

**KONE- JA LAITEKANNAN KRIITTISYYSANALYYSI JA
KUNNOSSAPITO-OHJELMA**

Polar Metalli Oy

Seurujärvi Kari

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Kari Seurujärvi	Vuosi	2019
Ohjaajat	Ins. (YAMK) Arja Kotkansalo Ins. (AMK) Aslak Siimes		
Toimeksiantaja	Polar Metalli Oy		
Työn nimi	Kone- ja laitekannan kriittisyysanalyysi ja kunnossapito-ohjelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	44+4		

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kriittisyysanalyysi Polar Metalli Oy:n koneille ja laitteille. Analyysin tuloksena tehtiin kunnossapito-ohjelma laitekannalle. Työ aloitettiin kartoittamalla yrityksen koko laitekanta, jolle tehtiin lähtötason määrittäminen kriittisyysanalyysin avulla. Kriittisimpien laitteiden listaukseen käytettiin PKS 6800 standardin mukaista mallia.

Kriittisimmille laitteille tehtiin tarkemmat huolto-ohjelmat ja varaosien määritykset. Huolto-ohjelmia ovat päivittäinen, viikoittainen, kuukausittainen ja kausihuolto. Huolto-ohjelma määriteltiin koneen toimittajan suositusten ja yrityksen oman käytännön huoltojen mukaisesti. Varaosista tehtiin oma luettelo kriittisimpien laitteiden omaan huoltokansioon.

Työn aikana tehtiin käytettävyy-, nopeus- ja laatumittaus laserleikkurille, jotta pystyttäisiin havainnoimaan suurimmat hävikit. Mittaustulosten perusteella pyrittiin havainnoimaan koneen käytössä olevia kunnossapitoon liittyviä ongelmia, jotka osaltaan aiheuttavat tuotannon hukkatekijöitä.

Kunnossapidon avuksi otettiin käyttöön tietojen keräämiseksi tuotannon poikkeama-analyysi (TPA)-mallin mukainen analysointipohjatyökalu. Tähän kirjataan kaikki laitekannan poikkeamat ja huoltotoimet. TPA-työkaluun on sisällettynä myös kriittisyysanalyysin pääkohdat turvallisuus, ympäristönvaikutus ja tuotannonmenetykset. Lisäksi arvioidaan syyt ja kirjataan toimenpiteet sekä nimetään vastuhenkilö.

Technology, Communication and
Transport
Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Kari Seurujärvi	Year	2019
Supervisor	Arja Kotkansalo MEng Aslak Siimes BEng		
Commissioned by	Polar Metall Oy		
Subject of thesis	Criticality Classification of Equipment and the Maintenance Program		
Number of pages	44+4		

The purpose of this Bachelor's Thesis was to make a critical analysis of the machines and equipment of Polar Metall Oy. The result of the analysis was a maintenance program for all the equipment. The assignment was started by sorting out all the equipment of the company and the starting level determination was done by using a criticality analysis. The most critical devices were listed on the basis of the PSK 6800 standard model.

The most critical machines were tailored a detailed maintenance program and spare parts specifications. The types of the maintenance program can be classified daily, weekly and seasonally. The maintenance program is determined by the supplier of the machine and the practice of the company. A spare part list was drawn up in the maintenance folder of the most critical devices.

One part of this thesis was implemented for the laser cutting machine OEE (Overall Equipment Effectiveness) measurements to detect majority of the losses. The results of this test were aimed at observing maintenance related problems in the device which caused production losses.

The failure data collection of the equipment is introduced in an excel based analysis model (TPA). All collected errors and faults can be analysed in the future. The maintenance will refer to all collected data and according to it. The TPA tool includes the main points of the critical analysis: safety reports, environmental impacts and losses of production. In addition the reasons are estimated and the measures are recorded as well as the responsible person is appointed.

Key words

critical, analysis, maintenance, service

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 TOIMEKSIANTAJAN JA KRIITTISEN KOHTEEN ESITTELY	10
2.1 Toimeksiantajan esittely.....	10
2.2 Kriittisen kohteen esittely	10
3 KUNNOSSAPITO	12
3.1 Määritelmä	12
3.2 Kunnossapitolajit.....	12
3.3 Vikaantuminen ja vika	13
4 KRIITTISYYSLUOKITTELU JA KÄYTETYT MENETELMÄT	15
4.1 PSK 6800.....	15
4.2 RCM-menetelmä.....	15
4.3 OEE/KNL	17
4.4 TPA - tuotannon poikkeama-analyysi	18
5 KONEIDEN JA LAITTEIDEN KRIITTISYYSKARTOITUS.....	20
5.1 Lähtötilanne	20
5.2 Kriittisyyden määrittäminen	21
5.3 Kone layout.....	23
5.4 Koneiden luokittelu ABC	25
5.5 Tulokset	25
6 KONEIDEN TIETOKANNAN LUONTI	28
6.1 Huoltotietokanta.....	28
6.2 Koneluettelo.....	29
6.3 Varaosatiedot.....	29
7 HUOLTO-OHJEET	31
7.1 Päivittäinen huolto	31
7.2 Viikkokohtainen huolto	32
7.3 Kuukausittainen huolto.....	32
7.4 Kausihuolto	33

8 OEE/KNL-ANALYYSI	34
8.1 OEE-analyysin valinta.....	34
8.2 OEE-testaus	34
9 TPA-POHJAN KÄYTTÖÖNOTTO	38
10POHDINTA.....	41
LÄHTEET.....	43
LIITTEET	44

ALKUSANAT

Kiitokset Polar Metalli Oy:lle mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja mahdollisuudesta toteuttaa se konkreettisesti työympäristössä. Haluan kiittää myös Lapin ammattikorkeakoulun opinnäytetyön ohjaajiani Arja Kotkansaloa ja Aslak Siimestä, jotka ovat auttaneet työn erivaiheissa. Erityiskiitos vaimolleni Riikalle, joka on jaksanut kannustaa ja tukea opintojen etenemisessä. Olet mahdollistanut tämän suurella panostuksella pienten lasten kanssa.

Torniossa 3.4.2019

Kari Seurujärvi

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
HAZOP	Poikkeamatarkastelu (Hazard and Operation study)
KNL	Käytettävyys, Nopeus, Laatu
OEE	Tuotannon kokonaistehokkuus (Overall Equipment Effectiveness)
RCA	Juurisyysanalyysi (Root Cause Analysis)
RCM	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (Reliability Centered Maintenance)
TPA	Tuotannon poikkeama-analyysi
VVKA	Vika-, Vaikutus- ja Kriittisyysanalyysi

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tehdä toimeksiantajalle, Polar Metalli Oy:lle kriittisyysanalyysi tuotannossa oleville koneille ja laitteille. Analyysin avulla määritellään tuotannon kriittisimmät koneet ja laitteet.

PSK 6800 -standardin avulla tehdään lähtötason määrittäminen ja sen perusteella huolto-ohjelmat kriittisimmille laitteille. Yhdelle kriittisimmistä laitteista lasketaan tuotannon tehokkuutta (OEE/KNL) mittaava tunnusluku. Tämän avulla halutaan nähdä myös kunnonvalvonnan merkitys hävikkien syntyyn. Tästä saadaan toiminnallinen kunnonvalvonnan seurantamalli, josta voidaan tarkkailla kunnossapidon riittävyttä ja järkevää taloudellista toimintaa.

Nykyaikainen teollinen tuotanto tarkoittaa asiakkaan vaatimusten mukaisesti valmistettuja tuotteita. Siksi kaiken tuotannon tulee olla kustannustehokasta sekä tuotteet laadukkaita ja asiakkaan toiveiden mukaisia. Tuotantoketjun saumaton toiminta voidaan saavuttaa laitekannan säännöllisellä huoltamisella ja kunnonvalvonnalla.

Valmistuksessa tapahtuvat laadulliset ongelmat ja tuotantokatkokset voidaan minimoida häiriödatan seurannalla ja sen avulla tehtävällä huolto-ohjelmalla. Huoltamaton ja vajaalla kapasiteetilla toimiva laite johtaa epäedulliseen valmistukseen. Tämä heijastuu valmistuskustannuksiin sekä laatuun. Huonosti toimivan laitekanta on myös ympäristöä kuormittava eikä se ole kestävä kehityksen mukaista. Alati kiristyvät päästörajoitukset vaativat laitekannan hyvää kuntoa ja uudistamista kilpailukyvyn ylläpitämiseksi.

Toimivaan tuotantoon sisältyy päivittäinen kunnonvalvonta, joka on yksinkertaisimmillaan aistinvaraista ja jonka avulla havainnoidaan epätavalliset äänet ja liikkeet sekä muut normaalista poikkeavat tapahtumat. Laitteen käyttäminen voi sisältää jokapäiväisen huoltorutiinin, joita ovat esimerkiksi työkalujen puhdistus, laakerin rasvaus, paineilmavoiteluöljyn lisäys. Hyvällä huolto-ohjelmalla ja työkentelytapojen suunnittelulla saadaan kustannustehokas ja maksimaalisella tuotantokapasiteetilla toimiva laitteisto.

Huolto-ohjelma tulee Polar Metalli Oy:lle yhdeksi päivittäisjohtamisen työkaluksi ennakoimaan tulevia huoltokatkoja. Näin huoltotoimenpiteet huomioitaisiin työsuunnittelussa ja ne tehtäisiin sovitusti oikeaan aikaan.

Ensin luokitellaan koneet ja laitteet näiden kriittisyyden perusteella. Luokittelun avulla nähdään koneet, jotka ovat tuotannon kannalta välttämättömiä, ja ne laitteet, joiden on oltava aina toimintakunnossa. Tavoitteena on tehdä huolto-ohjelma, joka kriittisyyden mukaan määrää huollon tarpeellisuuden. Kunnossapito on tärkeä kriittisimpien laitteiden toimintakunnon ylläpidossa. Kriittisyyden arvioinnissa voidaan tunnistaa myös laitteet, jotka sallitaan rikkoutua eikä tarkempaa kunnon valvontaa näille tarvita.

Koneiden huoltotoimenpiteet pitää olla tiedossa, jotta huoltamiseen voidaan varata aikaa sekä hankkia tarvittavat varaosat huollon tekemiseen. Näin ollen yllättävät tuotantokatkokset voitaisiin minimoida. Tieto huolloista pitää olla saatavilla niin koneenkäyttäjälle kuin työnjohdollekin eikä siten, että tieto olisi vain ihmismuistin varassa.

Opinnäytetyön aikana on tarkoitus tehdä yhteinen huoltotietokanta kaikkien huoltojen ja häiriöiden kirjaamiseen. Tiedon keräämistä ei oltu aikaisemmin tehty ja näin kaikki huoltotoimet eivät ole olleet tiedossa. Työn tehokkuus ja laatu eivät välttämättä ole vaaditulla tasolla. Mahdollisia parannuksia laitteisiin tai työtapoihin ei saada tehtyä, kun tietoa ei ole ollut saatavilla.

2 TOIMEKSIANTAJAN JA KRIITTISEN KOHTEEN ESITTELY

2.1 Toimeksiantajan esittely

Polar Metalli Oy on perustettu vuonna 1984. Yrityksen perustaja Tapio Saukko aloitti toiminnan omassa autotallissaan. Ensimmäinen tuote oli savupelti, jonka sisäosat eivät tule ulos hormista. (Polar Metalli Oy 2019.)

Ensimmäinen tuotantotila valmistui vuonna 1991 ja pihagrillit tulivat valikoimiin vuonna 1995. Vuonna 2002 tuotanto siirtyi Keminmaahan. Sukupolvenvaihdos tehtiin yrityksessä vuonna 2008 ja johtoon siirtyivät Markus ja Matti Saukko. Yritys työllistää yli 30 työntekijää. Yrityksen toimitiloja on yhteensä n. 3400 m², jotka sijaitsevat osoitteissa Teollisuuskylänraitti 5 sekä Valiontie 3, Keminmaa. (Polar Metalli Oy 2019.)

Yrityksen tuotantoon kuuluvat tulisijatuotteet, pihagrillit, erilaiset ruostumattomasta teräksestä valmistettavat tuotteet sekä alihankintana asiakkaiden tilaamat tuotteet. Lisäksi yrityksen erityispiirteenä on erikoisosaaminen ohutlevytuotannosta. Käytössä on ohutlevytuotantoon tarkoitettuja suuren volyymin laitteita; laserleikkuri, robottisärmäys, robottihitsaus, epäkeskopuristimia ja syvävetolaite. Lisäksi yrityksessä on useita manuaalisia särmäyspuristimia, mankeleita, muotorautamankeli ja automaattisaha. Käytössä on myös useita erilaisia ohutlevyjen hitsausmenetelmiä.

