



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Rintala

KUNNOSSAPIDON VAIKUTUKSET
TUOTANTOKONEIDEN TEHOKKUU-
TEEN

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Rintala
Opinnäytetyön nimi	Kunnossapidon vaikutukset tuotantokoneiden tehokkuuteen
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 7 liitettä
Ohjaaja	Sami Elomaa

Opinnäytetyöni käsittelee huoltosuunnitelman tekemistä Härmän CNC-koneistus Oy:lle. Kyseinen yritys on oma työpaikkani, jossa vastaan huollosta. Aihe opinnäytetyölle syntyi yrityksen tarpeesta huoltosuunnitelmalle. Opinnäytetyöni pää-
tutkimuskysymykset liittyvät siihen, kuinka huoltosuunnitelma vaikuttaa koneiden käytettävyyteen. Toinen merkittävä tutkimuskohde on se, kuinka huoltosuunnitelma vaikuttaa kunnossapidon kustannuksiin. Täten tutkimuksen tehtävä on saada Härmän CNC-koneistus Oy:lle huoltosuunnitelma sekä selvittää kunnossapidon vaikutuksia tuotannon tehokkuuteen. Opinnäytetyössäni huoltosuunnitelma käsittelee yrityksen tuotannollisesti kriittisimpiä koneita.

Tutkimukseni teoriaosuus käsittelee yleisesti kunnossapidon historiaa ja suunnitelumalleja. Opinnäytetyöni tutkimus käsittelee kunnossapitoon liittyviä kustannuksia yrityksessä. Käsittelyssä on myös esimerkiksi yrityksen vikahistoria sekä koko vuoden 2019 huolto- ja korjauskustannukset.

Huoltosuunnitelmani sisältää aikataulutetun suunnitelman tehtävistä vuosihuolloista sekä käyttäjäkunnossapidon avuksi laaditut tarkistuslistat. Laatimani huoltosuunnitelma tuo yritykselle lisäarvoa, sillä se parantaa koneiden käytettävyyttä sekä vaikuttaa tuotteiden laatuun positiivisesti.

ABSTRACT

Author	Joni Rintala
Title	The Effects of Maintenance on Production Machine Efficiency
Year	2020
Language	Finnish
Pages	43 + 7 Appendices
Name of Supervisor	Sami Elomaa

This thesis focuses on a maintenance plan made for the company Härmän CNC-koneistus Oy in Kauhava. The idea for thesis arose from the need for a maintenance plan in the company. The thesis includes two key areas. One area is to study how the maintenance plan affects the usability of the machines. The other area is to analyze the maintenance costs. The main aim of the thesis is to provide maintenance plan for the company and analyze its effects on overall production efficiency. The maintenance plan focuses on key machines in the company's production.

To make the maintenance plan, the cost of maintenance and fault history of the machine were analysed. The company's maintenance in general and the repair cost during year 2019 were also examined.

The maintenance plan includes scheduled maintenance plans for each machine and a checklist for preventive maintenance. This plan will improve the usability of the machines and quality of the products.

Keywords	Maintenance, maintenance plan and preventive maintenance
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	TOIMEKSIANTAJA HÄRMÄN CNC-KONEISTUS OY	9
3	TEOLLINEN KUNNOSSAPITO SUOMESSA	10
4	ENNAKOIVA HUOLTOSUUNNITELMA	13
4.1	Käytössä olevat sovellukset	13
4.1.1	TPM	14
4.1.2	RCM	16
4.1.3	Härmän CNC-koneistus Oy:n käyttämät sovellukset	18
4.2	Laitevalmistajan huolto-ohjeet	20
4.3	Häiriö- ja vikatilanteiden esiintyminen	23
4.3.1	Suunnitelmallinen huolto	24
4.4	Huollon vaikutus tuotannon tehokkuuteen	24
4.5	Kustannusvertailu vikakorjaukset vs. ennakoiva huolto	28
4.5.1	Monitoimisorvi Mazak	28
4.5.2	Monitoimisorvi Mori Seiki	30
4.5.3	Työstökeskus Quaser MK70L	32
5	HUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTTAMINEN	35
5.1	Kone kohtainen huoltosuunnitelma	35
5.2	Aikataulut (soveltaminen tuotantoon)	36
6	TULOKSET YHTIÖN KOKO KONEKANNASTA	37
6.1	Huoltokustannukset	37
6.2	Korjauskustannukset	38
6.3	Varaosakustannukset	38
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
	LÄHTEET	42

LIITTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Esitys onnistuneesta strategiavalinnasta. (Järviö & Lehtiö 2017, 116) ..	14
Kuva 2. Vikaantumismallit. (Järviö & Lehtiö, 2017).....	20
Kuva 3. Mazak Multiplex -määräaikaistarkistus ja huoltotaulukko (Mazak-huoltokirja).....	22
Kuva 4. Mazak Multiplex -määräaikaistarkistus ja huoltotaulukko (Mazak-huoltokirja).....	22
Kuva 5. KNL-hävikit (Järviö & Lehtiö 2017, 138).....	26
Kuva 6. Mazak Multiplex 6200y varustettuna Mazak 150F -portaalirobotilla.	29
Kuva 7. Mori Seiki NZX 2000 -monitoimisorvi varustettuna Top automazion -tankoautomaatilla ja Fanuc 2000iB -käsivarsirobotilla.	31
Kuva 8. Quaser MK70L -työstökeskus.	33
Kuva 9. Huoltokustannukset koneittain vuonna 2019.....	38
Kuva 10. Yrityksen käyttämä verkkopohjainen Trello-sovellus.....	43
Taulukko 1. Sorvaussolujen 5S-tarkistuslista.....	19
Taulukko 2. Keskussolujen 5S-tarkistuslista.....	19
Taulukko 3. Tuotantotilastoa kolmen päivän ajalta vuodelta 2019, taulukon pohja (Järviö & Lehtiö 2017,139).....	27
Taulukko 4. Mazak Multiplex 6200y -tehokkuuskeroimet, taulukon pohja (Järviö & Lehtiö 2017,140).....	27
Taulukko 5. Mazak Multiplex vuoden 2019 korjauskustannusten jakauma.	29
Taulukko 6. Mori Seiki korjauskulut vuonna 2019.	31
Taulukko 7. Quaser MK70L:n korjauskulut vuonna 2019.	33
Taulukko 8. Yrityksen koko vuoden 2019 huolto-, varaosa- ja korjauskulut.....	37
Taulukko 9. Yrityksen työstökoneluettelo, työstökeskukset.	43
Taulukko 10. Yrityksen työstökoneluettelo, sorvit.....	43
Taulukko 11. Yrityksen työstökoneluettelo, robotit ja sahat.	43
Taulukko 12. Huoltojen aikataulus Tammikuu-Kesäkuu.....	43
Taulukko 13. Huoltojen aikataulus Heinäkuu-Joulukuu.	43
Taulukko 14. Mazak Multiplex -käyttäjäkunnossapitolista.....	43

LIITELUETTELO

LIITE 1. Yrityksen käyttämä Trello-sovellus.

LIITE 2. Työstökoneuettelo työstökeskukset.

LIITE 3. Työstökoneuettelo sorvit.

LIITE 4. Työstökoneuettelo Robotit ja sahat.

LIITE 5. Vuosihuoltojen aikataulus tammikuu-kesäkuu.

LIITE 6. Vuosihuoltojen aikataulus heinäkuu-joulukuu.

LIITE 7. Mazak Multiplex -käyttäjäkunnossapitolista.

1 JOHDANTO

Nykypäivän konepajateollisuudessa on ensiarvoisen tärkeää, että yrityksen toimitusvarmuus ja toimitusajat ovat mahdollisimman paikkaansa pitävät. Nämä toteutuvat, jos yrityksen tuotanto on katkeamatonta ja jouhevaa, ilman odottamattomia pysähdyksiä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä yritys Härmän CNC-koneistus Oy:lle ennakoiva vuosihuoltosuunnitelma, erityisesti yrityksen kriittisille koneille. Ennakoivalla huollolla pyritään parantamaan koneiden toimivuutta ja luotettavuutta tuotantokäytössä.

Yrityksessä on käytössä 24 CNC-ohjattua työstökoneita. Näillä koneilla ei ole käytössä tällä hetkellä ennakoivaa huolto-ohjelmaa. Yrityksen nykyiset huollot ovat olleet tähän saakka lähinnä vikakorjausta. Opinnäytetyössäni käsiteltävät yrityksen tuotannollisesti kriittisimmät koneet, jotka eivät omaa yrityksen sisällä varakoneita. Koneita on kolme ja kaikki ovat eri merkkistä, Mazak, Mori Seiki ja Quaser. Vuosihuoltosuunnitelma toteutetaan verkkopohjaisen Google Sheets -ohjelmiston ja verkkopohjaisen Trello -sovelluksen avulla. Verkkopohjaisen ohjelmiston etuna on, että suunnitelmaa ja sen etenemistä voidaan tarkastella ja päivittää etänä, vaikka mobiililaitteella. Kiireellisissä tuotantotilanteissa on ensiarvoisen tärkeää, että koneen toimivuus ja käytettävyys säilyvät. Oma työkokemukseni koneistajan töissä antaa hyvän pohjan huoltosuunnitelman toteuttamiselle.

2 TOIMEKSIANTAJA HÄRMÄN CNC-KONEISTUS OY

Härmän CNC-koneistus Oy on Heikki Pouhulan sekä Esko Linnan vuonna 1989 perustama yritys. Pouhula ja Linna tapasivat CNC-koneistuskurssilla Alahärmässä. Yrityksen toimitilat sijaitsivat alkuun Ylihärmässä valtatie 19 varrella sijaitsevassa vuokrakiinteistössä. Alussa yritys toimi kahden miehen yrityksenä vuoteen 1994 asti, jolloin palkattiin ensimmäinen työntekijä. Toiminnan laajentuessa heräsi tarve isommille toimitiloille, jotka päätettiin rakentaa vuonna 1995 Ylihärmän teollisuusalueelle Yrittäjätien varteen. Alkuun rakennettiin 500 m² halli sisältäen sosiaali- ja toimistotilat. Sittenkin tehdasta on laajennettu kahteen eri kertaan vuosina 2001 ja 2006. Myöhemmin vielä toimistotilat laajennettiin vuonna 2010 vastaamaan paremmin yrityksen tarpeita. Pouhula ja Linna olivat yrityksen omistajia vuoteen 2006 asti, jolloin nykyinen toimitusjohtaja Joni Ylinen osti oman osuuden yrityksestä. Eläköitymisen myötä Ylinen osti yrityksen kokonaan itselleen vuonna 2015. (Ylinen 2020)

Yritys toimi alihankintakoneistuksen ja hitsauksen parissa vuoteen 2016, jonka jälkeen yritys osti itselleen Ylistarolaisen yrityksen koneistuspiste E. Nivukosken. Yrityskaupan myötä Härmän CNC-koneistuksen toiminta laajeni myös kokoonpanoihin ja osakokonaisuuksien valmistukseen. Yrityksellä on nykyisin käytössä 1 400 m² hallitila sekä 300 m² oma maalaus ja kokoonpanoyksikkö Ylihärmässä. Vuoden 2019 lopussa Härmän CNC-koneistus Oy yritys myytiin Laatukilpi Oy:lle. Täten Härmän CNC-koneistus on nykyään Laatukilpi Oy:n tytäryhtiö. (Ylinen, 2020)

Yrityksessä työskentelee 35 työntekijää ja kaikkiaan cnc-ohjattuja työstökoneita on 24 kappaletta. Pystykaraisia cnc-ohjattuja työstökeskuksia on 11 kappaletta ja cnc-ohjattuja sorveja on kymmenen kappaletta. Yrityksessä on myös kolme cnc-ohjattua automaattisaha. Yritys työstää materiaaleja muoveista erikoisteräksiin ja hoitaa myös tuotteen pintakäsittelyn asiakkaan kuvien ja toiveiden mukaan (Härmän CNC-koneistus Oy 2019). Yrityksen asiakkaina on pienet ja keskisuuret laitevalmistaja ja alihankinta yritykset ympäri suomen.

