

Niko Niittumaa

REUNANAUHOITUSLINJASTON KRIITTISYYSANALYYSI JA
KUNNOSSAPITO

Koneinsinöörin koulutusohjelma
2023

REUNANAUHOITUSLINJASTON KRIITTISYYSANALYYSI JA KUNNOSSAPITO

Niittumaa, Niko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Koneinsinöörin koulutusohjelma
Huhtikuu 2023
Sivumäärä: 31
Liitteitä:

Asiasanat: Kunnossapito, Kunnanvalvonta, Puulevyt

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä reunanauhoituslinjaston kriittisyysanalyysi sekä ennakoiva kunnossapidon suunnitelma kunnanvalvonnan menetelmiä hyödyntäen. IMA-reunanauhoituslinjasto on IMA Schelling Group:n valmistama ja sitä käytetään Puustellin Merstolan tehtaalla.

Kriittisyysanalyysin tekemiseen käytettiin PSK 6800 -standardia. Sen avulla arvioitiin teollisuuskoneen kriittisyysindeksejä. Kriittisyysanalyysissä tarkasteltiin 19 eri osaa koneessa. TPM-menetelmässä kartoitettiin työpisteen siisteyttä ja järjestystä. Tämä kartoitus tehtiin käyttäen 5S -kyselyä. Kunnanvalvontaa suoritettiin aistinvaraisesti sekä värähtelymittausta antureiden avulla.

Kriittisyysanalyysin tuloksissa todettiin, että laseryksikkö ja sen suojat, vaste, liimapanu, nauhayksikkö ja portaalit vaikuttivat eniten tuotantoon tai turvallisuuteen. Muiden kohteiden rikkoutumisen todettiin vaikuttavan laatuun eikä tuotantoon. Kunnanvalvontaan tehtiin mittaussuunnitelma, jota hyödynnettiin tulosten saamisessa. Aistinvaraisen kunnanvalvonnan todettiin olevan edullisin ja tehokkain valvontamenetelmä. Lisäksi reunanauhoituslinjastolla olevat anturit ilmoittivat ongelmista henkilöstölle. 5S-kyselyn tuloksissa todettiin, että varastoinnin ohjeet puuttuivat, säilytyskaappeihin tarvittiin sisällysluetteloita, sekä siisteyttä työpisteillä voitaisiin parantaa.

CRITICAL ANALYSIS AND MAINTENANCE OF THE EDGE RECORDING LINE

Niittumaa, Niko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical engineer

April 2023

Number of pages: 31

Appendices:

Keywords: Maintenance, Monitoring, Wooden boards

The purpose of this thesis was to make a criticality analysis of the edge taping line and a proactive maintenance plan using the methods of condition monitoring. The IMA edge banding line is manufactured by the IMA Schelling Group and is used at the Merstola factory in Puustelli.

The PSK 6800 standard was used to perform the criticality analysis. It was used to evaluate the criticality indices of the industrial machine. In the criticality analysis, 19 different parts of the machine were examined. The TPM method mapped the cleanliness and order of the workplace. This mapping was done using the 5S survey. Condition monitoring was carried out sensory and vibration measurement using sensors.

The results of the criticality analysis stated that the laser unit and its shields, response, adhesive pan, tape unit and portals were most affected by production or safety. The breakage of other items was found to affect quality and not production. A measurement plan was made for condition monitoring, which was used to get the results. Sensory condition monitoring was found to be the cheapest and most effective of the monitoring methods. In addition, the sensors on the edge recording line reported problems to the staff. The results of the 5S survey stated that storage instructions were missing, contents lists were needed for storage cabinets, and cleanliness at workstations could be improved.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Puustelli Oy.....	5
1.2	Ima Schelling Group	6
2	TEORIA	8
2.1	Kriittisyysanalyysi – PSK 6800.....	8
2.2	Kunnossapidon teoria.....	10
2.2.1	Perusteet	10
2.2.2	Kunnossapidon lajit.....	11
2.2.3	Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu.....	13
2.2.4	Strategiat	14
2.3	Käyttövalvonta ja kunnonvalvonta	15
3	TOTEUTUSVAIHE.....	17
3.1	Kriittisyysanalyysi	17
3.2	Kunnonvalvonnan työkalujen hyödyntämismahdollisuuden kartoitus ja valvonnan tulosten hyödyntäminen	18
3.3	Teorioiden soveltamista käytäntöön tai kohteeseen ja ennakoivan kunnossapitojärjestelmän luomiseen	21
3.4	TPM, ennakkohuollot ja kunnonvalvonnan mittaukset	24
4	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kriittisyysanalyysi ja toteuttaa 5S-menetelmää hyödyntäen pohja paremman ennakkohuoltosuunnitelman tekemiseen. Kohteeksi valikoitui IMA merkinen reunanauhoituslinjasto. Ennakoivassa huoltosuunnitelmassa huolletaan osa suunnitellusti ennen sen rikkoutumista näin välttämällä turhia tuotannon pysähdyksiä. Kriittisyysanalyysissä tehdään arviointi eri osien kriittisyydestä ja lasketaan näiden kriittisyysaste rikkoutuessaan tuotannon, laadun ja turvallisuuden näkökulmasta. Samalla käytiin läpi kunnonvalvonnan mittaustapoja, joiden avulla voidaan tarkkailla koneen osien kuntoa. Lopuksi tehtiin työpisteen käytännöllisyyttä ja siisteyttä koskeva 5S- menetelmän kysely työntekijöille liittyen TPM:n kunnostusvaiheeseen. Tämä auttaa tekemään toimivamman huoltosuunnitelman.

1.1 Puustelli Oy

Harjavalta Group perusti Puustelli -tuotemerkin vanhan Carl Larsson merkin tilalle. Puustelli -tuotemerkin alla alettiin valmistamaan laadukkaita ovia. Brändin perustaminen tapahtui 1970-luvun alussa. Ensimmäinen Puustellin keittiö tuli markkinoille vuonna 1977. Myöhemmin mallisto laajeni, kun markkinoille tulivat ikkunat, ulko-ovet ja lattiat. Samoihin aikoihin puuvien kuultovärjäykset lanseerattiin markkinoille. MDF levyt, Presis suunniteluohjelma sekä mäntyovisäleiköt lanseerattiin kuluttajille. Samoihin aikoihin yritys oli kehittänyt teollisen valmistustavan, joka mahdollisti valkoiseksi maalatun kylpyhuoneen peilivälioven valmistamisen puukuitumassasta. Tästä yritys sai Tuottava idea -palkinnon vuonna 1987. Puustellista tuli Suomen suosituin keittiövalmistaja.

Vienti on kasvanut, kun Puustellin tuotteita on alettu viemään Baltiaan, Ruotsiin ja Venäjälle. Myymäläverkosto on kasvanut maanlaajuiseksi ja tunnettavuus kasvoi sen myötä vauhdilla kokonaisvaltaisempien toimitusten ja asennusten myötä. Tuottavuuskeskus myönsi Puustellille Tuottavuusyhteistyöpalkinnon vuonna 1996.

2000-luvulla laatu ja asiakastyytyväisyys standardisoitiin, kun otettiin käyttöön ISO 9001 sertifikaatti tuotteissa. Sertifikaatti otettiin käyttöön kaikessa toiminnassa, tuotannosta toimitukseen. Tehdasta uusitaan jatkuvasti nykyaikaisempaan suuntaan ja asiakastyytyväisyyttä on tutkittu entistä enemmän. Tuotannossa huomioidaan ympäristöarvoja, joiden mukaan tehtyjä ekologisia Miinus -keittiötä lanseerattiin kuluttajille vuonna 2013. Tämän keittiön tuotannossa ei käytetty tai tuotettu raskasmetalleja ja keittiön runko on tehty biokomposiittista saavuttaen PCT patentin. Nykyään pääyritys on yli 100-vuotias ja se työllistää 1100 vakituista työntekijää. Vuonna 2020 konsernin liikevaihto oli 452 miljoonaa euroa. Merstolan tehdasta (kuva 1) uudistetaan ja laajennetaan koko ajan. (Puustellin www-sivu)



Kuva 1 Puustellin Merstolan tehdas 2020.

1.2 Ima Schelling Group

IMA Schelling Group on alun perin Itävaltalainen yhtiö, joka on perustettu vuonna 1917. Gerg Schelling perusti silloin yrityksen nimeltä Schelling Anlagenbau GmbH. Myöhemmin Erich Klessmann perusti vuonna 1951 yrityksen nimeltä Ima Klessmann GmbH. Nämä yritykset yhdistyivät vuonna 2011 yhdeksi yritykseksi ja vuonna 2015 yritys muutti nimensä Ima Schelling Group. Yhdistyneellä yhtiöllä on 16 tytäryhtiötä esimerkiksi Saksassa ja Yhdysvalloissa. Yritys valmistaa koneita, jotka ovat erikoistuneet muovin, puun ja metallin leikkaamiseen ja varastointiin. Yhtiöllä on 1750 työntekijää ympäri maailmaa ja liikevaihto oli 300 miljoonaa vuonna 2021. Yritys täytti 100 vuotta vuonna 2017. (Ima Schelling www-sivut)

Puukoneita alettiin valmistaa vuonna 1945 sarjatuotantona. Ensimmäinen puristuspalkkisaha lanseerattiin 1960-luvulla ja 20 vuotta myöhemmin tulivat ensimmäiset tietokoneohjatut sahat markkinoille. Nykyään Ima Schelling Group toimii teknologiajohtajana tarkkuussahoissa. Pääkonttori sijaitsee Schwarzachin kunnassa Vorarlbergin osavaltiossa Itävallassa. (Wirtschaftszeitin artikkeli 2017.)

