

TUOTANNON HÄIRIÖKARTOITUS JA TOIMINTAOHJEIDEN LUOMINEN

Isku Interior Oy

Tiivistelmä

Tekijä(t) Husu, Dani	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Syksy 2020
	Sivumäärä 24 + 21	
Työn nimi TUOTANNON HÄIRIÖKARTOITUS JA TOIMINTAOHJEIDEN LUOMINEN		
Tutkinto Insinööri (AMK), prosessi- ja materiaalitekniikka		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua tuotannon yleisiin häiriötilanteisiin toimeksiantajan, Isku Interior Oy:n tuotantolaitoksella. Tarkoituksena oli selvittää mahdollisuudet ja tuottaa toimintaohjeet yleisiin häiriötilanteisiin ja siisteyden ylläpitoon.</p> <p>Työn teoriaosuudessa tutustutaan kunnossapidon käsitteisiin sekä käydään läpi eri kunnossapitolajeja ja kunnossapidon taloudellisia mahdollisuuksia.</p> <p>Opinnäytetyön käytännön osuudessa keskitytään tuotannon häiriöiden havainnointiin ja kartoitukseen. Osuudessa käydään myös lyhyesti läpi tuotannon kohteet, joissa kartoitusta suoritettiin.</p>		
Asiasanat Kunnossapito, Huollon taloudellisuus		

Abstract

Author(s) Husu, Dani	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2020
	Number of pages 24 + 21	
Title of publication Fault research and manual creation		
Name of Degree Bachelor's Degree in Process and Materials Engineering		
Abstract <p>The subject of the thesis was to research common faults in the Isku Interior Oy production facility. The aim of the research was to gather data on common faults and create an instruction manual for preventing and fixing the common faults.</p> <p>The theoretical part of the work deals with the concept of maintenance, different maintenance types and the financial possibilities of maintenance.</p> <p>The practical part of the thesis focuses on discovering and recording of common faults in the production. The part also contains short descriptions of the machines in the production line that the research was aimed for.</p>		
Keywords Maintenance, Economy of maintenance		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ISKU INTERIOR OY	2
2.1	tuotteet ja palvelut.....	2
2.2	Tuotanto	2
3	KUNNOSSAPIDON KÄSITTEET	3
3.1	Mitä on kunnossapito?	3
3.2	Kunnossapidon toimintamalli	4
3.3	Kunnossapito ja huolto	4
3.4	Standardit	5
3.5	Vika	5
3.5.1	Vikakäsitteet	6
3.5.2	Vian kehitysvaiheet	7
3.5.3	Vian syyt.....	8
4	KUNNOSSAPITOLAJIT	9
4.1	Käyttöseuranta	9
4.2	Ehkäisevä kunnossapito	9
4.2.1	Jaksotettu kunnossapito ja -kunnostaminen	9
4.2.2	Kuntoon perustuva kunnossapito.....	10
4.3	Ennakoiva kunnossapito.....	10
4.4	Muita kunnossapitolajeja.....	11
5	KUNNOSSAPIDON LAATU JA TALOUDELLISUUS	12
5.1	Laatu	12
5.2	Taloudellisuus.....	13
5.3	Tuottava kunnossapito.....	14
5.4	LCC	15
6	TOIMINTAOHJE	17
6.1	Tutkimuksen tavoitteet.....	17
6.2	Tiedon keräys	17
6.2.1	Konekanta	17
6.2.2	Häiriöiden kartoitus.....	19
6.3	Tulokset ja niiden analysointi	19
6.4	Toimintaohjeiden toteutus.....	20
6.5	Loppuanalyysi.....	21

7 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	24

1 JOHDANTO

Kunnossapidolla on aina ollut erityisen suuri merkitys yrityksen toiminnan kannalta ja markkinoiden jatkuva kiristyminen takaa sen tärkeyden kasvun tulevaisuudessakin.

Laadukas kunnossapito vähentää hävikkejä ja virheitä tuotannossa mikä vähentää taloudellisia ja ympäristöllisiä kuormituksia. Kunnossapito on todella suuri tekijä tasaisen ja laadukkaan tuotannon ylläpidon kannalta ja sen taloudellinen merkitys on yrityksille elintärkeää juuri nykypäivänä.

Opinnäytetyössä tutustutaan Isku interior Oy:n tuotannon konekantaan ja kartoitetaan niiden käytössä ilmeneviä häiriöitä ja niiden aikahävikkejä. Lisäksi opinnäytetyössä pyritään antamaan Iskun työnjohdolle tarkempaa kuvaa tuotannon tehokkuudesta ja häiriöiden mahdollista vähentämistä.

Opinnäytetyön tarkoitus on laatia toimintaohjeet Isku interior Oy:n uusien linjojen tuotannon koneille. Opinnäytetyöllä pyritään ratkaisemaan käyttäjän kohtaamat koneiden häiriöt tuotannossa suunnittelemalla niihin häiriöitä käsittelevät toimintaohjeet. Nämä toimintaohjeet helpottaisivat huollontarpeen havaitsemista. Toimintaohje sisältäisi tarkat kuvaukset ja toimenpiteet koneiden häiriöiden tunnistusta sekä korjaamista varten.

2 ISKU INTERIOR OY

Isku Interior Oy on suomalainen perheyritys, joka erikoistuu korkealuokkaisten huonekalujen tuotantoon ja sen liikevaihto on 174 miljoonaa euroa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Lahden mukkulassa, ja se työllistää 748 henkilöä.

Eino Vikström perusti Iskun vuonna 1928 nimellä Lahden Puukalusto Oy. Lahden Puukalusto Oy aloitti huonekaluvalmistuksesta ja sen ensimmäisiä tuotteita oli päästävedettävä sänky. 1950-luvulla yritys kehitti vuodesohvan, joka korvasi hetekan. Sotien aikaan yritys valmisti puusta kengänpohjia ja ruumisarkkuja. Vuonna 1954 valmistui yrityksen uusi tehdas ja kolme vuotta eteenpäin aloitettiin mukkulankadun teollisuusrakennuksen valmistaminen. Vuonna 1961 yrityksen nimeksi vaihtui Oy Iskun tehtaas. Lisäksi Iskulle valmistui vuonna 1965 saha ja 1971 lastulevy- ja vaneritehtaas. Vuonna 1978 Iskun laitokset yhdistettiin yhdeksi yhtiöksi, josta tuli Isku Oy.

2.1 tuotteet ja palvelut

Isku tuottaa kalusteita ja sisustusratkaisuja kaikenlaisiin tiloihin, esimerkiksi sohvia, pöytiä ja tuoleja sekä palvelutiskejä, puhelinkoppeja ja akustiikkapaneeleja. Isku tarjoaa myös tilojen sisustus palveluja, jotka alkavat kartoituksesta ja määrittelystä. Tämän jälkeen on suunnitteluvaihe, josta siirrytään toteutukseen. Toteutuksen jälkeenkin isku tarjoaa seuranta ja ylläpitopalvelua.

2.2 Tuotanto

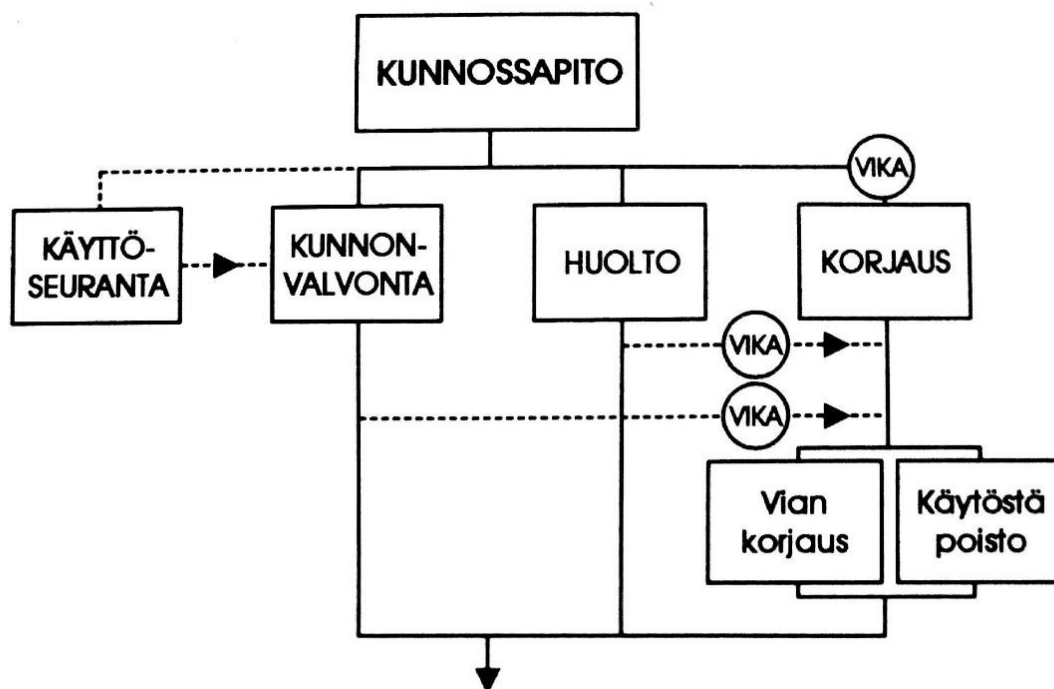
Iskun tuotanto keskittyy Lahden tuotantolaitoksille mukkulankatu 19 ja -23, joista 23:ssa tuotetaan lähes kaikki iskun tuotteet. Iskun tuotantolaitoksen konekanta ja menetelmiä uusitaan jatkuvasti. 2017 kesällä ja syksyllä oli tehtaalla menossa uuden tuotantolinjan asennus ja käyttöönotto, joka lisäsi taas automaatioastetta ja tätä kautta tehokkuutta.

