



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SISÄINEN LOGISTIIKKA

Ferrum Steel Oy

TEKIJÄ: Antti Mäkinieni

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Antti Markus Mäkinieniemi	
Työn nimi Sisäinen logistiikka	
Päiväys	14.4.2020
Sivumäärä/Liitteet	44
Ohjaaja(t) Harri Komulainen, Kai Kärkkäinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ferrum Steel Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Nykypäivänä alihankintateollisuus on erittäin kilpailtua, jolloin jokainen alalla toimiva taho pyrkii kehittämään omaa prosessiaan mahdollisimman nykyaikaiseksi ja oikea-aikaiseksi. Alihankintateollisuus on erittäin monipuolinen toimiala, jossa tuotannon toimintatavat ovat merkittävä kilpailukyvyyn edistäjä. Tuotannon toimintatapojen jatkuva kehittäminen on tärkeää, jotta virtaustehokkuus ja resurssitehokkuus saadaan pysymään mahdollisimman hyvin tasapainossa. Näin ollen asiakkaiden palvelu ja yrityksen muuntautumiskyky pysyy erinomaisena.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Tutkimustyö oli prosessi, jossa kerättiin ja analysoitiin aineistoa vuorotellen. Aineistoa tutkimukseen kerättiin haastattelusta, tuotannosta, tuotannon dokumentoinnista, tuotannossa järjestetyistä kokeista ja tutkimuksessa saadusta palautteesta. Haastattelut ja testaukset tuotannossa toteutettiin helmikuussa 2020 Ferrum Steel Oy:n toimitiloissa. Tutkimuksen aikana haastatteluihin osallistuivat Ferrum Steel Oy:n tuotannossa toimivat esimiehet, sekä lukuiset työntekijät. Haastattelut ja muut tutkimuksen aikana kerätyt dokumentit analysoitiin ja niiden avulla muodostettiin realistinen kokonaiskuva.</p> <p>Tuotannon ja sen toimintatapojen analysoimisella ja tutkimisella selvisi ongelma-alueet, joihin haluttiin selkeää muutosta tai vaihtoehtoisia ratkaisuja. Kaikkiin tutkimuksen aikana esiintyneisiin tuotannon epäkohtiin ei puututtu, vaan tutkimus keskitettiin sille rajatulle alueelle. Epäkohtia lähdettiin ratkomaan prosessikaavioiden avulla. Prosessikaavioiden avulla saatiin kokonaiskuva näkyviin selkeästi, jolloin oli mahdollista lähteä etsimään vaihtoehtoisia toimintatapoja. Lisäksi prosessikaavion avulla oli helppo suunnitella vaihtoehtoinen ratkaisu, joka toimisi teoriassa. Teorian jälkeen toimintatapa ne voitiin testata tuotannossa. Ennen testausta tuotannossa selvitetiin mahdollisesti siinä esiintyvät ongelmat ja suoritettiin henkilökunnan ohjeistus.</p> <p>Ferrum Steel Oy saa tutkimuksesta hyvän pohjan lähteä kehittämään sisäisen logistiikan toimintatapaa tehokkaammaksi. Tutkimuksessa testattu toimintatapa on helppo jalostaa toimimaan yrityksen kaikille työvaihelle tiettyin rajauksin. Toimintatapa on rajattu selkeästi ja sen käyttöönottamisesta on tehty mahdollisimman helppoa, jolloin myös kynnys sen käyttämiseen ja jalostamiseen pienenty huomattavasti.</p>	
Avainsanat Alihankintateollisuus, Toimintatavat, Testaus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author Antti Mäkineniemi			
Title of Thesis Internal Logistics			
Date	14 April 2020	Pages/Appendices	44
Supervisor(s) Harri Komulainen, Kai Kärkkäinen			
Client Organisation /Partners Ferrum Steel Oy			
<p>Abstract</p> <p>Nowdays the subcontracting industry is highly competitive which enables all companies to strive to develop their own process as modern and timely as possible. The subcontracting industry is an important diversified industry which makes production an important part of competitiveness. The continuous development of production practices is important because then flow efficiency and resource efficiency can be kept in good balance. Therefore the best possible customer service and adaptability remain excellent.</p> <p>The study was carried out as a qualitative study. The research work was a continuous process so the material was collected and analyzed alterately. Material for the study was collected from interviews, production, production documentation and feedback from tests which were carried out in production. Interviews and tests in production were conducted in February 2020 at Ferrum Steel Oy's premises. During the study Ferrum Steel Oy's production supervisors and numerous users participated in the interviews. The interviews and the documents collected during the research were analyzed and used to provide a realistic overall picture.</p> <p>The analysis and study of production and its operating methods revealed problem areas where a clear change or alternative solutions were required. Not all production gaps that occurred during the research were addressed because the investigation focuses on limited area. The shortcomings were started to be resolved with the help of process diagrams. The process diagrams provide a clear overall picture which made it possible to start looking for an alternative course of action. With the help of the process diagram made it was easy to design an alternative solution that would work in theory. After the theory it could be tested in production. Before testing the potential barriers and major problems were identified.</p> <p>Ferrum Steel Oy researches the sources of the base by developing the operating method of internal logistics utilized. The approach tested in the study is easy to adapt and apply to all work steps with certain limitations. The mode of operation is clearly delineated and its implementation has been made easy.</p>			
<p>Keywords Subcontracting Industry, Policies, Testing</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	YRITYSESITTELY	6
3	LEAN	7
3.1	Historia	7
3.2	Virtaus- ja resurssitehokkuus	7
3.3	Hukka leanissa.....	10
3.4	Lean-työkalut	12
3.4.1	TPM	12
3.4.2	SOP.....	13
3.4.3	5S.....	13
3.4.4	Kanban-taulu ja -kortit sekä visuaalisen johtamisen taulu	14
3.4.5	POKA YOKE	15
4	TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	16
5	LÄHTÖKOHDAT JA ONGELMIEN KARTOITUS	18
5.1	Esiselvitys.....	18
5.2	Havaitut ongelmat	20
6	HYLLYTIILAN OPTIMOINTI.....	23
6.1	Teholavat.....	23
6.2	Eurolava.....	23
6.3	Hyllyt	24
6.4	ERP-viivakoodi	24
7	KAPPALEIDEN JA LAVOJEN MERKKAAMINEN TUOTANNOSSA.....	26
7.1	Kappaletarrat.....	26
7.2	Kappaleiden merkkaaminen tussilla	28
8	LOKEROLAVA	30
9	TESTAUS TUOTANNOSSA.....	37
10	JATKUVA KEHITTÄMINEN	41
11	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	43
12	LÄHDELUETTELO.....	43