2 TEORIA

Tässä luvussa käsitellään kriittisyysanalyysia, kunnossapidon teoriaa sekä kunnonvalvontaa. Kriittisyysanalyysista valikoitui PSK 6800, joka on tehty teollisuuskoneiden kriittisyyden arviointiin eri näkökulmista. Standardeja kriittisyysanalyysiin liittyen esitellään myös tässä luvussa. Kunnossapidosta käydään läpi perusteet, kunnossapidon eri lajeja sekä siihen perustuvia strategioita. Tässä opinnäytteessä painotettiin erityisesti ennakoivaa kunnossapitoa. Luvun lopussa käsitellään kunnonvalvontaan liittyvää teoriaa.

2.1 Kriittisyysanalyysi – PSK 6800

Kriittisyysanalyysi on standardi, joka on luotu kuvaamaan toimintatapoja teollisuudessa esiintyviin kohteisiin arvioiden niiden kriittisyyden eri näkökulmista. Näkökulmia arvioidaan niiden taloudellisten vaikutusten, ympäristövaikutusten ja henkilöturvallisuuden kannalta. Tätä käytetään kunnossapitosuunnitelman lähtötiedon tekemiseen. Kriittisyysanalyysin avulla voidaan analysoida hankittavan laitteen ominaisuuksia, laatutasoja ja vastaanottokriteerejä. Pääsääntöisesti standardissa keskitytään taloudellisiin vaikutuksiin. (PSK Standardisointi 2008, 1-3.)

Taulukko 1 Laitetason kriittisyyden tekijät ¹⁾

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [P]	Kerroin [M]	Valintakriteeri	
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit W _s = 30		M _s = 0	Ei turvallisuusriskiä	
			M _s = 2	Vähäinen turvallisuusriski	
			M _s = 4	Kohtalainen turvallisuusriski	
	M _s = 8		Merkittävä turvallisuusriski		
	M _s = 16		Vakava turvallisuusriski		
	Ympäristöriskit W _e = 20		M _e = 0	Ei ympäristöriskiä	
M _e = 2		Vähäinen ympäristöriski			
M _e = 4		Kohtalainen ympäristöriski			
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetykset W _p = 0...100	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	M _p = 0	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
			M _p = 1	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤3 h)	
			M _p = 2	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤10 h)	
			M _p = 3	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
	Laatukustannus W _q = 30		M _p = 4	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi >24 h)	
			M _q = 0	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
			M _q = 1	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤1 h)	
			M _q = 2	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤3 h)	
	Korjaus- tai seurauksenkustannukset		Korjaus- tai seurauksenkustannus W _r = 20	M _q = 3	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)
				M _q = 4	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >8 h)
				M _r = 0	Korjauskustannuksilla tai seurauksenkustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
				M _r = 1	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤2 h)
M _r = 2		Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤10 h)			
M _r = 3		Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)			
M _r = 4	Korkeat korjauskustannukset tai seurauksenkustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >24 h)				

¹⁾ Lukuarvot ovat ohjeellisia

Taulukko 1 Kriittisyyden tekijät lueteltuina.

Kriittisyysanalyysi aloitetaan määrittelemällä tarkastelun laajuus sekä painoarvo (taulukko 1) mahdolliselle tuotannon menetykselle. Ensin tutkitaan taloudelliset vaikutukset ja vasta sen jälkeen perehdytään muihin painoarvoihin. Tarkastelussa olevat laitteet listataan teollisuuslaitteiden kriittisyysluokittelun mukaan PSK 6800 -standardin tarjoamaan taulukkoon. Taulukkoon 2 merkitään painoarvot eri kohteille ja taulukon avulla pystytään laskemaan kriittisyysindeksi. Kriittisyysluokittelussa järjestetään laitteet kriittisyysindeksin mukaan järjestykseen. (PSK 2008, 3.)

Laitos
Kriittisyysluokittelun kohde
Tekijät
Versio
Päiväys

Kriittisyyden raja-arvo 400
Tuotannon menetyksen painoarvokerroin Wp 100

Toimintopaikan tunniste	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö (0...16)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatukustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
		Painoarvot W →	30	20	100	30	20		K	Ks	Ke	Kp	Kq	Kr
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0
								0	0	0	0	0	0	0

Taulukko 2. Kriittisyysindeksin laskemiseen käytetty excel-taulukko.

Tuotannon kriittisyyttä arvioitaessa ei yleensä huomioida markkinoiden muutosten vaikutuksia. Tuotantoprosessin kriittisyyttä tarkasteltaessa oletetaan, että koneen tarvitsemat materiaalit ovat saatavilla ilman häiriötekijöitä. Tällaisiksi tekijöiksi luokitellaan esimerkiksi koneen vaatiman sähkön saatavuus. Prosessitekniisten toimintojen keskinäistä riippuvuutta voidaan kuvailla painoarvokertoimien avulla ja näin saadaan laskettua tuotannon menetyksen painoarvo. (PSK 2008, 4.)

2.2 Kunnossapidon teoria

Kunnossapitoa tarvitaan vastustamaan, hidastamaan tai kompensoimaan prosessien kulumista ja rikkoontumista. Teollisessa kunnossapidossa pyritään ehkäisemään valmistusprosessien sekä koneiden huononemista. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista pelkästään ennaltaehkäisemisen voimin estää täysin koneiden rikkoontumista. Kunnossapitoon liittyy myös oikea-aikaiset toimenpiteet, kuten alkaviin oireisiin huomion kiinnittäminen sekä koneen oikeanlaista käyttämistä. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 11-12.)

2.2.1 Perusteet

Kunnossapito on tärkeä osa teollisuuden toimivuutta. Ilman sitä teollisuus ei toimisi tehokkaasti ja nostaisi kustannuksia huomattavasti. Tuotteita tuottaessaan niitä valmistavat koneet kuluvat ja ajan myötä myös rikkoutuvat. Näin ollen tarvitaan ala, joka pitää huolta tuotannon jatkamisesta. Kunnossapidon tavoitteena on optimoida investoinnin hyötyä. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen hankkiman koneen ja tämän investoinnin hyötyä kasvatetaan huoltamalla ja korjaamalla konetta. Koneen tuottoa kasvattamalla myös investoinnin hyöty kasvaa ja samalla se parantaa investoinnin kannattavuutta. (Järviö 2007, 5–20.)

Kunnossapito myös parantaa tuotteen laatua, kun kone pystyy tuottamaan laadukkaasti tuotetta tasaisesti. Tasalaatuisuus ja toimitusvarmuus ovat keskeisiä asioita, kun asiakkaat päättävät, mistä tilaavat tuotteensa tai raaka-aineensa. Tuotteiden laadukkuus luo yritykselle heidän maineensa ja brändinsä, joten kunnossapito on myös tärkeä taloudellisesti yritykselle. Globaalistuminen on aiheuttanut kilpailun

maailmanlaajuisesti, joten yrityksillä on syytä pystyä erottautumaan tuotteidensa laadulla. Samalla hinnalla pitäisi olla kilpailukykyinen muihin yrityksiin verrattuna. Kunnossapidon pitäisi toimia laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Tämä johtaa kohteiden priorisoitumiseen turvallisuuden ja tuotannon jatkumisen tärkeimpinä kohteina. Muut säädöt ja korjaukset jäävät vähemmälle huomiolle ei niin tärkeinä kohteina yritykselle. (Järviö 2007, 5–20.)

Koneiden käyttämisessä on tärkeää tehokkuus ja sitä kautta saavutetaan mahdollisimman suuri tuotto. Toiminnan tulee olla luotettavaa ja toimituksen riittävän nopeaa. Kunnossapidon avulla voidaan hallita ja säätää tuotteiden valmistusprosesseja. Kunnossapidon tavoitteena on ylläpitää, säätää ja säilyttää tuottokykyä. Laitteen toimintakuntoa täytyy ylläpitää, eikä koneen saa antaa hajota. Laitteen käytön pitää olla turvallista ja luottokyvyn laadultaan hyvää. Kunnossapidon tehtävänä on huolehtia laitteen elinjaksosta sekä noudattaa oikeita käyttöolosuhteita. Kone pyritään palauttamaan sen alkuperäiseen kuntoon ja uudistetaan tarpeiden mukaisesti. Koneen suunnitteluheikkouksia pohditaan ja korjataan sekä käyttöä ja kunnossapitotaitoja pyritään kehittämään kunnossapidon avulla. (Järviö ym. 2007, 12-13.)

Tehokkaalla kunnossapidolla tarkoitetaan järkevien kunnossapitostrategioiden toteuttamista ja sitä kautta mahdollistaen mahdollisimman hyvän suorituskyvyn koneelle. Tärkeimpänä tavoitteena kunnossapidolle pidetään valmistusprosessien tehokkuuden optimointia sekä oman toiminnan tehokkuutta. Kunnossapidon toimenpiteet voivat liittyä teknisiin, hallinnollisiin tai liikkeenjohdollisiin asioihin. Sen avulla pyritään ylläpitämään tai palauttamaan kohteen toimintakyky vaaditun toiminnon suorittamiseksi. Näin tavoitellaan tuotantovälineiden toiminnan varmistamista niiden elinkaaren ajan. Tuotannon kokonaistehokkuus ja hyvä käyttövarmuus ovat avain toiminnan luotettavuuteen. (Järviö ym. 2007, 13-15, 40.)

