



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Yritys X

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Muovitekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Pontus Ekberg

Lahden ammattikorkeakoulu
Muovitekniikan koulutusohjelma

Ekberg, Pontus:

Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma

Muovitekniikan opinnäytetyö, 64 sivua, 7 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa huolto- ja kunnossapitosuunnitelma sekä osoittaa sen hyödyllisyys yrityksen tuotannontehostamiseen. Työssä esitellään erilaisia kunnossapitomalleja ja havainnollisesta teoriatasolla niiden eroavaisuuksia.

Työn teoriaosuudessa esitellään huolto- ja kunnossapidon teoriaa niin tuotannokoneiden toimintavarmuuden kuin taloudellisten seikkojen kautta sekä esitellään työkaluja kunnossapidon tehokkuuden seurantaan.

Työn käytännön osassa suoritetaan kunnossapito suunnitelman tiedonkeruun käynnistäminen, esitetään erilaisia konekohtaisia kunnossapito-ohjelmia sekä todennetaan kunnossapidon hyöty.

Asiasanat: huolto, kunnossapito, käyttövarmuus,

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Plastics Engineering

Ekberg, Pontus:

Service and maintenance plan

Bachelor's Thesis in Plastic Engineering 64 pages, 7 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

Subject of this thesis is to design and execute a service and maintenance plan, and to allocate the utility for the company's production efficiency. Purpose of the work is to design a variety of maintenance models and present the differences between them in theory.

Theoretical section of the work presents the theory of service and maintenance via production machinery's reliability and also in economic issues. Work also consists tools for monitoring the effectiveness of maintenance.

The practical part of the maintenance plan includes the launch of data collection, variety of machine-specific maintenance programs and methods to verify the need for maintenance.

Key words: service, maintenance, dependability

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYKSEN TUOTANNON RAKENNE	2
2.1	Kalvo-osasto	2
2.2	Paino-osasto	2
2.3	Saumaosasto	2
3	KUNNOSSAPIDON KÄSITTEITÄ	3
3.1	Kunnossapidon käsitteitä	4
3.2	Aikakäsitteitä	5
3.3	Vikaantumisen käsitteitä	6
4	KÄYTTÖVARMUUS	8
4.1	Käyttövarmuuden käsitteitä	9
4.2	Varaosien varastointi	10
4.3	Kunnossapito ja laatu	12
5	KUNNOSSAPIDON VALINTA	13
5.1	Kunnossapidon strategia	14
5.2	Kunnossapidon talous	15
5.3	Seisokkisuunnittelu	19
6	LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO	21
6.1	Vika- vaikutusanalyysi	22
6.2	ABC – analyysi	23
7	KOKONAISVALTAINEN TUOTTAVA KUNNOSSAPITO	24
7.1	Suunnitteluvaihe	25
7.2	Mittausvaihe	25
7.3	Kunnostusvaihe	25
7.4	Huippukunto	26
8	KUNNOSSAPIDON TEHOKKUUS	28
8.1	KNL - luku	29
8.1.1	Aikakerroin	30
8.1.2	Nopeuskerroin	31
8.1.3	Laatukerroin	32
8.2	Tehokkuuden tavoitteet	33

9	KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA YRITYS X	34
10	YHTEENVETO	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38

SANASTO

PE-LD eli matalatiheksinen polyeteeni. Kalvonpuhalluksessa laajasti käytetty muoviraaka-aine.

PMS eli pantone matching system eli painoteollisuudessa laajasti käytössä oleva värijärjestelmä

VOC eli volatile organic compound eli painokoneiden väreistä ja liuottimista ilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

RCM eli reliability centered maintenance eli luotettavuus keskeinen kunnossapito.

TMP eli total productive maintenance eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.

MTBF eli mean time between failure eli aika, joka kohteella kestää korjauksesta uuteen vikantuumiseen.

MWT eli mean waiting time eli keskimääräinen odotusaika. Aika jolloin korjaus ei etene, vaan joudutaan odottamaan esim. varaosaa tms.

MTTR eli mean time to repair eli keskimääräinen korjausaika.

VVA eli vika-vaikutusanalyysi. Selvittää kohteen tai komponentin vikaantumisesta seurautuvia ongelmia tuotannossa.

ABC - luokitus eli kriittisyysluokka arviointi.

KNL/OEE eli kokonaistehokkuus luku eli tuotantolinjan tai koneen laskennallinen kokonaistehokkuus, joka saadaan koneen käytettävyyden, toiminta-asteen ja tuotteen laadun tulona.

1 JOHDANTO

Kunnossapidon merkitys yrityksille on aina ollut suuri ja tulee yhä tiukkenevilla kansainvälisillä markkinoilla edelleen kasvamaan. Laitahuolto ja kunnossapito ovat yksi eniten tuotantoon ja ennen kaikkea tuotannon sujuvuuteen vaikuttavista asioista. Huolloilla halutaan ehkäistä tuotantokatkoksia sekä niistä aiheutuvia kuluja. Heikko kunnossapito tai sen kokonaan huomioimatta jättäminen tulee jossain vaiheessa aiheuttamaan tuotanto-ongelmia ja tuotantokatkoksia. Sujuva tuotanto on tärkeää yrityksen taloudellisen tuottavuuden sekä tuotannontyöntekijöiden työmotivaation kautta ilmenevän epäsuoran tuottavuuden kannalta tärkeää (Laine 2010, 39).

Yrityksen kannalta pelkkä kunnossapitosuunnitelman käyttöönotto, tai edes sen noudattaminen ei todennäköisesti ole lopullinen työkalu kustannustehokkaan tuotannon saavuttamiseksi. Kustannustehokkaan tuotannon kehittämiseen tarvitaan kunnollinen ja päivitetty tuotannonseuranta, jonka avulla voidaan todentaa kunnossapidon merkitys, tehostaa kunnossapitoa sekä ennen kaikkea kohdentaa huolto- ja kunnossapitotoimia sitä tarvitseviin laitteisiin ja koneisiin (Laine 2010, 39).

2 YRITYKSEN TUOTANNON RAKENNE

Yrityksessä on kolme toisistaan erillään toimivaa osastoa joilla kaikilla on erilainen konekanta, jolloin myös kunnossapitosuunnitelma tulee suunnitella konekohtaiseksi. Eri osastojen tuotantovarmuus heijastuu tuotannossa eteenpäin mahdollisesti aiheuttaen siten hetkittäin pullonkaula ilmiön. Mahdolliset puolivalmisteiden välivarastot pienentävät eri osastojen mahdollisia tuotanto-ongelmia

2.1 Kalvo-osasto

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

2.2 Paino-osasto

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

2.3 Saumausosasto

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

3 KUNNOSSAPIDON KÄSITTEITÄ

Kunnossapito käsitteenä voidaan jakaa useampaan osaan ja eri tuotantolaitoksissa ja eri aloilla voidaan termit ymmärtää eri merkityksessä. Karkeasti jaotellen huolto mielletään koneen tai laitteen vikaan liittyväksi termiksi ja sen tarkoitus on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky lyhytaikaisesta ongelmasta.

Kunnossapito taas mielletään yleisemmäksi käsitteeksi merkitsemään esimerkiksi koneen tai laitteiston toimintakyvyn varmistamista. Kunnossapito terminä kuvaa myös pidempi aikaista toimintaa (Aalto 1994, 13–14).

Kunnossapito määritellään standardissa SFS-EN 13306:ssa seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy toimittamaan vaaditun toiminnon”

(Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 33).

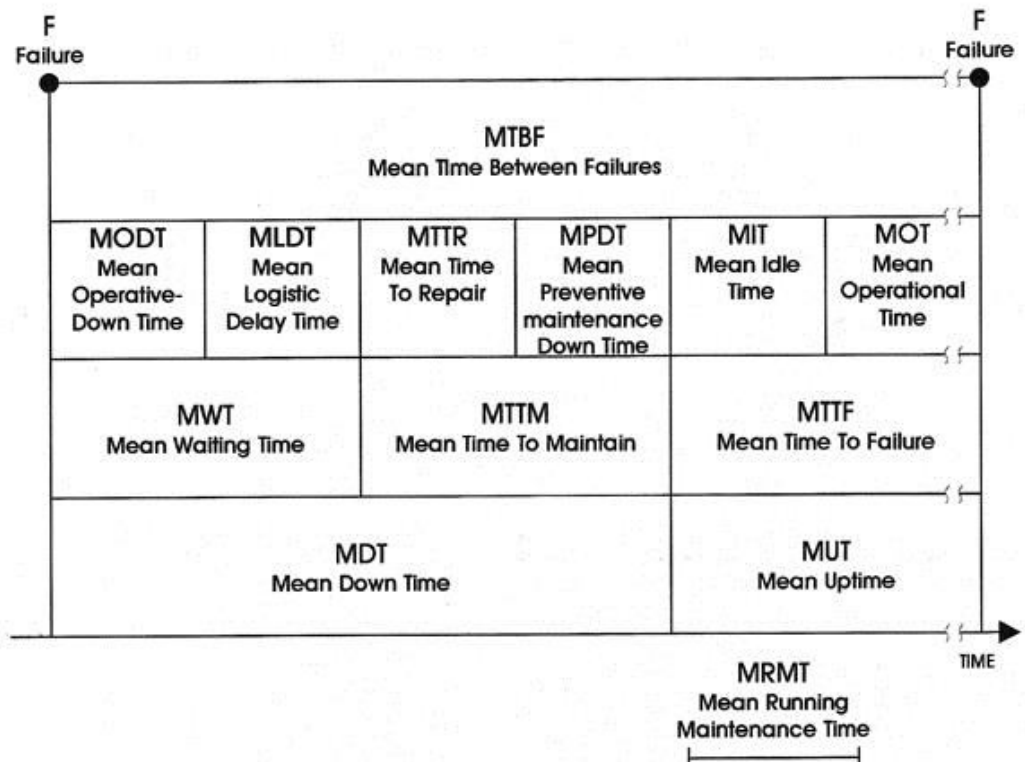
Huolto ja kunnossapito voidaan myös jakaa alakäsitteisiin ja termeihin joilla voidaan selventää korjaavan toiminnon merkitystä tuotantoprosessin vakauteen. Kunnossapitoon liittyy myös kiinteästi ajalliset käsitteet jotka kuvaavat tuotantohäiriön merkitystä ajallisesti. Kunnossapitoa ja sen tarpeellisuutta tulee mitata kohdetasolla. Jokaisella koneella on erityyppiset tuotantohäiriöt ja häiriöiden kestot sekä niistä toipumisajat. Näitä aikoja kuvaamaan on erilaisia käsitteitä. Vertaamalla koneen käyttöaikaa, sen seisauttavan vian ilmenemistiheys ja viasta toipumisaikaa ennakoivan kunnossapidon seisokkien aikana tehtäviin huoltoihin voidaan päätellä esimerkiksi ennakoivan kunnossapidon tarpeellisuutta (Järviö, Lehtiö 2012, 52).