2.2 Kriittisen kohteen esittely

Laserleikkauskone Trumpf L3030 on tuotannon keskeisimpiä koneita. Laserleikkurin teho on 4000 wattia ja tyypiltään CO₂. Materiaalin maksimivahvuudet ovat 20 millimetrin teräs, 15 millimetrin ruostumaton teräs ja 10 millimetrin alumiini. Leikattavat osat ohjelmoidaan ja sijoitellaan leikattavalle levyille. Työstettävästä levystä osat leikataan lasersäteen avulla. Koneenkäyttäjä lataa leikattavan ohjelman koneelle ja vaihtaa oikean leikkaussuuttimen sekä tekee tarvittavat säädöt leikkausprosessiin. Tämän jälkeen leikattava levy sijoitetaan toiselle kahdesta leikkuupöydästä ja levy siirretään koneen sisälle leikkausalueelle. Kone mittaa

automaattisesti levyn aseman leikkauspöydällä ja leikkausprosessi alkaa. Kapaleiden valmistuttua kone siirtää automaattisesti ulos valmiiksi leikatun levyn. Koneenkäyttäjä purkaa valmiit osat sekä jätetalan pois leikkauspöydältä. Laserleikkurilla valmistetaan lähes kaikki osat leikkeenä asiakkaalle tai osina tuotannon muihin työvaiheisiin esimerkiksi särmäykseen tai hitsaukseen.

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Määritelmä

Kunnossapito on menetelmä vastustaa ja hidastaa kulumisen aiheuttamaa muutosta, joka johtaa koneen tai laitteen rikkoutumiseen. Kunnossapidolla on tarkoitus pitää yllä koneen toimintakykyä ja palauttaa se siihen tilaan, että kone voi suorittaa halutun toiminnon. Kunnossapidon tavoitteena on pitää koneet ja laitteet toiminnassa ja sellaisessa kunnossa, että tuotanto on mahdollisimman edullista, tuotteen hintaan nähden laadukasta, turvallista ja ympäristöä säästävää. (Järviö, Piispa, Parantainen & Åström 2007, 11; Ansaharju 2009, 298.)

SFS-EN 13306:2017 -standardi määrittelee yleiset termit kaikäntyyppiselle kunnossapidolle ja sen johtamiselle. Kunnossapidon johtamisen vastuulla on määrittää kunnossapitostrategiat päätavoitteiden mukaan. Päätavoitteina on varmistaa toiminnon vaadittu käytettävyys toiminnon optimaalisilla kustannuksilla, ottaa huomioon kohteeseen liittyvät turvallisuus- ja muut pakolliset vaatimukset, ottaa huomioon ympäristövaikutukset sekä säilyttää kohteen kunto ja tuotteen tai palvelun laatu huomioiden mahdolliset kustannukset. (SFS-EN 13306:2017, 6.)

Teollisuuden aiheuttama ympäristönrasitus asettaa myös kunnossapidolle suurempaa painoarvoa. Huonolla hyötysuhteella ja monimutkaisella käytettävyydellä on merkittävä vaikutus tuottavuuteen sekä laatuun. Ympäristörasitus on moninkertainen verrattuna hyvin huollettuun ja huolto-ohjelmaa noudattavaan laitteeseen. Huolto-ohjelman merkitys on avainasemassa toimintavarmuuden ja laadun tasaisuuden takaamisessa. Koneen epäedullinen toiminta heijastuu tuotteen valmistuskustannuksiin ja asiakkaan toimitusvarmuuteen. (Miettinen ym. 2009, 28-29.)

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitojaottelu eri lajeiksi on perusedellytys tehokkaalle johtamiselle. Jaottelulla seurataan kunnossapidossa eri työlajien kustannuksia ja tehtyjen työtuntien määriä. Tästä saadaan kunnossapidon tehokkuus. (Järviö & Lehtiö 2017, 46.)

Kunnossapito jaotellaan kahteen pääryhmään: suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjaukseen. Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu kaikki ennakoidut huoltotoimenpiteet ja häiriökorjaukseen kaikki ennalta arvaamattomat häiriötilanteet. Suunnitellussa kunnossapidossa toteutetaan huoltotoimenpiteet ennakoidusti koneen huolto-ohjelman mukaan tietyn ajanjakson täytyttyä. Suunniteltu kunnossapito sisältää ehkäisevää kunnossapitoa, kunnostamista ja parantavaa kunnossapitoa. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy jaksotettu ja kuntoon perustuva kunnossapito. Häiriökorjaukset kuuluvat kunnossapitoon, jossa häiriötilanne vaatii huoltotoimenpiteen välittömästi tai siirretään myöhempään ajankohtaan. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Kunnossapitolajit PSK 6201:2011 (Järviö & Lehtiö 2017, 47)

3.3 Vikaantuminen ja vika

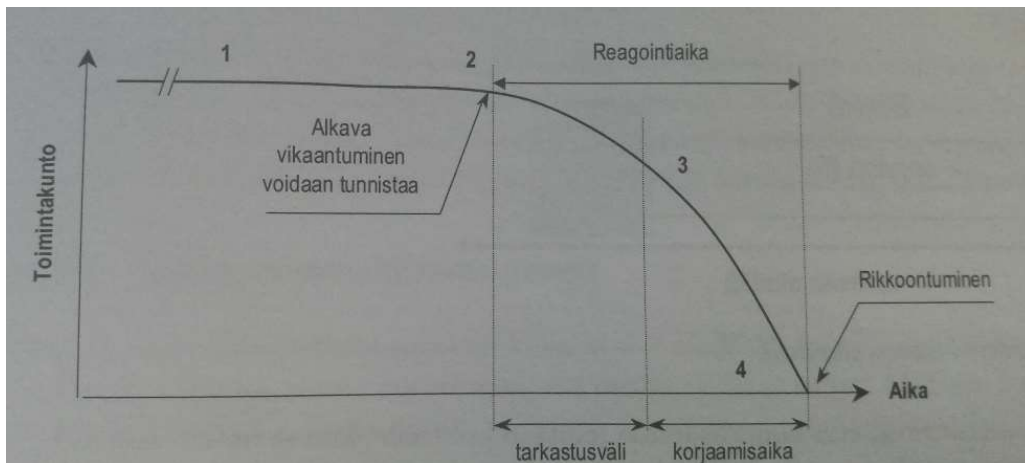
Vika on kohteen tila ja vikaantuminen on tapahtuma, jossa kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto päättyy ja tulee vika (SFS-EN 13306:2017, 26). Vikatila on kehitysketjun viimeinen lenkki ja kunnossapidossa on tärkeämpää estää vikaantuminen kuin korjata vikoja.

Vika on vikaantumisen seuraus ja se voi olla vaurio tai häiriö. Häiriössä kohde aiheuttaa välittömän korjaustarpeen ja menetyksiä tuotantoon. Häiriössä kohde

ei ole rikki ja se korjataan toimintakyvyn palauttamisella esimerkiksi puhdistamalla, säätämällä tai uudelleen käynnistyksellä. Vikaantumisväli voidaan määrittää häiriöiden perusteella. (Järviö & Lehtiö 2017, 71.)

Vauriossa kohde on rikki ja sen seuraamukset ovat samat kuin häiriössä. Vaurio korjataan korjaavan kunnossapidon keinoin. Komponentin vaurioiden perusteella voidaan määrittellä vikaväli ja elinikä. (Järviö & Lehtiö 2017, 71.)

Vikaantuminen on tapahtuma, jossa kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminta päättyy ja mikä aiheuttaa vikatilän. Standardin (SFS-EN 13306:2017, 31) määrittely perustuu kohteen toiminnan nopeaan tapahtumaan ja toiminta päättyy. Esimerkissä on (Kuva 1) vikaantumisen eri vaiheista ja niiden kehittymisestä.



Kuva 1. Vikaantumisen eri vaiheet (Järviö & Lehtiö 2017, 79.)

4 KRIITTISYYSLUOKITTELU JA KÄYTETYT MENETELMÄT

Kriittisyyden määrittämiseen on olemassa lukuisia eri menetelmiä. Aikaisemmin Polar Metallilla ei ollut tehty määrittystä, joten kriittisyyskartoitukseen valittiin sopiva menetelmä. Kone- ja laitekannan kriittisyysarviointi päätettiin tehdä PSK 6800 mukaan, jonka avulla saataisiin määriteltyä kriittisimmät koneet ja laitteet. Tuloksien perusteella keskitytään kriittisiin koneisiin ja tehdään niille kartoitus huoltotoimenpiteistä sekä varaosista.

4.1 PSK 6800

PSK6800:2008 Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa -standardi sisältää vika-, vaikutus- ja kriittisyysarvioinnin (VVKA) teollisuuden eri kohteille. Menetelyssä arvioidaan kriittisyys henkilöturvallisuuden, ympäristövaikutusten ja taloudellisten vaikutusten näkökulmasta. Menetelmää käytetään lähtötiedon tuottamiseen kunnossapitosuunnitelmassa. Menetelmää voidaan käyttää hankintavaiheen tukena laitteen kriittisten ominaisuuksien ja laatutason mittaamiseen. PSK 6800 standardissa kriittisyyden luokittelu painottuu taloudellisiin vaikutuksiin, koska painoarvokertoimista eniten huomiota saa laitteen tuotannon menetys. (Kotkansalo, Parkkila & Tarvainen 2017, 41.)

4.2 RCM-menetelmä

Menetelmän ideana on suunnitella laitteen luotettavuuden perusteella ennakoiva kunnossapito. Tavoitteena on laatia kustannustehokas ja tarkoituksenmukainen kunnossapitosuunnitelma ja päättää analyysin taso. Teollisuudessa käytetään aloitustasona tyypillisesti tehtaan tai laitoksen koneiden toimintotasoa. Toimintopaikat laitetaan tärkeysjärjestykseen RCM:ssä (SFS-EN 60300-3-11:2015) avulla. (Kuvio 2.)

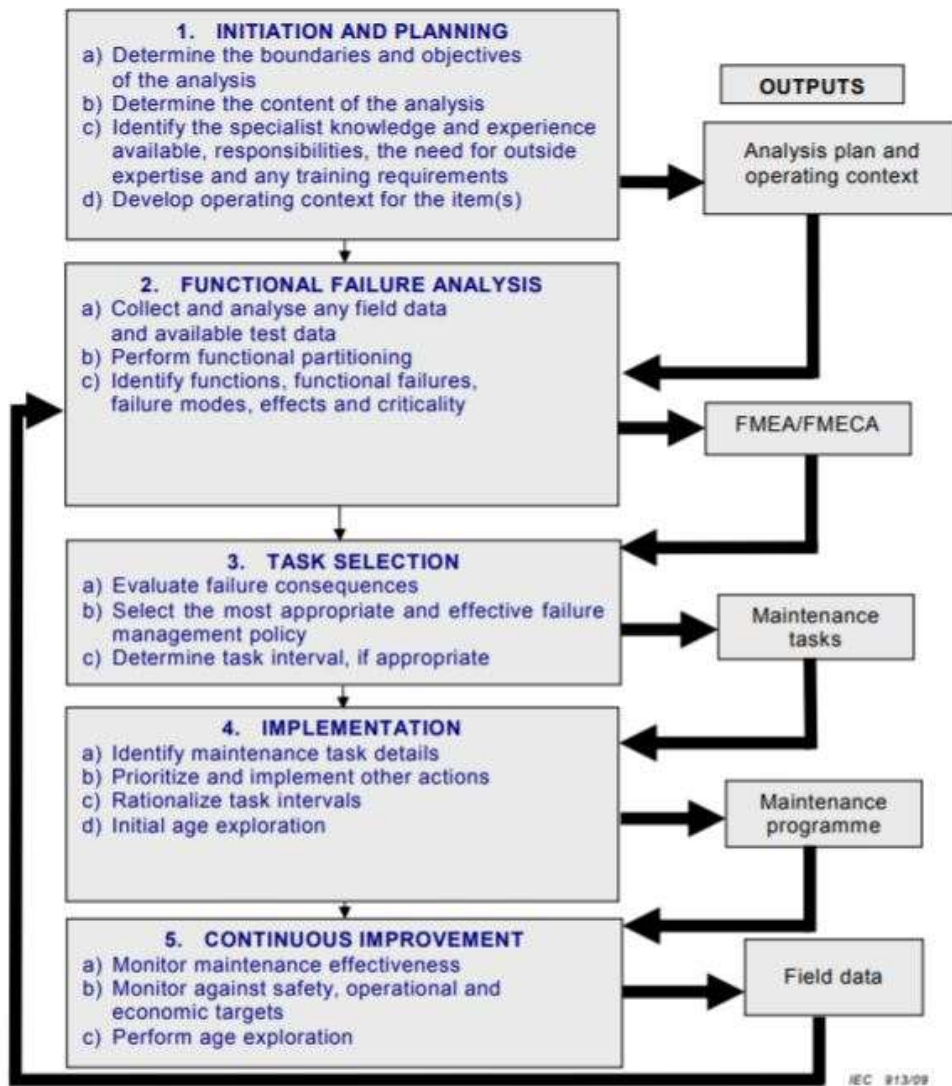


Figure 1 – Overview of the RCM process

Kuvio 2. RCM prosessin kulku standardin mukaan (SFS-EN 60300-3-11:2015, 12)

Toimintopaikan kriittisyysanalyysissä arvioidaan vikaantumisen merkitystä tuotannolle, turvallisuudelle, laadulle ja kunnossapitokustannuksille. Vian ja sen vaikutuksen todennäköisyyden perusteella saadaan kriittisyysindeksi. Tyypillisesti pelkistetään jaotteluluokat A, B ja C, missä A on kaikkein kriittisin, B keskikriittisin ja C kaikkein vähiten kriittinen luokka. RCM:ssä A-kriittisten kohteiden analyysiä jatketaan määrittäen, miten vikaantuminen tapahtuu sekä syyt ja sen esiintymistajuus. (Kotkansalo, Parkkila & Tarvainen 2017, 25.)