2.2.2 Kunnossapidon lajit

Kunnossapidon lajeja on kaksi pääluokkaa, joiden mukaan kunnossapitoa toteutetaan erilaisissa yrityksissä (kuviot 1). Näihin lajeihin kuuluu alalajeja, jotka tarkentavat minikäläiseen kunnossapitoon yrityksessä on keskitytty. Kunnossapidon päälajeja ovat

ehkäisevä kunnossapito ja korjaava kunnossapito. Ehkäisevä kunnossapito pitää sisälleen jaksotetun kunnossapidon tai kuntoon perustuvan kunnossapidon, joka voi olla jaksotettua, jatkuvaa tai tarpeen mukaan. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan ennen vikojen ilmaantumista. Korjaava kunnossapito voidaan eritellä aikataulutettavaan tai välittömään kunnossapitoon. Eri standardeissa käytetään eri nimityksiä lajeille. (Järviö & Lehtiö 2012, 46-47; Järviö ym. 47.)

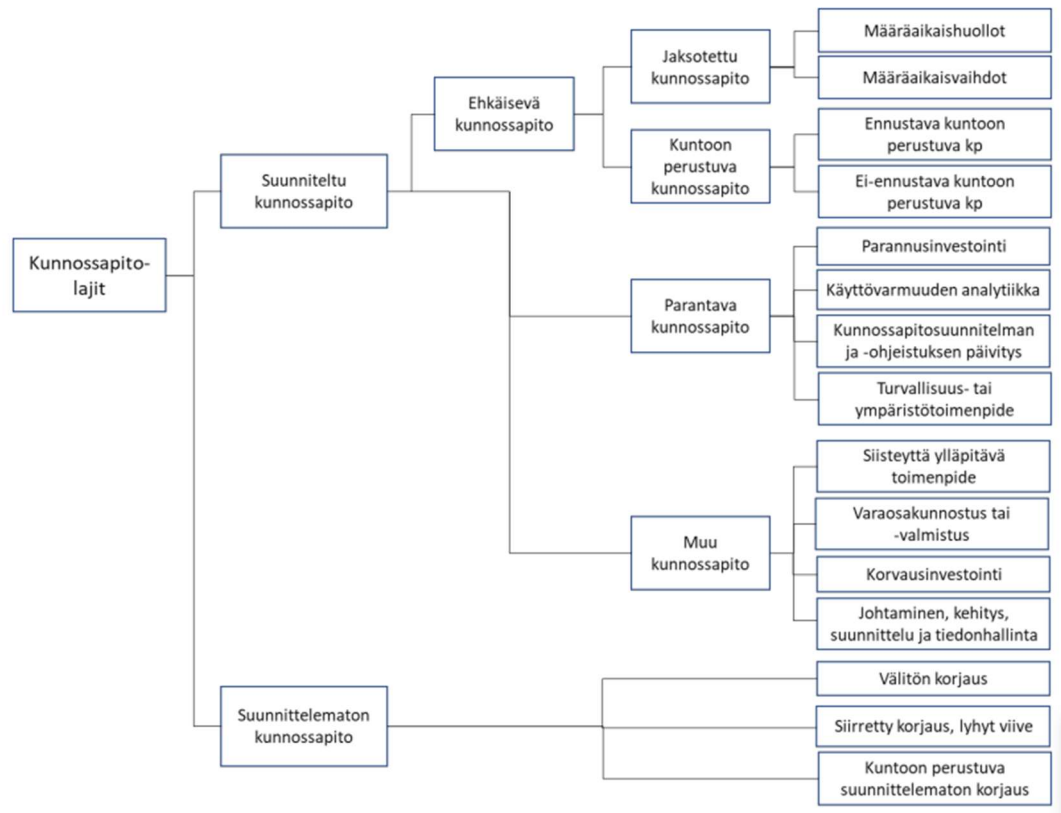
Ehkäisevässä kunnossapidossa tutkitaan ja seurataan koneen tai sen osan parametrejä säännöllisesti. Tämän tarkoituksena on vähentää koneen todennäköisiä rikkoutumisia. Tulosten avulla tehdään suunnitelmat ja aikataulutetaan kunnossapidon työtehtävät. Ehkäisevässä kunnossapidossa on useampi siihen kuuluva työvaihe. Tarkastaminen, kuntoon perustuva kunnossapito, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi ovat työvaiheita, jotka kuuluvat ehkäisevään kunnossapitoon. (Järviö & Lehtiö 2012, 50; Järviö ym. 2007, 50.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkistetaan säännöllisesti havainnoimalla vikaa aiheuttavia syitä sekä olosuhteita. Koneen toimintaa parannetaan erilaisilla toimenpiteillä, kuten voiteluhuollolla. On tärkeää, että koneen vika korjataan ennen kuin kone pysähtyy vian vuoksi. Toimintaolosuhteet, tarkastaminen sekä kunnostaminen ovat ehkäisevän kunnossapidon elementtejä. Mikäli koneen ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät ja on olemassa koneelle sopiva ennakkohuoltomenetelmä, kannattaa suosia ehkäisevää kunnossapitoa. (Järviö ym. 2007, 72-73.)

Korjaavassa kunnossapidossa vika korjataan sen havaitsemisen jälkeen. Se voi olla suunniteltu tai suunnittelematon. Kohde palautetaan tilaan, jossa se pystyy toteuttamaan sille vaaditun toiminnon. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu monta työvaihetta, joita ovat vian määrittäminen, vian tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus ja toimintakunnon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 51.)

Kunnossapitotyöt voidaan jakaa suunniteltuun kunnossapitoon sekä häiriökorjauksiin. Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluvat ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen sekä parantava kunnossapito. Tällaiset kunnossapitotyöt voidaan suorittaa sekä käynnin että kunnossapitoseisokin aikana. Häiriökorjaukset voidaan jakaa välittömiin ja

siirrettyihin häiriökorjauksiin. Tuotantokatkoksen aikana voidaan tehdä sekä tällaista häiriökorjausta että muuta suunniteltua kunnossapitoa. (Järviö ym. 2007, 47-48.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajien lajittelu. PSK 6201 standardi 2022, 40.

2.2.3 Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu

Suunnitelmallisuus ja aikataulutaminen ovat oleellinen osa ehkäisevän kunnossapitoa. Huolellisesti suunnittelemalla voidaan poistaa viiveitä työn tekemisessä. Näin saadaan tehostettua resurssien käyttöä sekä hallitaan koneiden ja laitteiden vikaantumista mahdollisimman hyvin. Jotta suunnitelmaa voidaan tehdä, tarvitaan tietoa aikaisemmista vikojen ilmenemisestä, varaosista, koneen ja sen osien toimintatavasta sekä koneen valmistajan antamista suosituksista. (Järviö ym 2007, 75.)

Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelussa käytetään usein apuna kriittisyysanalyysiä. Ensin kohde ja prosessit rajataan projektin tehokkuuden sekä hallinnan varmistamiseksi. Sen jälkeen jaetaan prosessi kunnossapidollisiksi yksiköiksi. Vikahistorian, varaosien kulutuksen sekä valmistajan ohjeiden tutkimisen perusteella määritetään, mitä pitää pyrkiä estämään. Seuraavaksi hyödynnetään kriittisyysanalyysiä, jonka

perusteella laaditaan uusi ehkäisevä kunnossapidon suunnitelma. (Järviö & Lehtiö 2012, 100-101.)

2.2.4 Strategiat

Toimintamalleja on kolme, jotka voidaan kateigoida erikseen. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat laatujohtannaiset, jotka keskittyvät tekemään kerralla valmista ja laadukasta. Näistä tunnetuin on Six Sigma. Toisessa kategoriassa on TPM, joka keskittyy työntekijöiden suorittamaan koneen ylläpitoon. Kolmannessa kategoriassa ovat RCM ja SRCM, jotka valitsevat tehokasta kunnossapitostrategiaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 112.) Tässä opinnäytteessä keskityn TPM-menetelmään.

Tuottava kunnossapito, TPM, on lyhenne sanoista Total Productive Maintenance. Tuottavassa kunnossapidossa edellytetään koko organisaation sitoutumista tuotantokapasiteetin ylläpitoon, kehittämiseen ja huoltotoimenpiteisiin. Tuottavassa kunnossapidossa on otettava huomioon monenlaisia seikkoja, kuten laadun parantamiseen, ennaltaehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon liittyvät toimet. Hävikkejä pyritään minimoimaan tuottavan kunnossapidon avulla. Tuottavan kunnossapidon onnistumisen edellytyksenä on hyvän siisteyden ja järjestyksen ylläpitäminen. Sen avulla huolehditaan samalla työturvallisuudesta, paloturvallisuudesta, sekä pystytään kohottamaan työn ja toiminnan laatua ja parantamaan yrityskuvaa. (Laine 2010, 41-51, 81-85.)

Tuottavassa kunnossapidossa oleellista on kokonaistehokkuus, kokonaiskattavuus sekä kokonaisvaltainen osallistuminen. Kokonaistehokkuudella tarkoitetaan pyrkimystä tehokkuuteen taloudellisesti. Kokonaiskattavuuden toimiessa kunnossapitotarpeet vähenevät, kun muutetaan rakenteita helpottamaan huolto- ja korjaustoimenpiteitä sekä toteutetaan kuntoon perustuvaa kunnossapitoa. Tämän kaiken onnistumiseksi vaaditaan kokonaisvaltaista osallistumista ja häiriötöntä toimintaa jokaiselta ihmiseltä työyhteisössä, riippumatta asemasta. (Mikkonen 2009, 79.)