3 KUNNOSSAPIDON KÄSITTEET

3.1 Mitä on kunnossapito?

Kunnossapito on käsitteenä laaja, monitahoinen ja -tasoinen. Kunnossapidon tavoitteena on ylläpitää kaluston, välineiden ja tilojen kuntoa siten, että tuotanto voidaan suorittaa olosuhteissa, jotka ovat kannattavimmat nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. Palvelut täytyy myös voida tuottaa siten, että asiakas on tyytyväinen ja kustannus/laatu -suhde on mahdollisimman edullinen. Kunnossapidolle on varattava riittävä määrä henkilö- ja laiteresursseja, jotta riittävän suuri toimintavalmius voidaan saavuttaa. (Aalto 1994, 13; Rossi 1993, 8.)

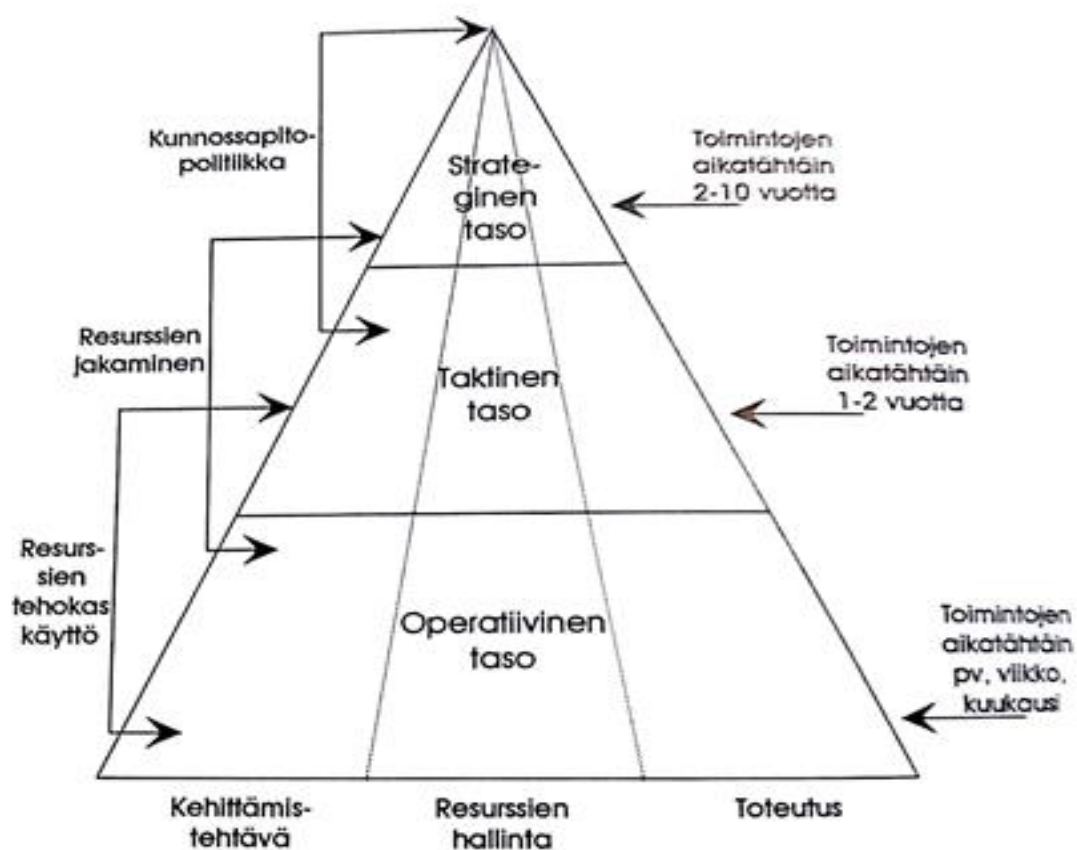
Lukuisat erilaiset prosessit ja koneet kuuluvat nykyiseen yhteiskunnan toimintaan ja niiden käyttö myös jatkuvasti kuluttaa niitä. Tuota käytössä tapahtuvaa kulumista pyritään vähentämään kunnossapidon keinoilla. Kunnossapidon tarkoitus on pitää huolta siitä, että asiat tapahtuvat niin kuin niiden halutaan tapahtuvan. Kunnossapito yleisesti mielletään jonkin ilmaantuneen vian korjaamiseksi, mutta se tarkoittaa kaiken käyttöomaisuuden toimintakyvyn ylläpitämistä, säätämistä ja säilyttämistä. Kunnossapitotoimenpiteet voidaan toimintaperiaatetasolla luokitella kuvassa 1 näkyvällä tavalla. (Järviö ym. 2007, 11-13; Aalto 1994, 24.)



Kuva 1. Kunnossapidon jako. (Aalto 1994, 24.)

3.2 Kunnossapidon toimintamalli

Kunnossapidon organisoitumista voidaan tarkastella myös vaadittavien toimintojen pohjalta ryhmittämällä ne kunnossapidon toimintomalliksi. Alla olevasta kuvasta 5 selviää kunnossapidon yleinen toimintamalli. (Aalto 1994, 64.)



Kuva 5. Kunnossapidon toimintomalli. (Aalto 1994, 64.)

3.3 Kunnossapito ja huolto

Kunnossapito ja huolto eivät ole täysin selviä käsitteitä Suomessa. Niiden sisällöt ja merkitys saattavat vaihdella huomattavastikin eri toiminnan alueilla. Huolto keskittyy enimmäkseen käytännön tapahtumiin, kuten ennakoiviin toimiin, vianetsintään ja vikojen korjaamiseen. Huollon päätarkoitus on ylläpitää tarvittavien koneiden ja laitteiden optimaalinen toiminta. (Aalto 1994, 13-14.)

Kunnossapito taas on suurempi yleistermi, joka kattaa tuotannon koneiden ja laitteiden sekä tarvittavien tilojen toimintakunnon. Se on huoltoa huomattavasti kattavampi termi, koska siihen liittyvät käytännön toimien lisäksi myös keskeisesti ajattelutavat.

Kunnossapito luo myös edellytykset tällaisiin käytännön toimenpiteisiin, mahdollistamalla edullisimmat suoritusolosuhteet ja erilaisten menetelmien käyttämisen kokonaiskustannuksien optimointiin. Kunnossapidosta voidaankin siis sanoa, että se on tekniikan terveydenhoitoa. (Aalto 1994, 13-14.)

3.4 Standardit

Kunnossapito on käsitteenä erittäin laaja ja sen määrittely ei ole aina helppoa, mutta kirjallisuudessa kunnossapidon määritellään erilaisilla standardeilla. Näitä standardeja ovat:

SFS-EN 13306:2010: standardi:

”Kunnossapito

Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.” (Järviö, J & Taina, L. 2017, 17.)

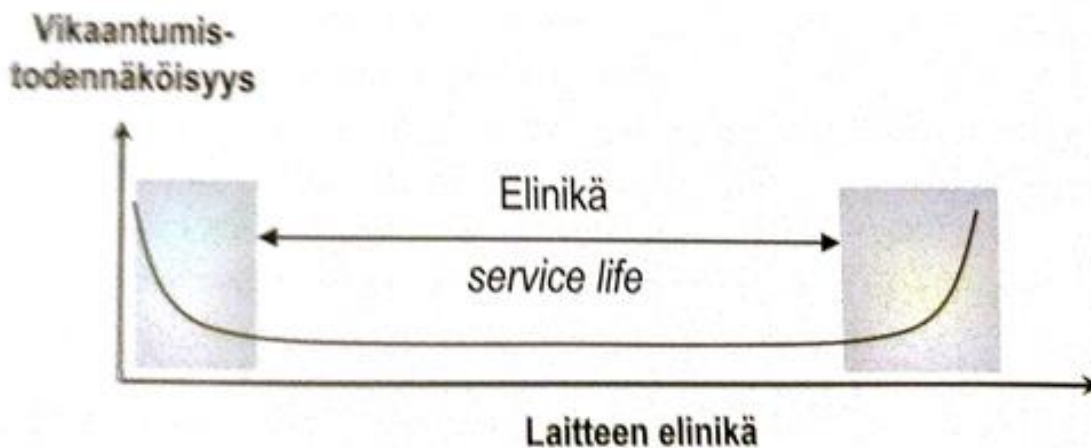
PSK 6201:2011:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, ja hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (Järviö, J & Taina, L. 2017, 18.)