3.1 Kunnossapidon käsitteitä

1. Jaksotettu kunnossapito on kunnossapidon osa, joka suoritetaan esimerkiksi tuotantomäärä tai aika perustaisesti (Järviö, Lehtiö 2012, 53).
2. Kuntoon perustuva kunnossapito on koneen toimiessa tapahtuvaa seuranta. Kyseessä voi olla esimerkiksi lämpötilan, tietyn muuttujan tiheys kuten esimerkiksi laakerinvärähtelyn seuraaminen (Järviö, Lehtiö 2012, 53).
3. Käyttöseuranta on tärkeimpiä kunnossapidon välineitä. Työntekijä seuraa koneensa toimintaa jatkuvasti sen toimiessa. Koneenvalvoja tarkkailee esimerkiksi normaalista poikkeavia ääniä tai mekaanisia värinöitä (Aalto 1994, 29).
4. Koneen testaus tarkoittaa koneen jonkun alueen mittaamista ja saadun tuloksen vertaamista valmistajan antamiin, tai prosessista itsestään kerättyihin ohjearvoihin (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 43).
5. Ennakoiva kunnossapito tarkoittaa toimintamallia jossa vaihdetaan koneen mahdollisesti vikaantuva osa uuteen, ennen kuin se vikaantuessaan aiheuttaa toimintahäiriön (Järviö, Lehtiö 2012, 53).
6. Korjaava kunnossapito tarkoittaa toimenpidettä jolla saadaan jo vikaantunut, toimintahäiriöinen kone uudelleen tuotantoon. Vika, joka on johtanut odottamattomaan tuotantokatkokseen, korjataan useimmiten mahdollisimman nopeasti minimoiden seisokkiaika. Näin suoritettua korjausta voidaan pitää väliaikaisena. Korjausta, joka suoritetaan saattaen kone vian osalta uutta vastaavaan kuntoon, taas voidaan pitää huollettuna (Järviö, Lehtiö 2012, 53).

3.2 Aikakäsitteitä

1. Käyttöaika on ajanjakso, joka tarvitaan tuotantomäärän tuottamiseen. Käyttöaika pitää sisällään koneen varsinaisen käyntiajan, sekä käytön ja kunnossapidon vaatimat seisakit (Järviö, Lehtiö 2012, 60).
2. Vikaantumisaika on aika, joka kohteella kestää vikaantumisesta seuraavaan, eri syystä tapahtuvaan pysähtymiseen (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 43).
3. Vikaantumisväli on kahden peräkkäisen vikaantumisen välinen ajanjakso (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 43).
4. Vikataajuus on seuratun kohteen vikojen lukumäärän suhde tarkastelujakson pituuteen, esimerkiksi kuukautta tai vuotta kohden (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 43).
5. Häiriötoipumisaika on aika, joka kohteella kestää pysähdyksen syystä palautumiseen pitäen sisällään hallitun alasajon, odottamisen, korjauksen ja ylösajon (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 43).
6. Häiriökorjausaika on itse korjauksen suorittamiseen kuluva aika (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 45).
7. Kunnossapitoaika on häiriökorjauksiin ja suunniteltuun kunnossapitoon kuluva aika (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 45).
8. Viiveaika on aika, joka varautumattomuudesta johtuen vian korjaamiseen tarvittavia varaosia, tai muuta hyödykettä joudutaan odottamaan (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 46).



Kuvio 1. Kunnossapidon aikakäsitteet (Aalto 1994 72)

3.3 Vikaantumisen käsitteitä

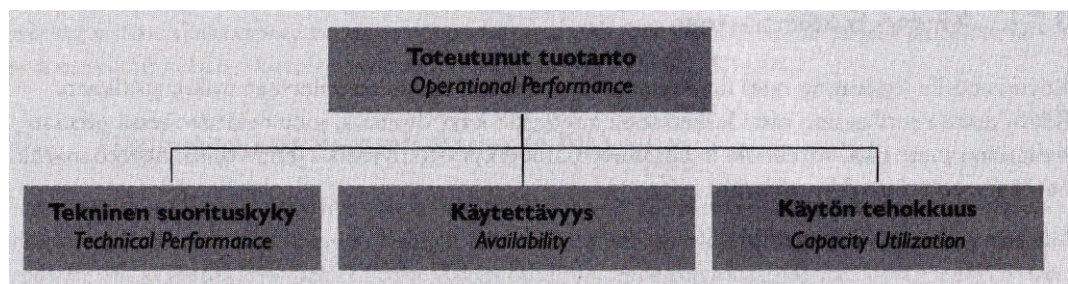
1. Vika on kohteen tai komponentin normaalista poikkeava toiminta, joka estää kohteen normaalin toiminnan keskeytymisen tai toiminnan aloittamisen (Järviö, Lehtiö 2012, 69).
2. Häiriö on kohteen tai komponentin normaalista poikkeava toiminta, joka aiheuttaa joko muutoksen tuotantonopeudessa, tuotantolaadussa tai tuotannon turvallisuudessa (Järviö, Lehtiö 2012, 69).
3. Piilevä vika havaitaan vasta erityisesti kohdetta testatessa tai kohteen käyttötilanteen ratkaisevasti muuttuessa (Järviö, Lehtiö 2012, 69).
4. Äkkivikaantuminen on vika joka, ei ole ennakoitavissa etukäteen (Järviö, Lehtiö 2012, 69).

5. Välillinen vikaantuminen on seurausta suoraan tai välillisesti jostain aiemmin vikaantuneesta kohteesta (Järviö, Lehtiö 2012, 69).
6. Vaarallinen vika heikentää kohteen kykyä toimia turvallisesti siltä vaaditulla tavalla (Aalto 1994, 71).
7. Turvallinen vika ei saa kohteessa aikaan muutosta turvallisuudessa negatiiviseen suuntaan (Aalto 1994, 71).

4 KÄYTTÖVARMUUS

Koneiden ja laitteiden huoltamisen tarve perustuu siihen, että saavutettaisiin tietty käyttövarmuudentaso. Käyttövarmuudella tarkoitetaan sitä, että kone on tuotantokykyinen tietyllä aikavälillä ja tällä saavutetaan parempi toimitusvarmuus. Kohteen ylihuoltaminen on perusteltua käyttövarmuuden saavuttamiseksi, muttei taloudellisesti. Koneen valmistajan huolto-ohjelma on yleensä ylimitoitettu käyttövarmuuden kohottamiseksi, joten yrityskohtaisella huoltosuunnitelmalla voidaan saavuttaa taloudellisia säästöjä löytämällä kyseisen yrityksen konekannalle ja prosessiin soveltuvat huoltovälit. Ennakoidut huollot voidaan määrittää ajomäärien tai ajanjaksojen mukaan. Ajalliset huollot voidaan ja tuotannollisesti tulee pyrkiä sijoittamaan ne seisokkien ajaksi (Laine 2010, 122,130).

Toteutunut tuotanto syntyy laitoksen teknisen suorituskyvyn, käytettävyyden sekä käytön tehokkuuden avulla. Hyvin suunniteltu ja voimassa oleva kunnonpitosuunnitelma edesauttaa käyttövarmuuden ylläpidossa ja näin parantaa omalta osaltaan tuotannon määrää ja laatua. Tekninen suorituskyky tarkoittaa kohteiden bruttotuotantokykyä, eli kohdekohtaista maksimi tuotantokykyä johon kohde on tekniseltä suorituskyvyltään kykenevä optimaalisissa olosuhteissa. Käytettävyys tarkoittaa kohteen soveltuvuutta kyseisen tuotteen tuottamiseen. Tähän voi vaikuttaa esimerkiksi raaka-aine erän vaihtelut tai muut muutokset olosuhteissa. Käytön tehokkuus kertoo työntekijöiden ja koneenkäyttäjien ammattitaidosta sekä mielenkiinnosta kyseistä työtehtävää kohti (Järviö, Lehtiö 2012, 57).



Kuvio 2. Tuotannon lähtökohdat (Järviö, Lehtiö 2012, 57)

4.1 Käyttövarmuuden käsitteitä

Tekninen standardi PSK 6201 määrittää käyttövarmuuden näin:

”Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavissa”

(Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 36).

Käyttövarmuus on käsitteenä laaja ja se muodostuu jaottelutavoista riippuen useammasta alakäsitteestä. Yhteistä näille on että ne käsittelevät kohteen ylläpidon kannalta tärkeitä asioita, kuten toimintavarmuutta, toimintavarmuuden ylläpidettävyyttä sekä ylläpidonvarmuutta (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 38).