4.3 OEE/KNL

KNL (Käytettävyys, Nopeus, Laatu) tunnuslukua käytetään tuotantoprosessien, koneiden, laitekomponenttien, tuotantolinjojen, osastojen ja tehtaiden tehokkuuden seurantaan ja parantamiseen. Tämä huomioi tuotantohävikkien syistä kolme tekijää käytettävyys, nopeus sekä laatu. Nämä tekijät muodostavat tunnusluvun OEE (Overall Equipment Effectiveness) eli tuotannon kokonaistehokkuuden. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Esimerkki OEE/KNL laskentatavasta. (Novotek Finland Oy 2019.)

	ARVOT
Työvuoron kesto	8 h = 480 min
Tauot	2 x 15 min = 30 min
Lounastauko	1x30 min = 30 min
Seisokkiaika	47 min
Nimellistuotantokyky	60 kpl per min
Toteutunut tuotanto	19 271 kpl
Hylätty tuotanto	423 kpl
OEE/KNL	
Käytettävyys	= Käyntiaika / Suunniteltu tuotantoaika = 373 min / 420 min = 0,8881 (88,81 %)
Nopeus	= Toteutunut tuotanto / (Nimellistuotantokyky x Käyntiaika) = 19 271 kpl / (60 kpl per min x 373 min) = 0,8611 (86,11 %)
Laatu	= Hyväksytty tuotanto / Toteutunut tuotanto = 18 848 kpl / 19 271 kpl = 0,9780 (97,80)
OEE	= Käytettävyys x Nopeus x Laatu = 0,8881 x 0,8611 x 0,9780 = 0,7479 (74,79%)

Suunniteltu tuotantoaika = (Työvuoron pituus – Tauot) = (480 – 60) = 420 min

Käyntiaika = (Suunniteltu tuotantoaika – Seisokkiaika) = (420 – 47) = 373 min

Hyväksytty tuotanto = (Toteutunut tuotanto – Hylätty tuotanto) = (19271 – 423)
= 18848 kpl

Valmistavassa teollisuudessa keskimääräinen OEE on noin 60 % ja huipputason OEE on 85 % tai enemmän. (Novotek Finland Oy 2019.)

4.4 TPA - tuotannon poikkeama-analyysi

Lapin ammattikorkeakoulun toteuttamassa TPA – tuotannon poikkeama-analyysi -hankkeessa yhtenä tavoitteena on luoda yhtenäinen analyysimenetelmä kaikille teollisuuden aloille, nykyisten useiden ja päällekkäisten riskianalyysimenetelmien sijaan. TPA on yhdistelmä eri riskianalyysimenetelmistä, joita ovat esimerkiksi FMEA, FMECA, HAZOP ja RCA. Menetelmät on tarkoitettu hallitsemaan tulevia riskejä, vikasyitä ja seurauksia. TPA-työkalun avulla on tarkoituksena selvittää talouteen, turvallisuuteen ja ympäristöön liittyvä kriittisyys siten, että käytetään minimimäärä menetelmiä ilman matemaattista tarkastelua. (Kotkansalo, Parkkila & Tarvainen 2017 53, 75-76.)

Tuotannon poikkeama-analyysi (TPA) toimintamalli linkittyy käyttövarmuuteen ja sen kehityksen arvioimiseen. Toimintamallin ydin koostuu havainnoista, poikkeamista, toimenpiteistä, skenaarioista ja todennettavissa olevista alkavista vioista. Toimintamallin tärkeimpänä asiana voidaan pitää havaintojen tekemistä poikkeamista. Poikkeamat on jaoteltu prosessi-, turvallisuus- ja ympäristöpoikkeamiin. Poikkeama on havainto epänormaalista muutoksesta datassa. Muutokset eivät saavuta hälytystasoa tai inhimillistä havaitsemista, kuten esimerkiksi melu, haju, lämpötila, kosteus tai vuoto. Toimenpiteiden avulla pyritään estämään alkavat viat ja/tai vähintään minimoimaan niiden seuraukset. Skenaarioiden avulla esitetään, mitä seurauksia voi tulla, jos havaintoihin ei reagoida mitenkään. TPA-toimintamalli sisältää TPA-webyökalun eli tiedonkeruumenetelmän, joka yhdistää eri riskianalyysien parhaat puolet ja karsii päällekkäisyydet. (Kotkansalo 2019a.)

Työkalun avulla saadaan kerättyä laitteita käyttävien hiljaista tietoa kriittisimmistä prosessikohteista. Kriittisten laitteiden kohdalla esitetään seuraavat kysymykset, jotka täytetään myöhemmin TPA-työkaluun:

1. Mitä voi tapahtua? – Vastaukseksi saadaan tieto poikkeamasta.
2. Mitä se haittaa? – Vastauksen tuloksena selviää poikkeaman vakavuus ja sen aste sekä liittyykö se turvallisuuteen, ympäristöön vai tuotantoon vaiko kenties useampaan tekijään.
3. Miksi se voi tapahtua/Mistä se johtuu? – saadaan selville poikkeaman syy.

4. Mitä pitää tehdä, ettei se tapahtuisi? – listaa toimenpiteet ja vastuuhenkilön sekä päivämäärän milloin poikkeaman eliminoiminen on oltava suoritettu. Tämä toimenpide pudottaa poikkeaman vakavuusluokkaa esimerkiksi A:sta B:hen. Tulokset kirjataan TPA-työkaluun, joka esitetään lähemmin kappaleessa 9. (Kotkansalo 2019a.)

5 KONEIDEN JA LAITTEIDEN KRIITTISYYSKARTOITUS

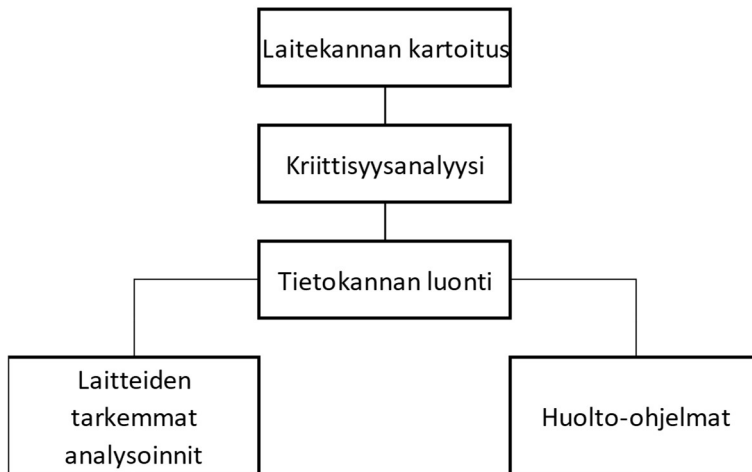
5.1 Lähtötilanne

Työ aloitettiin tekemällä Excel-taulukkomuotoinen lista yrityksen kone- ja laitekannasta, joka vastasi nykyhetkeä. Taulukon koostamisen apuna käytettiin pohjapiirrosta eli layoutia koneiden ja laitteiden sijainnista yrityksen eri tuotantotiloissa. Kuvat ovat hyvänä työkaluna hahmottamaan konekantaa visuaalisesti.

Visuaalinen layout toimi työkaluna kriittisyysluokittelun palaverisissa, jossa haastattelin tuotantopäällikköä ja kehitysinsinööriä. Layoutin avulla oli helpompi havainnoida koneiden sijoituspaikka. Kriittisyyden tarkastuksessa ei ollut käytössä vikahistoriaa koneista, koska dataa ei oltu aiemmin kerätty millään tavalla. Tehdyt huoltotoimenpiteet ovat olleet yrityksen henkilöstön oman muistin varassa ja muutamia huoltokuittauksia löytyi Excel-pohjalta vuosien ajalta.

Tarkoituksena oli tehdä kaikille laitteille selkeämpi huoltotietokanta, johon on helppoa kirjata havainnot ja toimenpiteet. Huoltotoimien ja vikatilanteiden kirjaaminen tulisi samaan tietokantaan kaikkien koneiden osalta, eikä tieto olisi hajallaan eri paikoissa. Jokaiselle koneelle nimettiin oma kansio, johon on kerättynä kaikki tähän laitteeseen kuuluva tieto.

Kartoituksen päävaiheet ovat sijoitettuna analyysiprosessin mukaiseen järjestykseen, jonka mukaan kriittisyysanalyysi tehtiin (Kuvio 3). Ensimmäisessä vaiheessa oli laitekannan tiedon keräys, toinen vaihe kriittisyysanalyysi, kolmasvaihe tietokannan luonti kaikille laitteille, neljäs vaihe oli huolto-ohjelmien luonti kriittisimmille laitteille, viides vaihe tarkemmat analyysit KNL (Käytettävyys, Nopeus, Laatu) laserleikkurille.



Kuvio 3. Analyysiprosessi kuvattuna päävaiheittain.

5.2 Kriittisyyden määrittäminen

Koko yrityksen laitteiden lähtötiedon kartoitukseen valittiin kotimainen standardi PSK 6800. Arviointi koostuu seuraavista tekijöistä: vikaväli, turvallisuusvaikutus, ympäristövaikutus, tuotannon menetys, lopputuotteen laatukustannus ja korjauskustannus.

Kriittisyysindeksi K lasketaan kaavalla:

$$K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q \times M_q + W_r \times M_r) \quad (1)$$

missä

p	on	vikaväli
W _s	on	turvallisuusriskin painoarvo
M _s	on	turvallisuusriskin kerroin
W _e	on	ympäristöriskin painoarvo
M _e	on	ympäristöriskin kerroin
W _p	on	tuotannonmenetyksen painoarvo
M _p	on	tuotannonmenetyksen kerroin
W _q	on	laatukustannuksien painoarvo
M _q	on	laatukustannuksien kerroin
W _r	on	korjauskustannusten painoarvo
M _r	on	korjauskustannusten kerroin

5.3 Kone layout

Polar Metallin konekanta jakautuu kolmeen eri tuotantotilaan. Nämä ovat nimetty A-halli, B-halli ja C-halli. Koneiden sijainti merkittiin juoksevin numeroin layout-kuviin.

A-hallissa ovat koneet:

- laserleikkuri levyosien leikkaukseen
- syväveto haluttujen muotojen venytystä levyvahvuuden vakiona säilyttäen
- peltirei'itin puoliautomaattinen rei'ityskone ohutlevyn lävistykseseen
- kompressorit paineilman tuottamiseen laitteille
- taivutuskone putkiprofiileille ja lattatangoille
- trukit materiaalin käsittelyyn
- mig/mag-hitsit manuaaliseen aineenliitokseen kaasukaarihitsausprosessilla
- pistehitsit ohutlevyn pysyvään liittämiseen puristuksen ja lämmön avulla
- epäkeskot haluttujen muotojen kertauskalla valmiiksi työstämiseen
- mankelit levyjen pyöritykseen ja putkimaisten muotojen tekoon
- penkkihiomakoneet pienten terävien kulmien pyöristämiseen
- pylväsporot metalliosien rei'itykseen
- särmäyspuristimet osien taivuttamiseen haluttuun kulmaan
- hitsausrobotit hitsattavien osien sarjatuotantoon
- raekuulapuhallin osien puhdistukseen ja pinnan karhennukseen ennen maalausta
- pulttihitsauskone sisä- ja ulkokierteiden liittämiseen metalliosiin
- kierteityskone kierteiden valmistukseen

- levyleikkuri levyjen katkaisuun
- plasmarobotti kolmiulotteiseen sarjatuotanto leikkaukseen
- täryhiomakone terävien särmien pyöritykseen
- putkihitsausasema putkien hitsaamiseen
- sorvi akseleiden muokkaukseen.

A-hallin laitteiden layout on kuvattu liitteessä 1.

B-hallin koneet ovat:

- maalaamo jauhemaalauslinja osien pinnoitukseen
- kompressorit paineilman tuottamiseen laitteille ja hiekkapuhalluslaitteelle
- litistyslaite hakasauman sulkulaite
- lockformer hakasauman valmistuskone
- sikkikoneet ohutlevyn jäykistys profiilin tekoon
- mankelit putkimaisten muotojen ja kartioiden tekoon
- kelmutuskone tuotteiden paketointiin
- hiekkapuhallus osien puhdistukseen ennen maalausta
- trukit materiaalien käsittelyyn.

B-hallin laitteiden layout on kuvattu liitteessä 2.

C-Hallissa sijaitsevat koneet:

- muotorautamankeli putkiprofiilien mankelointiin
- levyleikkuri tanko ja lattaraudan katkaisuun
- automaattisaha putkien, palkkien ja tankotavaran katkaisuun
- penkkihiomakone putkien terävänreunan viisteytykseen.

C-hallin laitteiden layout on kuvattu liitteessä 3.

5.4 Koneiden luokittelu ABC

Vikaantumisen merkitystä tuotannolle, turvallisuudelle, laaduntuottokyvyille ja kunnossapitokuluille arvioidaan kriittisyysanalyysillä. Kriittisyysindeksi määräytyy vian vaikutuksen ja todennäköisyyden perusteella. Jaottelu pelkistetään luokkiin A, B ja C. A on kaikkein kriittisin, B keskikriittinen ja C vähiten kriittinen. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että A-luokkaan kuuluu 20-30% kohteista, B-luokkaan 30-40% ja C-luokkaan loput kohteet. (Kotkansalo, Parkkila & Tarvainen 2017, 25-26.)