3.5 Vika

Termillä vika tarkoitetaan tapahtumaa, joka aiheuttaa kohteelta vaaditun toiminnan päättymistä tai potentiaalisen toimintamahdollisuuden estymistä. Vian ilmenemistä kutsutaan yleisesti vioittumiseksi tai vikaantumiseksi. Vika voi kohdistua järjestelmään tai sen yksittäiseen osaan. Jos vikaantuneen yksilön toimintaa voi korvata sen rinnakkainen yksilö, aiheuttaa ensiksi mainittu vikaantuminen vain häiriön järjestelmän toimintaan. Sana toiminta ja toiminto on määritelty hieman eri ajattelutavan mukaan. Käsitteenä ”toiminta”

on ajateltu jatkuvaluonteiseksi ja merkitykseltään laajemmaksi, kuin ”toiminto”, jota käytetään kertaluonteisen tapahtuman ilmaisemiseksi. Vikaantumistodennäköisyys on yleisesti korkeimmillaan laitteen käyttöönoton yhteydessä, kun se on uusi ja edelleen ”sisäänajokaudella” sekä sen eliniän loppupuolella, kun se on jo poistumassa käytöstä. Tämän havainnollistaa kylpyammekäyrä, joka löytyy kuvasta 2. (Aalto 1994, 70; Järviö & Lehtiö 2017, 80.)



Kuva 2. Perinteinen käsitys laitteen eliniästä. (Järviö & Lehtiö 2017, 80.)

3.5.1 Vikakäsitteet

Vikaantumismekanismeilla tarkoitetaan sitä prosessia, joka johtaa vikaantumiseen.

Viottumismekanismi on fysikaalinen, kemiallinen tai muu tapahtumaketju, josta saadaan tulokseksi vika. (Järviö & Lehtiö 2017, 73; Aalto 1994, 71.)

Viottumistavalla tarkoitetaan vian olemusta. Komponentilla on yleensä useampia mahdollisia viottumistapoja. Esimerkiksi vastuksen viottumistapoja ovat katkos ja oikosulku, kun taas varoventtiilillä niitä ovat epätiiviydestä aiheutunut vuoto, tarpeeton avautuminen ja avautumatta jääminen painerajan ylittyessä. (Aalto 1994, 71.)

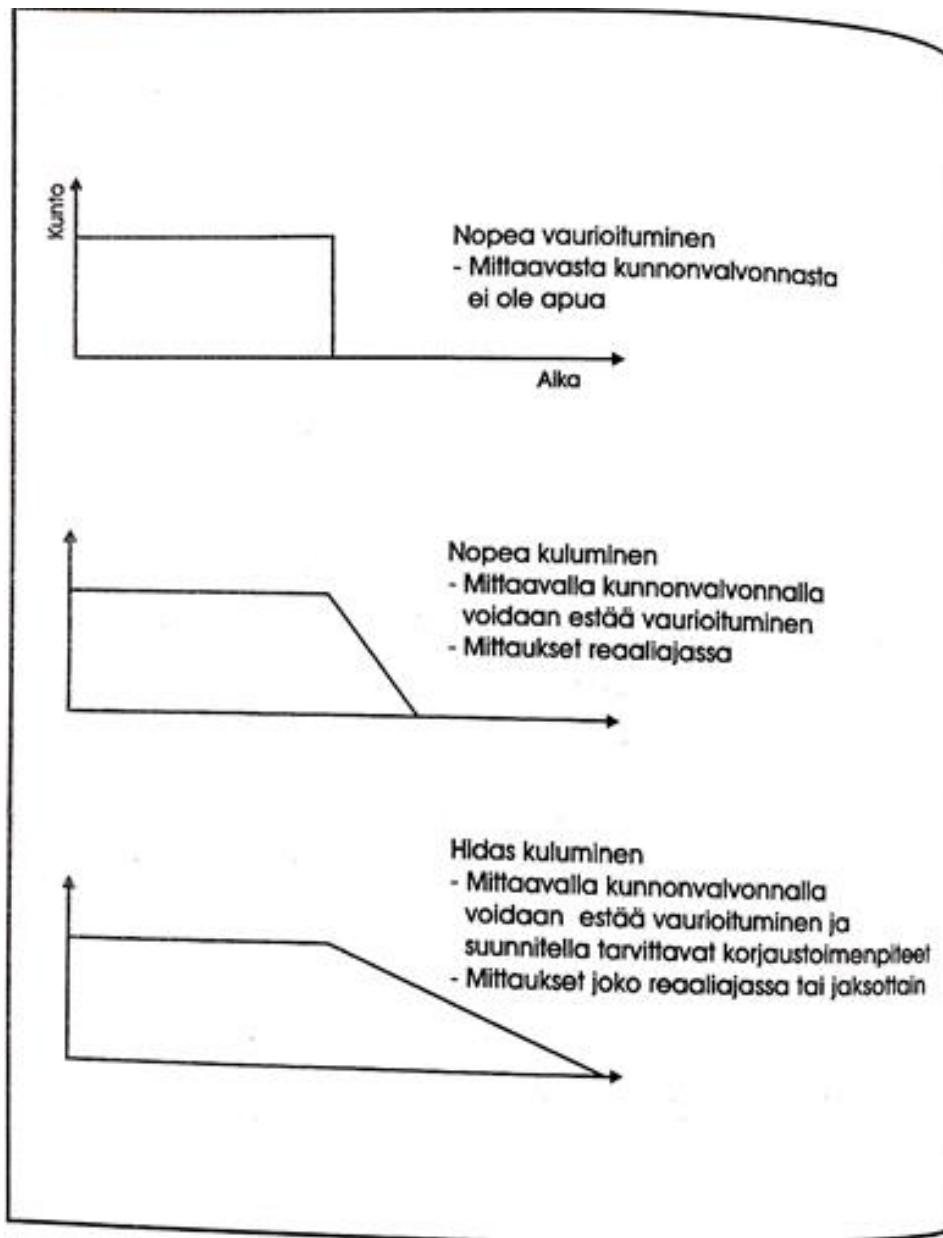
Yhteisvika taas on usean yksilön vikaantuminen yhteisestä syystä. Joskus vikaantuminen voi tapahtua siten, että se vaikuttaa useaan eri yksilöön samaan aikaan. Esimerkiksi yhteisen syöttö- tai ohjausjärjestelmän vikaantuminen. (Aalto 1994, 71.)

Piilevä vika on sellainen vika, joka ei syntyessään heti ilmene ja saattaa paljastua vasta myöhemmissä testeissä tai käyttötilanteen muuttuessa. Esimerkkinä tästä vaikka normaalisti kiinni olevan releen koskettimen juuttuminen kiinni-asentoon mekaanisen esteen vuoksi, mitä ei havaita ennen kuin koskettimen tulisi avautua. Piilevän vian vastakohtana taas on paljastuva vika, joka paljastuu jo syntyessään. (Aalto 1994, 71.)

Vaarallinen vika on sellainen piilevä vika, jonka syntyminen heikentää järjestelmän kykyä suorittaa siltä vaadittu toiminto tarvittaessa. Turvallinen vika taas saa syntyessään muutoksen järjestelmässä turvallisuudelle edulliseen suuntaan. (Aalto 1994, 71.)

3.5.2 Vian kehitysvaiheet

Vian kehittämisessä on kolme perusvaihetta, jotka ovat vian alkua, kehittyminen ja vikaantuminen. Esimerkiksi materiaalin väsymisestä johtuva vika tapahtuu seuraavan mallisessa järjestyksessä. Ensimmäisenä tapahtuu väsymissärön ydintyminen, jonka jälkeen tulevat särön kasvu ja lopullinen murtuminen. Kunnossapidon toteutuksessa on tärkeää tuntea kohteen vikaantumisen eteneminen. Onko vikaantuminen äkillisesti tapahtuvaa vai vähitellen kehittyvää. Vikaantumisen nopeus vaikuttaa myös kunnonvalvonnan hyödyllisyyteen, kuten ilmenee kuvasta 3. (Aalto 1994, 73.)