2.3 Käyttövalvonta ja kunnonvalvonta

Käyttövalvonta ja kunnonvalvonta ovat kunnossapidon perusta. Näiden toteuttaminen kuuluu työntekijöille, jotka käyttävät konetta. Käyttöseurantaan kuuluu järjestyksen ja siisteyden ylläpito, pienet säätö- ja kunnostustoimet ja kunnon havaitseminen ja niistä raportointi. Kunnonvalvonnan avulla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä kunnossapitotoiminnan optimoimisella. Etuna kunnonvalvonnassa on käyttäjien turvallisuuden paraneminen riskejä kartoittaessa. Kun kone toimii tarkoituksenmukaisesti, voidaan vähentää päästöjä sekä kerätä tietoja tuotekehitystä varten. (Ansaharju 2009, 301-302.)

Kunnonvalvonta täydentää käyttövalvontaa erilaisilla mittauksilla, joilla tunnistetaan koneen kuntoa. Ennalta sovituilla mittauksilla tunnistetaan suureita ja poikkeaviin tuloksiin reagoidaan aiemmin määritellyllä tavalla. Kunnonvalvonnan mittauksia voidaan luokitella monella eri tavoin. Näitä ovat aistinvaraiset tarkistukset, fysikaaliset perussuureet, sähköiset perussuureet, ainetta rikkomattomilla mittauksilla, värähtely- ja äänimittaukset sekä öljyanalyysit. (Ansaharju 2009, 302-303.)

Aistinvaraisessa tarkistuksessa hyödynnetään ihmisten aisteja, joihin kuuluvat näkö-, haju-, kuulo- ja tuntoaistit. Ne antavat yleiskuvan koneesta, mutta niiden hyödyntäminen ja dokumentointi sekä niiden vertailukelpoisuus on haasteellista. Fysikaalisten perussuureiden avulla mitataan lämpötilaa, painetta ja dimensioita. Lämpötilaa mitataan useimmiten jäähdytys- sekä voitelujärjestelmissä ja laakeroinnissa. Paineenmuutokset liittyvät pneumatiikkaan ja hydraulikkaan. Kunnonvalvonnassa kannattaa keskittyä mittaamaan erityisesti välystä, muotoa ja sijaintia. Sähköisiä perussuureita voidaan mitata jännitteen, virran sekä tehon mittauksilla ja määrittellä niistä sähkölaitteiden kunto. Värähtely- ja äänimittauksia ovat iskusysäys ja värähtelymittaus. Äänimittauksella selvitetään esimerkiksi laitteen yleiskunto tai laakeroinnin kunto. Näiden mittausten avulla saadaan selville vaurioiden suuruus ja tyyppi. Öljyanalyysin avulla puolestaan selvitetään metallihiukkasten määrä öljyssä ja sen notkeuden tai viskositeetin muutoksia. (Ansaharju 2009, 303.)

Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa monella eri tavalla. Yksinkertaisimpia mittalaitteita ovat käsimitarit, joiden avulla mitataan värähtelyä, ääntä, iskusysäystä sekä

voitelun toimintaa. Käsimittarit ovat edullisia, mutta niiden käyttäminen hyvin rajallista. Kannettavat tiedonkeruulaitteet seuraavat tunnuslukuja, joiden avulla on mahdollista tehdä vianmääritys. Tällaisissa laitteissa on monia erilaisia analysointimahdollisuuksia, joista esimerkkinä on spektrianalyysi. Hankintahinnan mukaan laitteissa on erilaisia ominaisuuksia. Kannettaviin tiedonkeruulaitteisiin voidaan tallentaa mittaus tuloksia tai siirtää suoraan tietokantaan myöhempää käyttöä varten. Monikanavaisia mittauksia käytetään vaikeissa ongelmissa. Tällöin henkilökunnalta edellytetään vahvaa ammattiosaamista sekä teorian että käytännön puolella. (Mikkonen 2009, 259-261.)

Mittauksen ylittäessä tai alittaessa raja-arvot, kunnonvalvonnan tehtävänä on ilmoittaa ongelmasta tai häiriöstä henkilöstölle. Näihin käytetään usein teollisuudessa kehittyneitä tietojärjestelmiä. Kunnossapidon tietojärjestelmään kuuluvat kunnossapitokortistot, päiväkirjat, postit, kunnossapitotöiden ohjaus sekä materiaalien ohjaus. Kunnossapitokortistot sisältävät laitekortit, paikkakortit sekä varaosakortit. Tuotanto- ja kunnossapitopäiväkirjat kuuluvat kunnossapidon tietojärjestelmän päiväkirjoihin. Posti sisältää järjestelmän sisäiset sähköpostit, tilauskehotukset sekä laskujen hyväksyntä. Viikaseuranta, huolto ja työnsuunnittelu sisältyvät kunnossapitotöiden ohjaukseen, kun taas materiaalien ohjaukseen luetaan varasto- ja ostojärjestelmä. (Ansaharju 2009, 303-304.)

Kunnonvalvontatekniikat ja -menetelmät määrittyvät koneiden todennäköisten vikaantumismekanismien perusteella. Näiden perusteella voidaan aikatauluttaa valvontaa. Koneiden kuntoa valvottaessa käytetään useampia eri tekniikoita. Kunnonvalvonnan suunnittelu aloitetaan määrittelemällä koneiden kriittisyys sekä niiden tarve kunnonvalvontaan. Valvontamenetelmät valitaan konekohtaisesti ja menetelmien tekni- nen toteutettavuus arvioidaan huomioiden taloudellinen kannattavuus. Kunnonvalvontasuunnitelman tulee määrittää valvontatekniikat ja menetelmät sekä raja-arvot menetelmäkohtaisesti. Suunnitelma sisältää mittausvälit sekä käytettävät mittausjärjestelmät käytännön järjestelyineen. Dokumentointia, raportointia ja seuranta suoritetään mittausten aikana. (Mikkonen 2009, 162.)

3 TOTEUTUSVAIHE

3.1 Kriittisyysanalyysi

Kriittisyysanalyysi aloitetaan tutkimalla PSK 6800 standardia. Kyseisessä standardissa käydään läpi tarkasti, miten tehdään kriittisyysanalyysi. Siitä löytyy myös valmis lomake Excelliin, jolla pystytään laskemaan kriittisyysindeksi jokaiselle osalle. Indeksilasketaan huomioiden ympäristö, turvallisuus ja tuotannolliset näkökulmat antaen näille eri painoarvot.

Työ aloitetaan kartoittamalla osat, jotka halutaan ottaa huomioon kriittisyysanalyysissä. Nämä pisteytetään lomakkeeseen, jolla saadaan laskettua kriittisyysindeksi jokaiselle valitsemalle osalle. Lomakkeeseen valittiin 19 eri osaa, jotka arvioitiin ja niihin laskettiin kriittisyysindeksi. Sen avulla saadaan tehtyä mahdollisimman hyvä ennakkohuoltosuunnitelma.

Toimintopaikan nimi	Vikaantumisväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö (0...16)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatuksenkustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyysindeksin osaindeksit				
	Painoarvot W→	30	20	100	30	20		Ks	Ke	Kp	Ka	Kr
Bufferit	1	0	0	3	0	1	320	0	0	300	0	20
Radat	2	0	0	4	1	1	900	0	0	800	60	40
Vaste	3	0	0	4	4	1	1620	0	0	1200	360	60
Särmäyksikkö	2	0	0	1	4	2	520	0	0	200	240	80
Kuljetin nauha	1	0	0	4	1	1	450	0	0	400	30	20
Liimapanu	4	0	0	2	2	1	1120	0	0	800	240	80
Laseryksikkö	3	0	12	2	2	2	1620	0	720	600	180	120
Nauhakassi	2	0	0	3	1	1	700	0	0	600	60	40
Nauhayksikkö	3	0	0	4	3	1	1530	0	0	1200	270	60
Katkaisuyksikkö	2	0	0	2	2	2	600	0	0	400	120	80
Muotojyrsintä	1	0	0	2	2	1	280	0	0	200	60	20
KFA	2	0	0	1	2	2	400	0	0	200	120	80
Sinikit	4	0	0	0	3	1	840	0	0	400	360	80
Kiilloituslaitat	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urjajyrsintä	1	0	0	0	1	1	50	0	0	0	30	20
Portaalit	3	0	0	4	1	3	1470	0	0	1200	90	180
Laserin imuri ja suodatin	2	16	16	2	0	2	2080	960	640	400	0	80
Suojat	2	16	0	4	0	1	1800	960	0	800	0	40
Imuri	1	6	7	2	2	1	600	180	140	200	60	20

Taulukko 3 Kriittisyysanalyysi Ima reunanauhoituskoneelle.

Taulukossa 3 esitellään eri toimintopaikkojen kriittisyysindeksit. Suurimmat arvot saivat laserin imuri ja koneen suojat. Nämä vaikuttavat koko linjaston ympäristöpäästöihin ja turvallisuuteen, joten niihin pitäisi kohdentaa järjestelmällistä tarkastelua kunnossapidon sarjalta. Itse koneen toimintaan vaikuttavat monet asiat, joista tärkeimmät saivat kriittisyysindeksiksi yli 1000. Vaste sai kriittisyysindeksin 1620, koska sen toiminta on oleellista koko linjaston toimintaan. Yli 1000 pistettä saivat myös laseryksikkö, nauhayksikkö, portaalit ja suojat. Nämä vaikuttavat linjaston toimintaan vahvasti pysäyttäen tuotannon. Muut kohteet vaikuttavat enemmän kappaleiden laatuun, joten niihin pystytään vaikuttamaan myöhemmin lisäämällä käsityötä huomattavasti samalla vähentäen tuotantoa.

