvioineet verkkoon liitettyjen laitteiden määrän kasvavan tulevaisuudessa jopa 100 miljardiin. (Forbes 2018.)

Yksi monille suomalaisille tuttu arkipäiväinen esimerkki esineiden internetistä on etäluettava sähkömittari. Mittarilla mitattu sähkönkulutus lähetetään suoraan sähköyhtiölle, jolloin perinteisiä mittarinlukukäyntejä ei enää tarvita. Esineiden internetin uskotaan mahdollistavan yhtä suuren teknologisen vallankumouksen kuin sähkön käyttö ja tietokoneiden kehittyminen. Uudet teknologiat tuovat tullessaan tietenkin myös ongelmia. Suurimpana kysymysmerkkinä ovat tietoturvallisuusasiat. Esimerkiksi suljettuun verkkoon saattaa olla mahdollista murtautua jonkin yksinkertaisen ja heikosti suojatun laitteen kautta. (YLE 2018.)

Teollisuusympäristössä merkittävimmät esineiden internetin tarjoamat mahdollisuudet liittyvät tietojen keräämiseen ja käsittelyyn. Laitteiden ja prosessien monitorointi on aikaisemmin vaatinut itse mittalaitteen lisäksi suuria määriä kalliita kaapelointeja, joiden kunnossapito ja mahdolliset muutostyöt aiheuttavat myös ylimääräisiä kuluja. Esineiden internet mahdollistaakin valtavan tietomäärän keräämisen ja tallentamisen analysointia varten, verrattain pienin kustannuksin.

7 CASE KOSKISEN OY: ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN LEVYTEOLLISUUDESSA.

7.1 Tarve tehokkaammalle ennakko huollolle

Levyteollisuuden kunnossapidolla oli herännyt tarve kehittää ennakko huoltoa ja selvittää uusien teknologioiden kunnonvalvonnalle tarjoamia mahdollisuuksia. Ennakko huollon kehittämällä tavoitellaan koneiden käyntiasteen kasvattamista ja 2-laadun vähenemistä.

Olin työskennellyt aikaisemmin kesän 2017 työharjoittelussa kunnossapitoasentajana vaneritehtaan kunnossapidossa, joten kunnossapidon toiminta, käytettävät tuotantomenetelmät ja tilat, sekä käytössä olevat koneet olivat jo ennestään tuttuja. Tämän opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla kunnossapidon nykytilaan ennakko huollon näkökulmasta. Työskentelin kesän 2018 vaneri- ja pinnoitustehtailla ennakko huoltotarkastajana, jolloin järjestelmiin ja työskentelytapoihin tutustuminen tapahtui joustavasti työn ohella. Tutustuin lisäksi niin sanotun vuorokunnossapitäjän työhön toimimalla tehtävässä muutama päivä- ja yövuoron ajan.

Aiheeseen tutustumisen ja ennakko huollon nykytilan selvittämisen myötä rakentui näkemys tärkeimmästä tässä työssä käsiteltävästä kehityskohteesta, käyttäjäkunnossapidon lisäämisestä ja kehittämisestä.

7.2 Nykytilanne

Levyteollisuuden kunnossapito-organisaatiossa työskentelee työnjohto mukaanluettuna noin 50 työntekijää ja toimihenkilöä. Mekaaninen- ja sähkökunnossapito on jaettu omiksi organisaatioikseen, joilla kummallakin on oma työnjohtonsa. Kunnossapidon tukena toimii lisäksi useita ulkopuolisia aliurakoitsijoita niin asennus- kuin tarkastus- ja asiantuntijatehtävissäkin. Suurin osa kunnossapitäjistä työskentelee päivävuorossa 40 h/viikko työajalla. Tehtaalla on lisäksi ympäri vuorokauden paikalla yksi sähkö- ja yksi kunnossapitoasentaja. Mekaaniset vuorokunnossapitäjät työskentelevät 12 tunnin ja sähkökunnossapitäjät 8 tunnin työvuoroissa. Tuotanto työskentelee pääasiallisesti 3/7 vuorokierrossa, jolloin tehdas toimii muutaman kerran vuodessa pidettävää huoltoseisakkia lukuun ottamatta ympäri vuorokauden ja seitsemänä päivänä viikossa.

7.2.1 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon sisältyy tällä hetkellä lähinnä päivittäinen siisteyden ylläpito ja koneen siivoaminen ja puhdistus jaksotettujen huoltoseisokkien aikana. Huoltoseisokkien väli vaihtelee koneesta riippuen muutamasta vuorokaudesta kahteen viikkoon. Muutamalla vähäisemmällä käytöllä olevalla koneella huoltoseisakki pidetään vain tarvittaessa. Seuraavan sivun kuvassa 1 on nähtävissä vaneritehtaan viikkosiivousseisakit aikaväleineen. Tietyillä koneilla operaattorien työtehtäviin kuuluu myös tarvittavat terien vaihdot ja asetteiden tekeminen. Konelinjojen välillä on myös hyvin suuria eroja operaattoreiden suorittaman käyttäjäkunnossapidon suhteen. Esimerkiksi työkaluja on osalla linjoista operaattoreiden käytössä melko kattavasti, mutta osaamisen taso on hyvin vaihtelevaa eikä operaattoreille ole juurikaan annettu kunnossapitokoulutusta.

Operaattorit ilmoittavat koneessa havaitsemistaan kriittisistä vioista nopeasti puhelimitse kunnossapidolle. Kiireettömämmät vikakohteet voidaan myös tuoda esille tuotannon osastokohtaisessa aamupalaverissa tai tehdä aloite yrityksen intranetissä olevaan aloitejärjestelmään. Koneenkäyttäjillä on kuitenkin hyvin vaihtelevan tasoista teknistä osaamista, jolloin kriittinen vika on havaitsemishetkellä saattanut jo ehtiä vaikuttamaan tuotteen laatuun tai pysäyttää koneen toiminnan kokonaan. Vaativimmat säätötyöt ja käytännössä kaikki kunnossapitotyöt jäävät kunnossapitoasentajien tehtäväksi. Monet vähäisemmät kunnossapitotyöt saattavat varsinkin öisin kuormittaa turhaan jo valmiiksi kiireistä päivystävää kunnossapito- tai sähköasentajaa.

VANERITEHDAS VIKKOSIIVOUSSEISOKIT										pöytäkirja 13.11.2018
	Maaantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauanai	Sannaai	Hoio i		
Sorriozasto	Kio	Kio	Kio	Kio	Kio	Kio	Kio			
Tukhiozavri				08-12						
Sorri 1				08-12						
Sorri 2				08-12						
Sorri 3				08-12						
Katkonta				08-12						
Kokkurit ja kuji				08-12						
Kuivaus										
Kuivaus 1	6-14									Tarviteessa
Kuivaus 2										Parillinen viikko
Kuivaus 3										Parillinen viikko
Kuivaus 4	6-14				6-14					Parillinen viikko
Vilhozasto										
Palkkaus, kseti										tarviteessa
Palkkauslilja										tarviteessa
Lajitelilja										Huollot sovitaan erikseen
Pinaane Diaki			08-10							tarviteessa
Pinaane Kuper										
Nanus: 1		08-10								
Nanus: 2		11-13								
Nanus: 3										
Kuper nanus: 2										
Jatko 1										
Jatko 2				08-11						Parillinen viikko
Jatko 3										
Limausozasto										
Ladonsa 1			7-10							viikkun tarviteessa
Ladonsa 2					13.00-22.00					tarviteessa
Ladonsa 3					13.00-22.00					iläksilä tarviteessa
Ladonsa 4										
Ladonsa 5	7-10	10-14				04-06 vanuujen vaihto				
Ladonsa 6		6-9								
Ladonsa 7		6-9								
1.puristin(16-vsi.)		10-14								huolto tiistaiin jalka kolmas viikko (vuorovikoin puristimien keskien)
2.puristin(20-vsi.)		10-14								huolto tiistaiin jalka kolmas viikko (vuorovikoin puristimien keskien)
3.puristin(13-vsi.)		10-14								
1.puristin(30-vsi.)		7-10								Tarviteessa
Kuivovilluhakkuri										
Vilmeteteli										
Kittauslilja			6-8							
Ruomasala, hakkuri			6-9							
Hiomalilja			parit 6-10 parit 6-8							
Vanha vilmeteteli										Tarviteessa
Polimeac										Tarviteessa
Virtavelilja										Tarviteessa
Jatkolajaus										
Puristimet p04, vitra										
p05, pikaraki		07-09								Huollon tarve määrätellään perinteina klo 13-14, 30 mennessä
p06, 16-vsi	6-8									Tarviteessa
p07, kadi										Tarviteessa
p08, lasgani		11-14								Tarviteessa
p09, lammi										Tarviteessa
Honasa			07-10							
Helisa										
Saksaa, Rover										
Saksaa, m9										
CNC	11-13									Yksi kerrallaan
Lajitelu				8-10						
Lajitelu										
Mssajamat					20-22					