1. Toimintavarmuus tarkoittaa koneen toimintakykyä tietyn ajanjakson aikana. Toimintavarmuutta voidaan käyttää tuottavuuden mittarina esimerkiksi tuotettuina yksiköinä per vuoro. Toimintavarmuuteen vaikuttaa kiinteästi myös kohteen käyttö ja huolto, joten toimintavarmuutta voidaan kutsua myös toiminta todennäköisyydeksi. Muut toimintavarmuuteen vaikuttavat seikat ovat laitteen konstruktio, kunnossapidettävyyden, asennus, huollon tarve sekä ennen kaikkea sen toteutus. Toimintavarmuutta voidaan mitata kohteen vikavälillä (MTBF, Mean Time Between Failures) johon liittyykin toiminta todennäköisyys (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 36).

”Huolto on jaksotettu kunnossapidon toimenpide, joka pitää sisällään kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muuta vastaavat toimenpiteet”

(PSK6201)(Laine 2010, 123).

2. Kunnossapidettävyys tarkoittaa kohteen luokse päästävyyttä, vaihdettavuutta, testattavuutta, huollettavuutta sekä vian paikannettavuutta. Kunnossapidettävyyttä voidaan parantaa erityisesti tehostamalla vian havaittavuutta koska mitä aikaisemmassa vaiheessa tuotantoa mahdollinen vika havaitaan sitä pienemmäksi kerrannaisvaikutukset tuotannon myöhemmissä vaiheissa muodostuvat. Kunnossapidettävyyden mittarina pidetään korjausaikaa (MTTR, Mean Time To Repair) (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 37).
3. Kunnossapitovarmuus tarkoittaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa tarvittava toiminto vaadituissa olosuhteissa vaadittuna ajanjaksona. Hyvän kunnossapitovarmuuden edellytyksenä voidaan pitää hyvin organisoitua varaosien kriittisyysdokumentaatiota sekä varastointia. Kunnossapitovalmiuteen vaikuttavat hallinto, rutiinit, dokumentaatio, varusteet, varaosat sekä työntekijät. Mittarina käytetään tuotteen logistista viivettä tuotannon läpi (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 38).

4.2 Varaosien varastointi

Saavuttaakseen korkean toiminta-asteen tulee tehtaalla olla käytössään myös työkalu, joka esittää selkeästi kohdekohtaisesti keskeisimmät vikoja aiheuttavat komponentit. Komponenttien kriittisyyttä kohteen käyttövarmuuteen voidaan arvioida esimerkiksi vika-vaikutusanalyysillä. Useimmiten vikaantuvista komponenteista tehdään vika-vaikutusanalyysi joka, paljastaa varaosan tarpeellisuuden suhteessa hankintahintaan. Varaosien tilaamisessa tulee huomioida myös vika-vaikutusanalyysin lisäksi komponentin hankinnassa mahdolliset ongelmat, kuten saatavuus ja toimitusajat. Varaosien kriittisyyteen vaikuttaa myös niiden käyttökohteiden määrä. Toisinsanojen soveltuvatko ne osastolla useampaan kohteeseen, vai onko kyseessä esimerkiksi vanhentuvaa tekniikkaa edustava tuotantolinja (Laine 2010, 128–129).

Varaosien kriittisyyttä voidaan arvioida vika-vaikutusanalyysillä (ks. Luku 6.1). Vika-vaikutusanalyysi on periaatteeltaan yksinkertainen tapa toimintajärjestyksen löytämiseen. Varaosien arviointi aloitetaan tutustumalla kohteen vikadokumentaatioon, tai sen puuttuessa haastatellaan koneen käyttäjiä ja sen mukaisesti valitaan muutama yleisimmistä vikaantuvista komponenteista. Seuraavaksi valitut komponentit jaetaan luokkiin niistä seuraavien vikojen ja häiriöiden mukaisesti (Laine 2010, 128–129).

1. Kriittisin luokka on komponentit joiden vikaantuminen aiheuttaa kohteen välittömän pysähdyksen, muodostaa uhan käyttäjän turvallisuudelle tai ympäristölle (Laine 2010, 128–129).
2. Toisen kriittisyysluokan komponentit aiheuttavat vikaantuessaan kohteen tuotantokapasiteetin voimakkaan vähenemisen, tai alentavat huomattavasti tuotteen laatukerrointa (Laine 2010, 128–129).
3. Kolmanteen luokkaan kuuluvat komponentit joiden vikaantuminen ei aiheuta välittömiä toimenpiteitä. Kohteen tuottavuus ei merkittävästi vähene, eikä vika ole turvallisuuteen vaikuttava. Korjaukset voidaan suorittaa seuraavan seisokin yhteydessä (Laine 2010, 128–129).

Seuraavaksi arvioidaan komponentin aiheuttaman seisokin kestoa, sekä määritellään seisokin vaikutuksia osastotasolla. Esimerkiksi komponentti, joka vikaantuessaan aiheuttaa tuotannon pysähtymisen, tulee mieltää tuotannon kannalta kriittiseksi. Tuotannon kannalta kriittisiksi todetut varaosat sekä varaosien kannalta tehty vika-vaikutusanalyysi tulee ottaa huomioon suunnitellessa kohdekohtaisia seisokkisuunnitelmia (ks. Luku 5.3) (Laine 2010, 142 -143).

Varaosien varastoinnissa tulee ottaa huomioon myös komponentin vikaantumistiheys. Vaikka komponentti vikaantuessaan aiheuttaisi jopa osastotasolla huomattavan tuotantolaskun, mutta vikaantumisen ollessa harvinaista, tai vikaantuminen ei ole ennakoitavissa ei sitä ole taloudellisesti

järkevää varastoida. Ainakaan jos komponentti on hankintahinnaltaan merkittävä (Laine 2010,142 - 143).

4.3 Kunnossapito ja laatu

Kunnossapito vaikuttaa välillisesti myös tuotettavan hyödykkeen laatuun.

Kohteeseen suoritettavat ennakoivat huollot vaikuttavat kohteen kykyyn tuottaa kappaleita ja kappaleiden laatuun, siten huollon puute näkyy alenneina tuotantomäärinä sekä tuotteiden laatuina jotka taas voivat johtaa reklamaatioihin ja jopa asiakas menetyksiin. Laatu määritellään ISO-9000:ssa seuraavasti:

”aste, jolla joukko ominaisuuksia täyttää vaatimukset”

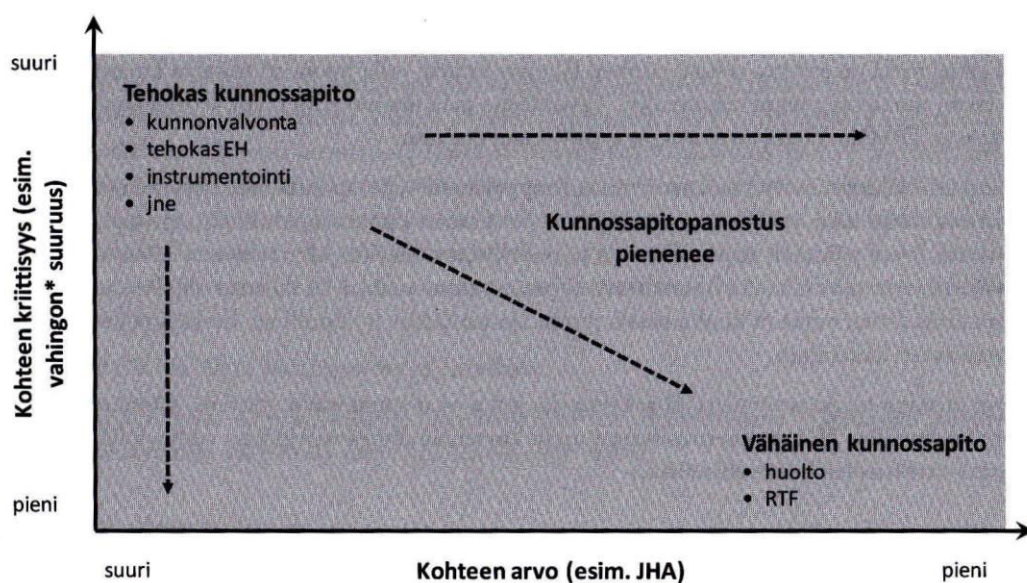
(SFS-EN ISO 9000:2000 2001, 22.)

Laatu on tuotteelta vaadittujen ominaisuuksien summa. Ominaisuudet voidaan jakaa esimerkiksi primaareihin ja sekundaareihin. Primaareina ominaisuuksina esimerkiksi tuotteen käytettävyyteen vaikuttavat seikat kuten tuotteen fyysiset mitat ja kestävyys ja sekundaareina visuaaliset ominaisuudet kuten painokuvan laatu, tai pienet epätarkkuuden fyysisissä mitoissa. Laatu voidaan käsittää monella eritavalla, mutta se tulee yrityksessä mieltää tuotannonkannalta tärkeäksi asiaksi. Laadun vaatimukset määrittää viimekädessä kuluttaja (aaltopro 2015).

5 KUNNOSSAPIDON VALINTA

Kunnossapidon merkitys tuotantolaitoksen kannattavuuteen on merkittävä ja tulee yhä tiukkenevassa kilpailutilanteessa yhä kasvamaan. Kunnossapito ja siihen kuluvat taloudelliset resurssit voidaan nähdä yrityksessä negatiivisena asiana tai sijoituksena yritykseen, joka tulee kasvattamaan yrityksen tuotantoa ja tuotannon tehokkuutta sekä siten taloudellista kasvua. Myös jatkuvasti tiukkeneva ympäristölainsäädäntö aiheuttaa paineita tehostaa ennakoivaa kunnossapitoa, ainakin jos yrityksen toimialaan kuuluu ympäristöön liittyviä riskejä. (Järviö, Lehtiö 2012, 96). Kunnossapidon tarvetta suhteessa kohteen kriittisyyteen on verrattu kuvassa kuusi (Kuva 6).