Kuva 3. Vikaantumisenopeuden vaikutuksia. (Aalto 1994, 34.)

3.5.3 Vian syyt

Vikaantuminen on harvoin yhden syyn seuraus. Usein kuitenkin on erotettavissa vian pääsyy, johon muut syyt ovat vain lisänneet ja nopeuttaneet sen vaikutusta. Vikojen analysoimisessa on tärkeää tutkia vikaantumiseen johtavat tekijät, koska vikaantumisen syiden tunteminen mahdollistaa vikaantumisen torjunnan paremman hallinnan.

Vikaantumiseen johtavat yleiset syyt ovat onnettomuus, ylikuormitus, korroosio, väsyminen, kuluminen, abraasio, eroosio, inhimillinen virhe ja komponenttien "vanheneminen". (Aalto 1994, 74.)

4 KUNNOSSAPITOLAJIT

4.1 Käyttöseuranta

Käyttöseuranta on kunnossapitotoiminnan perusta ja sen pohjalta luodaan koko kunnossapito. Se on jatkuvaa toimintaa operoitavan laitteiston läheisyydessä, minkä takia se on ihanteellista laitteiston toiminnan tarkailun, hoidon ja huollon kannalta.

Käyttöseuranta kuuluu erityisesti niille työntekijöille, jotka hoitavat, valvovat tai työskentelevät koneiden tai tuotantolinjojen parissa. (Aalto 1994, 30.) (Ansaharju 2009, 301.)

Käyttöseurantaan kuuluu paljon toimenpiteitä, joista keskeisimpiä ovat jokapäiväinen järjestyksen ja siisteyden ylläpito, johon sisältyy likaantumista aiheuttavien tekijöiden analysointi ja poisto ja ylimääräisten sekalaisten esineiden ja tarvikkeiden hävitys tai varastointi. (Ansaharju 2009, 301.)

Koneille suoritettavat piensäädöt ja kunnostukset, sekä yleinen kunnon seuranta ja keskeisten havaintojen kirjaaminen kuuluvat myös käyttöseurantaan. Kunnon seuranta vaatii työntekijältä laitteen kunnon ja sen tilan tuntemista, joten se vaatii myös laitteen kunnollista koulutusta työntekijälle. Kun työntekijä suorittaa laitteensa perussäätötoimenpiteet itse ja tarkkailee laitteen kuntoa, oppii hän tuntemaan laitteensa hyvin, mikä edistää käyttöseurannan toimintaa. (Ansaharju 2009, 301-302.)

4.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito eli (Preventive maintenance, PM) on sellaista toimintaa, jolla pyritään vähentämään rikkoutumisen mahdollisuutta ja toimintakyvyn heikkenemistä. Sitä tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kunnonvalvontaa ja jaksotettua kunnossapitoa. Ehkäisevällä kunnossapidolla voidaan saavuttaa monenlaisia etuja, kuten vähentyneet hälytysmäärät, vähentynyt valvonnan tarve, laitteiden luotettavuus paranee, tuotanto kasvaa ja kustannukset pienenevät. (Ansaharju 2009, 300; Heinonkoski 2004, 153.)

4.2.1 Jaksotettu kunnossapito ja -kunnostaminen

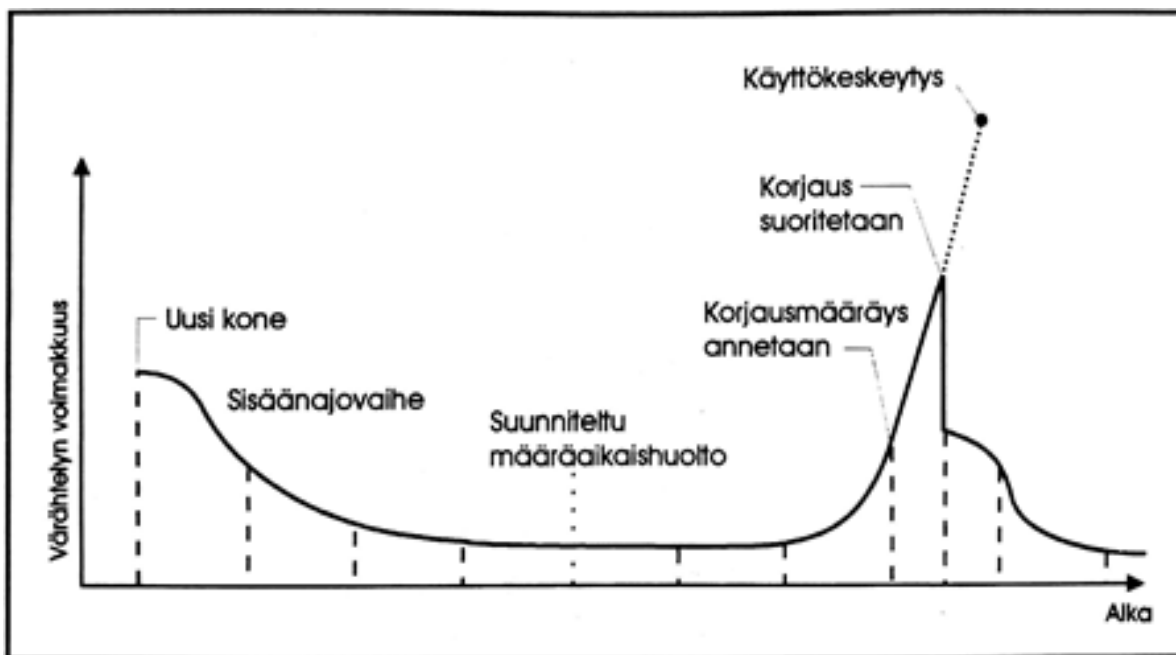
Jaksotettu kunnossapito (Scheduled maintenance) on aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään perustuvaa ehkäisevää kunnossapitoa. Jaksotettu kunnostaminen (Predetermined maintenance) on taas kalenteriaikaan tai käytön määrään perustuvaa ehkäisevää kunnossapitoa, joka suoritetaan koneen kunnosta riippumatta. (Ansaharju 2009, 300.)

4.2.2 Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito (Condition based maintenance) on kohteen suorituskykyyn perustuvaa ehkäisevää kunnossapitoa. Toiminta tapahtuu havaintojen mukaan ja sen seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai tilanteen sitä vaatiessa suoritettavaa. (Ansaharju 2009, 300.)

4.3 Ennakoiva kunnossapito

Ennakoiva kunnossapito (Predictive maintenance) on kuntoon perustuva kunnossapitolaji, joka perustuu kohteen suorituskyvyn heikkenemistä kuvaavien tekijöiden tarkkailuun. Joskus tästä käytetään myös nimeä ennustava kunnossapito. Ennakoivaan kunnossapitoon sisältyvät myös jaksotetun huollot, joilla voidaan estää syntyviä häiriöitä, jotka johtaisivat koneen käytön keskeytymiseen. Alla olevasta kuvasta 4 voidaan havaita miten jaksotettu huoltotoimenpide parantaa koneen tasaista käyntiä ja estää häiriötilanteen kehittymistä. (Ansaharju 2009, 300.)



Kuva 4. Ennakoivan kunnossapidon toteutusperiaate. Esimerkitapauksessa laakerin värähtelyn voimakkuuden mittaus. (Aalto 1994, 29.)

4.4 Muita kunnossapitolajeja

- Korjaava kunnossapito on sellaista toimintaa, jolla pyritään palauttamaan kohteen toimintakunto normaaliksi sen vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. (Ansaharju 2009, 300.)
- Etäkunnossapito on kauko-ohjattua kunnossapitoa, jossa kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa. (Ansaharju 2009, 300.)
- Siirretty kunnossapito on korjaavan kunnossapidon viivästämistä budjetillisista tai muista syistä. (Ansaharju 2009, 300.)
- Välitön kunnossapito on vian havaitsemisesta heti suoritettavaa kunnossapitoa, jolla pyritään välttymään hyväksymättömiltä seuraamuksilta. Tästä esimerkkinä esimerkiksi kohteen vikaantumisesta johtuva tuotantolinjan seisominen. (Ansaharju 2009, 300.)
- Käynninaikainen kunnossapito (On line maintenance)
- Lähikunnossapito on paikanpäällä suoritettavaa kunnossapitoa. (Ansaharju 2009, 300.)
- Käyttäjän suorittama kunnossapito on koneelle tarpeellista toistuvaa kunnossapitotyötä, jonka suorittajana toimii koneen käyttäjä. Asiansa osaava käyttäjä voi olla tärkein huoltohenkilö, koska hän voi toimillaan pitää koneen toiminnassa maksimaalisen ajan, havaita laitteiston viat aikaisessa vaiheessa ennen hajoamista ja suorittaa pienimuotoisia korjaustoimenpiteitä. (Integrated Publishing.)