3 TEOLLINEN KUNNOSSAPITO SUOMESSA

Teollinen kunnossapidon historia ulottuu niin kauas kuin on koneita ollut olemassa. Yhteiskunnan koneellistuesssa on huolehdittava koneiden ja laitteiden tehokkuudesta, turvallisuudesta sekä toiminnallisuudesta, ympäristötekijöitä unohtamatta. Kunnossapidon kehityksessä ilmenee selkeästi neljä eri sukupolvea. (Järviö & Lehtiö 2017, 21.)

Kunnossapidon ensimmäiselle sukupolvelle oli luontaista, että alkuun koneet olivat ylimitoitettuja, johtuen koneiden valmistuksessa käytetyn varmuuskertoimen vuoksi. Ilmaantuvien vikojen määrittäminen ja korjaaminen oli yksinkertaista. Tämän sukupolven kunnossapito sisälsi puhdistamista, voiteluhoitoa ja säätämistä. Vian ilmaantuessa konetta voitiin pitää seisokissa pitkiäkin aikoja, tuotantoasteen ollessa nykypäivään verrattuna pienempi. (Järviö & Lehtiö 2017, 21.)

Toisen maailmansodan alkaessa syntyi kunnossapidon toinen sukupolvi. Teollisuuden valmistus keskittyi sotatarvikkeiden valmistamiseen ja samalla koneiden käyttäjät komennettiin rintamalle. Tämä aiheutti sen, että koneita tuli käyttämään kokemattomat työntekijät. Tuotantomäärät saatiin riittäväksi lisäämällä automaatiota ja yhdistelemällä koneita peräkkäin koneketjuiksi. Toisen sukupolven aikaan koneiden automaatio ja monimutkaisuus lisääntyi, joka toi mukanaan koneiden lastentauti ongelmia, eli uusien koneiden käyttöönotossa ilmeneviä odottamattomia vikoja. Koneiden monimutkaistuesssa lisäsi se kunnossapidon määrää ja hallittavuutta. Tämän seurauksena sai ehkäisevä kunnossapito alkunsa ja alettiin suorittamaan jaksotettuja huoltoja, jotka olivat ennalta määriteltyjä. Koneiden käytön varmuutta lisättiin kunnossapidon suunnitelmallisuudella ja johtamisella. (Järviö & Lehtiö 2017, 22.)

1970-luvulla syntyi kolmas sukupolvi, jonka aikana tuotannon tehokkuuden ja käyttövarmuuden merkitys kasvoi uudelle tasolle. Koneiden automaation ja mekanismien määrä kasvoivat, jolloin liiketoiminta oli suoranaisesti riippuvainen koneiden toimivuudesta. Ehkäisevällä kunnossapidolla saatiin selvää säästöä verrattuna tuotannon häiriöseisokkiin. Tuotannon imuohjaus yleistyessä koneiden käyttövarmuus täytyi olla sellaisella tasolla, ettei tuotteita tarvinnut enää tehdä

välivarastoon. Sillä varastointi synnytti kovassa kilpailutilanteessa lisäkustannuksia. Koneiden hankintaan sidottiin yhä enemmän pääomaa, jonka seurauksena täytyi panostaa koneiden käytettävyyteen ja sitä kautta parempaan tuottavuuteen. (Järviö & Lehtiö 2017, 22.)

1990-luvulla käynnistyi kunnossapidon neljäs sukupolvi IT-tekniikan ja mikroelektroniikan yleistymisen yhteydessä. Tällöin valmistusprosessien automaatio ja integraatio lisääntyivät entisestään. Näiden seurauksena toteutumaton kate on suurempi menetys kuin korjaus- ja kunnossapitokustannukset. Uuden tekniikan tuotteet ovat elinkaariltaan lyhyempiä kuin aiemmin, jonka seurauksena ei ole kannattavaa panostaa tällaisen tekniikan hallintaan kunnossapidollisesti. Tarkoitetaan ettei ole taloudellisesti järkevää panostaa valmistusprosessin osaamiseen, vaan ostaa tämä taito ulkopuolelta. Samoihin aikoihin yleistyi myös käynnin valvonnan seuranta erilaisilla antureilla etänä, joilla sai arvokasta tietoa kunnonvalvontaan. Etävalvonnan avulla voidaan olla suoraan yhteydessä laitteen valmistajiin ja asiantuntijoihin, joka mahdollistaa esimerkiksi valtamerialuksen päämootorin korjauksen keskellä merta asiantuntijoiden ja valmistajan ohjeiden mukaan. Näihin aikoihin ymmärrettiin, että kunnossapito on yksi osa tuotantominäisyyden hallintaa. Suorituskyky ja luotettavuus ei perustu nopean korjaamisen toimintaan vaan siihen, että käyttäjät osallistuvat omalta osaltaan koneen tehokkuuden ja luotettavuuden vaalimiseen käyttämällä koneita oikein ja pitämällä huolta koneista. (Järviö & Lehtiö 2017, 24.)

Nykyäänä kunnossapito ei koske enää pelkkiä mekaanisia laitteita, tähän kuuluu myös laitteita ohjaavien ohjelmien kunnossapito. Tekniikan kehittyessä sensoreista on tullut älykkäitä, joilla voidaan mitata sellaisia kohteita, joiden mittaaminen ei ole ollut aiemmin järkevää tai mahdollista. Tietokonetekniikat ovat kehittäneet laitteita, joilla on mahdollista seurata ohjaamosta käsin laitteen käyntiä, käyntiolosuhteita ja käytön laatua. Näitä tietoja pystytään myös tallentamaan ja analysoida, jolla saadaan seurattua laitteen ikääntymistä. Käynninvalvonnassa seurataan, että kone toimii luotettavasti. Kun erilaiset anturit ilmoittavat, että käynti on normaalista poikkeavaa, voidaan olettaa, että laitteessa on vikaa sekä voidaan käynnistää toimenpiteet syyn määrittelemäksi ja korjaamiseksi. Näin pe-

rintainen kunnossapito on siirtynyt enemmän kunnonvalvontaan perustuvaksi, jonka seurauksena korjaustehtäviä suorittavat yhä useammin koneen käyttäjät. Kunnossapidon johtamiseen ja ohjaukseen liittyy uusia tekijöitä kuten, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys sekä toimintojen ja tuotteiden laatu. Etävalvonnan yleistyminen mahdollistaa asiantuntijoiden käytön entistä tehokkaammin. (Järviö & Lehtiö 2017, 24–25.)

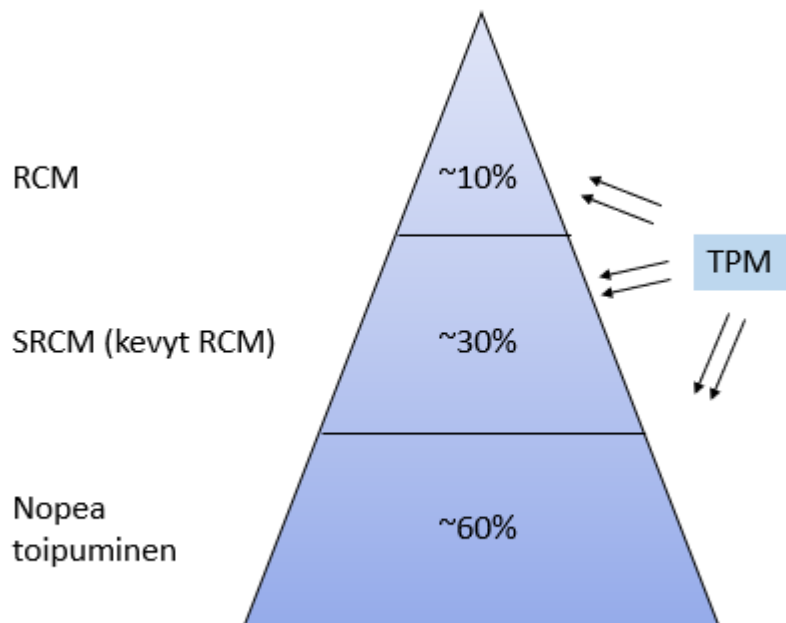
Tulevaisuudessa varaosien varastointi vähenee, sillä 3d-tulostus liitetään vahvasti myös kunnossapitoon, minkä etuna voidaan esimerkiksi tulostaa varaosia suoraan tai korjata tulostamalla palveluntarjoajan laitteistolla (Järvenpää 2020, 19). Tulevaisuudessa kunnossapitoon tulee vahvasti liittymään myös tekoäly, joka pystyy analysoimaan suuria määriä kerättyä dataa ja jopa ennustamaan tämän perusteella tulevaa. Tekoälyn avulla ennakoivasta kunnossapidosta tulee ennustettava kunnossapito. Tekoäly perustuu Neuroverkkoon, jonka toiminta perustuu kerättyyn dataan, josta se pystyy tunnistamaan sekä ennustamaan erilaisia asioita. Esimerkiksi järjestelmä pystyy seuraamaan prosessituotannon pumpun toimivuutta ja vertailemaan tätä muiden samankaltaisten pumppujen toimivuuteen. Tämä mahdollistaa ennustettavuuden esimerkiksi putkien tukkeumasta tai pumpun siipipyörien kulumisesta, jotka ovat aiemmin olleet hankalasti ennustettavissa. Näin pystytään reagoimaan paremmin vikaantumisiin, ennen kuin ne vaikuttavat kriittisesti prosessin tehokkuuteen. (Salminen 2019, 9.)

4 ENNAKOIVA HUOLTOSUUNNITELMA

4.1 Käytössä olevat sovellukset

Kunnossapitoon on vuosien mittaan kehitelty monia eri sovelluksia ja toimintamalleja. Merkittäviä sovelluksia on monia, ensimmäisenä esimerkkinä on TPM, Total Productive Maintenance eli tuottava kokonaisvaltaiseen kunnossapitoon keskittyvä sovellus. Toinen teollisuudelle merkittävä sovellus on RCM Reliability Centered Maintenance, joka perustuu luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon. SRCM Streamlined RCM on nopeutettu RCM-työkalu, jolla kunnossapito-ohjelma laaditaan. Muita esimerkkejä sovelluksista ovat erilaiset laatu järjestelmät ja ohjelmat, analysointityökalut, Asset Management, joka perustuu käyttöomaisuuden hallintaan sekä Six Sigma, joka mittaa virheitä ja poistaa niitä systemaattisesti. (Järviö & Lehtiö 2017, 115.)

Kunnossapidon toimintamallit voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan. Laatujohtannaiset ja Six Sigma kuuluvat ensimmäiseen kategoriaan. Nämä keskittyvät työtehtävien suorittamiseen oikein ensimmäisestä kerrasta lähtien. Toiseen kategoriaan voidaan luokitella TPM, joka kannustaa käyttäjäkunnossapitoon ja yhteistyöhön muiden yritysten osastojen kanssa. RCM ja SRCM sijoittuvat kolmanteen kategoriaan, nämä toimintamallit keskittyvät tehokkaiden kunnossapitostrategioiden valintaan. Asset Management keskittyy kolmannen kategorian ohjelmien käyttöön huomioimalla yrityksen sopeutumista käyttöasteeseen eri markkinatilanteissa. (Järviö & Lehtiö 2017, 116.)