Kunnossapidon mallit jaetaan yleensä kolmeen luokkaan. Laatujohtannaiset toimintamallit, kuten Six Sigma ja tehokkaimpien kunnossapitomallien luokka, kuten RCM (ks. Luku 6), sekä kokonaisvaltaiset kunnossapidon toimintamallit, kuten TPM. (ks. Luku 7) (Järviö, Lehtiö 2012, 112)

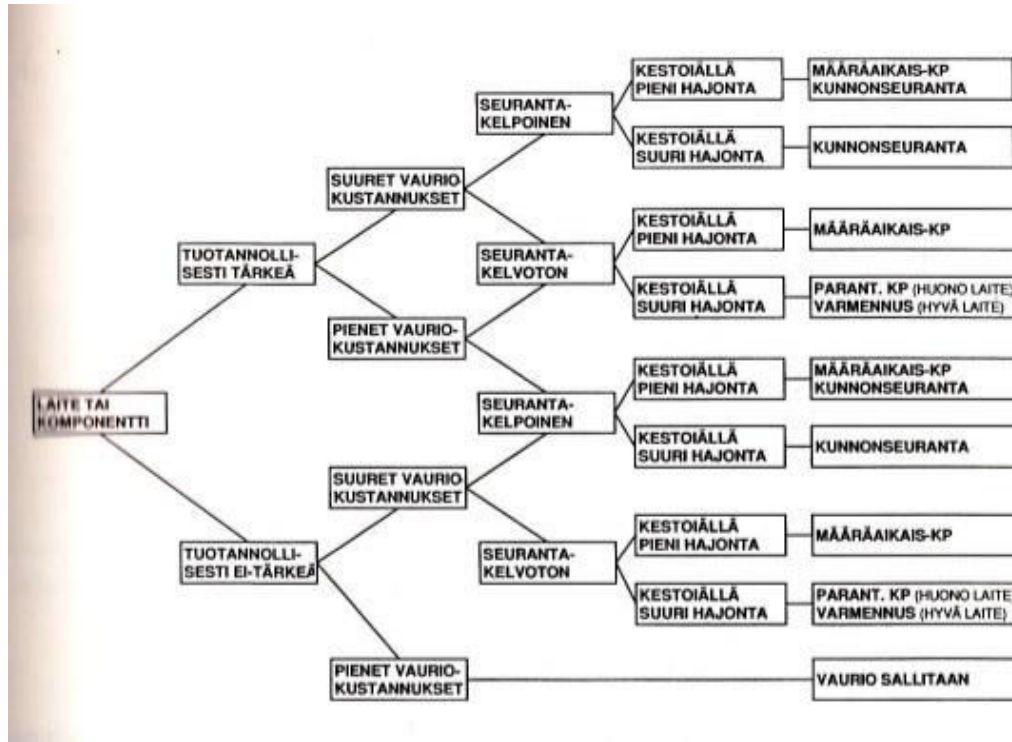


Kuva 3. Kuvaaja kunnossapidon valintaan (Järviö, Lehtiö 2012, 113)

5.1 Kunnossapidon strategia

Toimivassa tuotantolaitoksessa tapahtuu aina kunnossapitoa. Kohteissa syntyy tuotantohäiriöitä, jotka tulee poistaa, eli korjata. Kunnossapito voidaan jakaa karkeasti kahteen luokkaan ajallisen määrään mukaisesti joko korjaavaan kunnossapitoon tai ennakoivaan kunnossapitoon. Kunnossapitostrategia tulee miettiä kone- ja osastokohtaisesti ja siihen vaikuttaa useita eri tekijöitä. Yrityksen tulee miettiä kohteen tuotantokykyä ja kohteen tuotannollista tarpeellisuutta myös osasto- ja laitostasolla. Kohdetasolla merkittäväksi tulee se, että aiheuttaako komponentti kohteessa vian vai häiriön. Jos kyseeseen tulee häiriö, niin tulee selvittää vaikuttaako häiriö vain tuotantonopeuteen vai kenties turvallisuuteen tai laatuun. Osastokohtaisesti on merkittävää kohteen vaikutus osaston tuotantokykyyssä seuraavan osaston tuotantokykyyssä. Eli vaikuttaako kohde ja sen mahdollinen vikaantuminen myös seuraavan osaston tuottavuuteen ja siten kertautuen koko laitoksen käyttöasteeseen (Järviö, Lehtiö 2012, 123 - 125).

Useimmiten käytetyt ennakkohuoltosuunnitelmat perustuvat laitevalmistajien suunnittelemaan huolto-ohjelmaan, joka perustuu yleensä varmuuteen. Laitteenvalmistajat haluavat varmistaa koneen toiminta, jotta asiakkaalle ei tule huonoja kokemuksia laitteesta. Tällä myös varmistetaan varaosien markkinointi ja siten pidentynyt asiakassuhde. Laitevalmistajalla ei useinkaan ole käytettävissään kerättyä tietoa todellisista käyttöolosuhteista, joten korjausten ajoitukset perustuvat varaosien myyntitilastoihin, kun todellinen syy saattaa olla virheellinen käyttö (Järviö, Lehtiö 2012, 124).



Kuvio 4. Vertailu vian seurantakelpoisuuden suhteen (Aalto 1994, 27.)

Eri kohteella voi saman osaston sisällä olla eri tarve kunnossapidolle. Osastolla voi olla esimerkiksi korvaavaa kalustoa, jota ajetaan alikapasiteetilla ja näin osastotasolla voi olla tuotantoreserviä. Jokaiselle kohteelle tulee määrittää tuotannollinen tarve jonka mukaan päädytään joko korjaavaan tai ennakoivaan kunnossapitoon. Myös kohteen vikaantumisen laadulla ja vikaantumisen tiheys on kunnossapidollinen merkitys. Erilaisia vertailutapoja kohteen tarpeesta ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon välillä on esitetty kuviossa neljä (Kuvio 4). (Aalto 1994, 27).

5.2 Kunnossapidon talous

Kunnossapidosta, olipa kyseessä ennakoiva tai korjaava kunnossapito, syntyy aina kuluja. Kulujen vertaamiseksi täytyy kulurakenne selvittää ja siksi tarvitaan jaottelu kustannusten syntymisen mukaisesti. Kunnossapidosta tai siitä välillisesti syntyviä kuluja ovat välittömät kustannukset, välilliset kustannukset sekä aineettomat menetykset (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 135 - 136).

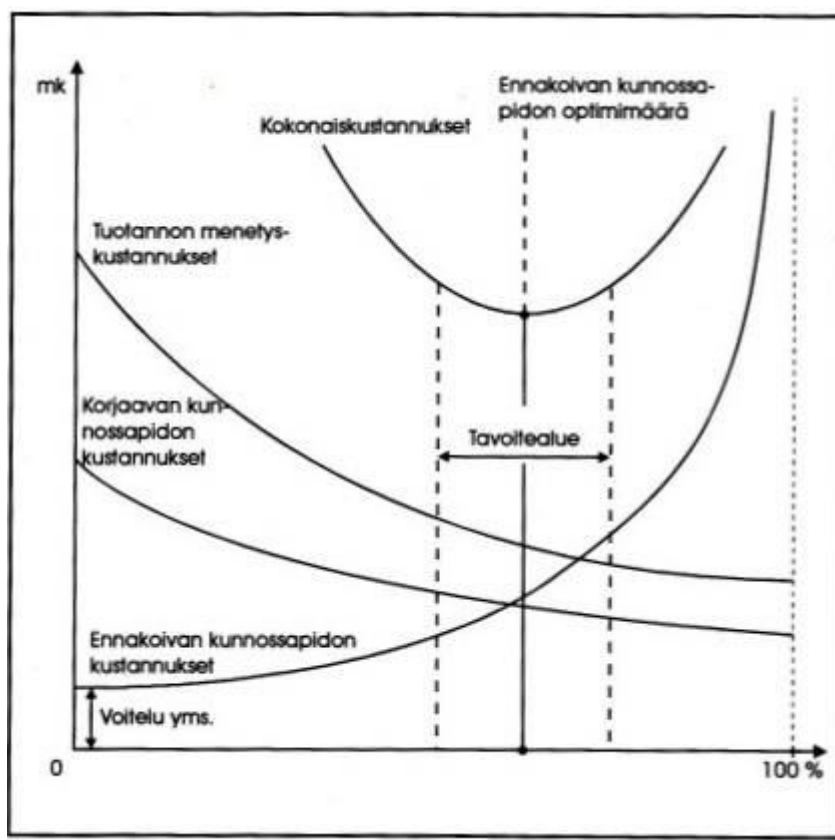
Kunnossapidon kulurakenteeseen voidaan yrityksessä keskittyä kahdella eri tavalla. Tietyn kohteen tai osaston käyttövarmuus tarpeen mukaan voidaan päätyä joko ennakoivaan tai korjaavaan kunnossapitoon. Valinnat eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan toisiaan tukevia. Vaikka kohteessa olisikin käytössä ennakoiva kunnossapito jää jäljelle aina pieni osa korjaavaa kunnossapitoa ja toisaalta ennakoivaa kunnossapitoa ei voi välttää. Ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon kulurakenteiden vertaaminen ei ole yksiselitteistä eikä pelkästään taloudellisesti nähtävissä. Kunnossapidosta saatava hyöty ei rajoitu pelkkään kasvaneeseen tuotantoon, vaan kunnossapito vaikuttaa kiinteästi myös turvallisuuteen, laatuun, toimitusaikojen pitävyyteen ja ympäristövaikutuksiin (Aalto 1994, 26).