Kuva 1. Vaneritehtaan viikkosiiivousseisokit

7.2.2 Kunnonvalvonta

Tällä hetkellä kunnonvalvonta on toteutettu yhteistyössä oman henkilöstön ja ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Levyteollisuudessa työskentelee yksi värähtelymittauksiin ja lastulevyn valmistuksen asiantuntijatehtäviin keskittynyt kunnonvalvontainsinööri sekä yksi vanerinvalmistuksen ja pinnoituksen mekaanisiin ennakko- ja huoltotarkastuksiin keskittynyt ennakko- ja huoltotarkastaja. Lisäresurssina käytetään tarvittaessa ulkopuolista urakoitsijaa. Lisäksi lastulevytehtaan vuorokunnossapitäjät suorittavat lastulevynvalmistuksen ennakko- ja huoltotarkastukset muun työnsä ohella.

Värähtelymittaukset tehdään niin sanottuina reittimittauksina, joissa värähtelymittaukset suoritetaan kannettavalla mittalaitteella etukäteen suunnitellun, tietyt mittauskohteet sisältävän, mittausreitit mukaisesti. Mitattavat kohteet ovat koneiden toiminnan kannalta kriittisiksi arvioituja laakereita, puhaltimia ja suurempia sähkömoottoreita, joita ei ole kannattavaa pitää varastossa yllättävän rikkoutumisen varalle. Kaikki värähtelymittausten piirissä olevat laitteet käydään mittaamassa kiinteän kahden kuukauden mittausvälin puitteissa.

Käytössä on FAG:n valmistama kannettava mittalaite, jolla mittaukset tehdään mitattaviin laitteisiin kiinteästi asennetuista mittauspisteistä. Mittalaite antaa suoraan nopean arvion mittauskohteen kunnosta mittauksen perusteella. Mittaustulokset ladataan tietokoneelle, jossa niitä voidaan analysoida tarkemmin mittalaittevalmistajan ohjelmistolla.

Ennakko- ja huoltotarkastuksilla valvotaan koneiden kuntoa tarkastamalla koko kone kerralla tai useampaan osaan jaettuna ainetta rikkomattomin menetelmin. Tarkastukset tehdään kunnossapitojärjestelmään tallennettujen työohjeiden mukaisesti. Työohjeet on tehty laitevalmistajan toimittamien huolto-ohjeiden kunnossapito- ja tarkastusohjeita mukaillen. Tarkastuksissa valvotaan kaikkien toimilaitteiden, kuten moottorien ja sylinterien kuntoa. Lisäksi kiinnitetään huomiota esimerkiksi runkorakenteiden kuntoon ja seurataan koneen toimintaa käytön aikana. Tarkastuksilla pyritään löytämään kuluneet ja vaurioituneet osat, kuten väljät laakerit ja nivelet ennen niiden lopullista rikkoutumista.

Ennakko- ja huoltotarkastajalla on käytössään yleisimmät kunnonvalvonnassa käytettävät työvälineet, kuten lämpömittari ja -kamera, stroboskooppi pyörivien kohteiden tarkastamiseen ja endoskooppi vaikeapääsyisimpien kohteiden tarkastamiseen. Näiden lisäksi ennakko- ja huoltotarkastajalla on käytössä pienikokoinen SKF Quick Collect- värähtelymittauslaite, joka antaa laitteen kunnosta suoran arvion helppokäyttöisen mobiiliohjelman avulla. Mittalaitteen käyttö ei myöskään vaadi erityistä värähtelymittauksen asiantuntemusta. SKF-mittalaitetta käytetään tällä hetkellä lähinnä silloin, kun aistinvarasten havaintojen perusteella on syytä epäillä vikaantumista. Mittaustuloksen perusteella ennakko- ja huoltotarkastaja voi

ottaa yhteyttä kunnonvalvontainsinööriin ja pyytää tätä suorittamaan tarkempia mittauksia. Suurin osa ennakkohuoltotarkastuksista tehdään kiinteällä kolmen kuukauden aikavälillä. Joillakin kriittisemmiksi arvioiduilla koneilla tarkastusväli on puolitettu kuuteen viikkoon.

Osa ehkäisevän kunnossapidon töistä ja huolloista on ulkoistettu ulkopuolisille alihankkijoille. Esimerkiksi vanerin ladonnassa liimanlevitykseen käytettävien liimavalssien huolto ja telojen uudelleen pinnoitus tehdään ulkopuolisen yrityksen toimesta. Osa käytössä olevista koneista on hankittu huoltosopimuksella, jolloin laitetoimittaja huolehtii kyseisen koneen huolloista ja tarkastuksista. Ulkopuolisten aisantuntijoiden palveluita käytetään myös esimerkiksi öljynäytteiden analysointiin ja suurten sähkömoottorien huoltoon ja huoltotarpeen arviointiin.

8 KRIITTISYYSLUOKITTELU

Levyteollisuudessa käytössä oleville tuotantolinjoille ei tällä hetkellä ole määriteltynä kriittisyysluokitusta. Konelinjojen pysähtymisestä aiheutuvia tuotannonmenetyksiä on aikaisemmin laskettu ja karkeaa jaottelua tehty, mutta ajantasaista tietoa ei ole helposti saatavilla. Määrittelemällä koneiden kriittisyys joko tuotannon tarpeiden, laitteiden vikaantumishistorian tai parhaimmassa tapauksessa molempien perusteella, auttaa kohdentamaan kunnossapidon resursseja oikean määrän oikeaan paikkaan – kunnossapitoa voidaan myös tehdä liikaa.

Tutustuin tätä opinnäytetyötä tehdessäni tällä hetkellä käytössä olevasta kunnossapitojärjestelmästä saatavissa oleviin historiatietoihin tehtyjä kunnossapito ja vikakorjaustöitä koskien. Näitä historiatietoja ovat esimerkiksi tehdyt työt lajiteltuna kunnossapitolajeittain sekä työn suorittamiseen käytetty aika. Myös huolellisesti kirjoitettu vikakuvaus ja mahdollisimman tarkasti kohdistettu vikakohde ovat tärkeitä tietoja. Nykyisen kunnossapitojärjestelmän käyttöön on yrityksessä siirrytty vasta muutama vuosi sitten, ja käyttönotossa on varsinkin vanhempien asentajien keskuudessa ollut huomattavissa muutostarintoa. Järjestelmän ja mobiilisovelluksen käytössä ja kirjausten oikeellisuudessa on havaittavissa paljon puutteita. Pahimmassa tapauksessa tehtyjä huoltoja ja häiriökorjauksia on jätetty kokonaan kirjaamatta järjestelmään ymmärtämättä niistä saatavissa olevien historiatietojen tärkeyttä.