Koneiden kriittisyysluokittelua varten haastattelin tuotantopäällikköä ja kehityssinööriä. Haastattelussa kävimme läpi yrityksen konekannan ja luokittelimme koneet tuotannon toiminnan kriittisyyden mukaan. Pisteytimme kaikki koneet ja laitteet mallipohjan mukaan ja asetettiin luokitukseen sijoittumiselle raja-arvo yhteispistemäärässä. Näin saadut tulokset rajaavat koneet omiin luokituksiin. (Moisio & Rasinkangas 2019.)

5.5 Tulokset

Kriittisyysluokitukseen listattiin yrityksen konekannasta 73 konetta (Liite 4). A-luokkaan valikoitui 10 konetta, joka on 13,7% koko tarkastelussa olleesta konekannasta, B-luokkaan 17 kappaletta, joka on 23,29% konekannasta ja C-luokkaan 46 kappaletta, joka on 63,01% konekannasta (Kuva 2.)

		Vikaväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö (0...16)	Tuotanto menetykset (0...4)	Lopputuotteen laatuksustannus (0...4)	Korjauskus- tannus (0...4)	Kriittisyys- indeksi	Kriittisyys luokat	koneiden lukumäärä	kappale määrä
positio	kone	painoarvo W	30	20	100	30	20	K			
3	Peltirei'itin	4	4	0	4	3	3	2680	A	1	10
3	Automaattisaha	4	8	0	2	3	2	2280		1	
1	Maalaamo	3	4	2	4	2	4	2100		1	
15	Hitsausrobotti 1	4	0	0	3	2	3	1680		1	
1	Laserleikkuri	3	0	2	4	1	4	1650		1	
21	Hitsausrobotti 2	3	0	0	3	2	3	1260		1	
14	Särmäyspuristin	2	8	0	2	2	4	1160		4	
16	Raekuulapuhallin	4	0	0	2	1	2	1080	1	17	
4	Litistyslaite	2	4	0	3	1	2	980	1		
1	Muotorautamankeli	1	4	0	4	3	1	630	1		
5	Taivutuskone	1	4	0	4	2	1	600	1		
19	Levyleikkuri	1	8	0	2	4	2	600	1		
2	Levyleikkuri	1	8	0	2	2	1	520	1		
5	Lockformer	1	4	0	3	1	3	510	1		
2	Syväveto	1	0	0	4	1	2	470	1		
4	Kompressor	1	0	1	3	0	2	360	2		
2	Kompressor	1	0	0	3	0	2	340	1		
3	Kompressor 2	1	0	0	3	0	2	340	1		
10	Epäkesko	1	2	0	2	1	2	330	5		
11	Mankeli	1	4	0	1	2	1	300	4		
6	Sikkikone	1	4	0	1	1	1	270	2		
7	Mankeli	1	4	0	1	1	1	270	2		
25	Sorvi	1	8	0	0	0	1	260	1	46	
6	Trukki	1	4	0	1	0	1	240	3		
9	Pistihitsi	1	2	0	1	2	1	240	5		
10	Trukki	1	4	0	1	0	1	240	2		
7	Mig/Mag hitsi	1	2	0	1	1	2	230	9		
8	Tig hitsi	1	2	0	1	1	2	230	4		
17	Pulttihiltsauskone	1	2	0	1	1	1	210	1		
18	kierteityskone	1	2	0	1	1	1	210	1		
9	Hiekkapuhallus	1	2	0	1	0	2	200	1		
12	Penkkihiomakone	1	2	0	1	0	1	180	1		
23	Penkkihiomakone 2	1	2	0	1	0	1	180	2		
4	Penkkihiomakone	1	2	0	0	1	1	110	1		
13	Pylväspora	1	2	0	0	0	1	80	3		
24	Putkihitsausasema	1	2	0	0	0	1	80	1		
20	Plasmarobotti	1	0	0	0	0	1	20	1	yhteensä	
22	Täryhiomakone	1	0	0	0	0	1	20	1		
8	Kelmutuskone	1	0	0	0	0	1	20	1	73	

Kuva 2. Yrityksen laitteiden kriittisyysluokittelu

Kriittisimmän A-luokituksen sai laserleikkuri, sillä tuotannossa suurin osa tuotteista ja osista tehdään laserleikkurilla. Laserleikkurin ennakoimaton huolto tai vikatila aiheuttaa välittömän tuotanto-ongelman ja myös taloudellisen menetyksen. Peltirei'itin on yksi kriittisimmistä laitteista, sillä korvaavaa laitetta tähän toimintaan ei ole heti saatavilla ja tuotanto viivästyy yllättävän konderikon sattuessa. Lisäksi koneen käytössä on turvallisuusriskejä, jotka käyttäjän tulee huomioida. Laite on osoittautunut vikaherkäksi ja ongelmia on ollut viime aikoina.

Särmäyspuristin on A-luokituksessa turvallisuuden ja korjauskustannusten perusteella. Koneenkäyttäjän on huomioitava työturvallisuus, koska puristusvaara on mahdollinen. Lisäksi koneen huolto on taloudellisesti arvokasta. Särmäyspuristin on jatkojalostuksen toinen merkittävä laite heti laserleikkurin jälkeen. Hitsausrobotit kuuluvat kriittisimpään luokkaan vikaherkkyiden, tuotannonmenetyk-

sen ja korjauskustannusten perusteella. Hitsausrobotin suurta tuotantokapasiteettia ja tasaista laatua ei pystytä manuaalihitsauksella korvaamaan. Automaattisaha sai korkean luokituksen vikaherkkyyden ja turvallisuuden nojalla. Koneenkäyttäjän tulee huomioida työturvallisuus ja oikeaoppinen työtapa, sillä automaattisesti pyörivä terä voi aiheuttaa työtapaturman. Maalaamon A-luokitus on vikaherkkyyden, turvallisuuden, tuotannonmenetyksen ja korjauskustannuksen perusteella yksi kriittisimmistä laitteista koko tuotantoketjussa. Maalaamon ongelmat aiheuttavat poikkeuksetta välittömän toimitusviiveen.

B-kategoriaan kuuluu raekuulapuhallin. Sen vikaherkkyys nostaa luokitusta, mutta toisaalta sen rikkoutuminen ei välittömästi vaikuta tuotantoon. Litistyslaite on B-kategorian laite sen turvallisuuden ja tuotannon menetyksen painotteen nojalla. Samoilla kriteerillä myös muotorautamankeli ja taivutuskone on B-ryhmässä. Levyleikkurin turvallisuuskertoimen korkea luokitus asettaa laitteen B-kategoriaan. Lockformer on turvallisuus, tuotannonmenetyksen ja korjauskustannuksen luokituksen mukaan B-luokituksessa. Syvävetolaite ja kompressorit sijoituu B-luokkaan sen tuotannon menetyksen perusteella. Epäkeskopuristimet valikoituivat B-luokitukseen turvallisuuden, tuotannonmenetyksen ja korjauskustannusten painoarvon perusteella.

C-luokituksen saivat mankelit, sikkikoneet, sorvi, trukit, pistehitsit, mig/mag-hitsauslaitteet, tig-hitsauskoneet, pulttihitsauskone, kierteityskone, hiekkapuhallus, penkkihiomakoneet, pylväsporot, putkihitsausasema, plasmarobotti, täryhiomakone ja kelmutuskone, sillä nämä koneet ovat perushuollon piirissä eivätkä tarvitse jatkuvaa huoltoa. Taloudelliset menetykset tuotannon näkökulmasta edellä mainituille laitteille ovat minimaaliset. Lopputuotteen laatu ei muutu, jos nämä koneet hajoavat. Laitteiden rikkoontuessa puntaroidaan tarkasti, paljonko niiden korjaaminen maksaa verrattuna uuden koneen hankintaan.

6 KONEIDEN TIETOKANNAN LUONTI

Käyttöohjeet ja kaikki muut tiedot koneiden historiasta oli aiemmin tallennettuna useampaan paikkaan ja niiden löytämisessä on ollut haasteita. Toimitusjohtajan kanssa keskusteltiin koneiden ja laitteiden tietojen yhdistämisestä samaan paikkaan. Ideoimme eri vaihtoehtoja tietojen keräämiseksi yhteiseen tietopankkiin. Näin olisi helppoa löytää ja kirjata kaikki laitteisiin liittyvä aineisto. (Saukko 2019.)

Tehtiin suunnitelma koneiden tietojen keräämiseksi yhteiseen verkkotilaan, jonne luotiin kansio, jonka nimi on ”koneet” ja sen sisään alikansiot kaikista koneista erikseen. Alikansiot sisältävät kaiken koneeseen liittyvän materiaalin, käyttöohjeet, varaosatiedot ja huolto-ohjeet.

Lisäksi koneet kansioon tuli vuosihuoltokalenteri, johon merkittiin tulevat huoltoajankohdat. Vuosihuoltokalenterissa oli merkittynä valmiiksi joka vuosi samaan ajankohtaan tehtävät huoltotoimet. Jokaisen koneen omassa kansiossa on oma huoltopäiväkirja, johon merkitään kyseiseen koneeseen tehdyt huoltotoimenpiteet.

Konekohtaisessa kansiossa on varaosista luettelo, johon kirjataan osien varaos numerot, nimike, toimitusaika, toimittaja, koneentyyppikilpi, varastointimäärä ja tilausmäärä. Tämän tyyppinen kirjaaminen tulee helpottamaan varaosien tilaamista ja kaikki oleelliset tiedot ovat lueteltuna yhteen samaan dokumenttiin. Konekohtaiseen kansioon tuli oma ”vikatilanteet” -kansio. Siihen kirjataan kaikki tuotantokoneella tapahtuneet ongelmatilanteet, häiriöt, ajankohta, ilmoittaja ja mahdolliset lisätiedot. Näin voidaan helpommin huomata häiriön toistuminen ja ongelman korjaaminen voidaan tehdä nopeammin.

6.1 Huoltotietokanta

Huoltokansion sisältö on konekohtainen ja kriittisimmille koneille tulee tarkempi ja kattavampi tietopankki. Kriittisimmistä koneista luotiin yksilölliset huolto-ohjeet ja toimintamalli. Tehtiin viikkohuoltolista, joka sisältää tarvittavat huoltotoimenpiteet. Vuosihuoltokalenteriin merkittiin ennalta tulevat vuosihuollon ajankohdat.

Huoltokansiossa on koneen käytön ja huolto-ohjelman mukaan joko päivittäinen, viikkokohtainen tai kuukausittainen huoltopäiväkirja. Kansiossa on myös useampi huoltolista, jos koneen ylläpito vaatii kokoaikaista tarkkailua ja määräaikaista huoltoa korkean laadun saavuttamiseksi.

Koneiden valmistajien omien suositusten ja ohjeiden perusteella tehtiin huoltopäiväkirja. Huoltopäiväkirjan sisältöön tehtiin yrityksen oman mallin mukainen toimintamalli. Siihen merkittiin välihuoltojen toimenpiteet, jotka tehdään aina ennen varsinaisia kausihuoltotoimia. Kausihuollon ajankohta määräytyy koneen käyttö-tuntien tullessa täyteen, joka on koneen valmistajan suositusten antama ohjeistus.

6.2 Koneuettelo

Koneuettelo tehtiin kaikista koneista ja laitteista. Koneen tai laitteen tiedot sekä uusi rekisteröintinimike on merkitty vierekkäin. Tämä on tarkoitettu koneiden nimikerekisterin selitteeksi ja nimikettä käytetään tuotannonohjausjärjestelmässä. (Kuva 3.)

kone	nimike
Mitsubishi FD 30	mitfd30n
Mitsubishi FD 25	mitfd25t
Rocla sähkötrukki pienenpi	rocsp
Rocla sähkötrukki isompi	rocsi
kompressori kaeser	komk22
kompressori atlas copco	komka
Trumpf särmäri 5085	tru5085
Trumpf särmäri V85S	truv85s
Trumpf särmäri V230	truv230
Promecam särmäri	promecam
Trumpf Laser L3030	tru3030
Särmäysrobotti	Rj3s
Hitsausrobotti grilli	Rj2g
Hitsausrobotti motomann	mot2250se2
Robotti plasma	Rj3p
Epäkesko (63 T) etulevyt	Ep63T
Epäkesko (20 T) varrenkatkaisu	Ep20T
Epäkesko (100 T) litistys	Ep100T
Epäkesko (32 T) kupit	Ep32T
Epäkesko (45 T) peltirei'itin	Ep45T
Syväveto	lagbre
Sinkopuhallus	Raek
Chatterbox 150 (rummutuskone)	chat150
Levyleikkuri (Amada)	Amad3060

Kuva 3. Koneuettelo

6.3 Varaosatiedot

Varaosat on kirjattu Excel-taulukkoon, mistä löytyy tilattaville osille tarvittavat tiedot. Tietoihin kirjattiin varaosan tuotekoodi, nimike ja toimittaja. Kriittisimmille osille kirjataan osan toimitusaika, joka saadaan selvitettyä toimittajalta. Lisäksi

varaosatietoihin on liitetty koneen tyyppikilpi, jonka avulla voidaan toimittajalta saada helpommin selvitettyä erikoisemmat varaosat, joita ei tavallisesti tarvita. Esimerkkinä on kuva varaosien tietojen kirjaamisesta. (Kuva 4.)