Kriittisyys	Laitteen arvo (JHA)				
	1 Turvallisuus, ympäristö	2 yli 100 k€	3 10 - 100 k€	4 1 - 10 k€	5 alle 1 k€
High Mikä tahansa seisokki aiheuttaa yli 100 k€ menetykset	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Jatkuva seuranta ↘ Kunnonvalvonta ↘ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ↘ Huolto ↘ Monitorointi 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Jatkuva seuranta ↘ Kunnonvalvonta ↘ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ↘ Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Tarkastus ↘ Huolto ↘ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Aikataulutettu vaihto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ Tarkastus
Medium Seisokki aiheuttaa 10 - 100 k€ menetykset	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ↘ Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Jäljellä olevan toiminta-ajan arviointi ↘ Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Tarkastus ↘ Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Tarkastus ↘ Huolto 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ RTF
Low Vaurio aiheuttaa 1 - 10 k€ menetykset	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Suunniteltu korjaaminen 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Suunniteltu korjaaminen 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Kunnonvalvonta 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ RTF 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Käyttö huoltaa ↘ RTF
Non-critical Vaurio aiheuttaa alle 1 k€ menetykset	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Aikataulutettu korjaus 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Huolto ↘ Tarkastus ↘ Aikataulutettu korjaus 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Kunnonvalvonta ↘ Huolto ↘ Tarkastus 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Huolto ↘ RTF 	<ul style="list-style-type: none"> ↘ Käyttö huoltaa ↘ RTF

Taulukko 1. Esimerkki ennakoivan- ja korjaavan kunnossapidon kohdistamisesta. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2012, 126.)

Vertaamalla ennakoivaa kunnossapitoa korjaavaan kunnossapitoon taloudellisesti on tarkoituksena löytää yrityksen konekantaan ja tuotantoon sopivasuhde molempia. Taulukosta (Taulukko 1) ilmenee, että kohteen kriittisyyden alentuessa tuotannonkannalta myös kunnossapidon intensiivisyys alenee. Samoin itse yksikön merkityksen alentuessa vähenee myös kunnossapidon tärkeys (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 135) (Aalto 1994, 26.).

Tietyissä tilanteissa ennakoivan kunnossapidon suorat kulut ovat suuremmat kuin korjaavan, mutta tuotannosta saatava lisähyöty, toisin sanoen välillisten kustannusten pieneneminen, kattaa useimmiten tässäkin tapauksessa ennakoivaan kunnossapitoon sijoitetun suuremman taloudellisen sijoituksen. Kuten kuviosta viisi (Kuvio 5) ilmenee, syntyy kunnossapidosta aina kuluja. Kulut syntyvät joko ennakoivasta kunnossapidosta tai sen puuttuessa korjaavasta kunnossapidosta. Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon suhteilla voidaan vaikuttaa kulujen suuruuteen ja niiden syntymiseen. Kuvasta (Kuva 8) ilmenee myös se, etteivät ennakoivan kunnossapidon kulut ole automaattisesti pienemmät kuin korjaavan kunnossapidon. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla kunnossapitosuunnitelmalla saavutetaan enemmän ja parempia tuotteita edullisemmin sekä turvallisemmin samalla tuotantokapasiteetilla (Aalto 1994, 26).



Kuvio 5. Ennakoivan- ja korjaavan kunnossapidon suhde. (Aalto 1994, 26)

1. Välittömiä kustannuksia ovat kustannukset jotka syntyvät suoraan kunnossapidon toiminnasta, tai sen toiminnan mahdollistavista hankinnoista kuten palkat, työtilat, koneet ja laitteet, varaosat ja materiaalit (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 135).
2. Huonosti suunniteltu, tai huonosti toimiva kunnossapito aiheuttaa välillisiä kustannuksia tuotannossa. Välillisiä kustannuksia voi olla esimerkiksi huonosta huollosta johtuvat laatutappiot, tuotannon ennalta - arvaamattomuudesta johtuvat ylisuuret varastot sekä kohteen huonosta toimintavarmuudesta johtuva tuotannollinen ylikapasiteetti (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 135 - 136).
3. Aineettomat kustannukset saattavat nousta jopa suurimmaksi tekijäksi huonon kunnossapidon aiheuttamista piilokustannuksista. Nykyiselle kilpailutilanteelle on ominaista laadun merkitys, eikä siis sen merkitystä tuotannossa voi väheksyä. Aineettomia kustannuksia ovat muuan muassa konetta käyttävien työntekijöiden turvallisuus ja oppimisprosessi. Tähän luokkaan tulee laskea myös työntekijän motivaatio, eli se kuinka sitoutunut hän on työskentelemään tehokkaasti (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 136).

Työmotivaatio teorioissa todetaan, että työnteossa mahdollisuus luottaa työvälineisiin ja siten eriyttää virheet itsestä johtuviin ja ulkoisiin tekijöihin koetaan tärkeäksi. Toisin sanoen työnteon tulee olla mielekästä ja itsestä johtumattomat usein toistuvat häiriöt eivät edesauta mielekkään työkokemuksen syntymistä. Epäluotettavasti toimiva kohde ei mahdollista sujuvaa ja suunnitellusti etenevää työntekoa ja tämä taas heikentää motivaatiota työskennellä tehokkaasti (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 136) (Peltonen 1997, 96) (Järviö, Lehtiö 2012, 181).

Kunnossapidolla saavutetaan monia erityyppisiä hyötyjä jotka jakautuvat tuotannossa erialueille. Taulukossa kaksi (taulukko 2) on kuvattu kunnossapidon vaikutuksia tehtaan toimintaan. Parantamalla kunnossapitoa saavutetaan yleensä ensimmäisenä kohteen käytettävyyden kasvu, eli kohteen käyttöaste nousee

häiriöiden vähentymisen seurauksena. Kohteen käyttöasteen nousu johtaa käytettävyyden kasvuun josta seuraa tuotannon lisääntyminen. Myös tuotettavan tuotteen laatu paranee, josta seuraa laatutappioiden väheneminen. Kunnossapidon parantuminen johtaa myös ympäristö ja laitos- ja työturvallisuuden paranemiseen josta seuraa yrityksen ympäristöllisen imagon paraneminen sekä työturvallisuuden kautta alenneet sairauspoissaolot (edu.fi 2015).

Taulukko 2. Kunnossapidon vaikutukset.

	Vaikutuskohde	Vaikutus	Erytyistä
	Tuotteen laatu	Parantunut laatu	
Taloudellinen	Käytettävyys	Lisämyynti	
sijoitus	Toimitusvarmuus	Asiakastyytyväisyys	Varaston tarve alenee
kunnossapitoon	Raaka-aineen käyttö	Vähentynyt hukka	
€	Tehtaan parantaminen	Tehokkaampi tuotanto	Vähemmän turhaa työtä
	Ympäristö tehokkuus	Imago	
	Laitos- ja työturvallisuus	Työhyvinvointi	

5.3 Seisokkisuunnittelu

Seisokit jaetaan pääasiassa kahteen luokkaan, suunniteltuihin ja suunnittelemattomiin seisokkeihin. Seisokit voidaan jakaa myös ajallisesti, lyhyisiin ja pitkiin seisakkeihin, mutta tässä tulee huomioida vain varsinainen aktiivinen korjausaika. Suunnittelematon seisokki johtuu joko suoranaisesti tuotannon pysäyttävästä viasta, tai sitten äkillisesti ilmenneestä ongelmasta, joka vaikuttaa tuotteen primääriin laatuun tai tuotannon turvallisuuteen. Suunniteltu seisokki on taas etukäteen suunniteltu, joko seurannan perusteella havaittu mahdollinen vikaantuminen kohteessa, tai tuotantomäärän tai ajan perusteella tapahtuva toimenpide. Suunnitellut seisokit ovat useimmiten taloudellisesti vähemmän haitallisia, kuin suunnittelemattomat. Suunnittelemattomista seisakeista aiheutuu myös aineettomia sekä epäsuoria kuluja, koska korjaustoimenpiteitä joudutaan tekemään ennen kaikkea nopeasti ja improvisoiden eikä niinkään järkevästi ja kestävästi. Suunnittelemattomissa seisokeissa tulee huomioida myös työtaturmien riski (Järviö, Lehtiö 2012, 106 - 108).

Suunnittelemattoman seisokin aiheuttamaan vikaan ei ole varauduttu, joten korjaukseen tarvittavia varaosia, tai työkaluja ei välttämättä ole saatavilla ja näin korjaus pitkittyy tai jopa välittömästi estyy kokonaan. Tästä seuraa kohteen tuotannon estyminen ja myös osastokohtainen tuottavuus voi laskea merkittävästi, joka taas johtaa toimitusvarmuuden alenemiseen.

Seisokkisuunnitelman laatiminen tulee aloittaa seisokin ajoittamisella. Tehtaan tuotannon pyöriessä 2/3/5 työaikamuodossa seisokit tulisi sijoittaa, jos mahdollista, viikonlopun ajalle. Näin toimittaessa tuotanto ei suunnitellun seisokin takia katkeaisi ja kyseiseen vikaantumiseen on keritty paneutua ja laatia seisokkisuunnitelma. Seisokkisuunnitelma pitää sisällään pääasiassa työnkuvauksen, vaaditut työkalut sekä varaosat. Seisokkisuunnitelma voi pitää sisällään myös muita samaan aikaan varsinaisen viankorjauksen kanssa tehtäviä korjaustoimenpiteitä (Järviö, Lehtiö 2012, 106 - 108).

6 LUOTETTAVUUSKESKEINEN KUNNOSSAPITO

Hyväksi havaittu lähestymistapa kunnossapitostrategian suunnitteluun on luotettavuuskeskeinen kunnossapito, (RCM eli reliability centered) joka perustuu laitevalmistajan, useimmiten ylimitoitettuun huolto-ohjelmaan. Tätä huolto-ohjelmaa lähdetään erilaisin konekohtaisiin mittarein ja analyysien soveltamaan, jotta saavutetaan laitoksen optimaalinen toiminta suhteessa kunnossapitoon. Luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon kuuluu kiinteästi kohteen pääasiallisilta käyttäjiltä saatujen käyttökokemusten hyödyntäminen kunnossapidon suunnittelussa (Laine 2010, 130 - 131) (Järviö, Lehtiö 2012, 164).