5 KUNNOSSAPIDON LAATU JA TALOUDELLISUUS

5.1 Laatu

Kunnossapidon laatujärjestelmän tavoitteena on yrityksen määrittelemän tuotelaadun vakauden turvaavan kunnossapitotoiminnan järjestäminen. Kunnossapidontoiminnasta tulee laatujärjestelmään määrittää vähintään:

- Sen organisaatiot sekä sen sisältämät valtuudet ja vastuut
- Toimintojen dokumentointi ja ohjeistaminen sekä kirjausmenettelyt suoritetuille toimenpiteille ja poikkeamille
- Toteutuksen vaatimusten kirjaaminen
- Kaupattavien kunnossapidonpalveluiden ostoperiaatteet
- Kunnossapitotoiminnan piiriin kuuluvien tuotteiden laadun kannalta tärkeiden mittauslaitteiden sekä -järjestelmien kalibrointimenettelyt
- Tuotteiden käsittelyn sekä varastointiolosuhteiden turvaamiseen liittyvä kunnossapidon rooli
- Ylläpidettävät tietokannat, kuten varaosatiedot ja ylläpidettävät piirustukset
- Kunnossapitotoiminnan kannalta tärkeiden tietotallenteiden säilyttämismenettelyt
- Koulutus- ja pätevyysvaatimukset sekä menettelytavat niiden hoitamiseksi kunnossapidon kannalta. (Aalto 1994, 40 - 41.)

Kunnossapitopalveluiden laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka palvelun vastaanottaja kokee saamansa palvelun tason omaan oletukseensa verrattaessa. Kunnossapitosopimuksissa määritetään yleensä kovia mittareita, kuten tuotantomäärää tai tapahtumatiheyttä mutta sen yleinen koostumus voidaan tutkia erilaisella tavalla. (Promaint 2015.)

Palvelun laatu voidaan katsoa koostuvan viidestä mitattavasta asiasta:

- Luotettavuus kuvaa palvelun tarjoajan kykyä toteuttaa luvattua palveluaan täsmällisesti.
- Reagointikyky kuvaa palvelun tarjoajan reaktiokykyä asiakkaan tarpeisiin ja asiakkaalle informointivarmuutta palvelun suorittamisen ajankohdasta.
- Varmuus kuvaa palvelun tarjoajan välittämää luottamusta ja turvallisuuden tunnetta.
- Empatia kuvaa palvelun tarjoajan asiakkaan tarpeiden ymmärtämiskykyä ja asiakkaan tarpeiden priorisointia.
- Konkretia kuvaa palvelun tarjoajan tilojen ja laitteiden ajantasaisuutta, siisteyttä sekä henkilökunnan ammattimaisuutta. (Promaint 2015.)

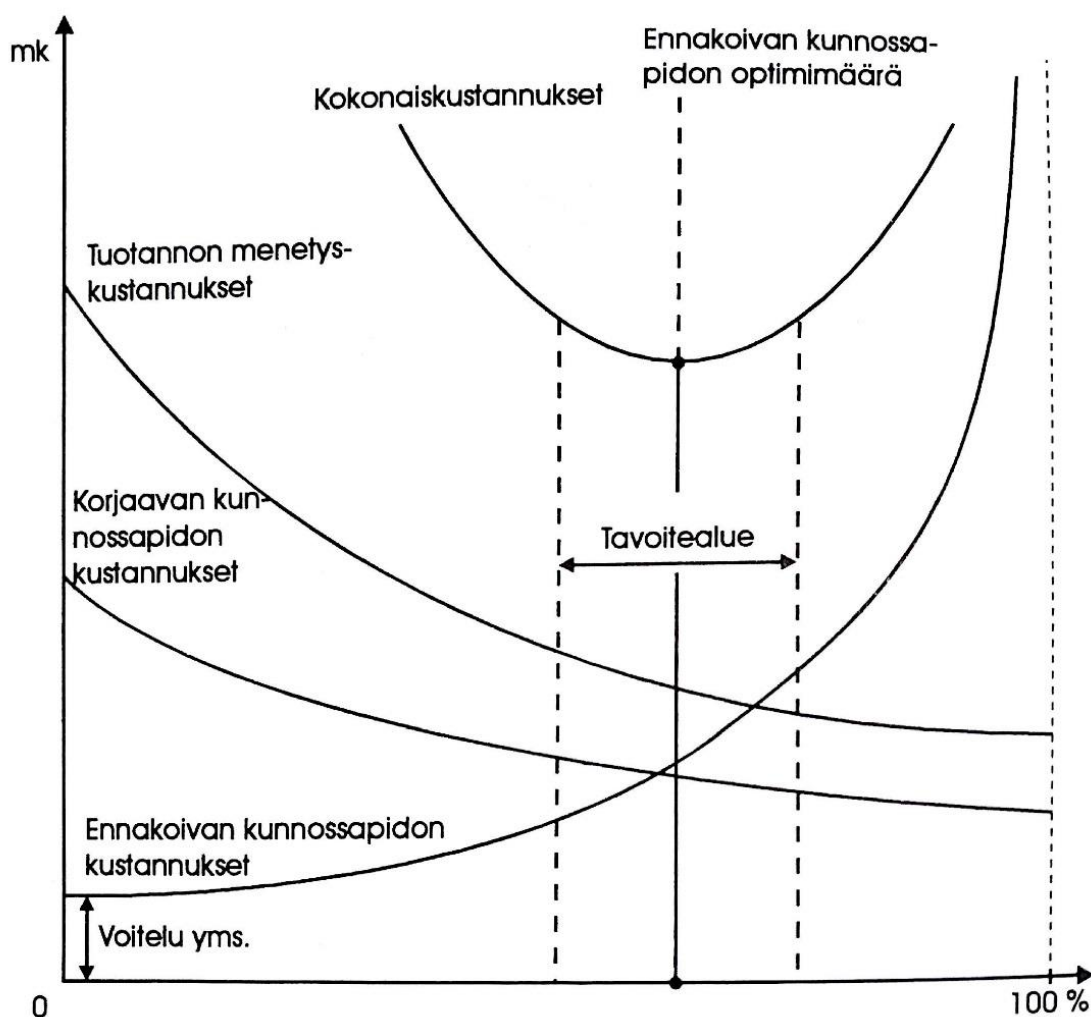
5.2 Taloudellisuus

Kunnossapito on pohjimmiltaan liiketoimintaa. Sen toiminnan on siis oltava sellaista, että se täyttää liiketoiminnan ehdot. Kunnossapito-osaston tärkein tehtävä onkin järkevästi pitää tuotantolaitos toimintakunnossa. (Järviö, J & Taina, L. 2017, 183.)

Kunnossapidon kustannukset jaetaan tavanomaisesti välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Tavanomaisiin välittömiin kustannuksiin kuuluu esimerkiksi toiminnan tekemiseen menevät kustannukset, jotka on helppo osoittaa kunnossapidon aiheuttamiksi. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi palkat, työkustannukset, varaosat, hankinta- ja varastointikustannukset, kunnossapidon yleiskustannukset yms. Välittömät kustannukset on helppo mitata, mutta niiden vaikutus toiminnan tulokseen on pieni välillisiin kustannuksiin verrattuna. Kunnossapidossa on otettava huomioon myös aineettomat kustannukset tai menetykset. Aineettomia kustannuksia ovat esimerkiksi sisäiset vaikutukset, kuten turvallisuus ja motivaatio. Yrityksen maine voidaan myös laskea aineettomiin kustannuksiin/menetyksiin ja sen merkitys kilpailutekijänä on hyvinkin suuri. (Järviö, J & Taina, L. 2017, 184-185.)

Välilliset kustannukset ovat taas sellaisia että niitä on hankala kohdistaa tai jakaa millekään kunnossapidon toimialalle. Näihin kustannuksiin kuuluu esimerkiksi hylätyt kappaleet, epäsuhtaiset varastot, ylimitoitett käyttöomaisuus, hallitsematon resurssien käyttö, ylityökustannukset yms. Välillisten kustannuksien vaikutus koko toimintaan on suuri ja suuremmat saatavissa olevat säästöt saadaan todennäköisimmin niistä. (Järviö, J & Taina, L. 2017, 184 - 185.)

Eri kunnossapitolajit voivat myös täydentää toisiaan ja vähentää toistensa aiheuttamia kustannuksia, jos niitä harjoitetaan oikeassa suhteessa.. Alla olevasta kuvasta 6 voidaankin nähdä, että kustannukset ovat alhaisimmillaan, kun talous on optimoitu ennakoivan- ja korjaavan kunnossapidon kannalta. (Aalto 1994, 26.)