Tämän kriittisyysanalyysin perusteella voidaan suunnitella toimivaa ennakkohuoltoa. Taulukosta näkee, mihin kunnossapidon pitää keskittyä enemmän vähentäen tuotannon keskeytyksiä. Kunnossapidon pitäisi keskittyä tuotteen laatuun eikä pelkästään tuotannon jatkumiseen. Sen takia ei voida jättää täysin huomioitta muitakaan kohteita, jos tarkoituksena on valmistaa laadukkaita tuotteita.

3.2 Kunnonvalvonnan työkalujen hyödyntämismahdollisuuden kartoitus ja valvonnan tulosten hyödyntäminen

Kunnonvalvonnan prosessia tarvitaan teollisuudessa luotettavan lopputuloksen saavuttamiseksi. Kunnonvalvonnan käytännön toteutuminen edellyttää kunnonvalvonnan suunnittelua ja organisoinnin tuottaman suunnitelman. Tähän sisältyy mittaaminen ja tulosten tarkempi tarkastelu. Mikäli poikkeavia tuloksia ei havaita, ei myöskään tarvita toimenpiteitä. Poikkeaman ilmetessä tehdään ensin tarkistusmittaus, jonka perusteella aloitetaan diagnoosin laatiminen. Diagnoosi varmistetaan vertailemalla mittaustuloksia ennen ja jälkeen. Vian aiheuttajan selvittäminen kuuluu diagnoosin yhteyteen. Nämä dokumentoidaan ja niiden perusteella parannetaan toimintaa tulevaisuudessa. (Mikkonen 2009, 167-174.)

Mikäli mittauksia on tehtävä tiheään, hyödynnetään kiinteästi asennettavia tiedonkeruu- ja analysointilaitteita. Raja-arvosta poikkeaminen aiheuttaa koko laitteen pysähtymisen vaaratilanteiden välttämiseksi. Tällaisten laitteiden käyttäminen on helppoa, mutta tiettyjen asetusten sekä tarkempien analyysien tekeminen ovat vaativampia tehtäviä. Kiinteästi asennettavia tiedonkeruu- ja analysointilaitteita käytetään erilaisissa teollisuuden koneissa. Järjestelmään on asennettu tarkistusohjelma tiettyin väliajoin yksi kanava kerrallaan. Reaaliaikaista mittausta voidaan hyödyntää vikaantumisen ollessa vaaraksi tai kustannusten noustessa suuriksi. (Mikkonen 2009, 261-263.)

Kriittisyysanalyysin pohjalta aloitetaan kohdentamaan soveltuvia valvontamenetelmiä valittuun kohteeseen. Tehdään selvitystyö valvontamenetelmistä ja niiden soveltuvuudesta kyseiseen kohteeseen. Kriittisimpiin kohteeseen tehdään tarkempia mittauksia ja enemmän valvontatyötä kuin vähemmän kriittisimpiin kohteisiin. Kone suorittaa myös itsenäisesti jatkuvasti mittauksia, joista myös ilmoittaa raja-arvojen ylittäessä. Kone

mittailee jokaisen kappaleen pituuden ja paksuuden, joka kerta kun kappale menee koneeseen. Samoin koneessa on useita asentoanturia ja värähtelyantureita kriittisimmissä paikoissa.

Koneen käyttäjät ja kunnossapitohenkilöstö suorittavat päivittäin aistinvaraista kunnonvalvontaa. Näitä havaintoja kirjataan tietokoneella olevaan tiedostoon. Ongelmana on kirjaamistapa ja monen työntekijän kirjaamattomuus. Työntekijöiden perehdytystä paremmaksi painottaen tarkasteltavia kohteita ja miten kirjataan selkeästi. Kone suorittaa antureillaan värähtelymittauksia. Äänimittauksia tehdään aistinvaraisesti, mutta tulevaisuudessa niitä voitaisiin tehdä myös erilaisilla mittareilla. Kunnossapito voisi suorittaa tarkempia ja perusteellisimpia mittauksia säännöllisin ajoin. Työntekijät ja kunnossapito jatkavat tiedon välittämistä toisilleen. Tämä mieluiten kirjallisesti, että muutkin pystyvät hyötymään tiedosta. (Mikkonen 2009, 162-164.)

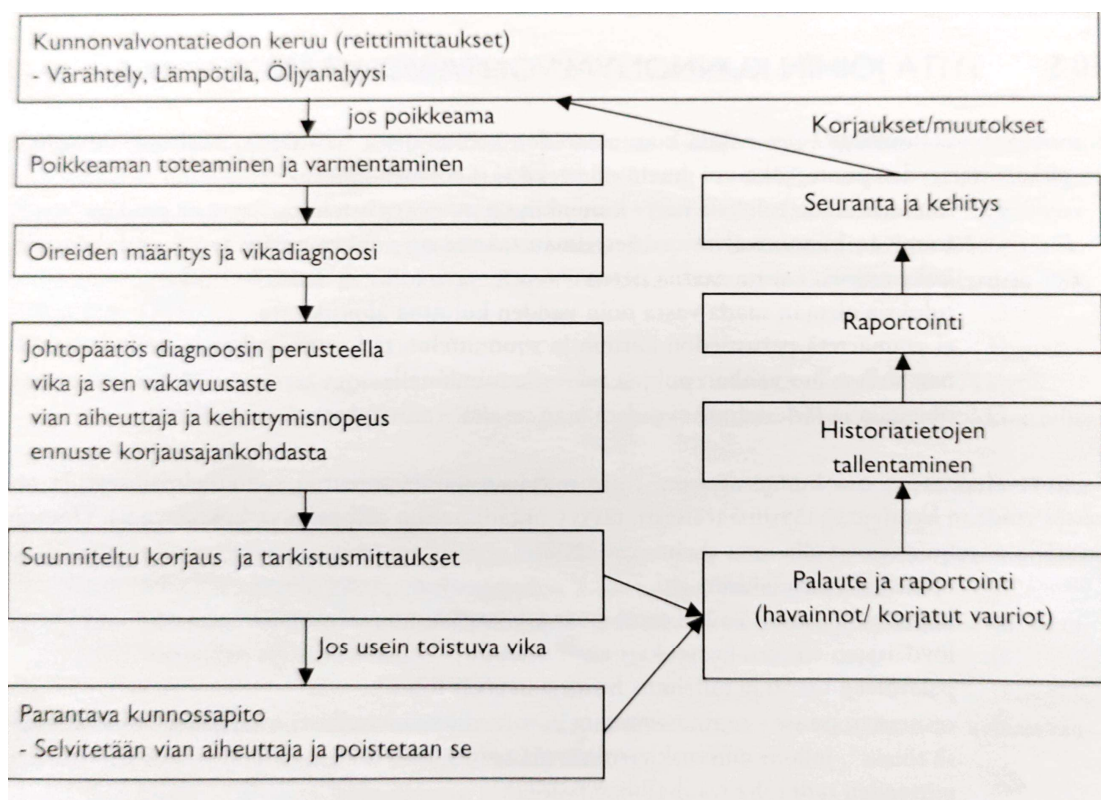
Kunnossapito määrittelee mittausvälit tarvittaville mittauksille ja valitsee mitattavat kohteet kriittisyyden mukaan. Mittauksille asetetaan raja-arvot, joiden puitteissa ei tarvitse aloittaa toimenpiteitä. Samalla pohditaan kirjaamistiedon merkitsemistapoja ja muita käytännön järjestelyitä toimivan yhteistyön saavuttamiseksi. Valvontasuunnitelmaan määritellään mitattavat koneet sekä mittaustiheydet. Tarkastellaan, ettei mikään kone jää mittaamatta. Mittauskierrokset voidaan suunnitella määräaikaikaisilla mittauksilla. Tällaisessa periodisessa valvonnassa tutkitaan värähtelyn kokonaistasoa, kaista-valvontaa, spektrivalvontaa sekä aikatasovalvontaa. Mikäli mittaustuloksissa kaikki näyttää hyvältä, ei jatkotoimenpiteitä tarvita. Mittaustulosten ollessa hylättyjä, tehdään diagnoosi ja selvitys viasta, sen aiheuttajasta sekä korjaustoimenpiteiden suunnittelusta. Lopulta tehdään johtopäätöksiä, kuinka vakava vika on, mahdollinen etenemisnopeuden arviointia sekä tarvittavien toimenpiteiden suosittelu. (Mikkonen 2009, 163-164.)

Reunanauhoituslinjastossa on kunnonvalvontaan kehitetty antureita, jotka ilmoittavat ongelmista tai häiriöistä henkilöstölle. Kunnonvalvontaa voitaisiin tarkistella esimerkiksi seuraavan taulukon mukaisesti (Taulukko 4).

Käytettävät valvontatekniikat, -menetelmät	Aistinvarainen, värähtelymittaus ja online tiedonkeruu.
Mittausvälit	Joka kappaleen yhteydessä
Käytettävät mittausjärjestelmät	Twincat
Mittaustoiminnan käytännön järjestelyt	Koneen käyttäjä aistinvaraisesti ja tarkastelee koneen tietoja ja katsoo kappaleiden laatua.
Mittausten dokumentointi, raportointi ja seuranta	Tietokoneelle jää muistiin häiriöt yms. Valvoja kirjaa myös havainnoistaan erilliseen muistioon.