Kuva 1. Esitys onnistuneesta strategiavalinnasta. (Järviö & Lehtiö 2017, 116)

Prosessin kannalta kriittisiä koneita on teollisuudessa vain noin 10 %, että niiden kunnossapitosovelluksena kannattaisi käyttää kallista RCM-työkalua. SRMC kevennetty RCM on järkevää käyttää noin 30 % koneista, koska menetelmä on halvempi ja nopeampi. Lopuille laitteille on kannattavaa tehdä toimintaohjeet, joita noudatetaan koneiden rikkoutuessa, niin sanottu nopea toipuminen (kuva 1). Edellä kuvattu toimii tavallisimmissa teollisuuden sovelluksissa. Kun vaatimukset kunnossapidon osalta kasvavat esimerkiksi ydinvoimalaitosten, lentokoneiden ja öljynporauslauttojen huollossa, kannattaa kunnossapitostrategia laatia luotettavuuskeskeisen RCM-ohjelman mukaisesti. (Järviö & Lehtiö 2017, 116.)

4.1.1 TPM

Total Productive Maintenance, eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. TPM-lähestymistavalla pyritään huonosti toimiva kunnossapito parantamaan tehokkaammaksi. TPM-tavassa pyritään tunnistamaan kunnossapidollisesti isoimmat ongelmat, joista aloitetaan. Näin saadaan nopeasti hyviä taloudellisia tuloksia. Sovellus koostuu neljästä eri vaiheesta. Suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukunto vaihe. Suunnitteluvaiheessa käynnistetään projekti, määritellään projektin

organisaatio ja resurssit. Mittausvaiheessa tarkastellaan korjaus- ja vikahistoriaa. Tarkoituksena on määritellä muutaman koneen ryhmiä, tavallisesti 3–5 konetta, joissa esiintyy enemmän vikoja, kuin muissa koneissa. Vikahistoriaa tutkittaessa täytyy suhtautua kriittisesti käytössä olevan tiedon oikeellisuuteen. (Järviö & Lehtiö 2017, 116, 118–119.)

Kunnostusvaiheessa käytetään TPM:n 5S-menetelmää, jossa aloitetaan puhdistamalla ja kunnostamalla kone. 5S-menetelmän nimi tulee viidestä Japanin kielen verbistä, jotka luovat TPM-ohjelman pohjan. (Järviö & Lehtiö 2017, 119.)

- Seiri (lajittele), poistetaan työpisteeltä tarpeettomat tavarat.
- Seiton (järjestä), merkitään ja määritellään oma paikka työpisteelle jääville tavaroille.
- Seiso (puhdistaa), pidetään työpiste siistinä.
- Seiketsu (standardisoi), määritellään yhteiset pelisäännöt ja vakiinnutetaan toimintatavat.
- Shitsuke (ylläpidä), huolehditaan että siisteys ja järjestys pysyy yllä. (K.Liker 2011, 150.)

Härmän CNC-koneistus Oy:ssä on otettu 5S-menetelmä käyttöön vuonna 2015. Projekti aloitettiin laajamittaisella sortteerauksella, jonka yhteydessä poistettiin kaikki työpisteelle vuosien mittaan kertyneet ylimääräiset työkalut, asetustarvikkeet, jämäpalat ja muut turhat tavarat. Seuraava vaihe oli systematisointi, jolloin määriteltiin työpisteellä tarvittaville työkaluille ja asetustarvikkeille omat paikat. Kun paikat olivat määritelty, alkoi näiden merkitseminen, esimerkiksi ahiolavan, työkaluvaunun ja roskakorin paikka maalattiin lattiaan. Kun työpisteet olivat sortteerattu ja standardisoitu vakiinnutettiin koko yrityksessä siivouspäiväksi joka viikon perjantain aamuvuoro. Tehdas toimii kahdessa vuorossa, joten työpistettä siivoava henkilö vaihtelee viikoittain. Samaan aikaan vakiinnutettiin seuranta, jota toteuttavat yrityksen toimihenkilöt kukin vuorollaan aina alkuviikosta. Tämä sisältää työpisteiden siisteyden arvioinnin ja välittömän palautteen annon työpisteen työntekijälle. Arviointi tehdään verkkopohjaisen Google Forms -ohjelman avulla mobiililaitteella. Arvioinnissa toimihenkilö kiertää työpisteet läpi ja käyttää seit-

semän kysymyksen pohjaa, joihin arvioidaan, toteutuuko kohdan väittämä. Vaihtoehtona arvioinnissa on ok, ½ ja ei, jokaisen kysymyksen alle voi kirjoittaa vielä oman huomion arvioinnista. Yritys on asettanut jokaiselle työpisteelle 5S-tavoitetasoksi 80 %.

5S-menetelmällä on myös suora vaikutus yrityksen kunnossapitoon. Esimerkiksi koneiden varaosille ja erikoistyökaluille ei ole määritelty omaa paikkaa, joten huoltohenkilöltä kuluu turhaan aikaa varaosien etsimiseen. Työn aikana tullaankin lisäämään huoltotoimen 5S-prosessia työkalujen ja varaosien osalta. Määritellään esimerkiksi varaosille selkeä säilytyspaikka ja merkitään varastossa olevat varaosat selkeästi.

Huippukuntovaiheessa optimoidaan kunnossapidon prosessit, alihankinnan käyttö, ostotoiminta, logistiikka, varastointi sekä töiden aikatauluttaminen ja tarkempi suunnittelu. Pyritään maksimoimaan koneen elinajantuotto. Laaditaan kunnossapidolle mittaristo, jolla voidaan seurata suorituskykyä. Viimeisimpänä tavoitteena on kunnossapitotarpeen vähentäminen, tähän päästään tarkemmalla töiden suunnittelulla ja koneiden vikahistoriaan perustuvan tiedon hyödyntäminen, epäluotettavien komponenttien uudelleen suunnittelulla. Kunnossapitotarpeen pienentyessä on tärkeä rooli suorituskyky mittarilla. Mittareiden avulla voidaan tunnistaa epäluotettavuutta ja pyrkiä vähentämään sitä, mikä ohjaa myös käyttämään luotettavampia komponentteja. Yrityksen kunnossapidolla onkin tärkeä tehtävä kerätä ja koostaa tietoa kannattavia investointipäätöksiä varten. (Järviö & Lehtiö 2017, 123.)

4.1.2 RCM

Reliability Centered Maintenance, eli RCM-menetelmän historia ulottuu 1950-luvulle asti, mutta menetelmän varsinainen kehitemä alkoi vasta kymmenen vuotta myöhemmin. FAA (Federal Aviation Agency, Yhdysvaltain ilmailuvirasto) vuonna 1960 perusti työryhmän kehittämään soveltuvaa ennakoivaa huolto-ohjelmaa lentokoneisiin. Työryhmä kehitti olettamukselle perustuvat huolto-ohjelmat, jotka olivat aikaan perustuvia. Projekti ei johtanut toivottuihin lopputuloksiin. Niinpä työryhmä lähti miettimään ohjeistusta uusiksi ja lähtivätkin tutki-

maan syvällisesti mitä vikaantumismalleja lentokoneilla on. Selvityksessä ilmeni kuusi vikaantumismallia, joista kolme ei ollut aikariippuvaisia. Tämän tuloksena ohjeistus uusittiin ehkäisevän kunnossapidon osalta. Englantilainen John Moubray teki RCM-menetelmän tunnetuksi kehittämällä ohjelman teollisuuden tarpeisiin 1980-luvun alussa. (Järviö & Lehtiö 2017, 166.)

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito lyhennetään käsitteellä RCM. Perinteisen kunnossapidon pesuongelmana on ennakoivan huollon suunnittelu. Alkuun ei ole ollut tehokkaita työkaluja tai menetelmiä huollon suunnitteluun ja on jouduttu turvautumaan omiin kokemuksiin ja laitteiden valmistajien ohjeisiin huollon osalta. Tästä on aiheutunut liiallista ehkäisevää kunnossapitoa. Erilaiset tahot ovat arvioineet, että ehkäisevää kunnossapitoa tehdään jopa 40 % turhaan. Tästä tyypillisiä esimerkkejä ovat:

- Tyypillisesti koneita ja erityisesti sähkökoneita puretaan usein turhaan toimintakunnon havaitsemiseksi, vaikka se voitaisiin yhtä hyvin todeta laitteen käydessä. Laitteen tarpeettomalla purkamisella oikeastaan vain lisätään vikaantumisen riskiä.
- Huolloilta puuttuu kohdistus. Rahat kohdistetaan huoltokohteisiin ilman selkeää tuottotavoitetta.
- Ennakoivaa huoltoa tehdään ”koska sitä pitää tehdä”
- Koneiden ja laitteiden vanhetessa sekä koneilla valmistettavat tuotteet ja eräkoot ovat ajan mittaan muuttuneet, joten alkuperäiset huolto-ohjeet eivät vastaa nykyisiä tarpeita. (Järviö & Lehtiö 2017, 163.)

Esimerkkinä lähteessä esitetään lentokoneiden huolto-ohjelma. Perinteisesti valmistetun ja suunnitellun DC-8-lentokoneessa on ennakoivan kunnossapidon piiriin kuuluvaa 339 kohdetta, kun vastaavasti isommassa ja suuremmassa DC-10-lentokoneessa kohteita on vain seitsemän. Tässä loistava esimerkki miten kunnossapidon oikealla kohdentamisella ja suunnittelulla saavutetaan vähemmällä työllä parempia tuloksia, sillä lentoturvallisuus on vuosivuodelta parantunut huomattavasti. (Järviö & Lehtiö 2017, 163, 164.)

RCM-työkalun tausta lähtee tarpeesta määritellä koneen osalle ja itse koneelle kunnossapito-ohjelma. Prosessi täytyy tuntea niin hyvin, että jokaiselle komponentille voidaan valita oikea kunnossapito strategia. Viimeisempien vuosikymmenien aikana on kehitetty työkaluja, jolla voidaan tunnistaa kriittisimmät prosessit ja valita näille sopivimmat kunnossapitomenetelmät. Nämä menetelmät ovat kehitetty prosesseja varten, jossa epäluotettavuus aiheuttaa hyväksymättömiä riskejä. Usein tällaisen prosessin kunnossapito onkin suunniteltu siten että riskitilanteet vältetään kokonaan. Tällaisia periaatteita käyttämällä voidaankin kunnossapito suunnitella kustannustehokkaasti myös perinteisessä teollisuudessa. (Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

RCM-työkalulla korjataan edellä luetellut epäkohdat. Kunnossapidon suunnittelu aloitetaan selvittämällä kriittisin prosessi, jossa kunnossapitoa tarvitaan paljon. Kun prosessien tärkeysjärjestys on selvitetty, mietitään mitä koneita ja laitteita prosessi sisältää. Tämän jälkeen tutkitaan laitteiden vikaantumisriski ja millaisia vaikutuksia vikaantumisella on. Tällä menetelmällä saadaan laitteet järjestykseen vikaantumisen seurauksen vakavuuden mukaan. Seuraava vaihe on tutkia, onko kunnossapidollisia keinoja estää vikaantumista ja onko niiden käyttö järkevää. Näiden tietojen perusteella voidaan määritellä tehtaan kunnossapito-ohjelma uudelleen. (Järviö & Lehtiö 2017, 165.)

RCM-menetelmä on raskas ja kallis toteuttaa, sillä menetelmässä ei oleteta mitään, vaan kaikki perustuu tutkitulle tiedolle. Markkinoille on tullut myös kevennetty SRCM, jossa ”oletetaan” ja käytetään samankaltaisesta prosessista kerättyä materiaalia ja dataa. (Järviö & Lehtiö 2017, 166.)

4.1.3 Härmän CNC-koneistus Oy:n käyttämät sovellukset

Yrityksen huoltohistoria on painottunut enemmälti alihankintaostoon huolto toimituksissa. Vasta vuonna 2017 yritys palkkasi itselleen oman huoltohenkilön. Oman huoltohenkilön myötä yrityksen huolto ja vikakorjauskustannukset laskivat n. 20 %. (Ylinen 2020) Vuoden päästä huoltohenkilön palkkaamisesta loppuvuodesta 2018 yrityksessä alettiin seuraamaan tarkemmin huoltoon liittyviä kustannuksia ja kustannusten jakaumia. Huolto ja varaosakustannuksia on kirjanpidollisesti seu-

rattu, mutta ei tarkemmin kohdennettuna eri koneille tai onko kustannus kohdistunut vikakorjaukseen vai huoltotoimeen.