Varaosat laserleikkuri			
tuotekoodi	nimike	toimittaja	toimitusaika
1324858	Standard nozzle Ø 0,8 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324860	Standard nozzle Ø 1,0 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324861	Standard nozzle Ø 1,2 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324863	Standard nozzle Ø 1,4 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324864	Standard nozzle Ø 1,7 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324865	Standard nozzle Ø 2,0 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324866	Standard nozzle Ø 2,3 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1324867	Standard nozzle Ø 2,7 mm /M12/EAA/5 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1755673	Nozzle holder / M12	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1770805	Focusing Lens Ø 40 Focal length 250	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1772319	Focusing Lens Ø 40 Focal length 130	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1687226	Lens cleaning paper/50 pcs.	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
0378178	1-propanol - 30 ml dropper bottle	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
2243506	Optics cleaner	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
0367430	Cotton pads (3x 50 pcs.)	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
0368910	Conveyor oil, 5L Tonna S3 M32	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
0111780	Microlube GB 00	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
1713014	Window cleaning set	TruTekniikka Oy	2-7 päivää
0356258	CutFluid - 1 l container	TruTekniikka Oy	2-7 päivää

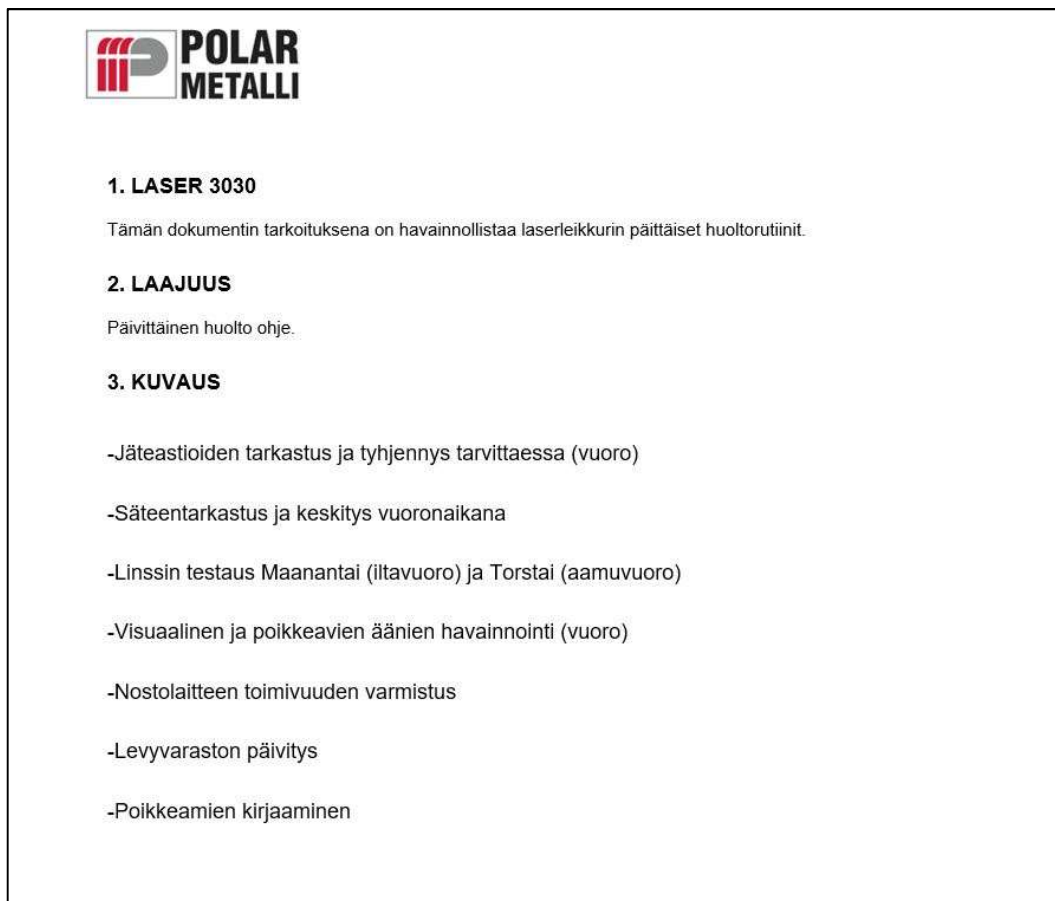


Kuva 4. Varaosat laserleikkuri

7 HUOLTO-OHJEET

7.1 Päivittäinen huolto

Kriittisimmille koneille tehtiin yksilöllinen oma muutaman kohdan pääohjeistus niistä huoltotoimista, jotka tulee suorittaa päivittäin. Päivittäinen huolto pienentää ennakoimattomien vikojen mahdollisuutta, sillä piilevät viat voidaan havaita jo varhaisessa vaiheessa. Erityisen tärkeä päivittäinen huolto on koneissa, joita käytetään useammassa työvuorossa, jotta saumaton tuotantoketju ei katkea korerikkoon, jota ei huomattu ajoissa. Esimerkkinä on huolto-ohje laserleikkurille L3030 (Kuva 5).



Kuva 5. Päivittäisohje L3030

7.2 Viikkokohtainen huolto

Viikkokohtainen huolto tehdään laitteille, joiden runsas käyttö tuo viikon aikana koneen huolto-ohjeen mukaiset tunnit täyteen. Viikkohuolto on kriittisimpien koneiden yksi osa-alue ja se on yleensä hieman laajempi kuin päivittäisessä huollossa. Esimerkkinä on kuva viikkohuoltolistasta L3030 (Kuva 6).

Viikkohuoltolista			Viikkohuoltolista			Viikkohuoltolista			Viikkohuoltolista		
Vko	5		Vko	6		Vko	7		Vko	8	
huoltaja	A.K		huoltaja	M.S/P.P		huoltaja	P.P		huoltaja	P.P	
jäähdyttimensuodatin elementit			jäähdyttimensuodatin elementit			jäähdyttimensuodatin elementit			jäähdyttimensuodatin elementit		
tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto
x					x	x				x	
Paineilma esisuodattimet			Paineilma esisuodattimet			Paineilma esisuodattimet			Paineilma esisuodattimet		
tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto	tarkastus	puhdistus	vaihto
x						x			x		
Leikkuu jäteastia syklonikaappi			Leikkuu jäteastia syklonikaappi			Leikkuu jäteastia syklonikaappi			Leikkuu jäteastia syklonikaappi		
	tarkastus	tyhjennys		tarkastus	tyhjennys		tarkastus	tyhjennys		tarkastus	tyhjennys
		x			x			x			x
Imurointi			Imurointi			Imurointi			Imurointi		
	tehty			tehty			tehty			tehty	
	x			x			x			x	
Imurin lunkkien puhdistus			Imurin lunkkien puhdistus			Imurin lunkkien puhdistus			Imurin lunkkien puhdistus		
	Tehty			Tehty			Tehty			Tehty	
	x			x			x			x	
Paletinjyrsintä ja käsittely			Paletinjyrsintä ja käsittely			Paletinjyrsintä ja käsittely			Paletinjyrsintä ja käsittely		
	A	B		A	B		A	B		A	B
	x	x		x	x		x	x		x	x

Kuva 6. Viikkohuoltolista L3030

7.3 Kuukausittainen huolto

Kuukausittaiset huoltotoimet tehdään suurimmalle osalle tuotannon koneista. Kuukausittaiseen huoltoon kuuluu turvalaitteiden tarkastukset, öljyn määrän tarkistus ja rasvausvoitelut sekä suodattimien puhdistus tai vaihto. Esimerkkinä on kuva kuukausihuolto listasta raekuulapuhaltimelle (Kuva 7).

Raekuulapuhaltimen huolto			TAMMIKUU			HELMIKUU		
JOULUKUU			TAMMIKUU			HELMIKUU		
Tarkastus kohde	Kuukausi	200h	Tarkastus kohde	Kuukausi	200h	Tarkastus kohde	Kuukausi	200h
kuulansyöttöpyörä ja sen osat	x		kuulansyöttöpyörä ja sen osat	x		kuulansyöttöpyörä ja sen osat	x	
kulutuslevyt ja syöttöruuvi puhallin kammioon		x	kulutuslevyt ja syöttöruuvi puhallin kammioon			kulutuslevyt ja syöttöruuvi puhallin kammioon		
Puhallinkammion kumisuojat		x	Puhallinkammion kumisuojat			Puhallinkammion kumisuojat		
kuulansyötön kulutuspalat		x	kuulansyötön kulutuspalat			kuulansyötön kulutuspalat		
kuulansyöttösäiliön tarkastus		x	kuulansyöttösäiliön tarkastus			kuulansyöttösäiliön tarkastus		
kuulansyöttöventiili		x	kuulansyöttöventiili			kuulansyöttöventiili		
kuulan nosto kipot	x		kuulan nosto kipot	x		kuulan nosto kipot	x	
nostohinnan kireyden tarkastus	x		nostohinnan kireyden tarkastus	x		nostohinnan kireyden tarkastus	x	
tavara koukkujen tarkastus		x	tavara koukkujen tarkastus			tavara koukkujen tarkastus		
ruuvikuljettimen spiraali		x	ruuvikuljettimen spiraali			ruuvikuljettimen spiraali		
hammasratat, ketjut, pyörät		x	hammasratat, ketjut, pyörät			hammasratat, ketjut, pyörät		
pölynpoisto suodattimien kunto		x	pölynpoisto suodattimien kunto			pölynpoisto suodattimien kunto		
kuulanpuhaltimen laakereiden rasvaus	x		kuulanpuhaltimen laakereiden rasvaus	x		kuulanpuhaltimen laakereiden rasvaus	x	
ruuvikuljettimen, nostohissin, ketjujen ja kulutus pintojen sekä pyörievien osien rasvaus	x		ruuvikuljettimen, nostohissin, ketjujen ja kulutus pintojen sekä pyörievien osien rasvaus	x		ruuvikuljettimen, nostohissin, ketjujen ja kulutus pintojen sekä pyörievien osien rasvaus	x	
puhaltimen kokoonpanon tarkastus		x	puhaltimen kokoonpanon tarkastus			puhaltimen kokoonpanon tarkastus		
paineilmajärjestelmän paineen tarkastus		x	paineilmajärjestelmän paineen tarkastus			paineilmajärjestelmän paineen tarkastus		
roskan/pölynpoiston tehokkuuden tarkastus		x	roskan/pölynpoiston tehokkuuden tarkastus			roskan/pölynpoiston tehokkuuden tarkastus		
puhaltimen moottorin kuormituksen tasapainonon tarkastus		x	puhaltimen moottorin kuormituksen tasapainonon tarkastus			puhaltimen moottorin kuormituksen tasapainonon tarkastus		

Kuva 7. Kuukausihuoltolista raekuulapuhallin

7.4 Kausihuolto

Kausihuolto on parhaiten ennakoitu huoltotilanne, jonka ajankohta on tiedossa välittömästi edellisen kausihuollon jälkeen. Kausihuolto pyritään tekemään sopivalla ajankohdalla, jolloin siitä olisi mahdollisimman vähän haittaa tuotannon muulle toiminnalle. Kausihuolto yleensä pysäyttää tuotannossa olevan koneen useammaksi päiväksi, joten ennakointi on tehtävä ajoissa. Kausihuoltoa tulee suorittamaan ulkopuolinen taho, jolla on erikoisosaaminen ja työkalut huoltoon varten. Esimerkkinä on kuva vuosihuoltokalenterin kausihuoltojen ajankohdista (Kuva 8).

Konehuollot/kalibroinnit			Kuittaa nimellä ja päivämäärällä kun huolto on tehty											
Ryhmä	Tehtävä	Toistotiheys	2019											
			Tamm	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
Maalaamo														
Poltinhuollot	tilaa huoltaja p. 0405333229	1krt/vuosi												x
Kiskot	puhallus (paakkola)	1krt/vuosi												x
Pesuri	vesien vaihto	3krt/vuosi				x			x					x
	suuilmajärjestelmän puhdistus	3krt/vuosi				x			x					x
	lämmityskattilan tarkastus	1krt/vuosi												x
	Venttiilien kumet	1krt/vuosi												x
Tuotantokoneet														
Trumpf särmäri 50R5	rasvaus	6krt/vuosi			x			x			x			x
Trumpf särmäri V85S	rasvaus	6krt/vuosi			x			x			x			x
Trumpf särmäri V230														
Promecam särmäri														
Trumpf Laser	Vuosihuolto, Tammesvirta											x		
Sarmäysrobotti	patterit	1krt/vuosi												x
Hitsausrobotti gnili	patterit													x
Hitsausrobotti motomann														x
Robotti plasma	patterit													x
Epäkesko (63 T)jetulevyt	rasvaus	4krt/vuosi				x				x				x
Epäkesko (20 T) varrenkattikaisu	rasvaus	4krt/vuosi				x				x				x
Epäkesko (100 T) liistys	rasvaus	4krt/vuosi				x				x				x
Epäkesko (32 T) mm rst kupit, tuikkukupit	rasvaus	4krt/vuosi				x				x				x

Kuva 8. Vuosihuoltokalenteri

8 OEE/KNL-ANALYYSI

8.1 OEE-analyysin valinta

OEE/KNL -testaus tehtiin Polar Metalli Oy:n A-hallilla laserleikkurille. Laserleikkuri valikoitui analyysin kohteeksi sen tuotannon kriittisyyden vuoksi ja koska mitaussuureet käyttö, nopeus ja laatu ovat mitattavissa seurattavan ajanjakson aikana. Laserleikkurin käyttöasteessa on uuden tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönoton myötä ilmennyt haasteita saada suunniteltu tuotantomäärä tehdyksi käytettävissä olevan tuotantoajan puitteissa. Suurimmat hukkatekijät liittyvät joko tuotevaihtoihin ja raaka-aineen hakuprosessiin tai laitteen käytettävyyteen. Analyysin avulla pyritään havaitsemaan tarkemmin mahdollisia tuotannon ongelmakohtia.