Taulukko 4. Kunnonvalvonnan mittaussuunnitelma.

Mittaussuunnitelman mukaisesti tuloksia verrataan aiemmin saatuihin mittaustuloksiin sekä hälytysrajoihin. Aikaisempien mittaustulosten puuttuessa voidaan apuna käyttää esimerkiksi alan standardeja. Mittausjärjestyksen pituuden on oltava riittävän lyhyt, jotta ehditään saman päivän aikana tarkastelemaan tuloksia sekä mahdollisia vianmääriytyksiä. (Mikkonen 2009, 169.)



Kuvio 2. Kunnonvalvontaprosessi (Leinonen 2008).

3.3 Teorioiden soveltamista käytäntöön tai kohteeseen ja ennakoivan kunnossapitojärjestelmän luomiseen

Suorituskykyisen ennakoivan kunnossapidon perusta on suunnitelmallisuus ja aikatauluttaminen. Näin minimoidaan ylimääräisiä viiveitä ja saadaan resurssien käyttö tehostettua. Työlistat pohjautuvat aikaisempiin kokemuksiin ilmenevistä vioista. Suunnitelmassa huomioidaan myös tarvittavien varaosien riittävyys. Koneen toimintatavat ja sen valmistajan suositukset ovat tarkasteltavia seikkoja suunnittelussa. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 75.)

Ehkäisevä kunnossapitosuunnitelma aloitetaan rajaamalla kohde, johon suunnitelma voidaan toteuttaa tehokkaasti (Järviö ym. 2007, 75–76). Tuotantolinjasta rajataan Ima merkin reunanauhoituskone erikseen. Kohde jaetaan eri yksiköihin, joita tarkastellaan. Päädyttiin rajaamaan tarkasteltavat yksiköt taulukon 1 mukaisesti. Tarkasteltavissa kohteissa käydään läpi, mikä ei ole haluttu toiminto kohteelle.

Kuljettimien liikuttavat kappaleita linjastossa eteenpäin. Niiden vikaantumisesta seuraa linjaston pysähtyminen ja samalla tuotannon pysähtyminen. Vasteen tehtävä on suoristaa ja kohdistaa kappale menemään itse koneeseen suoraan, koska muuten muut yksiköt eivät pysty suorittamaan tehtäviään oikein. Särmäyksikkö särmää kappaleen reunan siistiksi, sillä jos tämä jää tekemättä, kappaleen reunasta tulee ulkoisesti ruman näköinen. Nauhayksikön tehtävä on laittaa kappaleisiin nauha peittämään lastulevyn reuna ja samalla katkaista nauha sopivaksi. Katkaisuyksikkö poistaa nauhayksiköltä pituussuunnassa ylijääneen nauhan siistiäkseen kappaletta. Muotoyksikkö siistii suurimman osan leveysuunnassa ylijääneestä nauhasta ja viimeistelyn suorittaa siiklit. Kun taas Kfa suorittaa kulman siistimisen siten, ettei siihen jää teräviä kulmia. Lopuksi urayksikkö tekee kappaleisiin tarvittavat urat.

Kohteen nimi	Mitä halutaan ehkäistä	Luokka
Kuljettimet	Kappaleiden pysähtyminen linjastossa	B
Vaste	Kappaleiden päätyminen virheasentoon linjastossa	A
Särmäyksikkö	Kappaleista puuttuu särmäys	B
Nauhayksikkö	Kappaleisiin ei tule nauhaa	A
Katkaisuyksikkö	Kappaleisiin jää nauhan loppu	B
Muotoyksikkö	Kappaleiden nauhan reunasta jää työstö tekemättä	B
KFA	Kappaleiden kulmat epäsiistejä	C
Siiklit	Kappaleiden reunat viimeistelemättä	C
Urayksikkö	Kappaleista jää urat tekemättä	C

Taulukko 4. Eritellyt kohteet, ehkäisevät toiminnot ja priorisointiluokat.

Nämä kohteet priorisoidaan A, B ja C kohteisiin, joista A ja B ovat kriittisimpiä. C kohteet vaativat vähemmän huomiota. A ja B kohteet keskeyttävät rikkoutuessaan tuotannon, joten ovat siksi kriittisempiä. A-luokkaan kuuluvat vaste ja nauhayksikkö, koska ilman vastetta mikään yksikkö ei toimi oikein ja ilman nauhayksikköä kone on turha. B-kohteita ovat kuljettimet, särmäyksikkö, katkaisuyksikkö ja muotoyksikkö, koska eivät ole niin kriittisiä, mutta oleellisia laadun kannalta. C-kohteita ovat Kfa, siiklit ja urayksikkö, koska nämä viimeistelevät laadun, joka käsin tehtynä lisäävät myöhempää työmäärää huomattavasti.

Uusien kunnossapitosuunnitelmien pohjana käytetään vanhoja suunnitelmia. Suunnitelmassa keskitytään A ja B luokkien kunnossapitoon niiden kriittisyyden takia. Aikataulutus suunniteltaisiin tuotannon seisakkien aikana maksimaalisen hyödyn saamiseksi. Vanhoista raporteista ja dokumentoiduista vioista luodaan sykli, jotta vältetään turhat tuotannon seisokit. Tämä säästää kustannuksia, kun kaikki mahdollinen

aika käytetään hyväksi. C- luokan koneiden huolto ja pienemmät huollot A ja B luokissa koulutetaan käyttöhenkilöstölle tehtäväksi, jotta koulutettu kunnossapitohenkilöstö voi keskittyä vaikeampiin tehtäviin.

Aikataulutaminen on edellytys toimivalla ehkäisevälle kunnossapidolle. Tämä myös säästää kustannuksia, kun vältetään turhilta tuotannon seisokeilta. Tehtäviin laitetaan tavoiteajat, joiden rajoissa tehtävä pitäisi saada tehtyä. Näin voidaan tehokkaammin suunnitella huoltamista. Tämä myös mahdollistaa tekemään huollot isommiksi kokonaisuuksiksi. Kunnossapidon henkilöstön organisoiminenkin helpottuu, kun saadaan oikea määrä työntekijöitä tekemään huoltoa. Ihanne olisi, että voitaisiin osoittaa tulevan viikon työt kunnossapidolle. Suunnittelussa pitää ottaa myös huomioon kunnossapidon henkilöstön ammattitaito. Kokeneimmille työntekijöille annetaan vaativimmat työtehtävät ja uusille työntekijöille helpompia. Ylikuormittamista olisi syytä välttää työntekijöiden hyvinvoinnin kannalta. Tehokkuuden kannalta alikuormittamista olisi myös hyvä välttää. (Järviö ym. 2007. 82-83.)

Reunanauhoituslinjastolla on kiinteästi asennettavia on-line tiedonkeruu- ja analysointilaitteita, jotka ilmoittavat näytölle ongelmien ilmetessä. Linjasto kerää joka kappaleesta tietoja, joita esimerkiksi ovat kappaleen paksuus ja mitat leveys ja pituus suunnassa. Linjaston alussa kone skannaa kappaleessa olevan tarran, mistä se näkee kappaleeseen tulevan nauhan, mitat ja millä ohjelmalla se tekee reunan. Kun jokin näistä suureista ei täsmää, linjasto pysähtyy ja ilmoittaa häiriön tyypin, joka helpottaa sen paikantamista. Linjastolla on valvomassa yleisesti yksi henkilö, joka käyttää myös aistinvaraisia havaintoja tukenaan selvittääkseen ongelmaa. Työnkuvaan kuuluu myös laadun tarkastaminen laaduntarkastuspisteellä, josta tehdään päätöksiä koneen säätämiseksi tai ongelman korjaamiseksi. Linjastolla on useampi värähtelymittausanturi, esimerkiksi molemmissa portaaleissa on anturit. Anturin arvoja käytetään ennakoivaan kunnossapitoon, jos sieltä tutkittaessa löytyy hälyttäviä arvoja, aloitetaan selvitys syyn selvittämiseksi ja sen korjaamiseksi.

3.4 TPM, ennakkohuollot ja kunnonvalvonnan mittaukset

Total Productive Maintenance (TPM) sisältää neljä vaihetta, jotka ovat suunnittelu, mittaus, kunnostusvaihe ja huippuvaihe. Suunnittelussa organisoidaan resurssit, avainhenkilöt ja valitaan kohde, josta hankitaan kunnossapitotiedot. Mittausvaiheessa tutkitaan kunnossapitotietoja, joista tehdään alkutiedot, joihin voidaan verrata tuloksia. Kunnostusvaiheessa suoritetaan 5S -menetelmää, johon kuuluvat sortteeraus, siivous, systematisointi, standardisointi ja seuranta. Lopuksi tehdään huippukuntovaihe, jossa optimoidaan kunnossapidon toiminta saatujen tulosten mukaan. Näin saadaan maksimoitua koneen tuotto ja samalla luodaan perusta laadukkaalle toiminnalle tulevaisuuteen. Samalla laaditaan suorituskykymittaristo ja näihin tavoitearvot. (Järviö ym. 2007. 87-92.)