Taulukko 1. Sorvaussolujen 5S-tarkistuslista.

Sorvaussoluissa tarkastettava ja tehtävät asiat viikkosiivouksen yhteydessä	
1	Lattioiden lakaisu (pesu tarvittaessa)
2	Koneien ja kaappien ulkopintojen puhdistus
3	Työpisteiden roskisten tyhjennys
4	työtasojen siivous tarpeettomista tavaroista
5	Työtasojen ja leukahyllyjen järjestely ja puhdistus
6	Työ- ja mittavälineiden palautus paikalleen
7	Lastukiperin tyhjennys
8	Kulkureitit vapaana
9	Leikkuunestepinnan tarkistus ja täyttö tarvittaessa
10	Leikkuunesteen pitoisuuden tarkistus
11	Johde-öljyn määrän tarkistus ja täyttö
12	Hydrauliöljyn määrän tarkistus ja täyttö
13	Taukoautomaatin öljypinnan tarkistus
14	Öljynerottimen öljyn tyhjäys

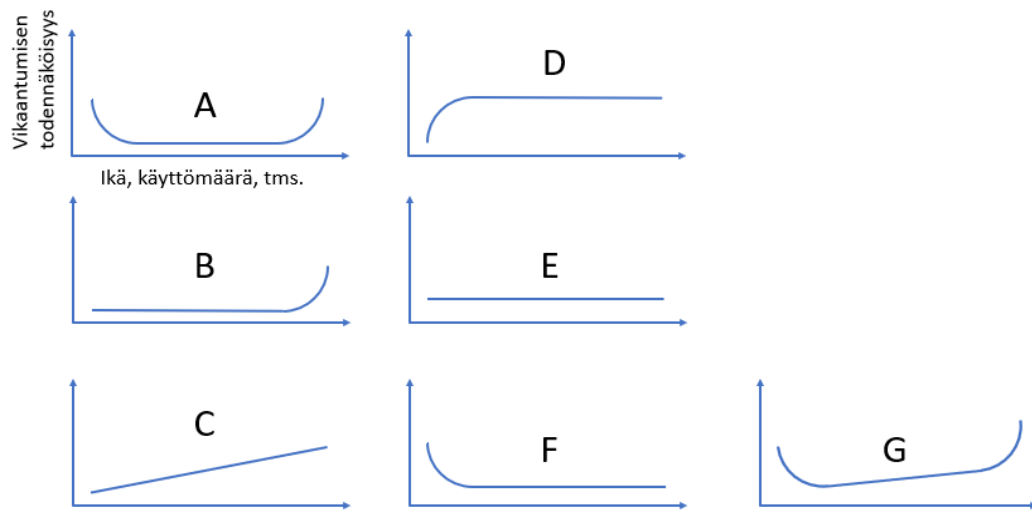
Taulukko 2. Keskussolujen 5S-tarkistuslista.

Jyrsinsoluissa tarkastettava ja tehtävät asiat viikkosiivouksen yhteydessä	
1	Lattioiden lakaisu (pesu tarvittaessa)
2	Koneien ja laatikostojen ulkopintojen puhdistus
3	Työpisteiden roskisten tyhjennys
4	Työtasojen ja paranellihyllyjen järjestely ja puhdistus
5	Työ- ja mittavälineiden palautus paikalleen
6	Lastukiperin tyhjennys
7	Työkaluvaihtopisteen siivous ja järjestely
8	Kulkureitit vapaana
9	Leikkuunestepinnan tarkistus ja täyttö tarvittaessa
10	Leikkuunesteen pitoisuuden tarkistus
11	Johde-öljyn määrän tarkistus ja täyttö
12	Hydrauliöljyn määrän tarkistus ja täyttö
13	Öljynerottimen öljyn tyhjäys

Opinnäytetyöni huoltosuunnitelman tarkoituksena on lisätä käyttäjäkunnossapidon merkitystä. Tätä prosessia tukee TPM-menetelmä, joten työssä tullaankin ko-

rostamaan tarkemmin TPM-menetelmän kohtia kuten käyttäjäkunnossapitoa ja 5S-menetelmää. Yrityksessä onkin käytössä 5S-menetelmä, mihin on sisällytetty käyttäjäkunnossapitoa viikkosiivouksen yhteydessä. Kuten (taulukosta 1 ja 2) voidaan huomata, tarkastuslista sisältää lähinnä öljyjen ja leikkuunesteen pintojen tarkastusta ja tarvittaessa täyttöä.

4.2 Laitevalmistajan huolto-ohjeet



Kuva 2. Vikaantumismallit. (Järviö & Lehtiö, 2017)

Käsitys vikaantumisesta ja laitteen eliniästä on perinteisesti mielletty (kuvan 2) kylpyammeen muotoisen käyrän A mukaiseksi, aluksi sisäänajon aikana laitteessa ilmenee ”uutuuden karheutta”, jonka jälkeen vikaantumiset vakiintuu. Laitteen elinajan lopussa käyrä muuttuu vähitellen jyrkemmäksi, kun alkaa tapahtua laitteen kulumista ja lopulta hajoaminen. Kunnossapitoa on tarkoitus suorittaa vikaantumiskäyrän suorassa kohdassa, jossa todennäköisyys laitteen vikaantumiselle on yhtä todennäköistä koko jakson ajan. 1960-luvulla perinteisen kylpyamme-käyrän käyttö kyseenalaistui, kun amerikkalaiset tutkijat Nolan ja Heap suunnittelivat tarkastus- ja huolto-ohjelmaa lentokoneille. Lentokoneeseen vaihdettiin 85 % osista säännöllisesti, eikä siltikään saatu laitteen vikaantumista kuriin. Vuonna 1978 saatiin valmiiksi vikaantumistutkimus, jossa Nolan ja Heap löysivät kuusi erilaista toisistaan poikkeavaa vikaantumismallia. Työjaksojen tai aikaan perustuvia vikaantumismalleja löytyi kolme (kuvassa 2) käyrät A, B ja C. Käyrä A osoit-

taa alkuvaiheen koreaa vikaantumista, jonka jälkeen vikaantuminen tasaantuu ja lopussa jyrkkää vikaantumisen kasvua johtuen laitteen kulumisesta. Käyrä B kuvaa muuten samanlaista, kuin A-käyrä mutta alkuvaiheen ”lastentauteja” ei ilmene. Tasaisesti kasvavaa vikaantumista kuvataan käyrällä C. (Järviö & Lehtiö 2017, 80–81.)

Satunnaista vikaantumista kuvataan (kuvan 2) käyrillä D, E ja F. D-käyrä kuvaa vikaantumismallia, jonka alkuun ei ole juuri lainkaan vikaantumista, mutta nousee vakiintuneelle tasolle nopeasti alun jälkeen. Käyrällä E kuvataan vikaantumismallia, joka on vakio koko laitteen elinjakson ajan. Käyrällä F vikaantuminen on alkuun suurta, mutta asettuu vakiotasolle, jolla se pysyy laitteen loppuelinjakson ajan. Myöhemmin on havaittu myös kallellaan oleva kylpyamme käyrä G, joka havainnollistaa tietokoneiden oheislaitteiden vikaantumista. (Järviö & Lehtiö 2017, 81–82.)

Edellä esitetyt vikaantumiskäyrät kyseenalaistavat käytönmäärään tai aikaan perustuvan vikaantumisen. TPM-menetelmä pyrkii siihen, että laitteita tarkistetaan jatkuvana prosessina, jolloin vikaantuminen voidaan havaita hyvin aikaisessa vaiheessa. TPM-menetelmä pyrkii myös voimakkaasti estämään vikaantumista ja vikaantumisen aiheuttajia. (Järviö & Lehtiö 2017, 83.)

Laitevalmistajat antavat koneen hankinnan yhteydessä ohjekirjoja, joista selviää valmistajan omat ohjeet koneen kunnossapidolle ja huollolle. Useimmiten valmistajat ovat määritelleet huolto ja tarkistuskohteet ajanmääreen mukaan päivittäiset, kerran viikossa, kerran kuukaudessa, kerran puolessa vuodessa, kerran vuodessa ja joka toinen vuosi suoritettavaksi. Kuten (kuvasta 3 ja 4) ilmenee Mazak Multiplex 6200y valmistajan määrittelemä kunnossapidon määräaikaishuollon ja tarkistuksen taulukko.

Taulukko 4-1 Määräaikaistarkistus ja -huoltotaulukko

Nro	Kohta	Toimenpiteet	Tarkistus-/huoltoväli					
			Päivittäin	Viikottain	Käyttökuukaudet			
					1	6	12	24
1	Yleistä	Koneen ympäristön järjestäminen, koneen ja ympäristön puhdistus (varsinkin lattian)	○					
2	Kara- pyykki	- Istukan ja sen ympäristön lastujen poisto - Leukojen kiinnityksen tarkistus perusleukoihin - Istukan leukojen avautumis-/sulkeutumislukkeen pehmeiden tarkistus - Istukan leukojen voitelu - Leikkuunesteen poistoreikien puhdistus (ks. kuva 4-2) - Lastujen poistaminen leikkuunesteen keruusuppilasta (optio) - Ilmasuodattimen puhdistus (karan liittokotelon alapuolella-kuva 4-3)	○ ○ ○ ○			○ ○ ○		
3	Revolveri ja X-akseli	- Lastuavien työkalujen ja työkalunpitemien kiinnityksen tarkistus - Lastujen poisto lastuavista työkaluista ja revolverista - Pyörivien työkalujen karan (jyrs.karan) hinnan tarkistus	○ ○			○		
4	TOOL EYE	- Anturin ja sen lähistön puhdistus ja lastujen poisto - Epänormaalin äänen kuuluminen anturin tullessa kosketuksiin	○	○				
5	Johteet ja suojukset	- Pyyhkimien kunnan tarkistus – esim. vauriot (kuva 4-4) - Epänormaali ääni akseleiden liikkeessä	○				○	
6	Voitelu- yksikkö	- Öljyn määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys - Imusuodattimien puhdistus - Öljysuodattimien puhdistus - Mahdollisten öljyvuotojen ja putkistovaurioiden etsintä	○				○ ○ ○	
7	Hydrauli- koneikko	- Paineen tarkistus - Öljyn määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys - Mikroerottelijoiden puhdistus - Siivilöiden puhdistus - Hydrauliöljyn vaihto - Mahdollisten öljyvuotojen ja putkistovaurioiden etsintä	○ ○			○ ○ ○ ○		
8	Karan jäähdytys yksikkö	- Jäähdytysnesteen määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys - Jäähdyttimen puhdistus - Jäähdytysnesteen vaihto - Siivilöiden puhdistus	○			○ ○		○

Kuva 3. Mazak Multiplex -määräaikaistarkistus ja huoltotaulukko (Mazak-huoltokirja).

Taulukko 4-1 Määräaikaistarkistus ja -huoltotaulukko jatkuu...

Nro	Kohta	Toimenpiteet	Tarkistus-/huoltoväli					
			Päivittäin	Viikottain	Käyttökuukaudet			
					1	6	12	24
9	Leikkuu- neste- yksikkö	- Nesteen määrän tarkistus ja tarvittaessa lisäys - Suodattimien likaisuuden tarkistus ja puhdistus - Nesteen likaisuuden tark. ja tarvittaessa nesteen vaihto	○ ○		○			
10	Paineilma- yksikkö	- Paineen tarkistus - Suodatinelementin tarkistus ja tarvittaessa vaihto	○			○		
11	Sähkö- ohjau- kaappi	- Oven täydellisen sulkeutumisen tarkistus - Sähköisten osien likaisuuden ja värimuutosten tarkistus sekä liittinruuvien tiukkuuden tarkistus	○			○		
12	Liittimet	- Yksiköiden kytkentöjen liittimien tiukkuuden tarkistus (kuva 4-5)				○		
13	Perustus	- Rungon suoruuuden tarkistus vesivaa'alla					○	

Kuva 4. Mazak Multiplex -määräaikaistarkistus ja huoltotaulukko (Mazak-huoltokirja).