8.2 OEE-testaus

Operaattorien kanssa tehtiin päivittäispalaverissa suunnitelma tietojen keräämiseksi analyysiin. Operaattorien tehtäväksi tuli informoida kaikki vuoron aikana tuotannossa esiin tulleet virheosat. Tuotannon suunniteltu työaika saadaan tuotantopäällikön tuotannonohjauksen suunnitelman perusteella. Loput tiedot saadaan kirjaamalla kaikki tehdyt työmääräykset. Näistä selviävät osien kappalemäärät ja suunniteltu työaika. Todellinen toteutunut työaika tulee vuoron aikana saatujen ajojen sekä työajan ja taukojen laskennalla.

Työvuoron aikana leikatut ohjelmat listautuvat laserleikkurin työlistalle. Tästä saadaan kerättyä ajettujen ohjelmien nimikkeet ja kokonaismäärä. Nimikkeiden perusteella löytyy jokaiselle ajetulle ohjelmalle oma leikkausraportti, mistä saadaan kerätty leikkuaika ja leikattujen osien kokonaismäärä. Vuorovaihtopalaverissa kerättiin tiedot hylätyistä osista. (Kuva 9.)

Program	Act.	Req.
10962_1_1_2_1	2	2
10952_1_1_2_M_1	4	4
10954_1_1_2_M_2_1	3	3
OSAT_PL100S355_U	1	1
OSAT_PL200S355	1	1
OSAT_PL050S355	1	1
MT1794_1	1	1
1383_A3_1_1	1	1
1396_PL1_5_1	1	1

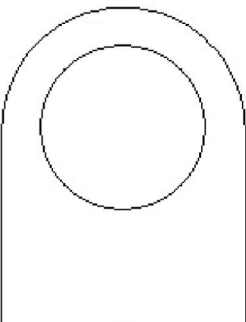
Kuva 9. Leikkaustyölista

Leikkattujen tuotteiden leikkausaika saatiin leikkausohjelman raportista, missä näkyy ohjelman kesto (Kuva 10).

MACHINE:	TruLaser 3030 (L20) (MAX. LASER POWER 4000 WATT)
CONTROL:	Sin 840D
COMPANY:	Trumpf
JOB NAME:	10952_1_1_2_M
NC PROGRAM PATH:	/ Polar_Metalli/ Savupellit/ Rondo/ 10952 Rondo +160A/ 10952_1_1_2_M_1.LST
PROGRAM NAME:	10952_1_1_2_M ()
MATERIAL ID (SHEET):	1.4301-13 (1.4301)
MATERIAL (TT):	1.4301-13 (1.4301)
Stock ID:	1.4301-13-2500x1250
STORAGE LOCATION	
BLANK:	2500.00 x 1250.00 x 1.30 mm
MINIMUM BLANK:	2474.26 x 1250.00 mm
GRAIN:	X
WEIGHT:	32.09 kg
MACHINING TIME:	0 : 11 : 06 [h:min:s] (PierceLine: 0 : 11 : 00 [h:min:s])
STORAGE REQUIREMENT:	11069 CHARACTERS
TOTAL CUTTING LENGTH:	69562.4 mm
NUMBER OF PROGRAMME RUNS:	1
SCRAP:	45.83 %

Kuva 10. Työaikaraportti

Leikkattujen osien kokonaismäärä saadaan laskettua ohjelman raporttien perusteella. Kaikkien leikkattujen osien lukumäärä on ohjelman suunnitelmaan laskettuna. (Kuva 11.)

INFORMATION ON SINGLE PART		
	PART NUMBER:	1
	DRAWING NUMBER:	NOID_1
	NAME OF DRAWING:	
	CUSTOMER NAME:	none
	NUMBER:	54
	DIMENSIONS:	193.000 x 254.500 mm
	SURFACE:	31350.37 mm ²
	RULE NAME:	5P
	SUBROUTINE NUMBER:	SP110952_1_1_2_M
	MACHINING TIME:	0.18 min (PierceLine: 0.18 min)
	CUTTING LENGTH:	1241.3 mm
	WEIGHT:	0.322 kg
	NUMBER OF PIERCING POINTS:	2
PIERCING TIME	0.16 (PierceLine: 0.05) s	

Kuva 11. Osien kokonaismäärä

Kerätyt tiedot syötettiin Excel-taulukkoon, josta saadaan laskettua kaikki OEE-analyysiin tarvittavat suureet käytettävyys, tehokkuus ja laatu (Kuva 12).

28.2.2018									
ilta			ajoja kpl		osienmäärä/ohjelma				
vaihto/min	min	sek							
						t/sek to min	t/min total	kpl/min	
1	3	1	1	12		0,016666667	4,0166667	0,334722	
1	3	1	1	12		0,016666667	4,0166667	0,334722	
1	26	42	1	17		0,7	27,7	1,629412	
1	30	35	1	17		0,583333333	31,583333	1,857843	
1	16	59	1	18		0,983333333	17,983333	0,999074	
1	30	35	1	17		0,583333333	31,583333	1,857843	
1	3	48	1	6		0,8	4,8	0,8	
1	18	9	1	10		0,15	19,15	1,915	
1	16	2	1	2		0,033333333	17,033333	8,516667	
1	14	19	1	15		0,316666667	15,316667	1,021111	
1	23	20	1	26		0,333333333	24,333333	0,935897	
1	58	30	1	112		0,5	59,5	0,53125	
					osat/total		t/total	kpl/min average	
	252	301		264			257,01667	1,727795	

Kuva 12. Yhden vuoron ohjelmat

OEE-laskentapohjaan syötettiin vuoron aikana leikattujen osien arvot. Osien nimellistuotantokyvyn laskentaan käytettiin keskiarvoa kaikkien vuoron aikana ajettujen ohjelmien perusteella. Tuotteet vaihtuvat useasti sekä leikattavien kappaleiden paksuus ja materiaali vaikuttavat osan tuotantonopeuteen. Yhtä yhteistä osanopeutta minuutissa ei voi helposti määrittää. Tehtiin jokaisen ajettujen ohjelmien osatuotantonopeuden laskenta jakamalla työaika leikattujen kappaleiden

määrällä. Kaikkien osanopeuksista otettiin keskiarvo kappaleelta ajan määrittämiseen.

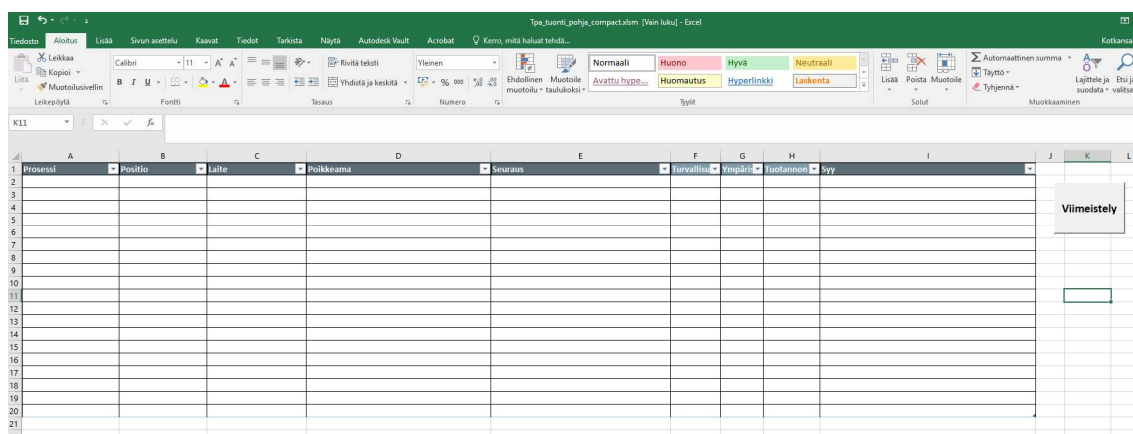
Kahden viikon testijakson keskiarvona OEE-luvuksi tuli 32,2%. Tästä tuloksesta voidaan todeta suurimpien hukkioiden olevan käytettävyydessä ja nopeudessa. Ennakkoarvion perusteella voitiin olettaa suurimpien hukkitekijöiden olevan käytettävyydessä. Tuloksesta voidaan tulkita, että ongelmia voivat olla raaka-ainevaihdossa, työkuormituksessa tai laitteen huoltotoimissa. Toisaalta voidaan nähdä korkean laatuosaston perusteella, onko kaikki hylätyt osat tehty uudelleen ja näin ollen käytettävyys sekä nopeus heikkenee. Tuloksista voidaan rajata ongelmat tietyille alueille ja asiaa voidaan tämän perusteella tarkemmin pohtia yhdessä, mikä aiheuttaa isoimmat käytettävyyden ja nopeuden ongelmat. (Kuva 13.)

L 3030 käyttötunnit 85,5 h	
Käytettävyys	52,2 %
Nopeus	62,6 %
Laatu	98,7 %
OEE	32,2 %

Kuva 13. OEE-tulos

9 TPA-POHJAN KÄYTTÖNOTTO

TPA – hankkeessa kehitetty webtyökalu mahdollistaa tuotantolaitteiden kriittisten tietojen kirjaamisen Excel-taulukkoon. Web-työkalussa tiivistetty ajatusmalli ketterästä ja dynaamisesta työkalusta, joka sisältää oleelliset tiedot kriittisten kohteiden hallintaan, ei monimutkaista laskentaa ja aikaa vievää riskiarviointi-prosessia. Työkalussa on ominaisuutena tietojen tuonti ja vienti Excel-tiedostoon. (Kuva 14.)



Kuva 14. TPA-Excel pohja (Kotkansalo 2019b)

Taulukossa 3 ja 4 ohjeistetaan TPA-Excel-pohjan täyttöä.

Taulukko 3. Ohje TPA Excel-pohjan täyttöön (Kotkansalo 2019b)

Kohta taulukossa	selitys
Prosessi	=alue, tuotantolinjan osa, jolle on erikseen määritelty tehtävä.
Positio	toimintopaikka, jossa voi olla useita laitteita (esim. särmäys)
Laitte	Laitte toteuttaa toiminnon itsenäisesti. Se voi koostua useammasta komponentista. Laitteella on yleensä tunnus → Laitetunnus on tuotantovälineen /laitteen /laitteiston /koneen /piirin /rakennuksen yksilöivä tunnus (sosiaaliturvatunnus) sama kuin yrityksen järjestelmissä. ja niitä voi olla useita. katso alla esimerkki Laitte 1 jne.
Laitte 1	(esim. särmäri)
Laitte 2	(esim. latausrobotti)
Poikkeama	=Muutos, laitteen toiminnassa. Kysymällä; Mitä voi tapahtua?, saadaan tietää poikkeama. Poikkeamia voi olla useita samalle laitteelle.

Seuraus	kysymällä seuraavaksi; Mitä se haittaa? saadaan tietää seuraukset, joiden vakavuudet ovat A,B,C,0. Seurauksia voi olla useita samalle poikkeamalle.
Turvallisuus	A, B, C tai 0 luokat → katso alla olevasta taulukosta
Ympäristö	A, B, C tai 0 luokat → katso alla olevasta taulukosta
Tuotannon menetys	A, B, C tai 0 luokat → katso alla olevasta taulukosta
Syy	Miksi se voi tapahtua/mistä se johtuu? Saadaan selville syyt. Syytä voi olla useita samalle seuraukselle.
	Jokaiselle syyllä listataan myöhemmin toimenpide. Mitä pitää tehdä, ettei se tapahtuisi? – listaa toimenpiteet ja vastuuhenkilön sekä päivämäärän milloin poikkeaman eliminoiminen on oltava suoritettu.

Taulukko 4. Kriittisyysluokittelu (Kotkansalo 2019b)

Luokka	Turvallisuusriskit (Tur)	Ympäristö (Ymp)	Tuotannon menetykset (Tuo)
A	Vakava turvallisuusriski (ruumiinvamma)	Vakava ympäristöriski (kasvit, eläimet ja ihmiset voi kuolla, luonnon toipuminen kestää useita vuosia, saastumista laajoilla alueilla)	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston ja välittömästi aiheuttaa tuotannon menetyksiä.
B	Kohtalainen turvallisuusriski (joutuu sairauslomalle)	Kohtalainen ympäristöriski (laitosalueella tapahtuva)	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston aiheuttaen aikaviiveellä tuotannon menetyksiä.
C	Vähäinen turvallisuusriski (laastari)	Vähäinen ympäristöriski (vauriot nopeasti korjattavissa, ei aiheuta välitöntä vaaraa eliöille)	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa vähemmän merkittävän osaprosessin tai osaston tuotantokyvyn heikentymisen
0	Ei turvallisuusriskiä	Ei ympäristöriskiä	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle

- A painopiste kunnossapito + mukana myös käyttäjäkunnossapito
 B painopiste tasan kunnossapito ja käyttäjäkunnossapito
 C käyttäjäkunnossapito, kunnossapito tulee kutsuttaessa

TPA:n mukainen (Taulukko 5) pohja otettiin käyttöön opinnäytetyön aikana. Näin voidaan parantaa kunnossapitoa tehokkaammaksi ja taloudellisemmaksi ottamalla huomioon myös työturvallisuus ja ympäristön vaikutus.