Kysely suoritettiin antamalla työntekijöille viiden aiheen kaavake, joka sisälsi yhteensä 25 kysymystä. Arvostelu tapahtui asteikolla 1–5, joista 5 oli paras ja 1 huonoin. Nämä kysymykset keskittyivät työpisteen viihtyvyyteen, joka tehostaa tuotantoa parantaen myös työntekijöiden viihtyvyyttä. Ensimmäisissä kysymyksissä pohdittiin sortteerausta eli lajittelua, jossa poistetaan työpisteeltä kaikki ylimääräiset materiaalit. Työpisteen ylimääräisiä työkaluja koskevassa kysymyksessä vastausten keskiarvoksi tuli 3,66. Tämä vaatisi hieman parannusta poistamalla ylimääräisiä työkaluja tilaa vievästä. Keskiarvon 2,33 mukaan työpisteellä tarpeettomia koneita voitaisiin vähentää. Kolmannessa kohdassa kysyttiin tarpeettomista varastoista, jonka keskiarvo oli 3,33. Tässäkin olisi syytä parantaa ja selkeyttää varastointia. Neljännessä kohdassa kysyttiin, onko tärkeiksi työkaluiksi merkittyjä työkaluja, jotka ovat oikeasti turhia. Kaikki arvioitsijat olivat samaa mieltä, jonka keskiarvoksi tuli 3. Näitäkin pitäisi vähentää ja selkeyttää merkintöjä. Viimeisessä kohdassa kysyttiin voimassa olevia ohjeita, jotka kerryttävät turhia varastoja. Tässä olisi selkein parannuskohde, josta kaikki samaa mieltä, kun keskiarvoksi tuli 1. Arvioinnissa näemme, että koneella tarvitaan lajitte- luun parannusta ja selkeät ohjeet varastointiin.

Vaihe		Tarkastuskohde	Kuvaus	Arvio				
No				1	2	3	4	5
Seiri lajittelu								
	1	Tarpeettomat/käyttämättömät materiaalit ja työkalut	Onko työpisteessä sellaisia tarvikkeita tai työkaluja, joita ei tarvita päivittäin					
	2	Tarpeettomat koneet ja laitteet	Onko työpisteessä sellaisia koneita tai laitteita, joita ei tarvita					
	3	Tarpeettomat osat	Edellisistä töistä yli jääneitä osia, tarvikkeita, piilovarastoja					
	4	Väärin merkityt tavarat	Onko jotkut tavarat, työkalut tai tarvikkeet merkitty tarpeellisiksi, vaikka niitä ei käytetä					
	5	Hankaloittavat ohjeet/ tavat	Voimassaolevat tai noudatettavat ohjeet, jotka kerryttävät tarpeettomia varastoja					

Kysely 1. Seiri eli Lajittelu kohdan kysymykset.

Systematisoinnissa järjestellään jäljelle jääneet tavarat omille paikoille tai valitaan uudet paikat tavaroille. Tämä vähentää tavaroiden etsimistä samalla tehostaen työaika. Kuudennessa kohdassa kysyttiin, onko säilytystilat nimetty, johon jokainen arvioitsija arvioi 3. Parannusta tarvitaan säilytyspaikkojen nimeämiseen helpottaakseen työntekoa. Seuraavassa kohdassa kysyttiin, onko säilytyspisteillä lista sisältävistä tavaroista. Tämän keskiarvo oli 1, koska sellaisia ei ole olemassakaan työpisteellä. Seuraavankin kohdan keskiarvo oli 1, jossa kysyttiin sisällysluetteloissa oleviin tavaroiden määriin. Sisällysluetteloita ei ole, joten niihin ei ole merkitty tarvittavia määriä. Kulkureiteistä kysyttäessä oli vain hieman paranneltavaa, kun keskiarvo oli 4,33. Tavaroiden esilläolossa kaikki arvioitsijat olivat samaa mieltä, kun keskiarvo oli 3. Tavaroiden esilläoloa tarvitsisi parannusta, kun monilla tavaroilla ei ole paikkaa eikä tarpeeksi tilaa esille laittaa varten. Tässä kohdassa tuli ilmi säilytyspaikkojen listojen puuttumisen.

Vaihe		Tarkastuskohde	Kuvaus	Arvio				
No				1	2	3	4	5
Seiton lajittelu								
	6	Onko säilytystilat merkitty	Jokaisella säilytyspisteellä on selkeä nimi tai osoite					
	7	Sisällysluettelot	Onko jokaisessa säilytyspisteessä lista tavaroista, jotka kuuluvat juuri sinne					
	8	Säilytysmäärät	Onko sisällysluetteloissa ilmoitettu säilytettävät määrät sekä ohjeet lisätilauksen tekemisissä					
	9	Kulkureitit	Onko kulkureitit, työpisteet ja varoalueet selvästi merkitty					
	10	Tavaroiden esilläolo	Onko varsinkin yhteiset tarvikkeet ja työkalut helposti saatavilla/palautettavissa					

Kysely 2. Seiton eli Systematisointi kohdan kysymykset.

Siivouksessa kone siivotaan siistiksi ja edustavan näköiseksi. Tässä oli eniten erimielisyyksiä arvioitsijoiden välillä. Lattioiden ja seinien puhtaudesta kysyttäessä keskiarvo oli 3,33, joten sen suhteen siivousta olisi parannettava. Koneiden pintojen siisteydestä kysyttäessä keskiarvoksi tuli 2,66, joten siinäkin on selkeästi paranneltavaa. Käyttäjien tekemästä puhdistuksesta kysyttäessä keskiarvo oli 3, että yleisesti kaikessa siisteydestä olisi parannettavaa. Vastuu henkilöistä kysyttäessä hajonta oli suurin, kun osa laittoi 5 ja toinen osa 1. Toisille oli selkeää, ketkä on vastuussa ja toisille ei. Sen keskiarvoksi tuli lopulta 2,33. Kysyttäessä työntekijöiden aloitteellisuudesta

keskiarvoksi tuli 2. Käyttäjien tekemän puhdistuksen ja siitä vastaavien määrittäminen olisi syytä parantaa.

Viihtyisä työpaikka									
Vaihe	No	Tarkastuskohde	Kuvaus	Arvio					
				1	2	3	4	5	
Seiso Siivous	11	Lattoiden ja seinien puhtaus	Lattiat ja seinät ovat puhtaat						
	12	Koneiden pinnat ja ympäristöt	Onko koneet ja niiden toimintaympäristöt puhtaat (siisteys, ei tarpeettomia tavaroita/materiaaleja)						
	13	Koneiden ja laitteiden toimintaedellytykset	Puhdistavatko koneiden käyttäjät koneensa ja sen ympäristön tarkastaessaan sitä						
	14	Puhtausvastaavat	Onko eri työpisteiden puhtaudesta vastaavat henkilöt nimetty, tietävätkö he tehtävänsä						
	15	Aloitteellisuus	Pitävätkö ihmiset työympäristönsä puhtaana ilman käskemistä						

Kysely 3. Seiso eli Siivous kohdan kysymykset.

Standardisoinnissa määritellään työpisteen siisteys, minkälaisena sen pitäisi olla tulevaisuudessa. Tämä oli tasainen kaikkien arvioitsijoiden mielestä, kun keskiarvo liikkui 3 molemmin puolin kaikissa kohteissa. Työpisteen ilmastoinnista kysyttäessä keskiarvo oli 3,33, joten paranneltavaa koneen pölyttömyydessä. Valaistusta keskiarvo oli sama 3,33. Kohta 18 koski työvaatteita, jotka selkeästi tarvitsevat parannusta, kun keskiarvo oli 2,66. Kohdan 19 keskiarvo oli sama kuin edellisen eli 2,66, joka koski koneen ennakoivaa siivoamista. Viimeisen kohdan keskiarvo oli myös 2,66 siivouksen ohjeistusta.

Viihtyisä työpaikka									
Vaihe	No	Tarkastuskohde	Kuvaus	Arvio					
				1	2	3	4	5	
Seiketsu Säännöt	16	Ilmastointi	Pysyko työpaikan/työpisteen ilma pölyttömänä ja hajuttomana						
	17	Valaistus	Onko riittävä valaistus						
	18	Työvaatteiden puhtaus	Ovatko kaikkien ihmisten työvaatteet puhtaat						
	19	Likaantumisen estäminen	Estävätkö ihmiset likaantumista vai annetaan likaantua, jonka jälkeen siivotaan						
	20	"Järjestyssäännöt"	Onko edellä mainitut lajittelu, järjestys ja siivous ohjeistettu						

Kysely 4. Seiketsu eli säännöt kohdan kysymykset.

Sitoutumisessa yritetään muuttaa työntekijöiden ajattelumaailmaa, että tulevia standardeja aletaan noudattamaan. 21 kohdassa oli sääntöjen noudattaminen, jossa oli erimielisyyttä arvioitsijoiden välillä, jonka keskiarvoksi tuli 2,66. 22 kohdassa arvioitiin yhteistyötä, jonka keskiarvo oli 2,33. 23 kohdassa arvioitiin taukojen noudattamista, josta kaikki arvioitsijat olivat samaa mieltä ja keskiarvo oli 1. Kohdassa 24 arvioitiin sääntöjen noudattamista, josta tuli keskiarvoksi 1,33. Nämä selkeästi tarvitsevat huomattavaa parantamista. Viimeisessä vaiheessa sääntöjen mielekkyyden, jonka keskiarvoksi tuli 2,66.