Yleensä teollisuudesta käytetyistä koneista ja laitteista vain murto-osa on tuotannon kannalta niin kriittisiä, että tarvittaisiin puhtasveristä RCM- työkaluin laadittua huolto-ohjelmaa. Siksi onkin suunniteltu kevyempiä versioita jotka ottavat huomioon käytössä olevan konekannan ja tuotannon laadun (Järviö, Lehtiö 2012, 112).

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito perustuu ajatukseen, että jokainen kohde on yhtä luotettava kuin sen epäluotettavin komponentti. Strategian pääajatus on jakaa kohde komponentteihin ja selvittää herkimpien ja useimmiten vikaantuvien komponenttien vikaantumismetodi, vikaantumistiheys ja vikaantumisesta johtuva seisokkiaika. Näin saavutetaan suurin tuotannollinen hyöty ja kohteen toimintavarmuus kasvaa. (Laine 2010 128 - 129). Erilaisia työkaluja vikaantumisen ja siten varaosan tarpeellisuuden kriittisyyden määrittämiseksi on muuan muassa vikavaikutus-analyysi sekä komponenttien ABC – luokittelu.

Aktiivisessa käytössä olevaa ajantasaista luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa voidaan hyödyntää myös osana varaosien tilaamiseen sekä niiden varastoinnin määrittämisessä. Komponentit määritellään kohdetasolla kriittisyysluokkiin tuotannon tärkeyden mukaan. Esimerkiksi tiheästi vikaantuva edullinen komponentti kannattaa pitää omassa varastossa, kun taas harvoin vikaantuvaa kallista komponenttia ei (Laine 2010 128 - 129).

6.1 Vika- vaikutusanalyysi

Vika-vaikutusanalyysillä selvitetään kohdekohtaisesti millaisia vikoja kohteeseen voi tulla, miten ne ilmenevät ja miten ne vaikuttavat tuotantoprosessiin.

1. Vika-vaikutusanalyysillä pyritään selvittämään mahdollisia vikaantuvia komponentteja ja niistä seuraavia vaikutuksia (Laine 2010, 127 - 129).
2. Analyysi selvittää miten laitteen kuuluu toimia, miten laite voi vikaantua tuotannon ollessa päällä ja kuinka vioittuminen tapahtuu ja miten vika vaikuttaa kohteen toimintaan (Laine 2010, 127 - 129).
3. Mitä jokainen koneen toimintaan osallinen työntekijä voi tehdä ylläpitääkseen kohteen toimintavarmuutta ja miten voidaan estää kohteen vikaantuminen tulevaisuudessa (Laine 2010, 127 - 129).

VVA- prosessilla luokitellaan konekohtaisesti komponentit ja osastokohtaisesti kohteet kriittisyysluokkiin tuotannon tärkeyden mukaan. Otetaan huomioon myös vikaantumisen vaikutukset kohteen toimintaan kuten viasta johtuvat seisokkiajat ja laadun alenemiset sekä muiden riskien kuten turvallisuusuhat ja ympäristöön kohdistuvat riskit. Kriittisyysluokat voivat olla esimerkiksi

1. Vika keskeyttää tai alentaa huomattavasti koko tehtaan tai osaston tuotantotehokkuutta (Laine 2010, 127 - 129).
2. Vika hidastaa tuotantoa merkittävästi, muttei vaikuta koko kohteen tai tehtaan tuotantoprosessiin (Laine 2010, 127 - 129).
3. Vika ei aiheuta tuotannollisia häiriöitä kuin tuotannon loppuvaiheeseen, kuten esimerkiksi saumaukseen ja kertynyt tuotantomäärä kyetään tasaamaan ennen toimitusvarmuuden alenemista tai taloudellisia vaikutuksia (Laine 2010, 127 - 129).

6.2 ABC – analyysi

ABC – analyysi on vastaava kriittisyysmenetelmä kuin vikavaikutusanalyysi, mutta ABC – analyysi perustuu varaosien toteutuneeseen menekkiin. Perinteisesti on käytetty jaottelua 80/20 jotka kuvaavat tarpeen ja nimikkeiden suhdetta. Nykyisin suhteita kuvataan jaottelulla 80/15/5 joiden on havaittu kuvaavan nimikkeitä paremmin. Kohteen varaosien menekkiä seurataan esimerkiksi huoltokirjan merkinnöistä ja näin päätellään suurin varaosaluokka, eli luokka A. Seuraavaksi jaetaan muut varaosat luokkiin B ja D ja niin edelleen. Luokittelun tuloksena kaikki varaosat on jaettu kriittisyysluokkiin joiden menekkiä voidaan ruveta analysoimaan (www.kuljetusopas.com 2015). Luokkaan A kuuluviin varaosiin eli menekiltään suurimpiin tulee keskittää erityistä tarkkaavaisuutta. Luokan A varaosien tilauspiste tulee määrittää luotettavasti, jottei varasto pääse loppumaan. Myös tilausmääriä tulee seurata jotta vältetään liian pitkät varastointiajat. Tilauspisteen määrittämiseenkin voidaan hyödyntää tuotannosta kerättyä huoltokirjaa ja siitä määriteltyjä varaosien vaihtovälejä.

Esimerkiksi saumausosastolla ABC – analyysiä voidaan hyödyntää varaosien kriittisyyden arvioinnissa. Analyysin perusperiaatteen mukaan voidaan olettaa, että 20 % komponenteista aiheuttaa 80 % häiriöistä. Keskittymällä näihin, ns. A-luokituksen saaneisiin komponentteihin ja niiden varastointiin voidaan poistaa häiriö tai ainakin lyhentää korjausaikaa jopa 80 % häiriöistä.

7 KOKONAISSVALTAINEN TUOTTAVA KUNNOSSAPITO

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM eli total productive maintenance) tarkoittaa yksinkertaistettuna sitä, että olemassa olevilla resursseilla saavutetaan enemmän tuotantoa tarkastamalla ja yksinkertaistamalla käytössä olevia työskentelymalleja sekä karsimalla häviöitä. Strategia korostaa kokonaistehokkuutta, kokonaiskattavuutta sekä kokonaisvaltaista osallistumista (Järviö 2012, 143).

1. Kokonaistehokkuus tarkoittaa valitun kohteen tai osaston tehokkuuden parantamista taloudellisesti mitattuna (Järviö 2012, 146).
2. Kokonaiskattavuus ilmenee kunnossapidon pienenemisen kautta. Suunnittelemalla huolto- ja korjaustoimet oikein vähennetään varsinaisen kunnossapidon tarvetta (Järviö 2012, 146).
3. Kokonaisvaltainen osallistuminen korostaa työntekijöiden asemaa oman koneensa ja osastonsa asiantuntijana (Järviö 2012, 146).

Kokonaisvaltaista kunnossapitoa voidaankin pitää jopa enemmän johtamisfilosofiana, kuin pelkästään kunnossapitostrategiana. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito muodostuu neljästä askelmasta jotka ovat suunnittelu-, mittaus-, kunnostus- ja huippukuntovaihe. Lopullisena päämääränä on saavuttaa tuotannollinen tilanne jossa suunnittelemattomista seisokeista johtuvia tuotantotappioita ei synny. Tässä lähestymistavassa kunnossapitoon on yhtäläisyyksiä nykyään hyvin yleisen Lean johtamisfilosofian kanssa ja on siten helpohkosti yrityksissä omaksuttavissa (Järviö 2012, 146).

7.1 Suunnitteluvaihe

Tässä vaiheessa luodaan kunnossapitostrategia, sen käyttöönotto ja sen nojalta kunnossapitosuunnitelma. Suunnitellaan yritykselle kunnossapidon osalta budjetti, kustannuslaskenta sekä dokumentaatio. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 87)

7.2 Mittausvaihe

Mittausvaiheessa tutkitaan kohteesta saatavilla olevaa kunnossapitotietoa. Tarkoituksena on löytää muutama kohde jotka ovat laitos tai osasto tasolla muita vastaavia kohteita huonompia, eli toisin sanoen jäävät tuotantomäärissä jälkeen. Näin saadaan selville mitkä kohteet tarvitsevat kriittisimmin uusia toimenpiteitä. Kunnostamalla nämä yksilöt saadaan nostettua osaston tuotantokapasiteettia sekä tuotantovarmuutta eniten suhteessa taloudelliseen satsaukseen. Toimenpiteet eivät välttämättä ole korjauksia vaan voivat olla esimerkiksi materiaalivirtojen uudelleen järjestelyä tai vastaavasti kohteen tuotanto-olosuhteiden muuttamista. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 87 - 88)

7.3 Kunnostusvaihe

Kunnostusvaihe perustuu Lean johtamisfilosofiasta lainattuun 5S:ään jonka tarkoituksena on saada työnteko tehokkaammaksi siistimällä ja siten yksinkertaistamalla työympäristöä. 5S:ää ja sen ylläpitoa seuraamaan tulee järjestää dokumentaatio jota päivitetään konekohtaisesti määräajoin. Dokumentaation nojalta järjestelmää kehitetään osastokohtaiseksi (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 88 - 91).

1. Seiri, eli järjestely (Sort). Tässä vaiheessa työpisteeltä poistetaan kaikki ylimääräinen, sinne kuulumaton tai työssä tarpeeton tavara. Työpisteelle ja sen ympäristöön jää vain siinä pakollisesti tarvittavat tavarat ja materiaali.
2. Seiton, eli systematisointi (Set in Order). Jäljelle jääneille tavaroille osoitetaan paikat siten, että tavaroiden käyttö ja käytön jälkeinen palautus on helppoa. Paikkojen avulla työntekijät myös tietävät mitä tavaroita kyseisellä työpisteellä tulisi olla ja näin tavaroiden häviäminen vähenee.
3. Seiso, eli siivous (Shine). Jokainen työntekijä vastaa omasta työpisteestään. Näin työvuoron vaihtuessa jokainen saa tulla siistiin ja kunnossa olevaan työpisteeseen.