4.3 Häiriö- ja vikatilanteiden esiintyminen

Häiriötilanteet syntyvät usein kesken tuotantoajon, joko käyttäjä- tai koneperäisesti. Käyttäjäperäinen häiriötilanne voi olla esimerkiksi koneen törmäys kesken tuotantoajon tai ennen tuotantoajoa suoritettavan koeajon aikana. Näissä tapauksissa käyttäjä tarkistaa aina ensin, voidaanko koneella jatkaa tuotantoajoa ja voidaanko konetta vielä käyttää turvallisesti. Tämän jälkeen käyttäjä tekee huoltoilmoituksen huoltojärjestelmään ja kertoo tässä ilmoituksessa lyhyesti, mikä on vika. Tällöin pystytään varaamaan huoltohenkilöitä tarpeen mukaan. Yrityksen oma huoltohenkilö osaa oikoa ja suoristaa yksinkertaisempia kolme akselisia koneita, joita yrityksessä on seitsemän kappaletta. Haastavimmat monitoimisorvien suoristukset täytyy yrityksen hankkia ostopalveluna ulkopuoliselta huoltoyritykseltä. Käyttäjäperäiset häiriötilanteet ovat aina inhimillisiä, eikä näiden syntyyn pystytä ennakoivalla huollolla vaikuttamaan. Käyttäjäperäisiä inhimillisiä virheitä pyritään ehkäisemään sisäisellä koulutuksella, joista on hyvä esimerkki yrityksen Mori Seiki -kone, jossa korkean ammattitaidon ja osaamisen vuoksi ei tapahtunut yhtään käyttäjäperäistä vikaa vuonna 2019.

Yleisimmissä koneperäisissä vikatilanteissa on suurempi vaikutus yrityksessäkin käytössä olevalla 5S-menetelmällä. Kyseinen siisteys- ja järjestysmenetelmä tukee koneen ja ympäristön puhtautta. Täten koneen käyttäjä puhdistaa koneen sisältä kertyneet lastut pois viikoittain ja näin ehkäistään lastujen aiheuttamia vikoja tehokkaasti. Koneperäiset häiriö- ja vikatilanteet arvioidaan aina tapauskohtaisesti, pystyykö vian korjaamaan käyttäjä, oma huoltohenkilö vai kutsutaanko ulkopuolinen huoltoyhtiö. Koneperäisiä tuotannon seisahduksia pyritään ennaltaehkäisemään ennakoivalla huollolla, kun vuosihuollon yhteydessä puhdistetaan ja tutkitaan koneen sisäisiä ongelmakohtia esimerkiksi lastujen kertyminen johdesuojapeltien alle.

Yrityksen kaikilla työpisteellä on tietokone, josta tuotannon työntekijät voivat tarkastella tuotannontyöjonoja, tehdä parannusideoita tai vikakorjaus ilmoituksia. Tuotannon työpisteen tietokoneen työpöydältä löytyy pikakuvake vikailmoituksen tekemiseen. Vikailmoitus alustaksi on valittu verkkopohjainen Google Forms -

ohjelmisto. Vikailmoitukseen valitaan kone, missä vika on ilmennyt, henkilö joka ilmoituksen tekee ja kerrotaan lyhyesti ilmennyt vika. Lopuksi painetaan lähettä nappia ja tiedot tallentuvat verkkopohjaiseen Google Sheets-ohjelmistoon ja vikailmoituksesta tulee ilmoitus toimihenkilöiden sähköpostiin. Google Sheets-ohjelmistosta Trello-ohjelmisto hakee automaattisesti vikailmoituksen tiedot ja lisää huoltohenkilön työjonoon uuden työkortin kyseisestä vikailmoituksesta. Työkortilta selviää kone, jolle vikailmoitus on tehty ja lyhyt kuvaus havaitusta viasta. Uusi työkortti on automaattisesti punaisena, aloittamatta tilassa ja aloittamatta luettelossa. Huoltohenkilön saadessa valmiiksi kyseisen vian korjaus, päivittää hän omalla mobiililaitteella Trello-ohjelmistossa työkortin valmiiksi tilaan, vaihtaa työkortin värin vihreäksi ja siirtää kyseisen työkortin valmisluetteloon ja kommentoi työkortille, mitä huollossa tehtiin ja mahdollisia huomautuksia huoltoon liittyen. Työn jäädessä kesken esimerkiksi varaosien toimitusajan vuoksi, siirtää huoltomies työkortin kesken luetteloon ja vaihtaa työkortin väriksi keltaisen värin.

4.3.1 Suunnitelmallinen huolto

Suunnitelmallinen huolto yrityksen koneille vaikuttaa moneen yrityksen toimeen. Kuten toimitusvarmuuteen, käyttövarmuuteen ja laatuun. Suunnittelulla varmistetaan, että koneet huolletaan määräajoin, eikä suoriteta pelkästään vikakorjausta, kun kone rikkoontuu. Myös käyttäjämukavuus lisääntyy, sillä käyttäjä on tietoinen, milloin kone huolletaan. Täten käyttäjä pystyy myös vaikuttamaan huollon sisältöön ja tarkistettaviin kohteisiin, kun hänellä on tiedossa huoltoajankohta.

4.4 Huollon vaikutus tuotannon tehokkuuteen

Tuotannon mittaamiseen, seuraamiseen ja kehittämiseen on olemassa erilaisia mittareita ja tunnuslukuja. Näitä kutsutaan englanninkielisessä tekstissä key performance indicator eli lyhenteenä KPI. Kussakin organisaatiossa pyritään löytämään itselle sopivat mittarit. Mittareiden tavoitteena on analysoida, verrata ja ohjata tuotantoa sekä sen toimintaa. Tunnusluvut jaotellaan tyypillisesti kahteen kategoriaan, lyhyen- ja pitkäaikavälin lukuihin. Lyhyen aikavälin tunnusluvuilla seurataan, miten tuotanto onnistui tänään tai tällä viikolla, kun taas pitkän aikavä-

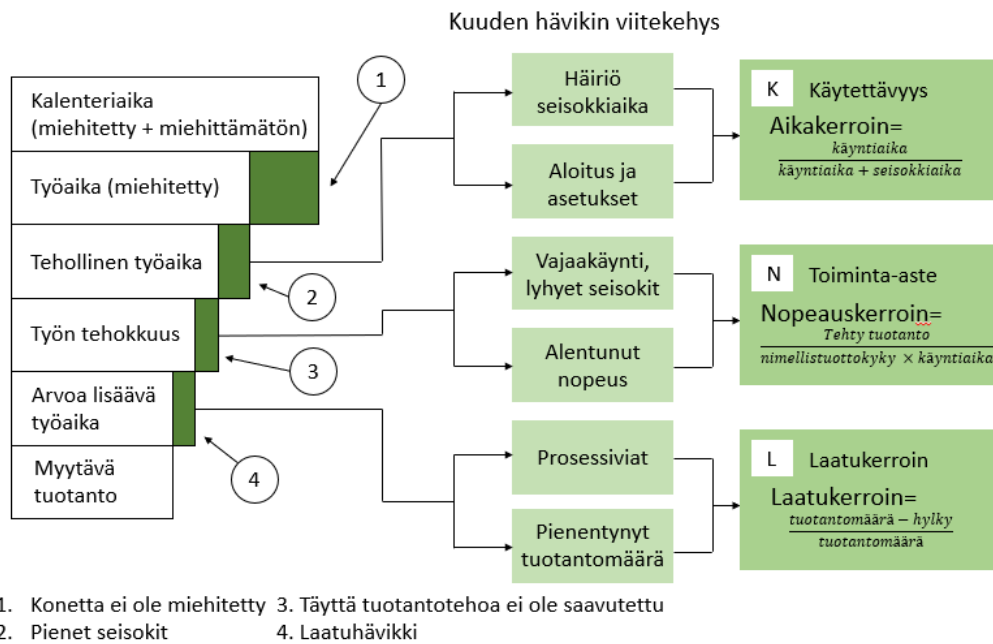
lin mittareilla seurataan mihin suuntaan toiminta on menossa. (Vuohelainen 2019.)

Tuotannon tehokkuutta mitataan KNL-menetelmällä. Lyhenne KNL tulee sanoista, käytettävyys, nopeus ja laatu. Englannin kielessä menetelmä tunnetaan OEE-mittarina, joka tulee sanoista (Overall Equipment Effectiveness). KNL-mittari on laajasti käytössä tuotantolaitoksissa ja yksitällisillä koneilla. KNL-mittarilla saadaan helposti esiin tuotantoa hidastavia pullonkauloja, näitä parantamalla saadaan tuotannon tehokkuutta lisättyä. Tyypillisiä tuotannon pullonkauloja ovat asetusajkojen venyminen, laitehäiriöt ja lyhyet pysähdykset sekä muut tekijät, jotka aiheuttavat tuotantoon hukkaa. (Vuohelainen 2019.)

Yksi tärkeimmistä osa-alueista tuotanto-ominaisuuksien hallinnassa on mitata tuotantokoneiden tehokkuutta. Voidaan olettaa, jos tuotantokoneen tehokkuus on jotain muuta, kuin nimellinen tehokkuus, jotain on silloin pielessä. KNL-menetelmällä saadaan tunnistettua kuusi hävikkiä aiheuttavaa tekijää (kuva 5), jonka jälkeen voidaan ryhtyä hävikin systemaattiseen poistamiseen. Hävikit eivät pelkästään synny siitä, että kone on rikki, vaan siitä, että monet tekijät vaikuttavat siihen, ettei koneen suorituskyky ole maksimaallinen tai optimaalinen. Hävikkien poistaminen yleensä korjaantuu prosessia muuttamalla, eikä niinkään koneen muutoksella. (Järviö & Lehtiö 2017, 136.)

KNL-laskenta perustuu kolmeen eri tekijään. Käytettävyyteen, jos käytettävyys on 100 % tarkoittaa se sitä, että tuotannossa ei tapahdu suunnitellussa tuotantoajassa yhtään tuotantoseisokkia. Nopeuteen, jonka ollessa 100 % tarkoittaa tämä tuotannon kulkua koko käyntiajan teoreettisesti korkeimmalla mahdollisessa nopeudessa. Laadun ollessa 100 % tarkoittaa se, että tuotteita tai tuotantoerää ei ole hylätty eikä jatkokäsitelty. (Törnroos 2019.)

Ihanteellisessa tuotannossa koneet toimivat ja käyvät lakkaamatta, jolloin KNL-luku on 100 %. Keskimääräisesti valmistavan teollisuuden KNL-luku on n.60 % maailmanlaajuisesti tutkittuna. Tehokkaina toimijoina pidetään yrityksiä, joiden KNL-luku on yli 85 %. (Vuohelainen 2019.)



Kuva 5. KNL-hävikit (Järviö & Lehtiö 2017, 138).

Ennakoivalla huollolla on iso vaikutus tuotannon tehokkuuteen. Otetaan esimerkiksi yrityksen Mazak Multiplex 6200y -kone, jolla ajetaan kahdessa vuorossa. Kyseisen koneen kuormitusta seurattiin vuonna 2019 kolmen päivän ajalta koneen ohjauksen diagnostiikka välilehden avulla, mistä näkee koneen käynnin ja pysähdykset viikon ajalta minuuttien tarkkuudella. Yrityksen käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä nähtiin kyseisien seurantapäivien valmiiksi leimatut tuotteet. Näitä tietoja hyödyntämällä saatiin koostettua (taulukko 3), jonka arvojen perusteella saadaan laskettua KNL-arvot kyseiselle koneelle. Taulukossa aika-arvot ovat annettu minuutteina.