Suunnitellun kunnossapidon, kuten määräaikaishuoltojen, kohdalla tilanne on melko hyvä. Valitettavasti suurimmat puutteet ovat vikakorjausten kirjaamisessa, jolloin koneiden vikaantumishistoriasta ei ole tällä hetkellä saatavissa tarpeeksi pitkältä ajalta luotettavaa dataa. Tehtyjä kirjauksia ei usein opastuksesta huolimatta ole kohdennettu laitetasolle, vaan sen sijaan linjakohtaisesti. Kunnossapitotyötuntien kohdistuminen linjoille on kohtuullisesti arvioitavissa, mutta linjakohtaisiakin tietoja vääristävät satunnaisesti esiintyvät virheelliset tuntikirjaukset.

Näihin puutteisiin on tämän työn tekemisen aikana puututtu aktiivisesti kunnossapidon työnjohdon toimesta ja positiivinen suuntaus on huomattavissa. Koneiden kriittisyysluokittelun tekeminen vikaantumishistorian perusteella ei kuitenkaan aikaisemmin mainituista syistä johtuen ole tällä hetkellä järkevää. Kriittisyysluokittelun vaatima työmäärä jo itsessään riittäisi useampaankin opinnäytetyöhön, joten aihetta ei tässä työssä käsitellä enempää. Myös työn tilaaminen ulkoiselta yritykseltä saattaa käsiteltävän datan määrän vuoksi olla järkevää.

Vikaantumishistorian analysoimisen sijaan jonkinlaisen tuotannollisesta näkökulmasta tehdyn linjakohtaisen luokittelun käyttö tarkastus- ja huoltovälien uudelleen määrittelyyn on tarpeen. Luokittelu voitaisiin tehdä esimerkiksi aikaisemmin käytössä olleen tavan mukaisesti, linjan pysähtymisestä aiheutunut tuotannonmenetykset määrittelemällä. Tämän perusteella koneet voidaan asettaa karkeaan tärkeysjärjestykseen ja kohdistaa kunnossapitoresursseja sen perusteella.

9 SIIRTYMINEN KONEENKÄYTTÄJIEN SUORITTAMAAN PÄIVITTÄISEEN KUNNOSSAPITOON

Koneenkäyttäjiltä on lähes poikkeuksetta saatavissa ajantasaisin tieto koneen kunnosta. Monesti koneenkäyttäjien tekniset tiedot ja taidot sekä osaaminen eivät kuitenkaan ole riittävällä tasolla kunnossapitotöitä silmällä pitäen. TPM-filosofian näkökantoja hyödyntämällä ja soveltamalla voidaan koneiden kunnossapitoa parantaa ja toimintavarmuutta kasvattaa ottamalla myös käyttäjät mukaan koneen kunnossapitoon.

Tärkeintä olisi luoda käyttäjien keskuuteen positiivinen ”me asenne”, jossa ymmärretään oman toiminnan merkityksellisyys koko koneen toiminnan kannalta. ”Ei kuulu minulle” -ajattelu täytyy unohtaa ja ymmärtää kunnossapidon olevan käyttäjien ja kunnossapitäjien saumatonta yhteispeliä. Tähän on mahdollista päästä vain pitkäjänteisellä koulutuksella ja koko yrityksen tasolla tapahtuvalla valistuksella ja asennemuutoksella. Käyttäjien tekemästä kunnossapidosta tulisi koneisiin tehtävillä muutoksilla, toimintaohjeilla ja tarvittavilla välinehankinnoilla tehdä mahdollisimman helppoa.

TPM-ajatuksen mukaiseen toimintatapaan siirtyminen on pitkä ja työläs prosessi. Muutos on järkevää tehdä yksi tai muutama konelinja kerrallaan prosessin tulokset dokumentoiden ja samalla prosessia kehittäen. Aikaisemmin mainituista syistä koneiden vikahistoriasta ja kunnossapidollisen työmäärän jakautumisesta ei ole vielä helposti saatavilla luotettavaa ja pitkäaikaista dataa vikaantumisten analysoimiseksi tai vikahistorian pohjalta tehtävän kriittisyysluokittelun tekemiseksi koneille. TPM-prosessiin olisi näiden tietojen puuttuessa järkevää valita ensimmäisenä esimerkiksi tuotantoprosessin kannalta kriittiset, niin sanottuna pullonkaulana toimivat koneet.

Myös uusien ja uudehkojen konelinjojen ottaminen mukaa TPM-pohjaiseen toimintatapaan on järkevää, sillä ne vaativat vähemmän modernisointia, muutoksia ja kunnostamista. Levyteollisuudessa on varsinkin vaneritehtaalla käytössä useita samantyyppisiä konelinjoja samanlaisessa tehtävässä. Siirtyminen TPM-filosofian mukaisiin toimintamalleihin kannattaakin mahdollisuuksien mukaan toteuttaa osastoittain. TPM-prosessia ja sen teoriaa on käsitelty laajemmin tämän työn teoriaosuudessa.

9.1 Uudet puhdistus-, huolto- ja tarkastusohjeet

TPM-filosofia painottaa puhtauden tärkeyttä. Likapartikkelit pienivälyksisissä liikkuvissa osissa, kuten laakereissa ja johteissa, ovat yksi suurimmista ennen aikaista kulumista aiheuttavista tekijöistä. Likaisen koneen kunnon seuraaminen on vaikeaa ja osa alkavista vioista saattaakin yleisen likaisuuden vuoksi jäädä huomaamatta. Likaiset työskentelyolosuhteet tekevät myös huoltotoimenpiteistä ja koneiden käyttämisestä epämiellyttävää. Huolellisen puhdistamisen yhteydessä myös koneen kuntoa tulee tarkkailtua ikään kuin vahingossa ja huomaamatta. (Järviö 2007, 116.)

Tällä hetkellä käyttäjien suorittamat puhdistus- ja huoltotoimet rajoittuvat osalla koneista lähinnä lattioiden ja kulkureittien siivoamiseen, pölyn poistamiseen esimerkiksi valokennojen pinnoilta sekä laitteen toiminnalle kriittisten kohteiden, kuten liimalaitteiden, puhdistamiseen. Kunnossapito taas keskittyy lähes poikkeuksetta vain korjaus- ja huoltotoimenpiteiden suorittamiseen. Koneiden laajempi puhdistaminen on monin paikoin jäänyt työksi, jolle ei ole määritelty suoraa vastuuhenkilöä. Tällöin voiteluaineita, öljyä, liimaa tai esimerkiksi puukittiä pääsee kertymään koneen pinnoille. Kun tähän pikkuhiljaa kertyvään likaan tarttuu esimerkiksi hienoa puupölyä, muodostuu paksu likakerros, joka pahimmillaan estää vaikkapa runkorakenteiden alkavien halkeamien ja vaurioiden havaitsemisen.

Koneiden viikkosiivoukset tehdään erikseen määriteltynä ajankohtina, aikaisemmin käsitellyllä tavalla. Viikkosiivouksien yhteydessä suoritetaan myös tarvittavat jaksotetun ja ennakoidun kunnossapidon työt ja huollot, sekä siivouspäiväksi siirrettävissä olleet vikakorjaukset. Viikkosiivoukseen on tämän vuoksi monilla koneilla varattu huomattavasti puhdistamisen vaatimaa aikaa enemmän seisakkaikaa. Monesti tuotannon työntekijät ja operaattorit joutuvat omien siivous- ja säätötöidensä jälkeen odottamaan kunnossapitotöiden valmistumista pidempiäkin aikoja. Tämä aika voitaisiin käyttää hyväksi perusteellisempaan puhtaanapitoon ja helppojen ja yksinkertaisten kunnossapitotöiden, kuten viikoittaisten voiteluiden suorittamiseen.