Kuva 6. Kunnossapidon osuus verrattuna sen kustannusvaikutuksiin (Aalto 1994, 26).

5.3 Tuottava kunnossapito

Tuottava kunnossapito tai TPM on kokonaiskatsaus kunnossapidon vaikutuksesta tuotantoon. TPM lyhenne tulee sanoista Total Productive Maintenance. TPM tarkoittaa sitä, että koko organisaatio sitoutuu tuotantokapasiteetin ylläpitoon, kehitykseen ja huoltoon. Yritysjohdon näkulmaan katsoen se on johtamistyökalu, jonka avulla voidaan kehittää tuotantokoneistoa vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksia. (Laine, H. 2010, 41.)

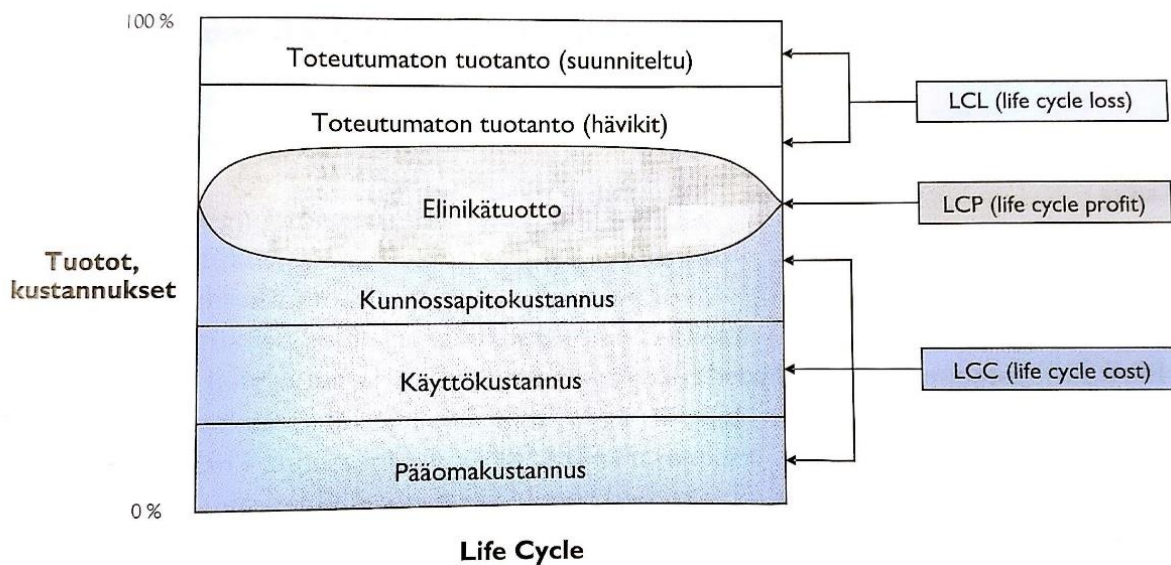
TPM:n keskeisin tavoite on hävikkien pienentäminen, jolla sen suurimmat taloudelliset tavoitteet saavutetaan. Käynnissäpidon suunnalta tehtaassa on kuusi suurta hävikkiä, joihin pystytään vaikuttamaan. (Laine, H. 2010, 48.)

- Seisokit, joita tuotantolinjoilla on kahdenlaisia, suunniteltuja ja suunnittelemattomia. Suunnitellut seisokit ovat yleisesti huoltoseisokkeja ja suunnittelemattomat pääosin vikaseisokkeja. Huoltoseisokkeja voidaan vähentää huolellisella suunnittelulla ja oikeanlaisella ajan- ja tarvikkeiden varaamisella. Vikaseisokit taas pyritään poistamaan lähes kokonaan. Viimeiset pari prosenttiyksikköä vikatapahtumista ovat yleensä niin kalliita poistaa, että ne on kannattavampaa sallia. (Laine, H. 2010, 48.)
- Aloitus-, lopetus- ja asetusajat ovat joissain prosesseissa merkittäviä hukka-aikoja. (Laine, H. 2010, 48.)
- Lyhyet seisokit ovat sellaisia prosessin pysäytyksiä, jotka johtuvat prosessi häiriöistä, kuten ruuhkautumisista tai jumiutuneista kappaleista. Lyhyet seisokit ovat yleisesti suurempia taloudellisilta häviöiltään, kuin seisokkihävikit. (Laine, H. 2010, 48.)
- Alentunut nopeus on prosessin käyttämisestä vajeateholla ja siihen voi olla moniakin syitä, kuten huono raaka-aine. (Laine, H. 2010, 48.)
- Prosessivioista johtuvat laatutappiot ovat useasti kalliita virheitä, koska ne hävittävät koneen käyttöaika ja ihmistyöaika ja materiaalia. Materiaali voidaan joutua jättämään käyttämättä kokonaan. (Laine, H. 2010, 48.)
- Laadun takia vähentynyt tuotanto voi johtua siitä, että laatuvirheen takia joudutaan tuotetta prosessoimaan uudelleen, mikä taas vie prosessiaikaa. (Laine, H. 2010, 48.)

5.4 LCC

LCC tai LCCA muodostuu sanoista Life Cycle Cost Analysis, ja sillä tarkoitetaan mitattavan kohteen elinjakson kustannuksia. Se on kehitetty tiedon saamiseksi mittauskohteiden kokonaistaloudellisuudesta ja helpottaa vertailua kohdetta hankittaessa. (Aalto 1994, 46.)

LCC-analyysissä otetaan huomioon kaikki kohteen elinaikana tapahtuvat kustannukset. Kustannuksiin sisälletään hankinnan, käytön, kunnossapidon ja toimintojen kustannukset. LCC analyysillä voidaan näiden muodostamana luoda kuva, jolla selviää tuotteen kokonaiskustannukset sen koko eliniälle. Näillä tiedoilla on mahdollista todentaa että onko koneen käytön ajanjaksolla kannattavampaa ostaa halpakäyttöinen kallis kone vai kalliskäyttöinen mutta halpa kone. LCC-menetelmän periaate on esitetty kuvassa 7. (Aalto 1994, 46.)



Kuva 7. LCC kaavio. (Järviö & Lehtiö 2017, 187.)

Analyysin tarkkuudessa on myös ongelmakohtia. Tuotantolaitteiden pitkästä iästä johtuen on vaikeaa arvioida käyttöiän lopussa syntyviä laitteiden käyttö- ja kunnossapitokustannuksia. Ongelmia syntyy myös indeksitekijöistä, kuten diskonttauskorosta, palkkakustannusindeksistä ja materiaalikustannusindeksistä. (Aalto 1994, 47.)

6 TOIMINTAOHJE

6.1 Tutkimuksen tavoitteet

Työni tutkimusosuus alkoi tavoitteiden selvittämisestä ja suunnitelman tekemisestä. Tavoitteiksi minulle annettiin häiriöiden tapahtumamäärien sekä niiden viemän tuotantoajan selvitys. Tämän jälkeen tuli selvittää mille koneille ohjeiden tekemisestä voisi olla hyötyä ja lopuksi vielä tavoitteena oli luoda ohjeet tarvittaville koneille häiriötapahtuman sattuessa.

Ohjeiden lisäksi tarkoituksena oli saada tietoa häiriökohteista ja niiden viemistä aikamääristä. Tähän tarkoitukseen sopi laatimani työn tekemiseen vaadittavan tiedon keräykseen soveltuva yksinkertainen järjestelmä.

6.2 Tiedon keräys

Tiedon keräys alkoi omalla tutustumiselläni yrityksen tuotannon konekantaan. Tietoa kerättiin useilta eri koneilta projektin aikana ja niistä yritettiin selvittää, millä koneilla oli tarvetta ohjeistukselle.

6.2.1 Konekanta

Suoritin opinnäytetyöni vain määritetyille osalle yrityksen konekantaan. Kriittisiksi kohteiksi määritettiin: listoitus- ja poralinjat, UV pintakäsittelylinja, nestauskone, P1 listoituskone, palasaha ja levyvarasto sekä laser- ja liima bima

- Listoituslinja

Listoituslinja on yrityksen vanhempia listoituspisteitä ja siinä listoitetaan viilu-, muovi- sekä melamiinilistaa. Linja on suuremman kapasiteetin hitaammin asetettava kone ja se soveltuu hyvin suuremmille kappale-erille.

- Poralinja

Poralinja on jatkoa listoituslinjalle ja siellä suoritetaan kappaleihin tarvittavat poraukset, kuten poratapin ja hyllyn kiinnikkeiden reiät.