Taulukko 3. Tuotantotilastoa kolmen päivän ajalta vuodelta 2019, taulukon pohja (Järviö & Lehtiö 2017,139).

Päivä	Vuoro	Työaika	Tauot	Käytettävissä oleva työaika	Seisokit	Tuotantomäärä Kpl	Hylky kpl
1	1	480	44	436	60	150	1
1	2	480	44	436	15	190	0
2	1	480	44	436	15	190	0
2	2	480	44	436	30	240	0
3	1	480	44	436	90	314	10
3	2	480	44	436	60	350	2
Yht.		2880	264	2616	270	1434	13

Taulukko 4. Mazak Multiplex 6200y -tehokkuuskeroimet, taulukon pohja (Järviö & Lehtiö 2017,140).

Päivä	Vuoro	Käytettävyys	Toiminta-aste	Laatukerroin	KNL
1	1	86 %	53 %	99 %	45 %
1	2	97 %	60 %	100 %	58 %
2	1	97 %	60 %	100 %	58 %
2	2	93 %	79 %	100 %	73 %
3	1	79 %	93 %	97 %	72 %
3	2	86 %	96 %	99 %	82 %
Kok.		90 %	74 %	99 %	65 %

Taulukossa 4 on laskettuna tehokkuuskertoimet kyseisille kolmelle seurantapäiville. Tuloksista voidaan tehdä tärkeitä johtopäätöksiä. Ensimmäisenä huomataan, että laitteen todellinen tehokkuus on 65 %, joka on muuhun valmistavaan teollisuuden verrattuna hyvällä tasolla. Toisena asiana huomataan, että käytettävyys on 90 %, mikä johtuu koneen lyhyistä pysähdyksistä esimerkiksi terän rikkoutumisen vuoksi. Kolmantena huomataan, toiminta-aste eli koneen nopeuserroin on 74 %. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannossa ja koneen käytössä on selvästi parannettavaa.

4.5 Kustannusvertailu vikakorjaukset vs. ennakoiva huolto

Kustannusvertailussa tarkastellaan lähemmin kolmea yrityksen kriittistä konetta. Yrityksellä on kerättyä ja koostettuna koko vuoden 2019 huolto- ja korjauskulut. Näitä tietoja on pyritty vertailemaan myös aiempiin vuosiin yrityksen kirjanpito-tietojen avulla. Tarkka seuranta koneiden huolto- ja korjauskuluista on aloitettu syksyllä 2018. Tällöin kokonaisuena vertailuvuotena tulee toimimaan vuosi 2019. Ennakoivista huolloista on pyydetty tarjouksia vuoden 2019 lopussa, huoltosuun-nitelman laadinnan yhteydessä. Tarjouksia ennakoivista huolloista tullaan käyttä-mään vertailuna vuoden 2019 huolto ja korjaus kuluihin. Tässä opinnäytetyössä kustannusvertailu kolmelle koneelle on tehty vuonna 2020 alussa, kun koneiden tiedot on saatu kirjattua. Kustannusvertailussa näkyvät vikailmoitukset on kerätty konekäyttäjien tekemistä vikailmoituksista, joita käyttäjät tekivät koko yrityksessä kaikkien koneiden osalta yhteensä 173 kappaletta vuonna 2019. Kolmen käsiteltä-vän vertailukoneen vikailmoitus määrä oli 30 kappaletta eli 17 % kaikista ilmoi-tuksista.

4.5.1 Monitoimisorvi Mazak

Ensimmäisenä tarkastellaan Mazak Multiplex 6200y -konetta (kuva 6). Kyseisen koneen vuosimalli on 2006. Vastaavan koneen uusi hankintahinta on n.500 000 €. Kone on kahdeksanakselinen monitoimisorvi, varustettuna kahdella 12-paikkaisella työkalurevolverilla ja kahdella 8” karalla. Kone on varustettuna lisäk-si Mazak 150F -portaalirobotilla ja palettipöydällä. Konetta käytetään kahdessa vuorossa mahdollisimman hyvällä käyttöasteella, sillä kyseinen kone on yrityksen kuormitetuin sen monipuolisuuden ja tehokkuuden vuoksi. Kone on ollut kohtuul-lisen luotettava sen käyttöasteeseen nähden. Koneen ikääntyessä korjauskulut ja huollon merkitys on selkeästi korostunut.



Kuva 6. Mazak Multiplex 6200y varustettuna Mazak 150F -portaalirobotilla.

Taulukko 5. Mazak Multiplex vuoden 2019 korjauskustannusten jakauma.

Kone	Korjauksien määrä 2019	Kustannukset 2019	Kustannusten jakau- tuminen
Mazak Multiplex 6200Y	12	16 558,96 €	

Kulumisesta johtu- vaa korjausta:	8	10 002,07 €	60 %
Käyttövirheitä:	2	5 905,54 €	36 %
Ennakoivaa huol- toa:	1	546,50 €	3 %
Selkeitä vikoja:	1	104,85 €	1 %

Taulukosta 5 huomataan, että korjauskustannukset koostuivat pääsääntöisesti koneen normaalista kulumisesta 60 % kaikista vuoden 2019 koneen korjauskuluista. Kulumiseksi laskettiin esimerkiksi rajakytkimien sähköjohtojen yhdistyshäiriöt ja näiden vaihtotyö, koneen kulmapään vaihto ja koneen geometrian tarkistus. Käyt-

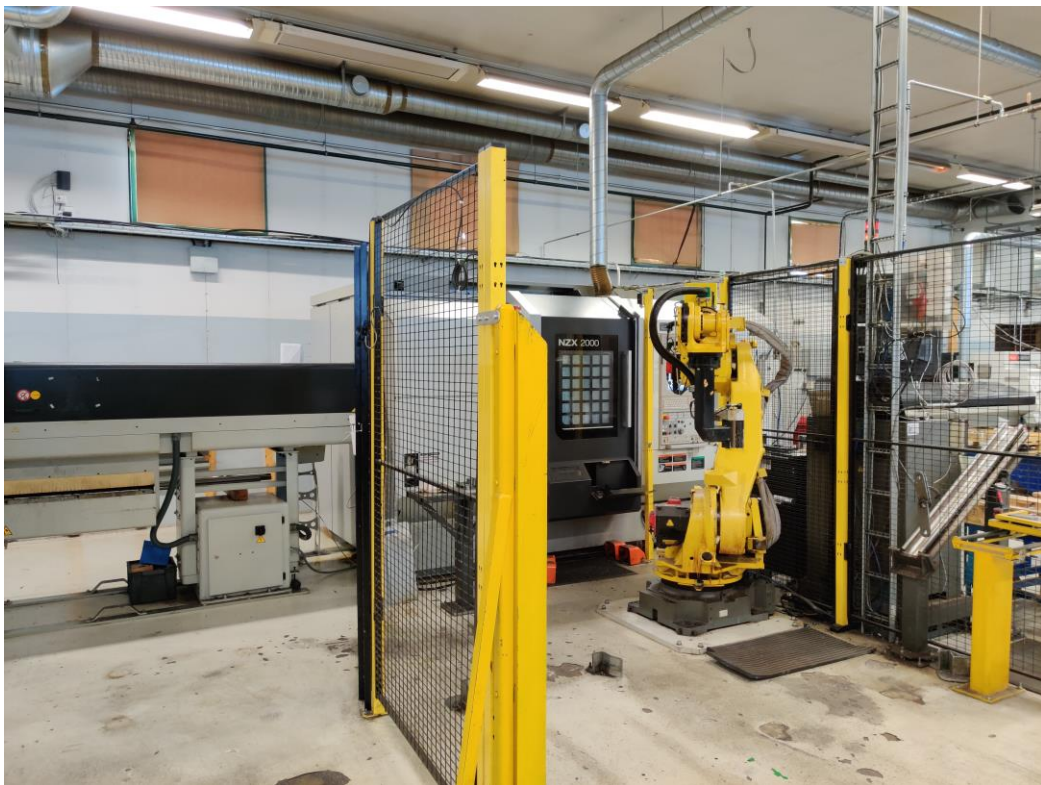
täjän tekemiä käyttövirheistä johtuvia kustannuksia oli toiseksi eniten 36 %, nämä koostuivat erilaisista käyttäjän aiheuttamista törmäyksistä, jossa kone meni keroon. Selkeistä vioista aiheutuneita kustannuksia ilmaantui yksi, lastuamismestepumpun tukkeutuminen ja ennakoivaa huoltoa tehtiin 3 % kustannuksista, uusimalla työstökoneen sisävalot. Taulukossa näkyvät kustannukset sisältävät varaosa sekä korjauskustannukset.

Suunnitelmallisella ja ennakoivalla huollolla pystyisi karsimaan vuoden 2019 korjauskuluista n. 8 % eli 1 323,93 € perustuen siihen, että vuoden 2019 vika ja muutamat normaalista kulumisesta johtuvat korjaukset olisivat tulleet ilmi ja korjattu vuosihuollon yhteydessä. Näissä laskelmissa ei ole otettu kantaa koneen seisokkiaikoihin ja tuotantomenetykseen, joita korjaukset aiheuttavat.

Koneen minimituottovaatimus ilman henkilökuluja työtunnille on 90 € tunnilta. Korjauksista ja huolloista johtuva koneen seisokkitunti määrä vuoden 2019 aikana oli 250 tuntia. Taloudellinen menetys tuotannon seisokeista, johtuen koneelle ker-tyi vuoden 2019 aikana 22 500 €.

4.5.2 Monitoimisorvi Mori Seiki

Toisena koneena käsitellään yrityksen toinen paljolti kuormitettu monitoimisorvi Mori Seiki NZX 2000 (kuva 7). Koneen vuosimalli on 2014. Vastaavan uuden koneen hankintahinta lisävarusteineen on n.650 000 €. Kone on seitsemänakselinen monitoimisorvi varustettuna Top Automazion kolmemetrillä tankoautomaatilla ja Fanuc 2000 iB -käsivarsirobotilla. Koneessa on kolme 16-paikkaista työkalurevolveria ja kaksi 8” karaa. Koneella pystytään ajamaan kolmen metrin tangosta tankotyönä kappaleita ja näitä pystytään purkamaan robotin magneettitarttujalla suoraan kuormalavalle. Robotilla pystytään myös panostamaan ja purkamaan laippamallisia kappaleita täysin automaattisesti. Konetta käytetään kahdessa vuorossa hyvällä käyttöasteella pitkälti koneen suuren automaatioasteen ansiosta.



Kuva 7. Mori Seiki NZX 2000 -monitoimisorvi varustettuna Top automazion -tankoautomaatilla ja Fanuc 2000iB -käsivarsirobotilla.

Kyseille koneelle tehtiin korjauksia kaikkiaan 10 kappaletta vuoden 2019 aikana (Taulukko 6). Korjauskustannukset koostuivat selkeistä vioista 72 % sisältäen lämpöanturin antamat hälytykset ja i/o-kortin vikaantuminen. Kulumisesta johtuvaa korjausta tehtiin 28 % kustannuksista, sisältäen tankolaitteen linjauksen tarkistuksen ja säädön, kulmavaihteen oikaisun ja johdepeltien vaihdon. Koneella ei sattunut yhtään käyttäjäperäistä virhettä tai kolaria, johtuen koneen käyttäjien suuresta ammattitaidosta ja huolellisuudesta.

Taulukko 6. Mori Seiki korjauskulut vuonna 2019.