Siisteydessä on otettava tavoitteeksi mahdollisimman kokonaisvaltaisen puhtauden ylläpito. Onnistuminen lähtee liikkeelle oikeasta ajatusmaailmasta ja asenteesta. ”Ei kannata, likaantuu kuitenkin uudestaan” ajattelumallista on luovuttava ja ymmärrettävä jatkuvan siisteyden ylläpitämisen vaativan loppujen lopuksi melko pieniä panostuksia. Vaikeasti puhdistettava lika, kuten liima, kannattaa puhdistaa jo tuoreeltaan. Monin paikoin tarvitaan myös parannuksia koneiden rakenteelliseen kunnossapidettävyyteen, sillä puhdistusta ja kunnossapitoa ei välttämättä varsinkin vanhimpia konelinjoja suunniteltaessa ole otettu riittävästi huomioon.

Koneille tehtävien huolto-ohjeiden tulisi olla mahdollisimman yksityiskohtaiset ja selkeät. Ohjeissa tulisi kuvata tehtävät puhdistus ja huoltotyöt laitekohtaisesti ohjeaikoineen. Tarvittaessa käytetään kuvia ja piirroksia työtehtävän havainnollistamiseksi. Uudet työohjeet lisätään myös koneenkäyttäjien käyttöön tietyiltä osin otettavaan kunnossapitojärjestelmään. Parhaimmillaan työohje on lomaketyyppinen, jossa tehty työvaihe tai tarkastus kuitataan tehdyksi mobiililaitteella kunnossapitojärjestelmään. Tämän opinnäytetyön liitteenä on yksinkertaistettu esimerkki työohjeesta käyttäjän suorittamaan kunnossapitoon.

9.2 Käyttäjien suorittamat tarkastukset ja kunnossapitotyöt.

Käyttäjien suorittamalla kunnossapidolla keskitytään pitämään koneen kunto ja käyttöolosuhteet vakiona, sekä havainnoimaan nopeasti kehittyviä vikakohteita ja kulumista. Käyttäjäkunnossapidon painopiste tulisi TPM-filosofian mukaisesti olla puhtaanapidossa ja aistinvaraisessa kunnonvalvonnassa. Tavoitteena ei kuitenkaan ole kouluttaa jokaisesta koneenkäyttäjistä kunnossapidon ammattilaista. Kunnossapitajien vastuulle jäävät edelleen määräaikaishuollot ja -tarkastukset, vaativampi vianhaku ja suuremmat korjaustyöt ja osien vaihdot.

Käyttäjien ottaminen mukaan koneiden kunnossapitoon tuo myös kunnossapitäjille varsinkin prosessin alkuvaiheessa lisää työtä ja vastuuta. Aluekunnossapitäjillä on kyseessä olevan konelinjan kanssa työskentelystä, riskitekijöistä ja työmenetelmistä paras osaaminen. Tätä tietotaitoa kannattaa hyödyntää koneenkäyttäjien kouluttamisessa ja opastamisessa.

9.2.1 Tarkastaminen ja kunnonvalvonta

Koneen käytön ohella voidaan seurata koneen toimintaa ja siinä tapahtuvia muutoksia aistinvaraisen kunnonvalvonnan keinoin. Operaattoreiden ja koneenkäyttäjien painopisteenä kunnonvalvonnassa tulisi olla pultti- ja hitsausliitosten, sähkömoottoreiden lämpötilan ja käyntiäänien sekä kulumisen havainnointi yleisesti koko konelinjalla. Sopivalla koulutuksella koneenkäyttäjät voisivat kiristää löytämänsä löystyneet pulttiliitokset ja myös tehdä pieniä korjauksia, kuten hihnan vaihtoja. Muut havaitut vikakohteet ilmoitettaisiin edelleen viiveettä kunnossapidolle.

Mikäli konelinjalla ei vielä tarvittavia työkaluja ja työvälineitä ole, on ne hankittavissa kohtuullisin kustannuksin. Tuotannon työntekijät on myös otettava mukaan kunnossapitojärjestelmän käyttöön vikakohteiden sujuvan raportoinnin mahdollistamiseksi ja nopeuttamiseksi. Korjaukset tulisi saada suoritettua mahdollisimman nopeasti, jotta koneenkäyttäjien motivaatio tarkastamiseen ja kunnonvalvontaan pysyy yllä. Alihankkijoita kannattaa

hyödyntää tarvittaessa. Tuotannon työntekijöiden pääsy kunnossapitojärjestelmään on tärkeää myös kunnossapidon työjonon seuraamiseksi. Näin vikailmoituksia ei tule tehtyä useampaan kertaan ja korjauspyyntöjen etenemistä ja valmistumista voidaan seurata reaaliajassa. (Järviö 2007, 118.)

9.2.2 Voiteluhuolto

Sopivalla koneenkäyttäjien koulutuksella ja rakenteellisilla muutoksilla usein tehtävät voiteluhuollot voitaisiin siirtää operaattoreiden tehtäväksi. Tämä käsittää lähinnä rasvanipalla varustettujen voitelukohteiden, kuten kuula- ja liukulaakereiden voitelemisen rasvaprässillä. Lisäksi automaattivoitelujärjestelmien voiteluaineen riittävyyden ja toimintakunnon seuraaminen ovat töitä, jotka eivät vaadi suurta erikoisosaamista. Voiteluhuoltoa voidaan helpottaa keskittämällä tarvittavat voitelupisteet rasvaputkilla yhteen tai muutamaan paikkaan ja minimoimalla erehtymisen mahdollisuus käyttämällä esimerkiksi värikoodausta. Mikäli työpisteellä on käytössä useampia voiteluaineita, voidaan voitelutyötä helpottaa hankkimalla jokaiselle voiteluaineelle oma rasvaprässinsä.

Ottamalla koneen käyttäjät mukaan voiteluhuollon toteuttamiseen, vapautuu voitelumeکانikoille lisää työaika voitelujärjestelmien ennakkohuoltoon ja tarkastamiseen sekä sellaisten vaikeapääsyisten kohteiden voiteluun, jotka ovat aikaisemmin saattaneet jäädä turhan vähälle huomiolle. Tällaisia ovat esimerkiksi rullakuljettimien ketjut, joiden öljyvoitelu usein vaatii suojen ja rakenteiden purkamista. Lisäksi kunnossapidon vastuulle jäisi huolehtia voiteluaineiden riittävyydestä työpisteillä ja avustaa ja ohjeistaa koneenkäyttäjiä tarvittaessa.