Taulukko 5. esimerkki TPA Excel vienti taulukkoon kerätyistä tiedoista. (Kotkan-salo 2019b)

Positio	Laite	Palkkama	Suoraus	Turvallisuus	Työpari	Tuotannon	Syy	Korjauksessa ja vastuuhenkilö	Kunttaus
A-Halli	Laserleikuri	leikkupysähty	tuotanto pysähty	C	0	C	Kappaleet eivät pysyneet kiinni ja irrotessaan törmäsivät polttimien. Tasahtuu törmäys ja leikkua pysähtyy. K.S 15.2.2019	Kappaleiden kinnitykset kuroon 15.2.2019 vastuuhenkilö	ok
A-Halli	Rakkausapuhallin	kaapin oven tiivitys rikkoontunut	teräsovia syö kaapinovea	C	0	C	Oven tiivitysoja rikkoontunut.	Uudistaa rikkoontunut tiivitysoja 15.2.2019 vastuuhenkilö K.Seu	ok
A-Halli	Laserleikuri	leikkuongelma	Ohjelma keskeytettiin	C	0	C	Ohjelma 1403_P1_1 & 1403_P1_2????? Kattokatu manuaalisesti rullakalla 10 min käytetty aika	18.2.2019 M.Sal vastuuhenkilö	ok
A-Halli	Laserleikuri	Ohjelma virhe	Ohjelma keskeytettiin	C	0	B	Puutui karkaisu ja virheä selvitettiin. Ohjelma keskeytettiin ja ohjelmoitiin uudelleen 10min käytetty aika	20.2.2019 M.Sal vastuuhenkilö	ok
A-Halli	Laserleikuri	Ohjelma virhe	Ohjelma keskeytettiin	0	0	C	Ohjelmasa väärä linsä. Ohjelmoitiin uudelleen. 10 min käytetty	tuotantopäällikkö	ok
A-Halli	Hittauskone kemppi FX 450	kone ei käynnisty	ei voi h tasta	0	0	C	kone ei käynnisty	Kone huoltoon kallas vastuuhenkilö M.Seu 21.2.2019	ok
A-Halli	Laserleikuri	leikkupysähty	tuotanto pysähty	0	0	C	Painellman paineen lasku. Painellman tuotto ei riitä	Käynnistetään toinen kompressorit laailman tuottoon vastuuhenkilö K.Seu 25.2.2019	ok
A-Halli	Kompressorit 2 atliscopco	kone ei käynnisty	Isä painellmaa ei saada	C	0	C	kompressorin laakeri on jumissa ja sulakeet on palaneet kone ei käynnisty	yhdistetään sulakeet. Irrotetaan laakeri puoli-pöytä 3 akselilla kääntämällä. K.Seu 25.2.2019	ok
A-Halli	Rakkausapuhallin	kone ei käynnisty	puhallus ei onnistu	B	0	C	Kuulokanto hiljään viivähtäisyyttä luumut. Kone ei käynnisty. Kulkaitaan kuulokanto hiljään luumut tarkistetaan onko hiljaa jumissa. Hiljaa on pois palloitaan ohjardiappoa on mutkalla ja hiljaa on melkein poikki	kojataan suljetta hiljaa yhtentämällä ja lapan ohjaisulla. Vastuuhenkilö K.Seu 26.2.2019	ok
A-Halli	Levyreilitti	ilvistiin jumittui	kone ei toimi	B	0	B	Ilvistiin tappi on katkennut kone on jumissa.	Puretaan ilvistiin men tyhjalä ja yhdistetään katkennut tappi. Vastuuhenkilö M.Seu 27.2.2019	ok

10 POHDINTA

Työn idean sain yrityksen tarpeesta tehdä kriittisyysarviointi koneista ja laitteista.

Kriittisyysarviointi menetelmänä oli minulle uutta ja aiheeseen tutustuminen alkoi opinnäytetyön myötä. Kunnossapito on aina ollut osa työtehtäviäni. Huollon suunnittelusta ja koneiden huollon kannattavuudesta ei aikaisemmin ollut näin tietämystä kuin tämän työn tuloksena on tullut.

Analyysimenetelmiä on olemassa monia ja useat näistä täydentävät toisiaan. Aluksi oli vaikea hahmottaa analyysin tekoprosessin kulkua, sillä aikaisemmin ei ole arviota tehty laitekannalle. Peruskartoitukseen valittiin yksi menetelmä, jolla tehtiin analyysi ja siitä saadulla pistemäärällä saataisiin kriittisimmät koneet esiin. Ennen analyysiä oli ennakkoon ajateltu, mitkä tulisivat olemaan kriittisimpien joukossa. Analyysin tekovaiheessa ilmeni myös muitakin laitteita, jotka tulivat kriittisimpään luokitukseen. Luokituksessa huomioidaan turvallisuus, taloudelliset ja ympäristön vaikutukset. Yhdessä nämä tekijät vaikuttavat luokituksen tulokseen.

Yhtenä osiona tehtiin OEE/KNL-testaus laserleikkurille, joka on tuotannon kriittisimpiä koneita tuotannon kannalta. OEE-mittauksen tuloksesta pyrittiin selvittämään tuotantohävikin merkittävimmät kohteet ja haluttiin saada vahvistusta ennakkopäätelmille. Tulokset näyttivät tuotannonhävikkien kohteen tarkemman seurannan myötä ja antoivat selkeämmän kuvan kehitettävälle alueelle. Tämä testaus antaa työkalun havainnoimaan mahdollisia laitehäiriöitä tai muita tuotannon ongelmia. Testaus soveltuu moneen kohteeseen, kun mitattavat yksiköt saadaan yhtenevään muotoon ja arvot saadaan mitattua oikein. Mielestäni tämä mittaus on hyvä sellaiseen kohteeseen, jossa tuotanto on samantyyppistä ja aikayksikkö on helposti määriteltävissä. Mitattavat suureet olisi hyvä saada automaattiseen mittausjärjestelmään keräämään tietoa tuotannonohjausjärjestelmään. Manuaaliset kirjaamiset ja inhimilliset virheet saisi pois mittaustuloksista.

Työn aikana tehtiin myös kunnossapitojärjestelmään parannuksia ja laitekannalle oma yhteinen tietokanta, johon kirjataan kaikki kunnossapitoon liittyvät tapahtumat ja tehdyt toimenpiteet. Tiedot ovat olleet hajallaan, eikä niitä ole säännöllisesti päivitetty. Uusi järjestelmä auttaa kunnossapitotapahtumien seurantaa ja

ongelmien tapahtumataajuutta. Kaikki merkityt tapahtumat on mahdollista helpommin siirtää uuteen tuotannonohjausjärjestelmään.

Työn myötä otettiin käyttöön TPA-pohja, joka olisi myös soveltunut kriittisyysanalyysin tekoon. Lähtötason määrittämisen halusin kuitenkin tehdä kotimaisen standardin mukaan sen selkeän pisteytysjärjestelmän vuoksi. TPA on hyvä pohja, johon kerätään kaikki vikahistoria poikkeavista tapahtumista, sillä tässä yhdistyy myös reaaliaikainen kriittisyysarviointi jokaisen tapauksen yhteydessä. TPA käsittelee myös tilanteeseen johtaneita syitä ja tässä merkitään myös vastuuhenkilö asian käsittelyyn.

Pitemmän seurannan jälkeen voidaan analysoida tarkemmin laitteiden turvallisuutta ja taloudellista kannattavuutta sekä niiden huollon tarvetta. Tuloksista nähdään huollon riittävyys ja sen perusteella tehdään parannuksia tai vähennetään tarpeetonta huoltoa. Kaiken kaikkiaan erittäin mielenkiintoinen projekti, jossa on jatkumahdollisuudet tehdä tarkempia analyyskejä tietyille laiteelle tai prosessille.

LÄHTEET

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. 2. Painos. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2017. Kunnossapito: tuotanto-ominaisuuden hoitaminen. 6. Painos. Helsinki: Promaint ry.

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

Kotkansalo, A. 2019a. TPA - Tuotannon poikkeama-analyysi. Sähköposti kari.seurujarvi@edu.lapinamk.fi 2.4.2019. Tulostettu 3.4.2019.

Kotkansalo, A. 2019b. TPA - web työkaluun kuuluva Excel vienti ohje. Sähköposti kari.seurujarvi@edu.lapinamk.fi 15.2.2019. Tulostettu 16.2.2019.

Kotkansalo, A., Parkkila, L. & Tarvainen, J. 2017. Riskianalyysimenetelmien tarkastelu – Kirjallisuusselvitys. Lapin amkin julkaisuja 2017:23.

Miettinen, J., Leinonen, P., Jantunen, E., Kokko, V., Riutta, E., Sulo, P., Komonen, K., Lumme, V., Kautto, J., Heinonen, K., Lakka, S., Mäkeläinen, R. & Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito: käsikirja. 1. Painos. Helsinki: KP-Media.

Moisio, J. 2019. Polar Metallit Oy. Keskustelu tuotantopäällikön kanssa. 31.1.2019.

Novotek Finland Oy 2019. Opi lisää OEE:stä/KNL:stä. Viitattu 19.2.2019. https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/oee-knl?gclid=CjwKCAjw1dzkBRBWEiwA-ROVDLNIml7_8_LpCRBJg-9_AWiJvGmiv-Rlzo8sv0gh3hA4AV6jxKZlu6ihoCSMUQAvD_BwE.

Polar Metallit Oy 2019. Yrityksen Internet-sivut. Viitattu 20.1.2019. www.polar-metalli.fi.

PSK 6800, 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

Rasinkangas, S. 2019. Polar Metallit Oy. Keskustelu kehitysinsinöörin kanssa. 31.1.2019.

Saukko, M. 2019. Polar Metallit Oy. Keskustelu toimitusjohtajan kanssa. 4.2.2019.

SFS-EN 13306:2017. Maintenance. Maintenance terminology. Helsinki: SFS.

SFS-EN 60300-3-11:2015. Dependability management - Part 3-11: Application guide - Reliability centred maintenance. Helsinki: SFS.