Kone	Korjauksien määrä 2019	Kustannukset 2019	Kustannusten jakautuminen %
Mori Seiki NZX 2000-800 STY2	10	9 831,78 €	
Kulumisesta johtuvaa korjausta:	4	2 716,61 €	28 %
Käyttövirheitä:	0	0,00 €	0 %
Ennakoivaa huoltoa:	0	0,00 €	0 %
Selkeitä vikoja:	6	7 115,17 €	72 %

Ennakoivalla huollolla on mahdollista karsia vuoden 2019 korjauskuluista n.50 % eli n.4 922 € Perustuen siihen, että ennakoivassa huollossa tehtäisiin toimenpiteitä, esimerkiksi hydraulioöljyjen ja suodattimien vaihto, joilla olisi estetty vuoden 2019 lämpöanturi ongelmat. Myös vuoden 2019 johdepelti ongelmat olisivat havaittu huollon yhteydessä ja näin voitu reagoida jo varhaisessa vaiheessa, eikä peltien vaihdolle olisi ollut aiheutta. Koneelle on määritelty nettotuotto 100 € tunnissa ilman henkilökuluja. vuoden 2019 aikana kone oli pois tuottavasta tuotantokäytöstä korjauksien vuoksi 160 tuntia. Näin ollen tuotannon seisomisen vuoksi menetyksiä kertyi 16 000 €.

4.5.3 Työstökeskus Quaser MK70L

Kolmantena käsitellään yrityksen suurimmalla työstöpöydällä varustettu kolme akselinen pystykarainen työstökeskus (kuva 8). Työstökoneen akselien liikkeet ovat, X-akseli 2 400 mm ja Y-akseli 700 mm. Koneen vuosimalli on 2003. Kyseisellä koneella työskennellään kahdessa vuorossa tehden yrityksen isommat jyrshintäytöt. Kone mahdollistaa myös isompien jyrhinsarjojen ajon suuren työstöpöydän ansiosta, sillä työstöpöydälle pystytään kiinnittämään useampi työstettävä kappale kerrallaan. Uuden vastaavan koneen hankintahinta on n.250 000 €. Kone on varustettu 40-paikkaisella työkalurevolverilla.



Kuva 8. Quaser MK70L -työstökeskus.

Taulukko 7. Quaser MK70L:n korjauskulut vuonna 2019.

Kone	Korjauksien määrä 2019	Kustannukset 2019	Kustannusten jakautuminen %
Quaser MK70L/10	6	6 100,32 €	
Kulumisesta johtuvaa korjausta:	4	4 170,91 €	68 %
Käyttövirheitä:	0	0,00 €	0 %
Ennakoivaa huoltoa:	0	0,00 €	0 %
Selkeitä vikoja:	2	1 929,41 €	32 %

Konetta korjattiin kuusi kertaa vuoden 2019 aikana (taulukko 7). Korjauskustannukset koostuivat normaalista kulumisesta 68 % ja selkeiden vikojen osuus kustannuksista olivat 32 %. Esiintyneitä vikoja olivat työkalun vaihtoon liittyvät ongelmat ja Y-akselin servohälytys. Kulumisesta johtuvaa korjausta tehtiin työstökoneen karan laakereille sekä O-renkaille, paineilmaventtiilille ja koneen geometria tarkistettiin laser-mittauksella.

Koneen ennakoivalla huollolla on mahdollista karsia vuoden 2019 kuluista n.25 % tehden n.1 500 € säästöt. Laskelma perustuu ennakoivassa huollossa suoritettavassa koneen puhdistuksessa ilmi tulevien alkavien vikojen havainnointi ja reagointi varhaisessa vaiheessa ennen laitteen rikkoutumista. Esimerkiksi vuoden 2019 koneen työkaluvaihto-ongelmat olisivat tulleet esille ennen rikkoutumistaan ennakoitun huollon yhteydessä. Koneen tuntihintana on laskennallisesti 60 € tunnilta, ilman henkilökuluja. Tuotannon seisahtuksia aiheutui koneen vuoden 2019 suoritettujen korjauksien vuoksi yhteensä 97 tuntia. Näin ollen tuotantomenetyksiä kertyi 5 820 €.

5 HUOLTOSUUNNITELMAN TOTEUTTAMINEN

Työnantaja yrityksessäni heräsi tarve laatia tuotantokoneille huoltosuunnitelma. Huollon korostaminen yrityksessä on mainittuna viime vuosina myös strategisena päätöksenä yrityksen johdon ja hallituksen toimesta. Yrityksen tämänhetkinen huolto on painottunut enemmän vikakorjaukseen ja ennakoivia huoltoja on tehty vain muutamia. Yrityksen huoltovastaavana ennakoivan huoltosuunnitelman laatiminen oli minulle luonteva valinta opinnäytetyöni aiheeksi. Yrityksellä on käytössä oma huoltohenkilö, joka pystyy huoltamaan suurimman osan vioista itsenäisesti. Suuremmissa ja vaikeimmissa vikatilanteissa yritys käyttää ostopalvelua huollon osalta. Suurempia korjauksia ovat esimerkiksi, cnc-työstökoneen kuuluruuvien vaihto ja muita vaikeampia korjauksia ovat esimerkiksi koneen ohjaukseen ja parametreihin liittyvät viat. Yrityksen omalla huoltohenkilöllä on käytössä verkkopohjainen Trello-ohjelmisto, jonne tallentuvat kaikki vika- ja huoltoilmoitukset. Trello-ohjelmisto toimii myös huoltohenkilön työjonona (Liite 1).

Opinnäytetyön aikana suunniteltiin yhdessä koneiden käyttäjien kanssa käyttäjäkunnossapidon tarkistuslistat. Liitteissä 7 selviää työssä käsiteltävän Mazak Multiplex -koneen käyttäjäkunnossapidon tarkistuslistat. Tarkistuslistojen pohjaksi muodostui Mazakin huolto-oppaasta löydetty määräaikaishuolto- ja tarkistuslista, joka osoittautui hyvin selkeäksi ja helppolukuiseksi. Käyttäjien kanssa toteutetut listat ovat yksinkertaisia, tarkistus ja vaihtoajankohdat on mietitty yhdessä koneiden käyttäjien kanssa palvelemaan mahdollisimman hyvin käyttäjän omaa kokemusta kunnossapidon tarpeellisuudesta. Käyttäjäkunnossapito on koulutettu koneiden käyttäjille ja listat ovat tulostettuna työpisteeltä löytyvään 5S-kansioon, josta löytyy myös viikkosiivouksen 5S-tarkistuslista.

5.1 Kone kohtainen huoltosuunnitelma

Ennakoivaa huoltosuunnitelmaa lähdettiin toteuttamaan keräämällä ensin kaikki tiedot yrityksen koneista ja listaamalla nämä verkkopohjaiseen Google Sheets -ohjelmistoon. Kyseisestä ohjelmistosta löytyy kortti, josta selviää koneen merkki, malli, vuosimalli, koneen sarjanumero ja tunnus, millä kone tunnetaan yrityksessä puhekielellä (liite 2, 3 & 4).

Yrityksen koneille tämän opinnäytetyön myötä aletaan tekemään vuosittaista huoltoa. Vuosihuollossa tehtävä sisältö on osaksi valmistajan ja osittain yrityksen omiin käyttökokemuksiin perustuen. Esimerkiksi valmistajan ohjeiden mukaan koneeseen vaihdetaan erilaisia suodattimia ja öljyjä vuosihuollon yhteydessä, kun taas omien käyttökokemusten perusteella vuosihuollossa on järkevää vaihtaa esimerkiksi johdeöljyvoitelun annostelijat. Sillä niiden vaihtohintaansa nähden voi annostelijoiden tukkeutumisen aiheuttamat viat ja ongelmat olla kustannuksiltaan todella suuret. Näin varmistetaan annostelijoiden toimivuus ja vältetään tehokkaasti isoja vikoja.

5.2 Aikataulukus (soveltaminen tuotantoon)

Lähdin miettimään huollon aikataulutusta koneen tuotannollisen kriittisyyden mukaan. Kriittisimmille koneille, joiden täytyy olla toimintakunnossa mahdollisimman paljon, ajoitin huollon tuotannon työntekijöiden lomakausien mukaan (liite 5 ja 6). Tällöin kriittisimmät koneet saadaan huoltaa tuotannontyöntekijöiden loma-aikana, eikä täten aiheudu turhia tuotannon seisahduksia huoltojen vuoksi. Tuotannollisesti kriittisimmät koneet huoltaa ulkopuolinen huoltoyhtiö yrityksen oman huoltohenkilön avustuksella. Tämä sen vuoksi, että kriittisimmät koneet ovat monimutkaisia ohjauksiltaan ja rakenteeltaan, ettei yrityksen oman huoltohenkilön ammattitaito riitä näiden täysivaltaiseen huoltoon. Käyttämällä ostopalvelua näiden kriittisten koneiden osalta saadaan myös mahdollisissa vikatilanteissa nopeasti apua huollon suorittavalta ulkopuolisesta huoltoyritykseltä. Huoltoaikataulukuksessa mietin myös kyseisellä hetkellä eniten huoltoa tarvitsevia koneita ja ajoitin näiden huollon lähitulevaisuuteen. Loput koneista ajoitin, tasaisin väliajoin vuoden loppuun asti. Kriteerinä koneen ikä ja kriittisyys huollon tarpeesta.

6 TULOKSET YHTIÖN KOKO KONEKANNASTA

Toimeksiantaja yritys käytti laskentavuoden aikana lähes satatuhatta euroa koneiden kunnossapitoon. Eli kyseessä on liikevaihdosta n. 2 % mutta tuloksesta n. 30 %. Toimintaympäristö metallityöstön alihankinnassa on kovin kilpailtu, joten kustannuksia on tarkasteltava kriittisesti. Kunnossapidolla on myös koneilla valmistettavien tuotteiden laatuun vahva sidos. Koneiden ja laitteiden toimiessa oikein ja tehden mittatarkkaa työtä parhaalla mahdollisella nopeudella laadukkaasti, on sillä suora vaikutus yrityksen tulokseen.

Taulukko 8. Yrityksen koko vuoden 2019 huolto-, varaosa- ja korjauskulut.

YHTEENVETO	2019
Huolto (ennakoiva)	5 383,09 €
Varaosa	24 315,46 €
Korjaus	57 452,15 €
Konesiirto	10 150,84 €
Yht.	97 301,54 €

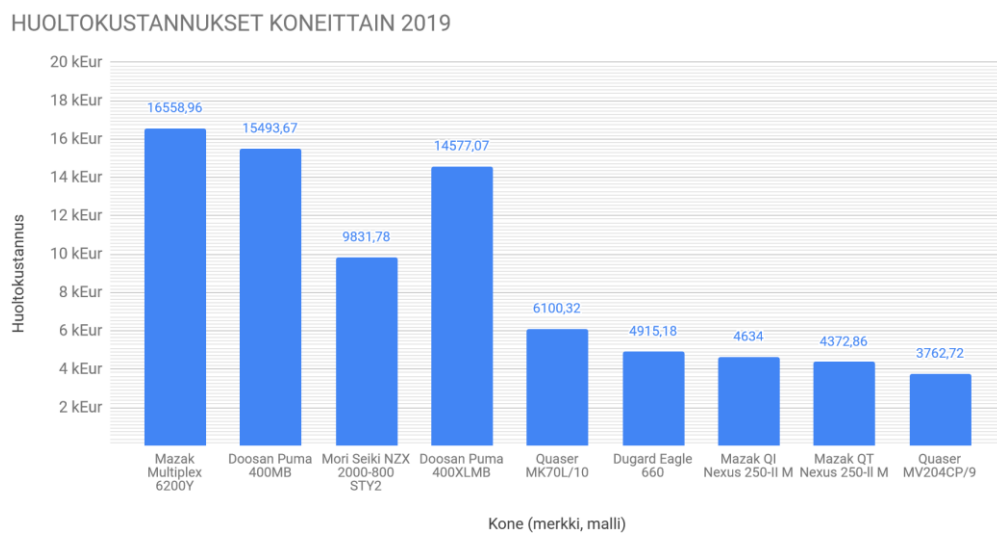
6.1 Huoltokustannukset

Huoltokustannukset koostuvat varaosa-, korjaus-, ennakoivasta huollosta tai kone-siirroista. Huoltokustannukset on kerätty verkkopohjaiseen Google Sheets -ohjelmaan. Ohjelmasta löytyy Info ja yhteenveto -välilehti, jossa on listattuna ohjeet, miten ja minne huoltoon liittyvät laskut kirjataan. Laskut välilehdelle kirjataan myyjä, laskun päiväys, laskun numero, kone, tuotanto solu, laskun summa, huolto/ varaosa ja työnkuvaus. Pohjasta saadaan hyvin selville, miten huoltokustannukset jakautuvat koneittain ja soluittain. Samasta pohjasta saadaan myös selville, paljonko on korjaavan huollon, varaosien, ennakoivan huollon ja konesiirtojen osuus kustannuksista. Taulukosta selviää myös paljonko korjauksista ja huolloista aiheutuu koneseisokki kustannuksia koneen ollessa pois tuottavasta tuotanto käytöstä. Huoltokustannukset pohjaan on määritelty kaikille koneille oma seisokki tuntihinta. Huoltohenkilö kirjaa omaan työjonoon Trelloon työkortille, kauanko

huolto on kestänyt ja miten pitkän ajan kone on ollut pois tuotantokäytöstä. Näitä päivitetään kerran kuukaudessa Google Sheets-ohjelmistoon.