9.2.3 Vikakorjaukset

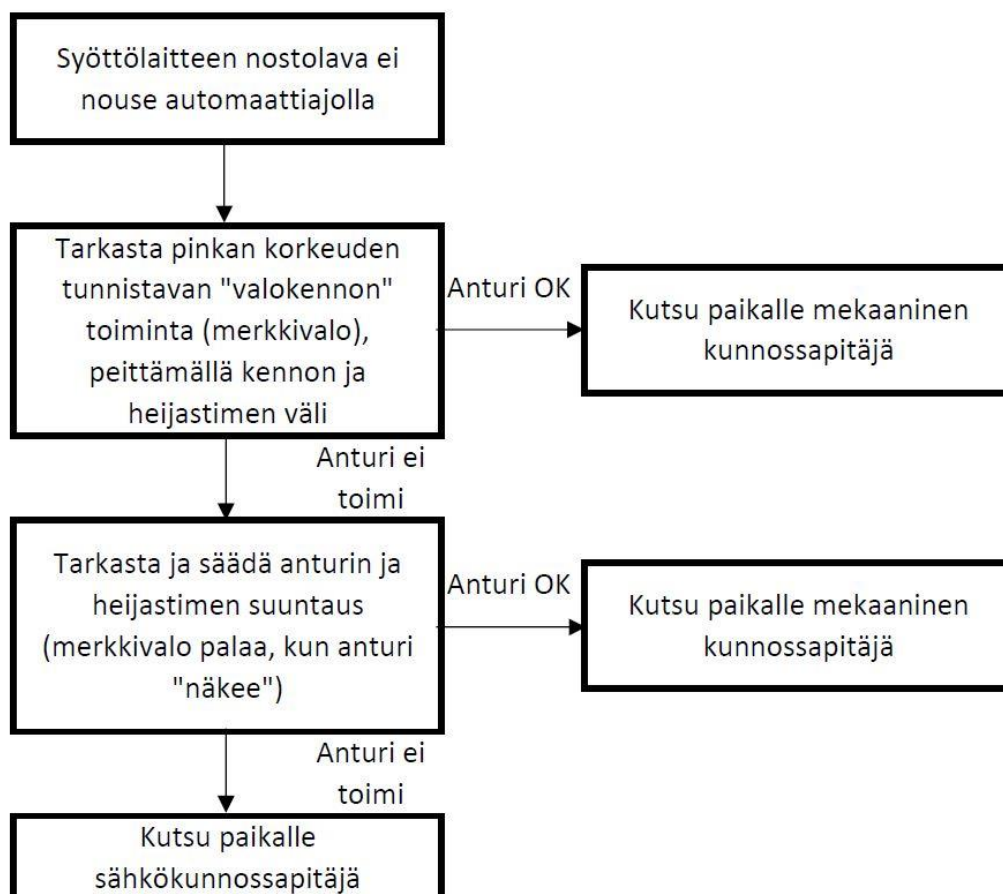
TPM-prosessissa tulisi puhdistus- ja huolto-ohjeiden uudistamisen yhteydessä määrittää käyttäjien tehtävissä olevat korjaus- ja kunnossapitotyöt kohteena olevalle koneelle. Tällaisia opastettuna ilman erikoistietoja ja -taitoja tehtävissä olevia korjaustoimia voisivat yksinkertaisuudessaan olla esimerkiksi hihnapyöriltä roskan tai vastaan syyn takia pudonneiden kuljetinhihnojen takaisin päälle laitto, rikkoutuneiden pneumaattikaletkujen vaihto tai paikaltaan pois kääntyneen optisen anturin heijastimen kohdalleen säätäminen. Pienten korjausten lisäksi operaattoreille on hyvä opettaa ainakin alkeellisia vianetsintätaitoja, jolloin yksinkertaisen ja helposti korjattavissa olevan vian paikallistamiseksi ei aina tarvitsisi kutsua kunnossapitoa paikalle.

Näistä kunnossapitotöistä tehdään huolto-ohjeiden kaltaiset selkeät työohjeet, joissa ohjeistetaan tarvittavat/käytettävät työkalut, työmenetelmät ja työn turvallinen suorittaminen. Työohjeet lisätään kunnossapitojärjestelmään ja voidaan lisäksi kiinnittää tulosteena sopivalle paikalle konelinjalla.

Näiden töiden nopeuttamiseksi ja helpottamiseksi tarvittavat varaosat tulisi varastoida kyseisen linjan läheisyyteen, mikäli niin ei vielä ole tehty. Varastosaldojen paikkansapitävyyden varmistamiseksi täytyy nykyisin käytössä olevan paperisen varastostaotto -lomakkeen tilalle löytää helpompi ja toimintavarmempi ratkaisu. Varastosta ottojen sisällyttäminen nykyiseen kunnossapitojärjestelmään on yrityksessä jo tätä työtä tehtäessä selvityksen alla, joten sitä ei tässä työssä käsitellä sen tarkemmin.

9.2.4 Vianetsintä

Laitteiden vikaantumishistoriaa tutkimalla voidaan konelinjoille määrittää siellä useimmin ja todennäköisemmin esiintyvät häiriöt ja vikatilanteet. Operaattoreiden suorittamaa vianetsintää voidaan helpottaa ja vianetsintään tarvittavan koulutuksen määrää vähentää laatimalla yleisimpiä vikatilanteita varten vianetsintäkartat. Näiden monista käyttöohjeistakin tuttujen apuvälineiden perusteella vikakohde voidaan korjata omatoimisesti tai paikalle osataan kutsua suoraan oikean alan asiantuntija. Kuviossa 5 on nähtävissä esimerkki tällaisesta vianetsintäkartasta.



Kuvio 5. Yksinkertaistettu esimerkki vianetsintäkartasta

9.2.5 Tarpeelliset koneiden rakenteelliset muutokset ja hankinnat

Koneiden rakenteelliseen kunnossapidettävyyteen täytyy käyttäjäkunnossapitoon siirryttäessä kiinnittää erityistä huomiota. Monesti varsinkin vanhempia koneita suunniteltaessa ei huoltotoimenpiteiden helppouteen ja kunnossapidettävyyteen ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota. TPM-prosessi yhteydessä tulisi modernisoida kohteena oleva kone sellaiseksi, että voiteluhuollon ja operaattoreiden tekemien korjausten suorittaminen olisi mahdollisimman helppoa. Muutoksia tehdessä minimoidaan myös erikoistyökalujen ja -osaamisen tarve. Tarvittavien työkalujen, varaosien sekä voiteluaineiden säilyttämiseen ja merkintään olisi hyvä luoda yrityksen sisäinen standardi, jolloin säilytys toteutuu joka paikassa samalla tavalla ja tarvikkeiden löytäminen on helppoa. Hyvänä esimerkkinä rakenteellisen kunnossapidettävyyden parantamiseen toimii hihnojen vaihto vanhan katketessa. Perinteinen hihnaa kuumentamalla tehty sormiliitos voidaan korvata valmiilla pikaliitettävällä hihnalla. Hihnan liittämiseen käytetään niin sanottua saranaliitintä, jossa valmiiksi oikean pituisen hihnan molemmissa päissä olevat liitoskappaleet yhdistetään metallipuikolla. Hihnan asentaminen on helppoa, eikä vaadi erikoistyökaluja. Näitä hihnoja on levyteollisuudessa

jo käytössä osalla konelinjoista. Operaattoreille annettava opastus hihnojen liittämiseen on kuitenkin monin paikoin jäänyt puutteelliseksi. Valmiita hihnoja ei myöskään jokaisessa paikassa ole saatavilla konelinjan läheisyydessä.

Operaattoreiden suorittamaa aistinvaraista kunnonvalvontaa voidaan helpottaa käyttämällä erilaisia koodaus- ja merkintäjärjestelmiä. Tärkeiden pulttiliitosten kiinnipysymisen valvonnan helpottamiseksi voidaan käyttää autoteollisuudesta tuttua maalitussimeneitelmää. Kasaamisen yhteydessä pultin kantaan piirretään viiva, joka ulottuu myös koneen runkoon. Huollon tai siivoamisen yhteydessä tarkastetaan vain näiden kahden viivan yhdensuuntaisuus. Mikäli viivat eivät enää ole kohdakkain, voidaan päätellä liitoksen löystyneen tai jonkun avanneen liitoksen. Jos kyseessä oleva liitos joudutaan käyttämään auki, on vanhat merkit puhdistettava ja merkintä uusittava huoltohenkilöstön toimesta. Menetelmä ei kuitenkaan sovi kaikista vaikeimpiin olosuhteisiin, joissa pulttien kireys on edelleen tarkastettava käsityökaluja käyttäen.

Sähkömoottoreiden lämpötilan arvioimiseksi on kunnonvalvonnassa perinteisesti käytetty kosketusta. Lämpötilan arvioiminen koskettamalla on kuitenkin melko epätarkka menetelmä, eikä erillisen infrapunalämpömittarin hankkiminen jokaiselle linjalle ole taloudellisesti järkevää. Lämpötilan arvioinnin helpottamiseksi voidaan käyttää moottorin kylkeen liimattavia lämpömittariliuskoja, joissa lämpötila on nähtävissä esimerkiksi vihreänä, keltaisena tai punaisena värinä.