- Palasaha ja levyvarasto

Levyvaraston ja palasahan yhdistelmä on osa uutta konekantaan, jotka oli vasta otettu yrityksellä käyttöön. Levyvarasto on automaattinen toiminnassaan silloin kun se pidetään

täynnä levymateriaalia. Levyvaraston kuljetin tuo levytavaraa palasahalle ohjelman tarpeiden mukaan. Palasahalla taas levyistä sahataan kappaleet työvaroilla, jonka jälkeen palasahan kuljettimet tuovat kappaleet pinottaviksi. Hukkalevyt kone kerää talteen tai ohjaa murskaukseen riippuen hukkalevyn koosta.

- Nestauskone

Nestauskone on yrityksen yksitasoinen CNC-kone, joka leikkaa ja työstää yksipuoliset kappaleet suoraan levytavarasta.

- UV-linja

UV-linja on yrityksen pintakäsittelylinja, jolla käytetään UV-kovettuvia pinnoitteita, kuten lakkoja ja maaleja.

- Performance-1

P1 on yrityksen listoituskone jolla saadaan helpommin tehtyä pieniä sarjakokoja ja erimittaisia kappaleita tehokkaasti, koska sen asetteen säätäminen on nopeampaa. Koneessa on myös automaattiset nauhanvaihdot, joten sillä voidaan työstää useampaa eri väri vaihtoehtoa.

- Bima-koneet

Bima koneet ovat yrityksessä uusia CNC-koneita, joita käytetään monimutkaisten kappaleiden työstöön. Niihin on tämän lisäksi hankittu listoitusyksiköt monimutkaisten kappaleiden listoitusta varten.

- Bima (liima)

Toinen koneista toimii kuumaliimakiinnityksellä ja sillä voidaan listoittaa sekä muovinauhaa ja viilunauhaa. Kuumaliima voi toisinaan sotkea ja sen sauma on liiman takia hieman paksumpi kuin laserin.

- Bima (laser)

Laser bimaa, kuten liima bimaa käytetään monimutkaisiin työstöihin ja listoituksiin. Laserin etuna on että sen tekemä sauma on tiiviimpää, eikä se jätä liimalle ominaista harmaata "raitaa" sauman kohdalle. Haittapuolena taas laserilla on ettei sitä voida käyttää viilun listoittamiseen, koska se polttaisi viilun.

6.2.2 Häiriöiden kartoitus

Häiriöiden kartoitusvaihe lähti työssäni konekohtaisten seurantalomakkeiden luomisesta ja niiden opastamisesta käyttäjille. Esimerkki häiriökartoituslomakkeesta löytyy kuvasta 8.

Lomakkeiden ideana oli antaa koneiden käyttäjille helppo työkalu, jolla he voisivat merkitä tyypilliset häiriöt niiden sattua ja kirjata uudet häiriöt eteenpäin. Seurantalomakkeet kerättiin ja päivitettiin ajoittain ja lomakkeiden tiedot tallennettiin excel ohjelmassa koneiden häiriöpäiväkirjaan, joka niille oli luotu. Häiriöpäiväkirjasta pystyttiin helposti ottamaan tietoja eri aikaväleiltä ja seuraamaan kunkin koneen häiriömääriä ja -aikoja.

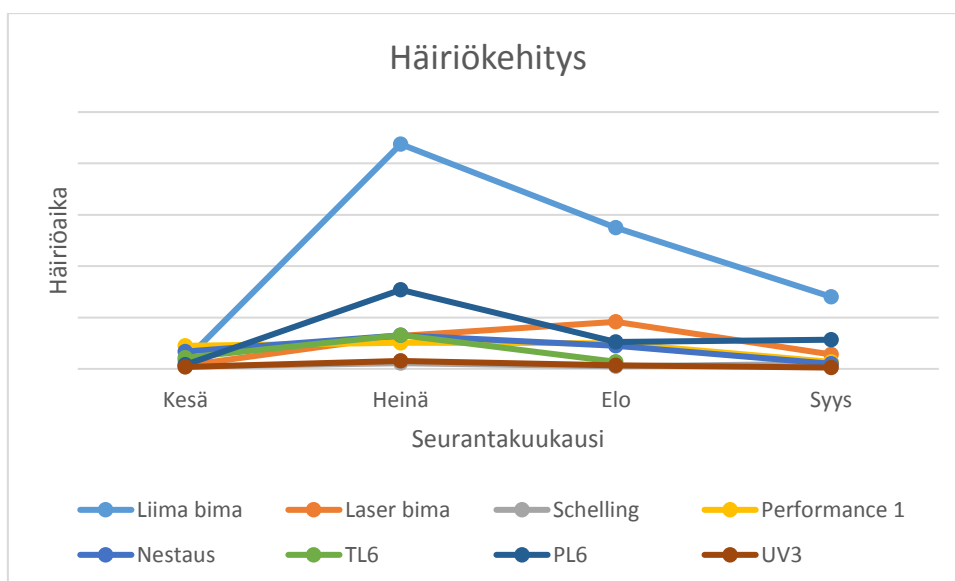
Jos huomaat uusia häiriöitä niin merkitsethän sen listaan, jotta se saadaan seuraavaan listaan!

Bima (liima)			
Tukkimiehen kirjanpidolla vain tapahtuma kertoja			
Häiriö	AV	IV	PVM:
			YV
Liimapään putsaus sisä			
Liimapään putsaus ulko			
Vastetapit tempullevat			
Nauhoitusongelma			
Liimanvaihto (ylimääräinen)			
Puskusaumahäiriö			
Puunauha katkesi			
Puskusauman säätö			
Lineaarijohteiden puhdistus			
Akselihäiriö/ohjelma			
Nauhan alla liimaa			
Liimapään putsaus sisä			
Liimapään putsaus ulko			
Vastetapit tempullevat			
Nauhoitusongelma			
Liimanvaihto (ylimääräinen)			
Puskusaumahäiriö			
Puunauha katkesi			
Puskusauman säätö			
Lineaarijohteiden puhdistus			
Akselihäiriö/ohjelma			
Nauhan alla liimaa			

Kuva 8. Häiriökartoituslomake.

6.3 Tulokset ja niiden analysointi

Työkohteiden häiriökehitystä seurattiin koko työn ajan ja siinä havaittiin aluksi nouseva häiriömäärä, joka johtui todennäköisesti siitä, että häiriöidenkartoitus tarkentui ja saatiin selvyys kirjattavista häiriötyypeistä lomakkeisiin. Kesän aikana kuitenkin saatiin häiriöt hallintaan ja niille saatiin laskeva suunta. Syksyllä lähes kaikkien tarkkailtujen työpisteiden häiriötapahtumat oli saatu vakioitumaan ja loput olivat laskussa, kuten ilmenee kuvasta 9.



Kuva 9. Häiriökehitys seurannan aikana.

Tulokset tehdystä häiriöpäiväkirjasta saatiin otettua eri aikajaksoilta ja niistä tehtiin graafisia esityksiä, jotka esitettiin raportoinnissa tuotannon johdolle. Tuloksien perusteella pääteltiin, että mihin työpisteisiin tarvittiin eniten toimenpiteitä ja jatkoseurantaa.

Huomasimme virheiden kehityksestä, että esimerkiksi yöaikaan sattui enemmän toimintahäiriöitä ja häiriön poisto kesti pitempään. Työn aikana myös huomattiin että suurin yksittäinen häiriöaika tapahtui BIMA-koneiden listoitushäiriöistä. BIMA-koneille järjestettiin koulutustilaisuus ja nauhoituksensäätöön tuotiin asiantuntija paikalle.

Tuloksien perusteella pääteltiin myös, että mitkä häiriöt oli mahdollista poistaa tai vähentää ohjeistuksella. Näihin häiriöihin alettiin kerätä ratkaisumenetelmiä, mitä työntekijät olivat aikaisemmin käyttäneet. Suurimmat osat tapahtuvista häiriöistä johtuivat yleisesti koneiden tukkeentumisesta tai kappaleiden likaantumisesta, joten näitä voitiin vähentää riittäväällä puhdistuksella.

6.4 Toimintaohjeiden toteutus

Toimintaohjeiden suunnittelu alkoi jo kesällä 2017. Alkuvaiheessa perehdyin yrityksen tuotantoon ja koneisiin, joiden kanssa tulisin työskentelemään. Tutustuin myös kunnossapitoon teoriapuolella, joka ilmeni osaksi työni häiriökartoitusta.

Toimintaohjemanuaali tehtiin BIMA CNC- koneille, koska niiden toiminnasta syntyi suurin hidaste tuotantoketjulle. Toimintaohjeeseen tuli kuvalliset puhdistusohjeet puhtaanapitokohteisiin, joiden likaantuminen aiheutti häiriöitä koneiden toimimiseen. Lisäksi ohjemanuaalissa oli ohjeita koneelle käyttäjän tekemien säätöjen tekemiseen.