6.2 Korjauskustannukset

Korjaus- ja huoltokustannukset ovat iso yksittäinen osa yrityksen kuluista. On siis selvää, että säästöä voidaan tehdä hyvinkin pienellä suunnitelmallisuudella, koulutuksella ja ennakkoinnilla. Vuonna 2019 yrityksen korjaus- ja huoltokustannukset olivat yhteensä n.100 000 euroa. (Kuvasta 9) selviää, mille koneille suurimmat kustannukset jakautuivat.



Kuva 9. Huoltokustannukset koneittain vuonna 2019.

6.3 Varaosakustannukset

Koneiden varaosia toimittaa koneiden myyjät tai maahantuojat. Useimmiten varaosat saapuvat suoraan ulkomailta tilaajalle, sillä varaosien myyjillä kotimaassa on hyvin pieni varaosavarasto itsellään. Koneiden varaosakuluista on vaikea saada säästöjä, sillä korvaavia valmistajia on hyvin vähän. Esimerkiksi yhteisostot tai suuremmat tilauserät voisivat tuoda säästöjä varaosahankintoihin. Taulukosta 6 huomataan, että varaosakustannuksia kertyi vuonna 2019 n. 24 315 €. Yksittäiset kalliimmat varaosat olivat monitoimisorvin kulmavaihde ja yrityksen toisen isomman sorvin X-akselin kuularuuvi ja uusi kolmileukaistukka.

Yrityksellä itsellään on yksittäisiä varaosia varastossa. Nämä ovat koneiden kulu-
vimpia osia ja kokemusten perusteella osia, joita on yrityksen historiassa rikkou-
tunut usein. Kuluvimpia osia ovat esimerkiksi työstökoneiden työvalot, työstökes-
kuksien leikkuunestesuodattimet ja sähkökaappien ilmansuodattimet. Kokemusten
perusteella varastoitavat osat ovat työstökoneiden ovien sähköiset lukot ja työstö-
koneiden ikkunat, jotka rikkoutuvat helposti lastun tai teräpalan osuessa lasiin.
Myös tankoautomaatilla varustetuissa sorveissa on kappaleennoukkija, joka on
toiminnaltaan remmivetoinen. Kokemuksen myötä on huomattu, että kappaleen
noukkijoiden remmejä katkeilee silloin tällöin, noukkijan väliin jäädessä kappale
tai työstölastuja. Työstökeskuksille on kokemuksen perusteella alettu varastoi-
maan työkalumittalaitteen mittavarsia, joita hajoaa joskus työkalun osuessa mitta-
varteen liian suurella nopeudella. Myös työstökeskusten karan pyöritysvetorem-
mejä säilytetään varastossa, sillä remmejä katkeilee esimerkiksi, jos kappale läh-
tee irti työstökoneen penkistä kesken työstön, nousee työstökuorma hetkellisesti
liian isoksi ja tämän myötä karan vetoremmit katkeaa.

7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli luoda yritykselle aikataulutettu ja suunniteltu ennakoiva huoltosuunnitelma. Työssä tarkasteltiin myös vuoden 2019 huolto- ja korjauskuluja, joita verrattiin mahdollisiin säästöihin ennakoivan huollon ansiosta. Työn tarkoituksena oli myös lisätä käyttäjäkunnossapitoa ja luoda tälle tarkistuslista, joita työntekijät voivat tarkastella 5S-viikkosiivouksen yhteydessä. Tuloksena saatiin yrityksen kriittisille koneille varsin kattava huoltosuunnitelma niin käyttäjäkunnossapidon kuin täysimittaisen vuosihuollonkin osalta. Tuloksina voidaan pitää myös pohdittuja ja laskennallisia kunnossapitoon liittyviä säästöjä, mitä ennakoivalla huollolla on työssä esitetyille kolmelle koneelle laskettu n. 7 800 €.

Opinnäytetyön aikana opin paljon kunnossapidon erilaisista sovelluksista ja menetelmistä, joita on luotu kunnossapidon tueksi. Näistä ohjelmista minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta tai tietämystä. Kyseisiin sovelluksiin löytyi hyvin lähde materiaalia, joista selvisi nopeasti eri sovellusten käyttötarkoitukset ja menetelmät. Ainoastaan TPM-sovelluksen 5S-menetelmä oli minulle ennestään tuttu, sillä se on ollut yrityksessämme käytössä vuodesta 2015. Myös TPM-menetelmän tukema käyttäjäkunnossapidon merkitys yrityksessä tuli uutena asiana, sillä yrityksemme on turvautunut huoltoasioissa joko omaan huoltohenkilöön tai ulkopuoliseen huoltoyhtiöön. Mutta luettuani enemmän TPM-menetelmästä selkeni käyttäjäkunnossapidon hyöty, joka tulee ajatuksesta, että kuka tuntisi koneen paremmin kuin koneen käyttäjä, joka käyttää konetta lähes päivittäin. Tällöin käyttäjällä on ensikäden tieto, jos koneen käynti muuttuu tai hidastuu. Käyttäjä saattaa myös saada pääteltyä, mistä ilmennyt vika voisi johtua, tai miten ilmennyt vika saataisiin korjattua ja parhaimmillaan käyttäjä saa vian korjattua. Tällä menetelmällä saavutetaan myös käyttäjän mukavuutta paremmaksi, sillä sivuvaikutuksena tulee ajatus ”minun koneeni on paras” ja täten ammattilypeys kasvaa.

Jatkotutkimus aiheena voisi olla se, miten työntekijöiden koulutus vaikuttaa käyttäjäperäisten vikojen määrään. Opinnäytetyön tekemisen aikana tuli mieleeni käyttäjien koulutuksen merkitys niin kunnossapidollisesti kuin yleisesti koneen käytön kannalta. Toinen tutkimisen arvoinen asia voisi olla se, miten huoltotoi-

mintaa tehostetaan ja seurataan tarkemmin, esimerkiksi koneen huolto- ja korjaushistorian tutkimisella ja analysoimisella. Tätä tukisi myös aloittamani TPM-menetelmän käyttö, jossa käytetään koneen vikahistoriaa hyväksi suunniteltaessa koneen kustannustehokasta huoltoa. Myös koneen seuranta ja käyntiä olisi hyvä tarkastella pitemmällä aikavälillä esimerkiksi OEE/KNL-mittarilla, saaden selville mistä kaikki tuotannon seisahdukset ja laatu poikkeamat syntyvät. Yksi kehittämisen kohde, mikä tuli työni aikana esille, olisi kartoittaa erilaisten huolto-ohjelmapihien tarjonta ja hyöty yrityksen käyttöön tarkoittaen, että kaikki kunnossapidolliset asiat koottaisiin yhteen ainoaan ohjelmaan, eikä hajautettaisi eri ohjelmiin kuten Google Sheets ja Trello.

Oma näkemykseni tuotantolaitoksen koneiden kunnossapidosta on muuttunut valtavasti opinnäytetyön aikana. Ennen opinnäytetyön aloitusta koin kunnossapidon olevan vain lähinnä huoltohenkilön tai ulkopuolisen huoltoyhtiön tekemiä korjauksia tai huoltoja, joita koordinoi huollosta vastaava henkilö tai yrityksen johto. Mutta päästyäni työssä eteenpäin muuttui kunnossapidon määrittäminen paljon suunnitelmallisempaan suuntaan. Kunnossapidolla helpotetaan huoltohenkilön työtä päivittäisten ja viikoittaisten helpompien huoltojen osalta käyttäjille ja keskitetään osaavan huoltohenkilön osaaminen arvoa tuottavaan työhön. Esimerkiksi koneiden pyörivien työkalujen huoltoon, jotka huonosti toimiessaan hidastavat tuotantoprosessia ja tekevät epätarkkaa jälkeä työstettävään kappaleeseen aiheuttaen näin tuotannon hidastumista ja laatuhäviötä.

Kaikkiaan työ oli mielekäs ja onnistunut, sillä tietoa kerättiin koko vuosi 2019 ja analysointi sekä tulosten tarkastelu aloitettiin heti vuoden 2020 alusta. Sain opinnäytetyöhöni hyvän tuen opettajaltani, esimieheltäni sekä monilta yrityksen käyttäjiltä ulkopuolisilta huoltoyrityksiltä. Mielenkiinnolla odotetaan, miten huoltokustannukset toteutuvat sekä miten käyttäjämukavuus ja muut yrityksen tärkeät toiminnot, kuten toimitusvarmuus, laatu ja tehokkuus paranevat suunnitelman myötä. Toivottavasti työ tuo lisäarvoa yritykselle ja pitkällä aikavälillä rahallista hyötyä niin laadun kuin toimitusvarmuudenkin myötä. Huoltoon ja kunnossapitoon panostaminen tuonee myös lisää mahdollisia uusia asiakkuuksia ja näin ollen jatkuvuutta yritykselle, jolla on pitkä historia takana.

LÄHTEET

Härmän CNC-koneistus oy. 2019. Viitattu 7.4.2020 <https://cnc-koneistus.fi/>

Järviö, J. Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Helsinki. Promaint Ry.

Järvenpää, A. 2020. 3D-tulostamisesta rutiinia. Tekniikan maailma. 03/2020, 18.

Maintenance manual for Multiplex 6200y. 1998. Japani. Yamazaki Mazak Corporation.

Salminen, J. 2019. Tekoäly mahdollistaa älykkään kunnossapidon. Promaint. 04/2019, 9.

Törnroos, S. 2019. OEE-opas. Viitattu 6.4.2020.
<https://www.novotek.com/fi/blogi/3574-tuotannon-six-big-hukkatekijoiden-eliminointi-oen-avulla/>

Vuohelainen, J. 2019. 5 Yleisintä tuotannon mittaria. Viitattu 31.3.2020.
<https://blogi.arroweng.fi/tuotannon-mittarit-opas>

Ylinen, J. 2020. Toimitusjohtaja. Härmän CNC-koneistus Oy. Haastattelu 3.2.2020.

LIITE 1

Kuva 10. Yrityksen käyttämä verkkopohjainen Trello-sovellus.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 2

Taulukko 9. Yrityksen työstökoneluettelo, työstökeskukset.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 3

Taulukko 10. Yrityksen työstökoneluettelo, sorvit.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 4

Taulukko 11. Yrityksen työstökoneluettelo, robotit ja sahat.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 5

Taulukko 12. Huoltojen aikataulutus Tammikuu-Kesäkuu.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 6

Taulukko 13. Huoltojen aikataulutus Heinäkuu-Joulukuu.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.

LIITE 7

Taulukko 14. Mazak Multiplex -käyttäjäkunnossapitolista.

Työn tilaaja on estänyt julkaisun.