10 KEINOJA TEHOKKAAMPAAN KUNNONVALVONTAAN

10.1 Mittaava kunnonvalvonta

Tällä hetkellä värähtelymittauksien suorittamiseen käytettävän reittimittausmenetelmän suurimpana ongelmana on kaikille laitteille määritelty kiinteä kahden kuukauden tarkastusväli. Suurin osa mitattavista laitteista sijaitsee myös sellaisissa vaikeasti saavutettavissa paikoissa, joissa huoltohenkilöstön ei normaalitilanteessa ole tarpeellista käydä edes viikoittain. Yllättävien vikaantumisien havaitseminen riittävän ajoissa saattaa siten olla haastavaa. Koska suurien sähkömoottoreiden varastointi kunnossapidon varaosavarastossa ei ole kannattavaa, aiheuttaa yllättävä rikkoutuminen pahimmillaan todella pitkän tuotantokatkoksen. Tuotantolaitoksen katolla sijaitsevien koneiden vaihto vaatii taas lähes poikkeuksetta nosturiauton hankkimisen paikalle. Erittäin pölyisissä hakkurihuoneissa rikkoutuminen aiheuttaa edellä mainittujen lisäksi suoran palovaaran.

Vaikkakin käytössä olevan kahden kuukauden tarkastusvälin sisällä tapahtuvat totaaliset rikkoutumiset ovat erittäin harvinaisia, on kriittisimpien laitteiden kunnonvalvontaan järkevää suunnata lisäinvestointeja. Tarkastusvälejä optimoimalla ja automaattiseen kunnonvalvontaan investoimalla on mahdollista päästä tehokkaammin kiinni nopeisiin vikaantumisiin. Kaikille tuotantolaitoksen konelinjoille tulisi määrittää kriittisyysluokka, jonka perusteella tehtävien ennakkohuoltotarkastusten ja värähtelymittausten aikavälit määritellään uudelleen. Reittimittauksiin käytettävä FAG-mittalaite alkaa myös olla käyttöikänsä loppupuolella. Mittalaite on järkevää päivittää yhteensopivaksi mahdollisesti hankittavan automaattisen kunnonvalvontajärjestelmän kanssa.

10.2 Markkinoilla olevia ratkaisuja automaattiseen kunnonvalvontaan

Hyviä kohteita automaattiselle kunnonvalvonnalle Koskisen Oy:n levyteollisuudessa ovat esimerkiksi paineilmakompressorit, hakkurit ja tehdasrakennuksen katolla sijaitsevat puurimurit ja pölyasemat. Mitattavia kohteita näissä ovat sähkömoottorikäyttöjen, puhallinakseleiden ja roottorien laakerit. Kaikki mainitut kohteet ovat moottorin vaihtoa ajatellen vaikeassa paikassa ja tuotannon käyttövarmuuden kannalta erittäin kriittisiä. Siirtymällä näissä kohteissa automaattiseen kunnonvalvontaan, voidaan reittimittauksien aikavälejä näissä kohteissa harventaa huomattavasti, tai joissakin tapauksissa jopa lopettaa kokonaan. Rajoitteena automaattiseen kunnonvalvontaan siirtymiselle on järjestelmien korkea hinta.

Suurin osa markkinoilla olevista järjestelmistä on suunniteltu integroitavaksi uuteen laitteeseen. Perustoimintaperiaatteeltaan lähes kaikki markkinoilla olevat automaattiseen kunnonvalvontaan tarkoitetut järjestelmät ovat hyvin samankaltaisia. Useissa järjestelmissä on esimerkiksi käytössä saman valmistajan värähtelyä mittaava anturi. Ongelmana näissä kiinteään asennukseen suunnitelluissa järjestelmissä on asennuksen vaatima suuri työmäärä ja johdotuksen tarve. Mittauspisteiden välisten suurien etäisyyksien vuoksi tarvittavan kaapelointi ja sähkötyön määrä käytännössä rajaa järkevät vaihtoehdot ainoastaan langatonta tekniikkaa ja helppoa jälkiasennusta tukeviin järjestelmiin.

Tässä työssä päädyttiin edellämämainituista syistä tekemään katsaus kahteen markkinoilla olevaan, käyttötarkoitukseen soveltuvaan järjestelmään ja niiden ominaisuuksiin. Tarjouspyynnöt ja eri vaihtoehtojen mahdollinen testaaminen rajattiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle työn määrän pitämiseksi järkevänä. Täten järjestelmiä tarkastellaan tässä työssä vain niiden ominaisuuksien perusteella. Mahdollisessa hankinnassa myös järjestelmien hankintahinta on suuressa roolissa valintaa tehtäessä. Molemmille tarkasteltaville järjestelmille löytyy myös suomalainen jälleenmyyjä, joka helpottaa mahdollisia hankintoja ja käyttöönottoa.

SKF Wireless Machine Condition Sensor - CMWA 8800

- langaton, paristoilla toimiva ja magneettikiinnitteinen anturi
- mahdollisuus linkittää antureita pitkän kantomatkan saavuttamiseksi
- järjestelmän oman modeemin kanssa kommunikoivat anturit, tieto siirrettävissä eteenpäin Ethernet- yhteydellä
- tietojen käsittely ja analysointi SKF @ptitude- ohjelmistolla, joka yhteensopiva muiden SKF-värähtelymittalaitteiden kanssa
- atex 0 hyväksyntä
- vain vähän johdottamista ja muutoksia tarvitseva asennu

(SKF 2019.)

Caverion IoTFlex- palvelu

- avaimet käteen palvelu, ulkoistaa koko kunnonvalvonnan Caverionille.
- vähäinen kaapelointitarve
- magneettikiinnitteiset anturit
- datan siirto mobiilidatayhteydellä Caverionin pilvipalveluun
- selainpohjainen käyttöliittymä, esimerkiksi älypuhelimella tai tabletilla

(Caverion 2019.)

Näin teollisuuden etävalvottu ennakoiva kunnossapito toimii:

1. *IoTFlex analysoi reaaliaikaisesti koneen tilaa ja välittää alkavasta vikaantumisesta ennakoivasti dataa pilvipalveluun.*
2. *Tekstiviesti lähtee Caverionin asiantuntijalle automaattisesti.*
3. *Asiantuntija tarkistaa tilanteen Caverionin kehittämällä mobiilisovelluksella.*
4. *Caverionin asiantuntijatiimi tekee analyysin.*
5. *Caverionin asiantuntija ottaa tarvittaessa yhteyttä huoltohenkilöön tai valvomoon ja pyytää tarkistamaan laitteen toiminnan.*
6. *Huoltoaika varataan, jos on tarvetta.*
7. *Laite korjataan analyysin perusteella ennakoivasti.*

(Caverion 2019.)

Molempien järjestelmien suunnittelussa on painotettu asennuksen helppoutta. Molempien vaatima kaapelointitarve on hyvin vähäinen, vain keskusyksikölle tuotava sähkönsyöttö riittää. Caverionin palvelun etuna SKF-tuotteeseen nähden on datan siirto mobiilidatayhteydellä. SKF:n langattomat anturit taas mahdollistavat useamman laitekokonaisuuden mittaamisen vain yhtä keskusyksikköä käyttäen, kunhan mittauskohde pysyy langattoman yhteyden kantomatkan sisällä. SKF:n etuna on myös järjestelmän yhteensopivuus valmistajan oman reittimittauksiin käytettävän mittalaitteen kanssa.