Työ lähti liikkeelle tavoitteiden asettamisesta ja karkean aikataulun tekemisestä. Kun tavoitteet oli tehty selväksi ja aikataulu oli hyväksytty niin lähdin tutustumaan tuotantolinjan alkutuotantoon, johon suurin osa huomiostani keskittyisi työn aikana. Perehdyin myös olemassa oleviin ohjeisiin ja koneiden käyttäjien toimenpiteisiin. Selvitystyö aloitettiin luomalla määritellyille koneille häiriölistoja, joihin käyttäjät saisivat helposti merkattua tapahtuvat häiriöt ilman että se leikkaisi koneiden toiminta-aikaan.

Seuraavassa vaiheessa keräsin koneilta tulleet tiedot excel pohjiin, joista sai hyvin selville häiriöiden osuudet aikahävikistä sekä niiden tapahtumatiheyden. Näillä kuvaajilla saatiin selville, että mihin kohteisiin olisi kiinnitettävä eniten huomiota.

Työn seuraavassa vaiheessa aloin selvittää työntekijöiden käyttämiä häiriöiden poistomenetelmiä ja toimenpiteiden aikavaatimuksia. Keräsin näistä listan jota vertasin yleisimmin tapahtuviin häiriöihin, jotta saisin selville onko yleisimpiin häiriöihin aina samat syyt ja korjausmenetelmät.

Kartoituksesta selvisi että suurimmat häiriömäärät tapahtuivat bima koneilla, joten päätimme että minun kannattaa keskittyä niihin. Näiden koneiden häiriöistä ylivoimaisesti suurin osa tapahtuvista oli listoituksen puskusauman häiriöitä. Seuraavaksi osallistuin koneisiin kohdistuvaan koulutukseen, jossa kävimme läpi koneiden eri säätöjä ja niiden vaikutuksia eri toimintoihin. Kävimme myös läpi havaittuja suurimpia häiriöitä ja niiden syitä. Koulutuksessa oli myös varattu aikaa kysymyksille ongelmista joita käyttäjät olivat huomanneet.

Pidin tarkkailun osana bimoille 2 tarkkailujaksoa, joissa olin henkilökohtaisesti seuraamassa ja kirjaamassa häiriöitä koneilla. Tämän aikana kelloitin myös häiriöiden kestoja ja otin niistä keskiarvoja, jotta saisin tarkemmat häiriöiden kestoarviot excel pohjiin. Selvitin myös mihin muihin asioihin aikaa kuluu häiriöiden lisäksi.

Viimeiseksi rajasimme mille kohteille oli järkevää yrittää luoda ohjeet ja mitä niissä tulisi käsitellä. Ainoastaan bima koneille oli mahdollista tehdä ohjeistusta keräämieni tietojen pohjilta. Tein bimoilla lyhyet ohjemanuaalit, joissa käsiteltiin puhdistuskohteita, puskusauman säätöjä ja nauhansyöttöä. Näistä aiheista koostui yleensä yli 75% häiriöajoista, joten ne koettiin tärkeimmiksi.

6.5 Loppuanalyysi

Opinnäytetyö onnistui kartoitusosaltaan hyvin ja tuotantoketjun eri häiriöajoista saatiin hyvin tietoa ja niitä pystyttiin ruveta poistamaan jo seurannan aikana. Itse toimintaohjeen

luominen kohdistui lopulta vain yhteen konetyyppiin ja siitä voitiin tehdä käytännössä referenssimanuaali, josta pystyi tarkastaa jos sama virhe toistuu. Ohjetta voidaan myös käyttää uusien työntekijöiden avuksi kyseisillä koneilla puhtauden ylläpitämiseksi.

Työlle osoitettu alue oli liian laaja, että ohjeiden tekeminen kaikille koneille ei ollut saatujen tietojen perusteella kannattavaa. Jatkossa samankaltainen työ kannattaisi tehdä vain yhden koneen kohdalla, jolloin saadaan kerättyä lyhyemmässä ajassa enemmän tarkempaa tietoa ja käytännöllisen ohjeen tekeminen on mahdollista.

Työni aikana minulla oli rajoittavina tekijöinä pääsy yrityksen sisäiseen verkkoon ja täten olemassa olevien häiriönseurantajärjestelmien tutkiminen oli vaikeaa. Keskityin siksi yleisesti merkkamatta jääneisiin lyhyisiin häiriöihin ja sain pääpiirteiset ajoittaiset häiriölistat aina joltakin toimiston henkilöltä. Työtäni voitaisiin soveltaa tuotannon parantamiseen muillakin kohteilla tulevaisuudessa, mutta se olisi toimivinta lähinnä uusilla työkoneilla, joista ei ole vielä paljon historiallista tietoa tuotannon ongelmista.

Vastaavanlaisella työllä voisi olla tulevaisuudessa hyvät mahdollisuudet saavuttaa hyötyä, mutta työ olisi rajattava yhdelle tai kahdelle kohteelle maksimissaan. Kannattavan tutkimuksen ja ohjeen tekeminen vaatii paljon henkilökohtaista aikaa vietettynä kohteella, jotta saatavat tiedot pysyvät tarkkoina ja kaikki ratkaisumenetelmät saadaan oikein kirjattua.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa koneiden häiriöistä ja niiden ajankulutuksesta sekä saada selville yleisimmin tapahtuvat häiriöt. Tämän tiedon avulla oli tarkoituksena tehdä tuotannon kriittisille kohteille toimintaohjeet häiriötilanteiden varalle, jotta käyttäjät voisivat helposti katsoa ohjeesta häiriön poistamisen menettelyt. Työn aloitus oli haastava johtuen aiheen vieraudesta minulle sekä sen laajasta alueesta. Lähdin lähestymään työtä tutustumalla kunnossapidon kirjallisuuteen ja etsimällä muita samankaltaisesta aiheesta tehtyjä töitä. Lähinnä apua tuli vain kirjallisuuden puolelta johtuen siitä, että en löytänyt samanlaisia aikaisempia töitä ja kunnossapidolla oli vain osittainen vaikutus työni alueeseen. Sain kuitenkin paljon apua yrityksen henkilöstöltä usealta eri osa-alueelta, mikä auttoi minua rajaamaan työn aluetta ja selvittämään tarvittavia tietoja.

Alun sekaannuksien jälkeen pääsin työskentelemään hyvin oman tiedonkeräysprojektini parissa ja sain käyttäjät osallistumaan tiedon keräykseen. Sain myös selvitettyä huoltohenkilökunnalta koneiden huoltoaikoja ja -välejä.

Häiriötyyppien ja aikojen osalta opinnäytetyön kartoitus onnistui hyvin ja siitä saatiin selville koneiden suurimmat aikaa vievät häiriöt. Tällaisten tietojen pohjalta voidaan häiriöiden tapahtumista estää ja keksiä ratkaisuja niiden poistamiseksi kokonaan.

Toimintaohjeen osalta opinnäytetyön tekeminen tuntui suurimmilta osin olevan hyödytöntä tai mahdotonta tehdä saaduilla tiedoilla. Koneiden häiriöille löytyi hyvin paljon eriäviä syitä ja niiden kaikkien selvittämiseksi olisi lähinnä keskityttävä yhteen kohteeseen kerrallaan. Tämä antaisi mahdollisuuden kirjata kaikki tapahtumat tarkemmin ja luoda tarkemmat ohjeet koneille. Kohteista ainoastaan BIMA-koneille oli kannattavaa tehdä ohjeistuksia, koska niille oli suurimmilla häiriöillä heti selviä syitä, joihin löydettiin vaikuttavia toimenpiteitä. Suurimmilta osilta häiriöiden estoon vaikuttivat tiettyjen osien puhtaanapito.

LÄHTEET

Aalto, H. 1994. Kunnossapitotekniikanperusteet. Rajamäki: Kunnossapitoyhdistys Ry.

Heinonkoski, R. 2004. Koneautomaation kunnossapito. Helsinki: Opetushallitus.

Rossi, A. 1993. Ennakoiva kunnossapito konepajassa. Helsinki: Metalliteollisuuden Keskusliitto.

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Järviö, Piispa, Parantainen, Åström. 2007 . Kunnossapito 4. painos. Hamina: KP-Media Oy.

Järviö, J & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito. 6. painos. Helsinki: Promaint ry.

Promaint 2015. Kunnossapidon palveluiden laadun kehittäminen [Viitattu 13.7.2017]. Saatavissa: <http://promaintlehti.fi/Tutkimus-ja-koulutus/Kunnossapidon-palveluiden-laadun-kehittaminen>

Integrated Publishing. Operator maintenance [Viitattu 4.10.2020]. Saatavissa: <http://constructionmanuals.tpub.com/14259/css/Operator-Maintenance-248.htm>