Viihtyisä työpaikka								
Vaihe	No	Tarkastuskohde	Kuvaus	Arvio				
				1	2	3	4	5
Shitsuke sitoutuminen	21	Ohjeiden noudattaminen	Noudattavatko kaikki annettuja työturvallisuus- ym ohjeita (esim suojarustaiden käyttö)					
	22	Yhteistyö	Kannustavatko ihmiset pitämään paikat puhtaina ja tavarat järjestyksessä					
	23	Täsmällisyys	Noudattavatko kaikki esim. taukoajoja, saapuvat ajoissa tapaamisiin, jne					
	24	Sovittujen sääntöjen noudattaminen	Noudattavatko kaikki sovittuja sääntöjä ja tekevät oman osuutensa					
	25	Sitoutuminen	Kokevatko kaikki ihmiset mielekkäiksi sovitut säännöt (työturvallisuus, siisteys, laatu jne)					

Kysely 5. Shitsuke eli sitoutuminen kohdan kysymykset.

Kunnonvalvontaa tehdään reunanauhoituslinjastolla värähtelymittauksena antureiden avulla. Lisäksi koneen käyttäjät tekevät aistinvaraista kunnonvalvontaa tarkistelemalla kappaleiden laatua sekä kuuntelemalla koneen pitämää ääntä. Mikäli jotain sellaista vikaa ilmenee, jota koneen käyttäjä ei pysty itse korjaamaan, ilmoitetaan siitä kunnossapidolle. Näin tehdään korjaavaa kunnossapitoa.

Kriittisyysanalyysin tulosten (taulukko 3) perusteella laserin suodatinimuri sai isoimman kriittisyysindeksin, koska se vaikuttaa eniten ympäristöpäästöihin. Näin ollen sen kunnonvalvonta on erityisen tärkeää, ettei ympäristö pääsisi saastumaan. Kunnonvalvontaa suoritetaan ohjauspaneelin avulla. Siihen tulee ilmoitus häiriöstä, kun ilma ei pääse liikkumaan suodattimessa. Linjaston käyttäjä tekee tarvittavat toimenpiteet, joko vaihtaa suodattimen tai puhdistaa sen.

Reunanauhoituslinjaston suojat saivat kriittisyysanalyysissa toiseksi korkeimman kriittisyysindeksin, koska nämä liittyvät työntekijän turvallisuuteen. Kunnonvalvontaa suoritetaan anturien avulla. Anturit antavat virheilmoituksen näytölle, mikäli suojat eivät ole kunnolla paikoillaan, ja tällöin kone ei lähde käyntiin. Koneen käyttäjän tehtävänä on ilmoittaa kunnossapidolle ilmenneistä vioista ja ne on korjattava mahdollisimman nopeasti.

Korkean kriittisyysindeksin sai myös vaste, koska se on hyvin tärkeä koneen toimimisen kannalta. Vaste suoristaa kappaleen ja laittaa sen oikeaan kohtaan. Kunnonvalvontaa suoritetaan useiden anturien avulla. Aistinvaraisella kunnonvalvonnalla voidaan kuulla tai nähdä laatua valvomalla ongelmia vasteessa. Jos esimerkiksi kaksi kappaletta ovat tarkoituksettomasti eri kokoisia, on syytä selvittää vika.

Laseryksikkö sekä nauhayksikkö saivat suhteellisen korkeat kriittisyysindeksit. Nämä yksiköt vaikuttavat oleellisesti tuotteiden laatuun ja ulkonäköön. Kunnonvalvonnassa käytetään antureita, jotka mittaavat mm. nauhan korkeutta ja paksuutta. Lisäksi koneen käyttäjät tekevät aistinvaraista kunnonvalvontaa laadun tarkistamiseen.

Mittausvälinä käytetään kunnonvalvonnassa jokaisen kappaleen laadun tarkistamista. Mittausjärjestelmänä käytetään Twincat-järjestelmää, joka pyörittää koko koneen toimintaa. Se on koko reunanauhoituslinjaston käyttöjärjestelmä. Mittaustuloksia dokumentoidaan häiriöiden yhteydessä erilliseen muistioon ja virheelliset tulokset jäävät myös järjestelmään. Näin pystytään tekemään myös ennakoivaa kunnossapitoa.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aluksi esitellään Puustellia yrityksenä, jolle tehdään tämä tutkimus. IMA on linjaston valmistaja, joten sen historiaan perehdytään ja teoriaosuudessa käydään läpi asioita, joihin tutkimus perustuu. Kriittisyysanalyysinä käytettiin PSK 6800 standardia, jolla arvioitiin eri koneen osien kriittisyyttä. Seuraavaksi käytiin läpi kunnossapidon perusteita ja siihen liittyviä erilaisia lajeja. Opinnäytteessä esiteltiin myös kunnonvalvonnan tapoja, joilla valvotaan koneen kuntoa. Ehkäisevän kunnossapidon suunnitteluun on perehdytty tarkemmin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kattavampi ennakkohuoltosuunnitelma.

Ensimmäiseksi suoritettiin kriittisyysanalyysi PSK 6800 standardin pohjalta. Aluksi päätettiin osat, jotka arvioitiin ja laskettiin kaavoilla niiden kriittisyys eri osa-alueilla. Taulukon avulla laskettiin arvioiduille kohteille niiden kriittisyysindeksi. Yli tuhanen kriittisyysindeksipisteen arvon saivat laseryksikkö ja sen suojat, vaste, liimapanu, nauhayksikkö ja portaalit. Nämä tarvitsevat eniten kunnossapitoa ja tarkkailua kriittisyyden mukaan, koska ne vaikuttavat eniten tuotantoon tai turvallisuuteen. Muiden kohteiden arvot jäivät alle 1000 pisteen, koska niiden rikkoutuminen vaikutti laatuun eikä tuotantoon. Laadukkaiden tuotteiden valmistamiseen näidenkin kohteiden pitäisi olla kunnossa. Tässä standardissa sille ei annettu suurta painoarvoa vaan keskityttiin turvallisuuteen.

Kunnonvalvonnan työkaluja valittaessa on pohdittu, miten linjaston kohteiden kuntoa valvotaan laadukkaasti. Näistä parhaimmaksi todettiin aistinvarainen valvonta, joka olisi tehokkainta ja halvinta mittaustavoista. Tämä vaatisi työntekijöitä kokemusta ja tietoa, miten koneen kuuluisi toimia. Kohteille tehtiin myös kunnonvalvonnalle priorisointiluokat, jossa kohteet laitettiin omiin lokeroihin helpottaakseen huoltosuunnitelman tekemistä. Lisäksi reunanauhoituslinjastolla on useita antureita, jotka antavat tietoa käyttäjälle erilaisista häiriöistä.

TPM-menetelmässä suoritettiin kunnostusvaihe suorittamalla työntekijöillä 5S menetelmän kysely työpisteen siisteydestä ja järjestyksestä. Kysely antoi hyvän näkökulman siihen, mitä pitäisi korjata. Kohteesta löytyi parannettavia asioita, joihin

puuttamalla kohteesta saataisiin viihtyisämpi ja siistimpi paikka työskennellä. Tämä auttaisi tuotannon ylläpitämiseen nopeuttaen samalla huoltotöiden tekemistä. Lajittelukyselyssä vastaukset olivat keskimäärin keskiluokkaa, joten turhia tavaroita pitäisi vähentää parantaen työpistettä paremmaksi. Selkein parannuskohde oli varastoinnin ohjeet, joita ei löytynyt. Systematisointikyselyssä tuli ilmi, että tavaroilla ei ole selkeästi merkittyjä paikkoja. Esimerkiksi säilytyskaapeilla ei ole sisällysluetteloita, joista näkyisi kaapissa olevat tavarat. Kolmannessa kyselyssä käsiteltiin siisteyttä ja todettiin kaikissa kohteissa olevan parannettavaa sen suhteen. Tämä jakoi mielipiteitä vahvasti, kun toisilla vastaajista oli selkeys siivousvastaavista ja toisilla vastaajilla ei ollut. Neljännessä vaiheessa kyseltiin sääntöjen noudattamista, jossa kaikkien mielestä oli parannettavaa. Viimeisessä vaiheessa kysyttiin sitoutumisesta, jossa oli huomattavia puutteita, esimerkiksi taukojen noudattamisen keskiarvo oli huonoin mahdollinen. Täähän tarvittaisiin selkeästi muutosta.

LÄHTEET

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

Artikkeli. 2017. Viitattu 13.9.2022. <https://www.wirtschaftszeit.at/news/100-jahreschelling-anlagenbau/>

Ima. Yrityksen historia. Viitattu 13.9.2022. <https://www.imaschelling.com/en/imaschelling-group/company/history>

Järviö, J. (2007). Kunnossapito. KP-MEDIA OY

Järviö, J. & Lehtiö, T. (2012) Kunnossapito. Tuotanto omaisuuden hoitaminen. Copy-Set Oy: Helsinki

Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T., Åström, T., & Parantainen, T. (2007). Kunnossapito. KP-Media Oy: Helsinki

Laine, H. S. (2010). Tehokas kunnossapito. Savion Kirjapaino Oy: Kerava

Mikkonen, H. (2009). Kuntoon perustuva kunnossapito. Savion Kirjapaino Oy: Kerava

PSK Standardisointiyhdistys ry. (2008). PSK Standardisointi. PSK 6800. Laitteiden kriittisyysluokitus teollisuudessa.

Puustelli. Yrityksen historia. Viitattu 15.8.2022. <https://www.puustelli.fi/tietoa-meista/puustelli-group-oy/yrityksen-historia>

Puustelli. Puustellin tarina. Viitattu 14.8.2022. <https://www.puustelli.fi/tietoa-meista/puustelli-group-oy/yrityksen-historia/puustellin-tarina-0>