Suurimpana järjestelmien välisenä erona esiin nouseekin koko palvelukonsepti. Caverion tarjoaa kunnonvalvontaa palveluna, jossa koko automaattinen kunnonvalvonta ulkoistetaan mitattavan koneen osalta. Suurin valintaan vaikuttava tekijä näiden kahden järjestel-

män välillä on tehtävän investoinnin suuruus. Mikäli automaattinen kunnonvalvonta pääte-tään ottaa yrityksessä laajaan käyttöön ja jatkaa kunnonvalvonnan päivittäistä toteutta-mista omin resurssein, on SKF-järjestelmä järjevä vaihtoehto. Vain muutamaaan laitteeseen lisättävä automaattivalvonta taas saattaa olla kannattavinta ulkoistaa.

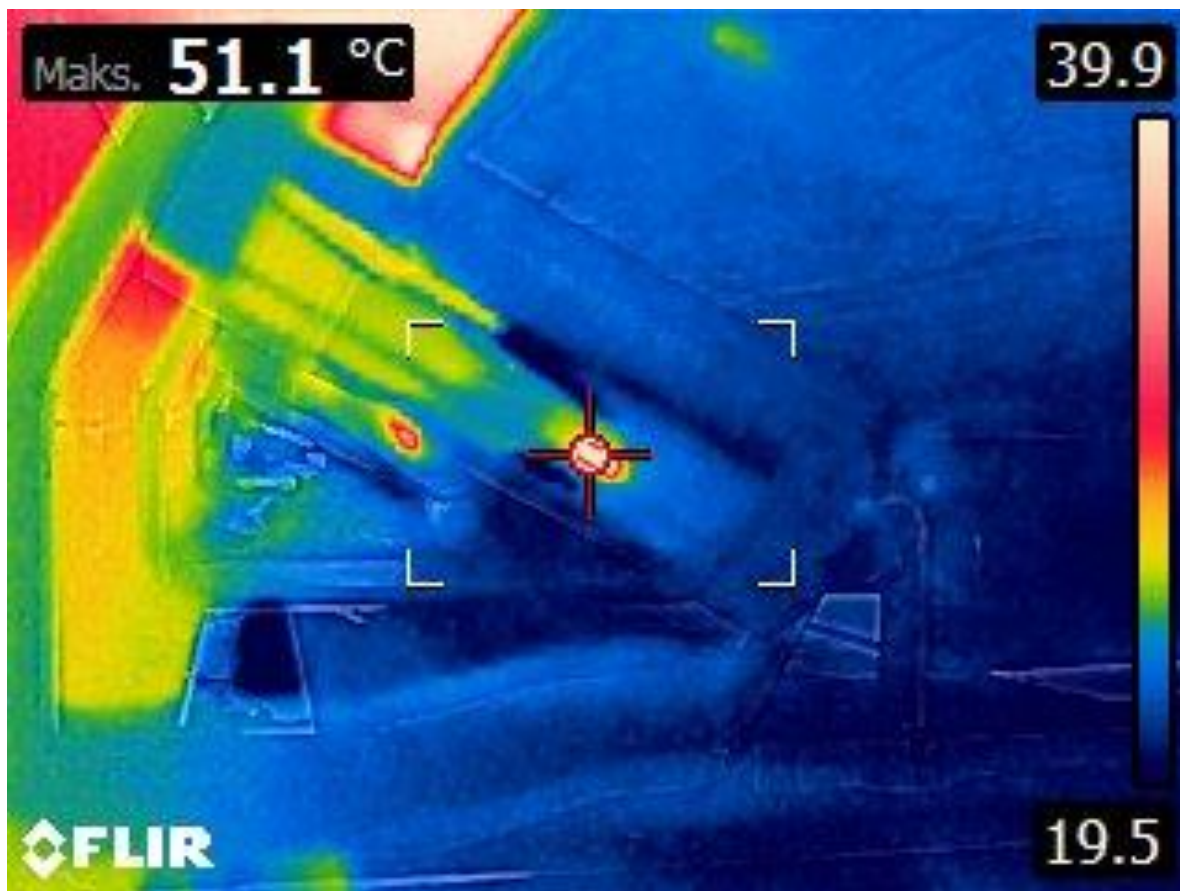
10.3 Ennakohuoltotarkastukset

Tällä hetkellä käytettävä ennakohuoltotarkastusmenetelmä on melko toimiva ja kustan-nustehokas keino mittaavan kunnonvalvonnan täydentämiseksi ja ajantasaisen tiedon tar-joamiseksi kunnossapidon työnjohdolle. Koneiden tarkastuksien siirtäminen kokonaan asentajien ja käyttäjien vastuulle ei välttämättä ole järjevä. Nykyisen kaltainen, osana työjohto-organisaatiota toimiva erillinen tarkastaja pystyy antamaan realistista tietoa ko-neiden kunnosta. Asentajien motivaatio etsiä niin sanotusti itsellensä lisää töitä saattaa joskus olla puutteellinen. Tarkastuksien ulkoistaminen kokonaan taas kasvattaa tarkastuk-sista aiheutuvaa kokonaiskustannusta liiaksi. Ennakohuoltotarkastamiseen löytyy toki myös muutamia kehityskohteita.

Muutamilla konelinjoilla tehdään huoltosopimukseen kuuluvat tarkastukset laitetoimittajan toimesta joko samalla tai jopa tiheämmällä aikavälillä kuin omat ennakohuoltotarkastuk-set. Tarkastuksista olisi hyvä poistaa turhat päällekkäisyydet, jottei tarkastuksia tehtäisi liian tiheään. Tällä voidaan myös vapauttaa tarkastusresursseja esimerkiksi kriittisempien linjojen tiheämpään tarkastukseen. Kunnonvalvontamittausten lisäksi myös ennakohuol-totarkastuksien aikataulutusta tulisi optimoida jonkinlaisen kriittisyysluokituksen perus-teella. Esimerkiksi sorviosaston ennakohuoltotarkastuksiin on kaikkiin määritelty muuta vaneritehdasta tiheämpi kuuden viikon tarkastusväli. Näiden tiheämmin tehtyjen tarkastuk-sien piiriin kuuluu myös melko toimintavarmoja ja vähemmän kriittisiä laitteita, jotka muu-alla tehtaassa tarkastetaan vain kolmen kuukauden välein.

Kunnossapitojärjestelmässä olevat työhjeet ovat hyvin yleismaailmallisia ja joiltakin osin vanhentuneita tai puutteellisia. Tämä vaikeuttaa esimerkiksi ennakohuoltotarkastajan si-jaisena toimimista. Tarkastajalla on käytössään lämpökamera ja SKF Quick Collect- vä-rähtelymittalaite, mutta näiden käyttökohteita ei ole vanhoissa työhjeissa mainittu, eikä siten niillä tehtäviä mittauksia aikataulutettu tai vakioitu. Lämpökameraa on aikaisemmin käytetty säännöllisesti lähinnä sähkökeskusten kuvaamiseen. Mekaanisessa kunnonval-vonnassa lämpökameraa käytetään epäillyn vikakohteen varmistamiseksi, mutta säännöl-lisien mittauksien suorittamiseen ei ole ohjeistusta. Ottamalla säännölliset lämpökamera-kuvaukset osaksi tarkastuksia voidaan ennalta havaita esimerkiksi laakerivikoja korkealla sijaitsevilla tai muuten vaikeapääsyisissä kuljettimissa. Kuvan 2 lämpökamerakuvassa voidaan havaita mattokuljettimen tukirullan laakeroinnin kohonnut, mutta vielä normaalin

rajoissa oleva lämpötila. Kyseisen laakerin luokse pääseminen on mahdotonta ilman kuljettimen ja tuotannon pysäyttämistä ja rakenteiden purkamista.