4. Seiketsu, eli standardisointi (Standardize). Luodaan määritteet käsitteille kuten siisteys ja järjestys sekä mittaustavat niille.
5. Shitsuke, eli seuranta (Sustain). Pyritään siihen että ihmisten ajattelutapa muuttuu. Järjestystä ja siisteyttä valvomaan ei tarvita enää ohjeita eikä valvontaa. Ihmiset itse huomaavat hyötyvänsä siisteydestä ja siitä, että tavarat ovat paikoillaan

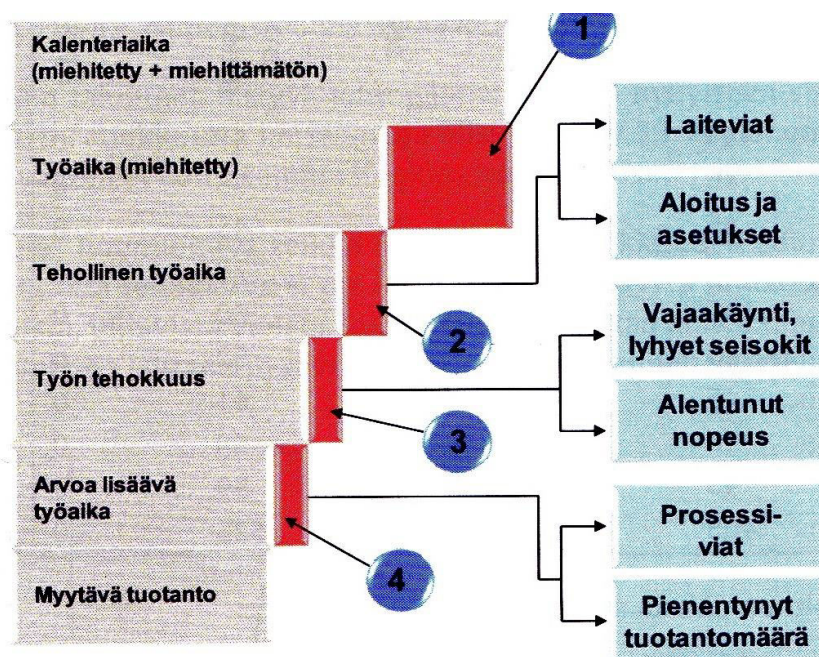
Kunnostusvaiheen jälkeen mittausvaiheessa valitut kohteet korjataan. Tästä seuraa piikki kunnossapidon resursseihin, joka tulee tuotannon- ja kunnossapidonsuunnittelussa ottaa huomioon. Korjausvaiheen edetessä saattaa ilmetä tarvetta lisäkorjauksille jotka on kannattavampi tehdä koneen jo seisossa kuin odottaa seuraavaa seisokkia. Seuraavaksi tutkitaan onko suoritetuilla toimenpiteillä ollut riittävä vaikutus koneen käytettävyyteen ja tuotantovarmuuteen. Jos vaikutus on riittävä, voidaan siirtyä takaisin mittauskohtaan ja valita seuraavat epäluotettavat kohteet ja toistaa kunnostustoimenpiteet niille (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 88 - 91).

7.4 Huippukunto

Tässä vaiheessa optimoidaan kunnossapidon toiminnot ja pyritään etsimään kustannussäästöjä. Voidaan harkita kunnossapidon osittaista tai jopa kokonaan ulkoistamista. Yrityksen tulee myös suunnitella ostotoiminnan tehostamista, varaosien ja niiden logistiikan parempaa hallintaa sekä huoltojen parempaa aikataulutusta ja suunnittelua. Luodaan kunnossapidolle suorituskykymittarit ja mittareille viitearvot joita tulee päivittää jatkuvasti (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 92).

8 KUNNOSSAPIDON TEHOKKUUS

Kunnossapidon tärkeimpiä alueita on mitata ja seurata tehokkuudessa tapahtuvia muutoksia kunnossapidon edetessä. Tätä kuvaamaan on kehitetty laitteen kokonaistehokkuus- eli KNL - luku, joka muodostuu käytettävyydestä, tehokkuudesta ja laadusta. KNL - luku voidaan muuttaa myös mittaamaan osaston kokonaistehokkuutta. Tämän määrittäminen edesauttaa suunnittelemaan ja kohdentamaan oikean verran kunnossapitoa sitä tarvitseviin kohteisiin oikeaan aikaan. Kunnossapitoa suunniteltaessa tulee huomioida se, että suurimmat hävikit eivät synny perinteisistä tuotannon seisauttavista vioista, vaan siitä ettei kohde normaalituotannossa saavuta nimellistä suorituskykyä. Näitä häiriöitä poistamaan ei välttämättä riitä muutokset itse kohteessa, vaan tarvitaan muutoksia myös prosessissa sekä työpisteen työtavoissa. Kuvio 6 ilmenee kuusi suurinta yleisesti tunnustettua häviötä, eli ns. Six Big Losses (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 103 - 106).



1. Konetta ei ole miehitetty
2. Pienet seisokit
3. Täyttä tuotantotehoa ei ole saavutettu
4. Laatuhävikki

Kuvio 6. Kuusi suurinta tuotannollista häviötä (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007 104)

1. Ensimmäisessä kohdassa määritetään laskennallinen työaika, josta vähennetään aika jolloin kohde ei ole miehitetty, tai kohde on toimintakykyinen, muttei jostain muusta syystä ole tuotannossa.
2. Syntyvää tuotantomäärää alentaa vajaakäynti ja lyhyet seisokit sekä alentunut tuotantonopeus.
3. Tehollisesta työajasta vähennetään työvaiheen vaatimat aloitus ja asetus työt sekä vioista aiheutuvat tuotantoseisokit.
4. Lopullisesta tuotannosta osa tuotteista joudutaan hylkäämään laadullisista sekä prosessista itsestään johtuvista seikoista.

Näitä suurimpia hävikin aiheuttajia vähentämällä on odotettavissa suurin mahdollinen tuotannollinen hyöty. Kunnossapidollisilla toimilla tulee pyrkiä vähentämään odottamattomia seisokkeja ja lyhentää suunniteltuja seisokkeja organisoimalla ja varautumalla vikoihin. Tulee pyrkiä parantamaan kohteen tai osaston kokonaistehokkuutta ja nostaa laitteiden tehokkuutta lähemmäs nimellistehokkuuslukua (Laine 2010, 21).

Tulee muistaa, ettei päämääränä ole saada absoluuttisen tarkkaa tulosta KNL-luvusta. Pienet epätarkkuudet ovat sallittuja ja jopa todennäköisiä johtuen tuotannon dokumentaatiopuutteista tai esimerkiksi raaka-aineen vaihteluista johtuvista tuotannollisista häiriöistä. Tärkeämpää KNL-luvussa on sen seuraaminen sekä kunnossapidollisten toimien vaikutus KNL-luvun kehittymiseen (Laine 2010, 21 - 26).

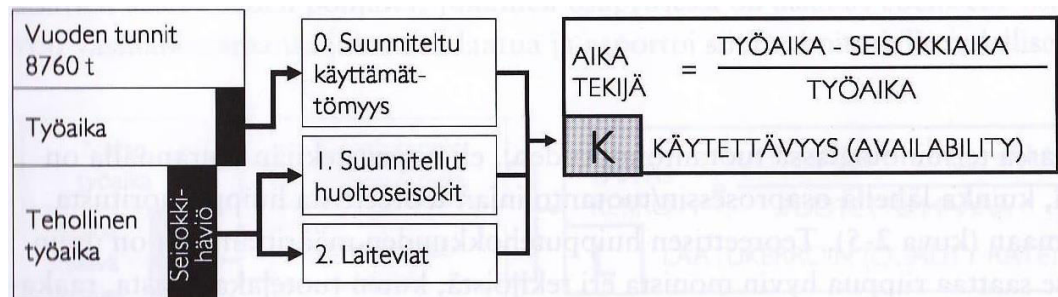
8.1 KNL - luku

KNL-luvun laskeminen ja analysointi tulee aina tapahtua prosessi- ja laitoskohtaisesti. Jokaisella prosessilla on omat erityispiirteensä jotka vaikuttavat kokonaistehokkuusluvun, eli KNL-luvun laskemiseen ja tulosten tulkitsemiseen. Prosessin sisälläkin tapahtuu hallitsemattomia muutoksia kuten raaka-

ainevaihteluita, jotka ainakin aluksi vaikuttavat laatuun ja kohteentuottavuuteen (Laine 2010, 21).

8.1.1 Aikakerroin

Aikakerroin eli kohteen käytettävyys merkitsee sitä aikaa jonka tuotantokykyinen ja miehitetty kohde on tuotannossa. Alkuperäinen, ns. Toyotan - malli perustuu siihen, että vuodessa on 8760 h joista vähennetään suunniteltu käyttämättömyys, sekä se aika, olipa seisokki suunniteltu tai suunnittelematon, jolloin kohde ei ole tuotantokykyinen. Jäljelle jäävä aika on tehollista työaikaa.