LIITTEET

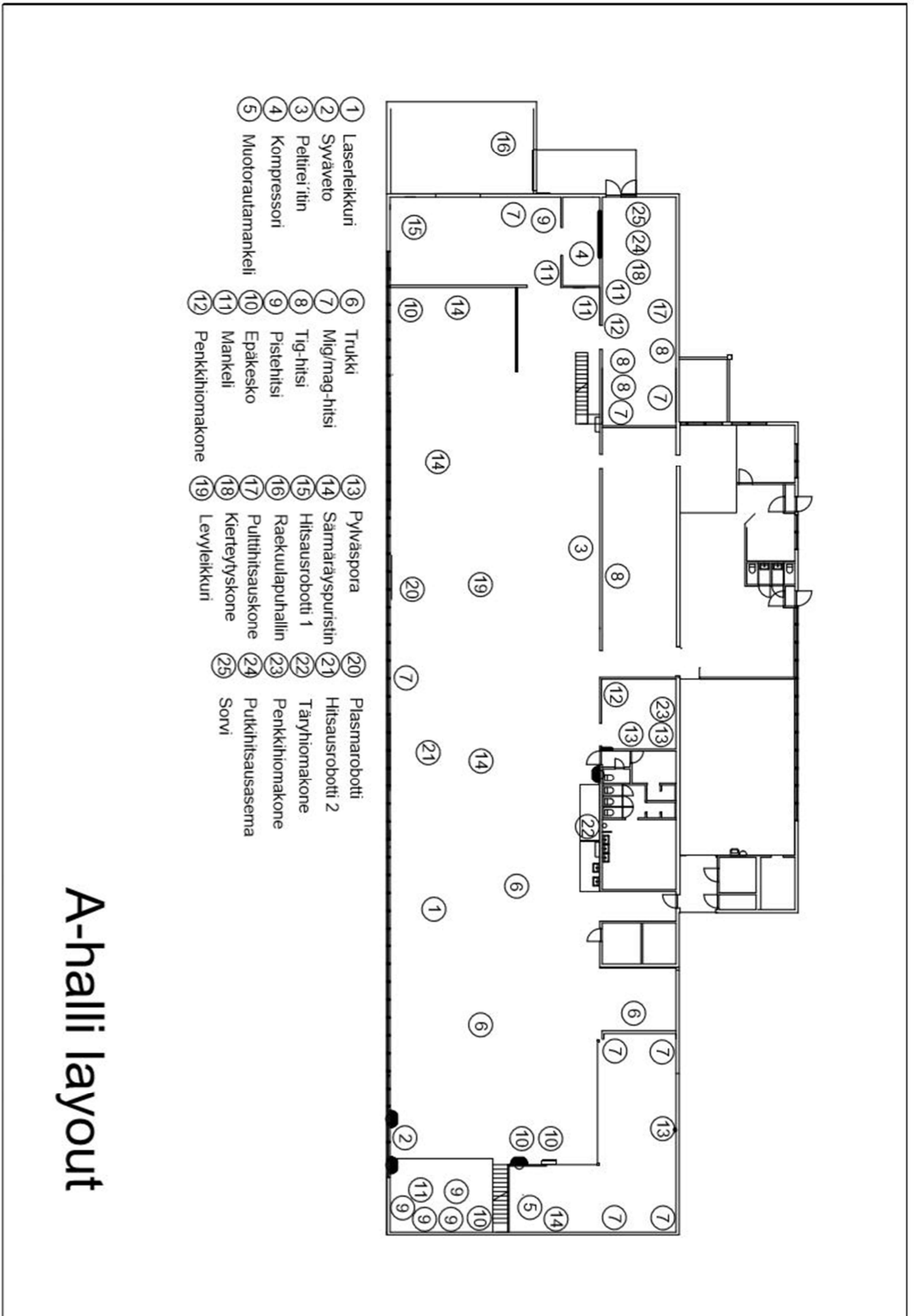
Liite 1. A-hallin layoutkuva

Liite 2. B-hallin layoutkuva

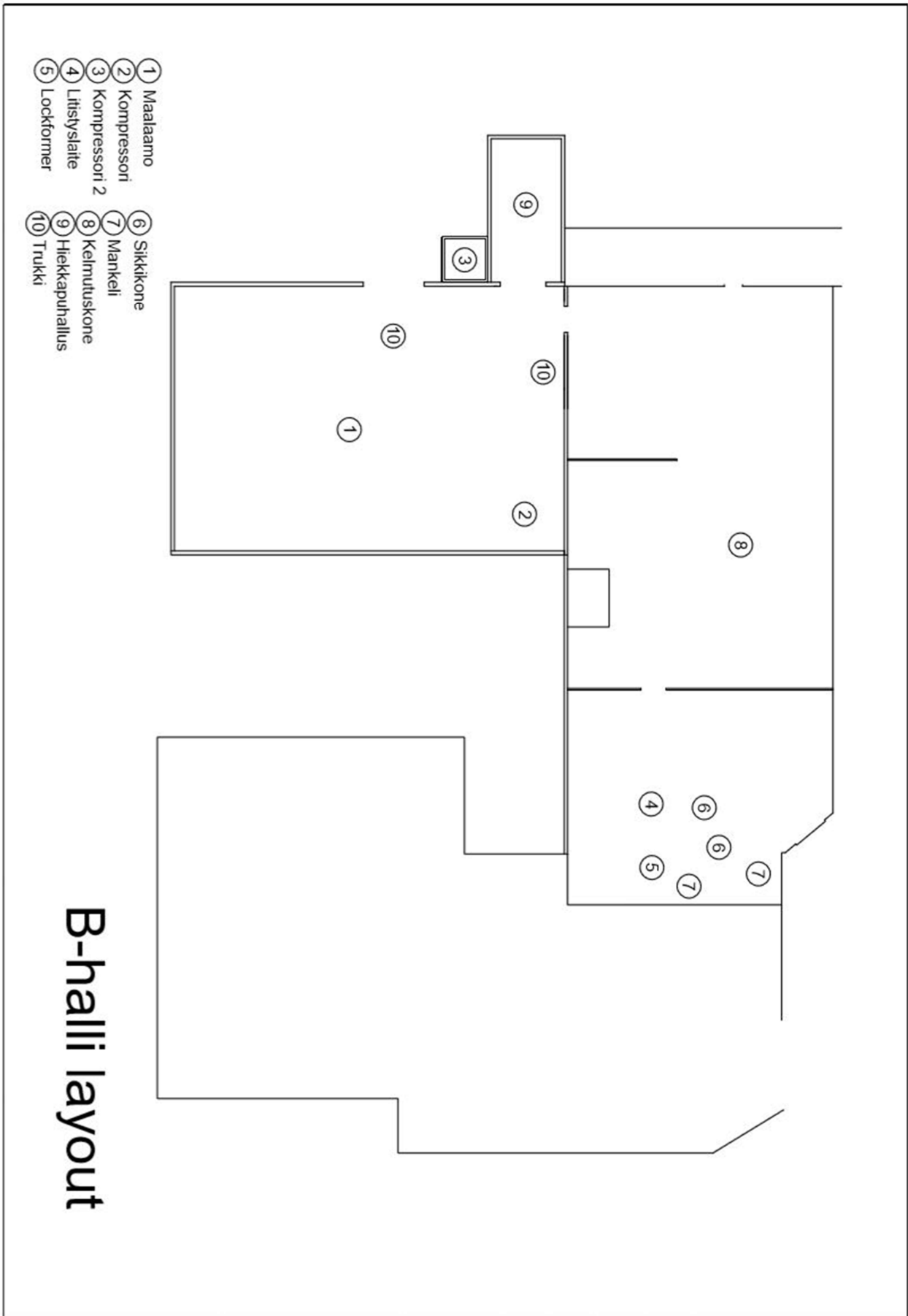
Liite 3 C-hallin layoutkuva

Liite 4 Kriittisyysanalyysi Polar Metalli Oy

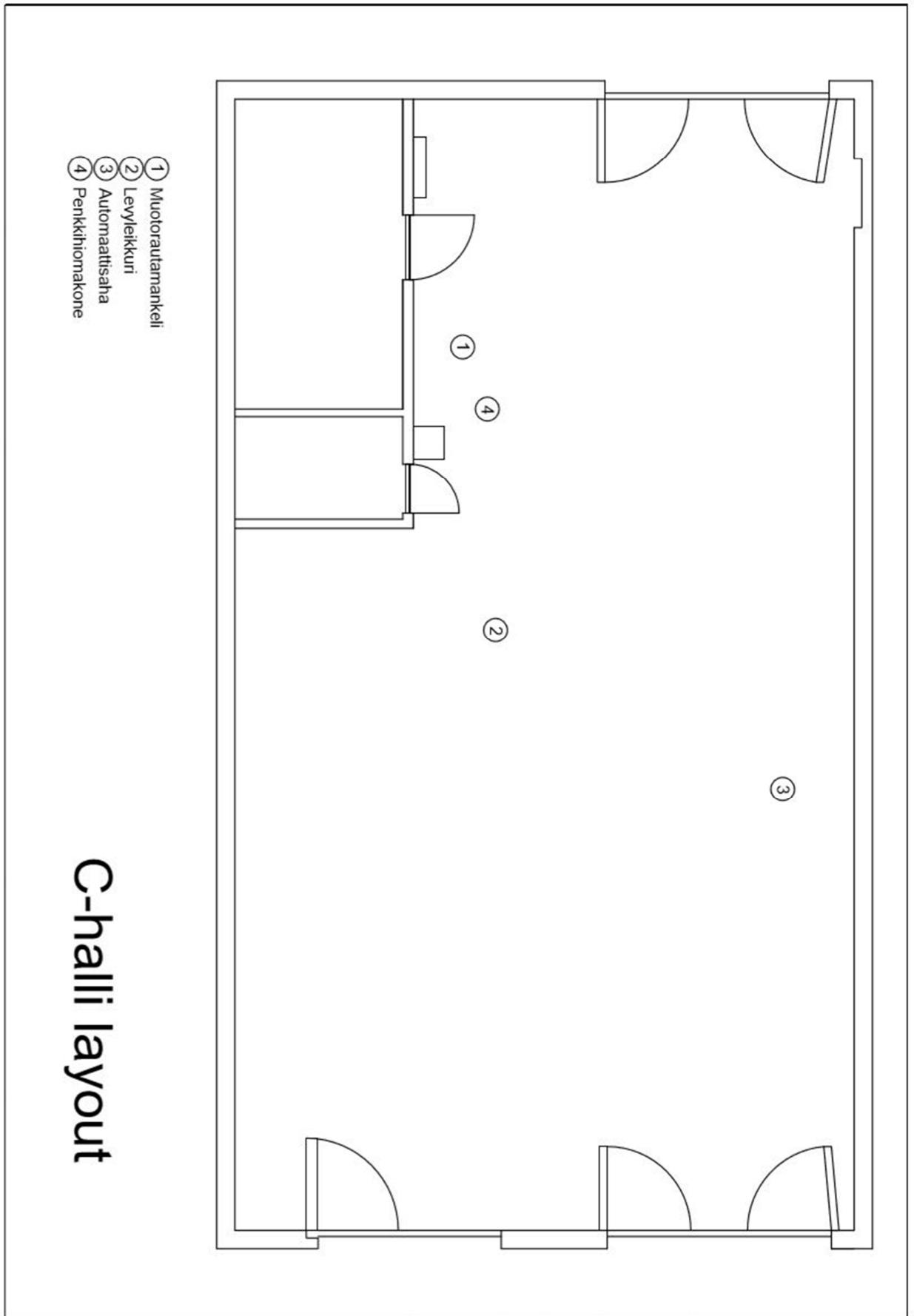
LIITE 1. A-hallin layoutkuva



LIITE 2. B-hallin layoutkuva



LIITE 3 C-hallin layoutkuva



LIITE 4 Kriittisyysluokittelu Polar Metall Oy

positio	kone	Viksesti (1,3)	Turvallisuus (0,16)	Ympäristö (0,16)	Tuotanto menetyk (0,4)	Loppukäsitteen laatuksuarvotus (0,4)	Korjauskuusuarvotus (0,4)	Kriittisyys indeksi	Kriittisyysyden osaindeksit							Kriittisyys luokka	Korjaiden lukumäärä	Kaappale määrä
									Ks	Ke	Kp	Kq	Kr	Kf	ABC			
3	Painetlin kone	4	4	0	4	3	3	2880	480	0	1600	360	240	240	1	10		
3	Automaattisaira	4	8	0	2	3	2	2280	960	0	800	360	160	160	1			
1	Maalabino	3	4	2	4	2	4	2100	360	120	1200	180	240	240	1			
15	Hisasurobotti 1	4	0	0	3	2	3	1680	0	0	1200	240	240	240	1			
1	Lasertekuri	3	0	2	4	1	4	1650	0	120	1200	90	240	240	1			
21	Hisasurobotti 2	3	0	0	3	2	3	1260	0	0	900	180	180	180	1			
14	Samoyapurstin	2	8	0	2	2	4	1160	480	0	400	120	160	160	1			
16	Peakkulapuhaltin	4	0	0	2	1	2	1080	0	0	800	120	160	160	1	17		
4	Liitsiväsite	2	4	0	3	1	2	960	240	0	600	60	80	80	1			
1	Kuorotulomarkkeli	1	4	0	4	3	1	630	120	0	400	60	20	20	1			
5	Taivuskone	1	4	0	4	2	1	600	120	0	400	60	20	20	1			
19	Levytekkuri	1	8	0	2	4	2	600	240	0	200	120	40	40	1			
2	Levytekkuri	1	8	0	2	2	1	520	240	0	200	60	20	20	1			
5	Loikkoner	1	4	0	3	1	3	470	120	0	300	30	40	40	1			
2	Syväveio	1	0	0	4	1	2	360	0	20	300	0	40	40	1			
4	Kompressor 1	1	0	1	3	0	2	340	0	0	300	0	40	40	1			
3	Kompressor 2	1	0	0	3	0	2	340	0	0	300	0	40	40	1			
10	Epäkesto	1	2	0	2	1	2	330	60	0	200	30	40	40	1	46		
11	Markkeli	1	4	0	1	1	1	300	120	0	100	60	20	20	1			
6	Sikkukone	1	4	0	1	1	1	270	120	0	100	30	20	20	1			
7	Markkeli	1	4	0	1	1	1	270	120	0	100	30	20	20	1			
25	Sovi	1	8	0	0	0	1	260	240	0	0	0	20	20	1			
6	Trakti	1	4	0	1	0	1	240	120	0	100	0	20	20	1			
9	Pistihisi	1	2	0	1	1	1	240	60	0	100	60	20	20	1			
10	Trakti	1	4	0	1	1	1	240	60	0	100	60	20	20	1			
7	MigMag hissi	1	2	0	1	2	2	230	120	0	100	0	20	20	1			
8	Tiipihisi	1	2	0	1	1	1	230	60	0	100	30	40	40	1			
17	Puhlhisasurkone	1	2	0	1	1	1	210	60	0	100	30	20	20	1			
18	Kierveyskone	1	2	0	1	1	1	200	60	0	100	30	20	20	1			
9	Hätkäpöytä	1	2	0	1	0	2	200	60	0	100	0	40	40	1			
12	Perkkihomakone	1	2	0	1	0	1	180	60	0	100	0	20	20	1			
23	Perkkihomakone	1	2	0	0	0	1	180	60	0	100	0	20	20	1			
4	Perkkihomakone	1	2	0	0	1	1	110	60	0	0	30	20	20	1			
13	Pylväspara	1	2	0	0	0	1	80	60	0	0	0	20	20	1			
24	Puhlhisasurkone	1	2	0	0	0	1	80	60	0	0	0	20	20	1			
20	Plasmaroboti	1	0	0	0	0	1	20	0	0	0	0	20	20	1			
22	Tarjimonkone	1	0	0	0	0	1	20	0	0	0	0	20	20	1			
8	Kemurukone	1	0	0	0	0	1	20	0	0	0	0	20	20	1			

Yhteensä

73