Kuva 2. Lämpökamerakuva tunnelissa kulkevasta hakekuljettimesta Koskisen Oy:n varitehtaalla

SKF Quick Collect- mittalaite vaatii laakerin sisäkehän halkaisijan ja pyörimisnopeuden syöttämisen mittaukselta varten. Näiden tietojen etsiminen kunnossapitojärjestelmästä tai selvittäminen paikan päällä on monesti turhan työlästä. Määrittämällä mitattavat kohteet ja lisäämällä niistä kyseiset tiedot ennakkohuoltotarkastajan työohjeeseen voidaan värähtelymittaukset laajentaa koskemaan myös pienempiä laitteita, jotka eivät aikaisemmin kuuluneet värähtelymittausten piiriin.

11 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua Koskisen Oy:n kunnossapidon toimintatapoihin ja etsiä keinoja, joilla toimintaa ja käytäntöjä varsinkin ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan kannalta katsottuna tulisi lähteä kehittämään. Työn tuloksina saatiin hyvä kokonaiskäsitely kunnossapidon nykytilasta ennakkohuollon ja kunnonvalvonnan osalta eri kehityskohteineen. Tärkeimmäksi kehityskohteeksi muodostui käyttäjäkunnossapidon tehostaminen ja siihen liittyvän koulutuksen lisääminen. Tehokas käyttäjäkunnossapito on myös kustannustehokkaimpia tässä työssä käsiteltyjä toimenpiteitä, sillä pelkästään koneen tehokkaan käytön ja kuluttavien ja tuhlaavien toimintatapojen välttämiseen tähtäävään koulutukseen tehdyt investoinnit maksavat itsensä nopeasti takaisin.

Opinnäytetyön aihe osoittautui laajuutensa vuoksi melko haastavaksi ja myös itse kirjoitustyöhön oli vaikea löytää riittävästi aikaa työn ja muun opiskelun ohella. Työn valmistuminen venyikin huomattavasti suunniteltua pidemmälle. Näistä ongelmista huolimatta tulokseksi saatiin kuitenkin useita kehityskohteita, joiden esilletuomisesta on varmasti apua kunnossapidon toimintaa kehitettäessä. Suuri kiitos kuuluu myös koko Koskisen Oy:n kunnossapitohenkilöstölle ajatusten ja mielipiteiden jakamisesta sekä avoimesta suhtautumisesta projektiin.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Juselius, J. 2016. 50 vuotta vaneria. Järvelä: Koskisen Oy.

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T & Åström, T. 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Mikkonen, H., Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen, K., Lumme, V.E., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S & Mäkeläinen, R. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito: käsikirja. Kerava: Kunnossapitoyhdistys.

Nohynek, P & Lumme, V. 1996. Kunnanvalvonnan värähtelymittaukset. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Elektroniset lähteet:

Caverion 2019. IOT- flex teollisuudelle [viitattu 10.2.2019]. Caverion. Saatavissa:

<https://www.caverion.fi/palvelut/tekninen-huolto-ja-kunnossapito/iotflex-teollisuudelle>

Forbes 2018. Simple explanation, internet things that anyone can understand [viitattu 22.12.2018]. Forbes. Saatavissa:

<https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#68607a7c1d09>

Koskisen 2018. Perheyritys [viitattu 4.6.2018]. Koskisen Oy. Saatavissa:

<https://www.koskisen.fi/konserni/perheyritys/>

Koskisen 2018. Levyteollisuus [viitattu 4.6.2018]. Koskisen Oy. Saatavissa:

<https://www.koskisen.fi/konserni/levyteollisuus/>

Koskisen 2018. Puunhankinta ja bioenergia [viitattu 4.6.2018]. Koskisen Oy. Saatavissa:

<https://www.koskisen.fi/konserni/puunhankinta-ja-bioenergia/>

Skf 2019. Wireless machine condition sensor [viitattu 10.2.2019]. Skf. Saatavissa:

<https://www.skf.com/group/products/condition-monitoring/on-line-systems/surveillance-systems/wireless-systems/wireless-machine-condition-sensor/index.html>

Yle 2018. Esineiden internet mullistaa maailmaa yhtä paljon kuin sähkön ja tietokoneiden tulo – Ensin pitää ratkaista tyhjenevien akkujen ongelma [viitattu 22.12.2018]. Yle.

Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-8302027>

LIITTEET

Liite 1.

Yksinkertaistettu siivous ja huolto-ohje operaattorille.

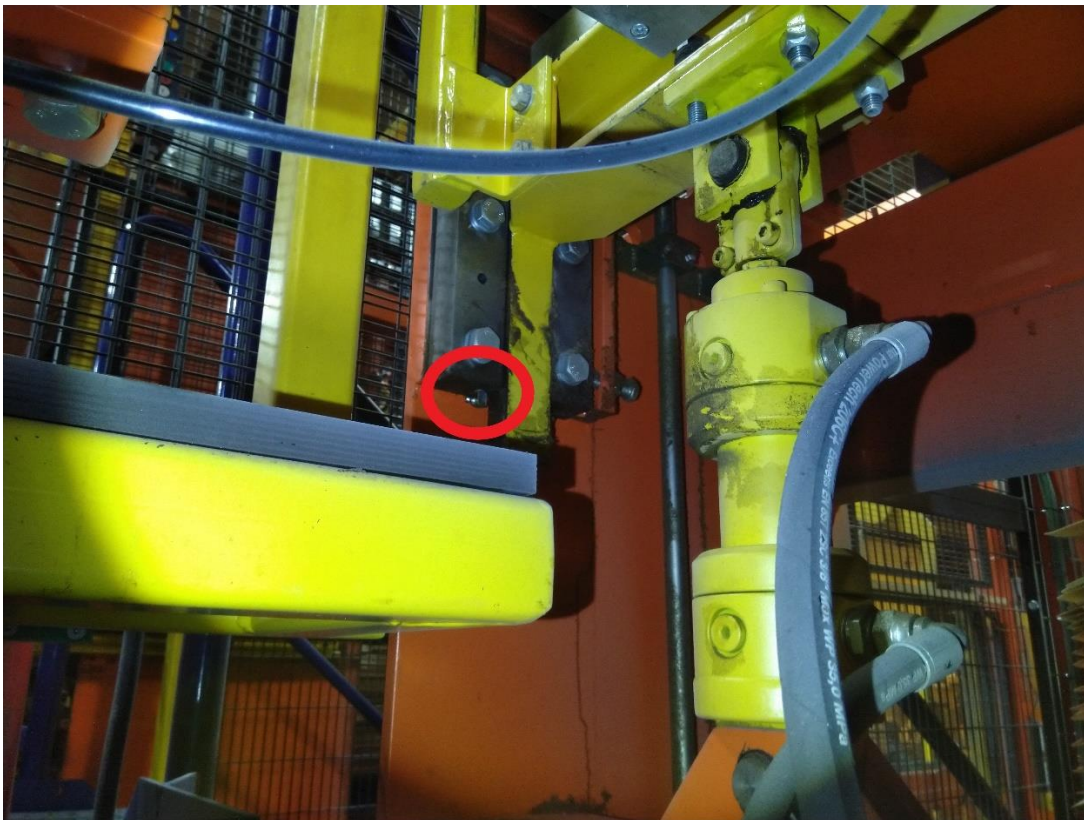
Jatkoslinja 1, jatkospuristimet.

Tarkasta: (5 min)

- Tuoreet öljyvuodot:
 - o sylinterit
 - o letkut
- Kiinnitykset/rakenteet:
 - o Sylinterien kiinnityspulttien maalitusmerkintä

Voitele: (2 min)

- Puristuspalkin liukujohteen nippavoitelu:
 - o 3 painallusta/nippa, nippoja yhteensä 4 kpl



Kuva 1. Voitelunippojen sijainti

Puhdista: (10 min)

- Poista viilunkappaleet ym. irtoroskat
- Pölyjen puhallus paineilmalla (kiinnitä erityistä huomiota kotelorakenteisiin)
- Sylinterit (käytä tarvittaessa Bräkleen- puhdistusainetta)