Kuvio 7. Käytettävyys (Laine 2010 21)

Käyttöasteella, kuten kuviosta kahdeksan (Kuvio 8), voidaan laskea myös tuotannollista reserviä konekannassa josta voidaan päätellä kuinka paljon potentiaalia vaikkapa osastolla on osa-aikakäytöstä johtuen. Normaalisti laskennallinen kalenteriaika korvataan käytettävissä olevalla normaalityöajalla. Toisin sanoen ei tule huomioida viikonloppuja, eikä muita mahdollisia pyhäpäiviä.

$$\text{KÄYTTÖASTE} = \frac{\text{KÄYTTÖAIKA}}{\text{KALENTERIAIKA (8760 tuntia)}}$$

Kuvio 8. Käyttöasteen laskeminen (Laine 2010 22)

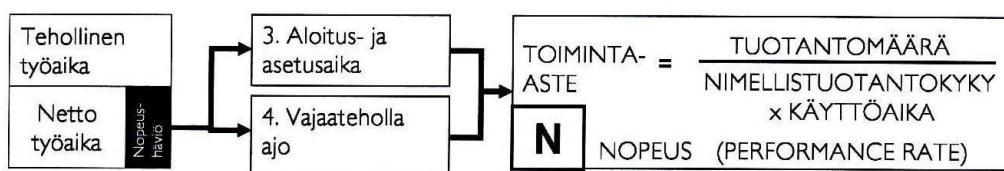
8.1.2 Nopeuskerroin

Nopeuskerroin mittaa kohteen toiminta-astetta, eli sitä kuinka tehokkaasti kohde toimii suhteessa optimaaliseen. Kohteelle määritellään teoreettinen suorituskyky

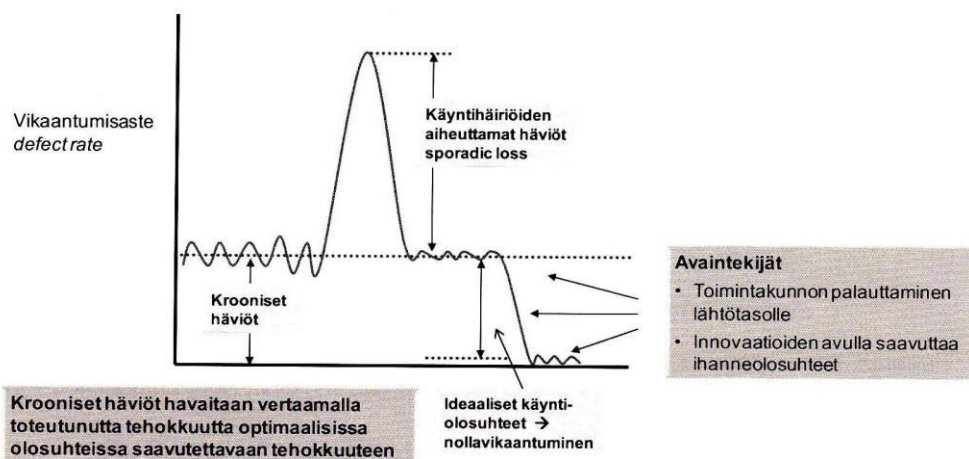
jota tulee pitää tuotannossa eräänlaisena raja-arvona. Nimellissuorituskyky on se tuotantonopeus jonka kohde pystyy täyttämään optimaalisella mittausjaksolla. Mittausjakso voi olla esimerkiksi vuoro tai vuorokausi (Laine 2010, 22).

Nimellinen tuotantokyky on kohteen tuotanto-odotus normaalisti etenevän tuotannon aikana, ilman tuotantoon vaikuttavia vikoja tai häiriöitä, aikayksikköä kohden. Esimerkiksi voidaan pitää vaikka tuotettua yksikköä vuoroa tai vuorokautta kohden. Toteutunut tuotanto on prosessissa eteenpäin kelpaavien tuotteiden osuus. Tuotantomäärästä tulee siis vähentää aloitus- ja asetustöistä syntyvät hukkakappaleet sekä muuten kelpaamattomat tuotteet, kuten kuviosta yhdeksän (Kuvio 9) (Laine 2010, 21).

Kuvio 9. Toiminta-asteen laskeminen (Laine 2010 22)



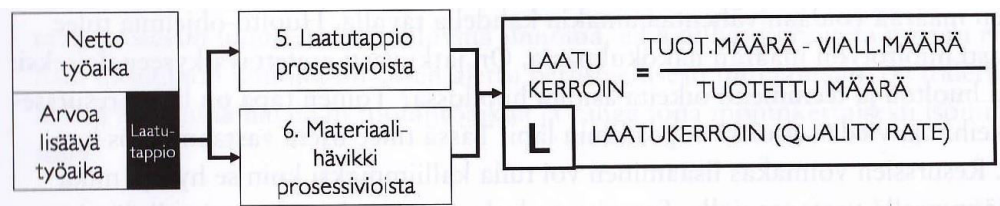
Nimellistä tuotantokykyä mitattaessa ja sitä arvioidessa sekä kunnossapidollisten toimien suunnittelua tietyille kohteelle tulee muistaa se, että kuten aiemmin Six Big Lossesissa todettiin, suurimmat tuotannolliset menetykset syntyvät pienissä tuotannon seisokeissa. Aluksi tulee pyrkiä vähentämään kroonisten häiriöiden aiheuttamia ajallisesti lyhytkestoisia tuotantohäiriöitä, sekä siten nostamaan kohteen toiminta-astetta (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 103).



Kuvio 10. Krooniset häiriöt tuotannossa (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007 103)

8.1.3 Laatukerroin

Laatukerroin määrittää, kuten kuvioasta yksitoista (Kuvio 11) ilmenee, kuinka suuri osa mittausjaksolla tuotetuista tuotteista on laadullisesti puutteellisia. Jotta ilmeneviin laatuongelmiin voidaan tehtäen sisällä puuttua, tarvitaan laadunvalvonnan avuksi työkalu. Yleisesti käytössä oleva on niin sanottu sisäinen asiakkuus, jossa jokainen osasto toimii asiakkaana edeltävälleen ja antaa puutteellisesta tai muuten epäkurantista tuotteesta palautteen tuotteen tai raaka-aineen toimittaneelle osastolle (Laine 2010, 23).



Kuvio 1. Laatukertoimen laskeminen (Laine 2010 23)

Laatukertoimen laskeminen lyhyelle aikavälille voi antaa todellisuudesta hyvinkin poikkeavan tuloksen. Lyhyelle aikavälille saattaa sattua kunnossapidosta huolimatta useampi pidempikestoinen häiriö, joka häiritsee merkittävästi tuotantoa ja ennen kaikkea laatua. Näin näyttää, että kunnossapitotoimia tulee kohdistaa näihin seikkoihin, vaikkei todellista tarvetta pidemmällä aikavälillä vielä olisikaan (Laine 2010, 23).

Toisaalta laatuvirheet ovat luonteeltaan pitkäaikaisia ja laatuvirheet saattavat paljastua vasta ulkoisten reklamaatioiden kautta ja näin laskennallinen laatukerroin saattaa olla matalampi, kuin se todellisuudessa onkaan. Tästä johtuen laatukerroin on enemmän pidemmän aikavälin työkalu (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 108).

8.2 Tehokkuuden tavoitteet

Nykyaikaisen yrityksen on oltava tuottava ja tuotannollisesti tehokas. Tämä tarkoittaa sitä, että myös kunnossapidon tulee olla tehokas, oikein kohdennettu, organisoitu sekä budjetoitu. KNL - mallia voidaan käyttää näiden kaikkien

seuraamiseen ja tehostamiseen. KNL - mallin avulla voidaan todentaa kunnossapidon vaikutus kohteen tai osaston käytettävyyden nousuun vähentyneinä seisokki- ja korjausaikoina. Voidaan rekisteröidä toiminta-asteen nousu kasvaneena tuotantonopeutena josta hyödytään myös kasvaneena konereservinä. Huomataan tuotteiden kasvanut laatu vähenneistä viallisten tuotteiden määrästä laatukertoimessa (Laine 2010, 28 - 29).

Täytyy muistaa, että KNL - luku on vain viitteellinen ja sitä tulkitessa tulee huomioida käytössä olevan prosessin luonne. Esimerkiksi laajempi tuoteperhe aiheuttaa väkisin suuremmat asetussajat kuin vastaava tehdas, joka tuottaa vain yhtä laatua. Tuotantotehokkuuden paraneminen tarkoittaa yksinkertaistettuna sitä, että samalla kapasiteetilla saadaan enemmän tuotteita. Vaikka ylimääräiselle tuotannolla ei olisikaan valmiita markkinoita, saadaan tehokkaammasta tuotannosta etua vähenneillä ylitöillä ja vuorojärjestelmä muutoksista saatavilla taloudellisilla hyödyillä, jos taas ylimääräiselle tuotannolle löytyy täysimääräiset markkinat voidaan tehokkuuden kasvua käyttää apuna investointitarpeen helpottamiseksi (Laine 2010, 28 - 29).

9 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA YRITYS X

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä

10 YHTEENVETO

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

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

Järviö, J. 2007. Kunnossapito. 4. painos. Hamina: KP-Media Oy.

Järviö, J. 2012. Kunnossapito: Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Laine, P. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Kerava: Savion Kirjapaino Oy.

Peltonen, A. 1994. Tuottava tehdas. Helsinki: Hakapaino Oy.

Elektroniset lähteet

Aaltopro. Laatu. Viitattu[10.3.2015]. Saatavissa:

<http://www.aaltopro.fi/blog/mita-laatu-osaammeko-maaritella-sen>

Edu03.fi. Kunnossapidon perusteet. Viitattu[10.3.2015] Saatavissa:

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_3-1_kunnossapidon_vaikutus_liiketoimintaan.html

Extron.fi. Kalvoekstruusio. Viitattu[10.3.2015]. Saatavissa:

<http://www.extron.fi/>

Kuljetusopas. ABC-analyysi. Viitattu[11.3.2015].Saatavissa:

<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kehittaminen/>

Lamk.fi. Reijo Heikkinen. Muovien työstömenetelmät.Viitattu [18.3.2015].

Saatavissa: <http://reppu.lamk.fi/course/view.php?id=648>

Muovityöstö. Polyeteeni. Viitattu[10.3.2015]. Saatavissa:

<http://www.muovityosto.fi/pe-polyeteeni>

Peda.net. Flexopainotekniikka. Viitattu[10.3.2015]. Saatavissa:

http://peda.net/img/portal/400521/Flexo_kooste.pdf?cs=11

Tut.fi. Polytmeerimateriaalien perusteet. Viitattu[10.3.2015]. Saatavissa:

https://www.tut.fi/ms/muo/polyko/materiaalit/TTY/Perus/Polymeerimateriaalien_perusteet_osa3.pdf

LIITTEET

Salattu toimeksiantajan pyynnöstä.