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Ferrum Steel Oy. Yritys on erikoistunut teräslevyjen ja pitkien terästen esikäsittelyyn. Yritys toimii alihankkijana usealle suomalaiselle koneenrakentajalle ja on jatkuvasti kasvava ja kehittyvä yritys.

Tämä työn tarkoituksena on selvittää yrityksen sisäisen logistiikan nykyisen toimintavan ongelmat, erityisesti pienten kappaleiden kohdalla. Ongelmien löydyttyä etsitään vaihtoehtoisia toimintatapoja ja ratkaisuja. Sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan tavaran liikkumista ja varastointia, joka tapahtuu yrityksen sisällä. Yrityksellä on useampia hallirakennuksia, joiden välillä tavara kulkee. Lavoja käsitellään erittäin paljon työvuorojen aikana. Työssä seurataan eri hallien varastointia, kappaleiden siirtoa, kappaleiden merkkausta ja uusinta lavoitusta.

Ferrum Steel Oy on yritys, joka kasvaa jatkuvasti kovalla vauhdilla. Yrityksellä on useita asiakkaita, jolloin myös kappaleita on satoja erilaisia. Kova kasvuvauhti tuottaa ongelmia myös kappaleiden kuljettamisessa ja hyllytyksessä. Erityisesti pienien kappaleiden kuljettaminen ja varastointi on erittäin kustannustehotonta. Yrityksen täytyy tehostaa omaa sisäistä toimintatapaansa logistiikan suhteen, jotta kasvu on tehokasta myös jatkossa. Lisäksi sisäisen logistiikan tehostamisella pyritään vapauttamaan huomattavasti aikaa muulle työskentelylle.

Opinnäytetyö on ammattikorkeakouluista määritellyn (1129/2014 §2) asetuksen mukainen, joka määrittelee opinnäytetyön osaksi ammattikorkeakoulututkintoa johtaviin opintoihin. Opinnäytetyön tavoitteeksi on asetettu kehittyä ja osoittaa valmiuksia soveltaa tietojaan ja taitojaan ammattiopintoihin liittyvissä työtehtävissä. (Savonia Ammattikorkeakoulu, 2019)

Opinnäytetyö pyrkii antamaan opiskelijalle valmiuksia tulevalle työuralle, sillä opinnäytetyö kehittää ja antaa näkökulmia tulevaa työtä varten. Lisäksi se kehittää tekijän kykyä etsiä, soveltaa ja käyttää tietoa. Opinnäytetyön ansioista tekijä kehittyy tutkimuksensa aihealueen ammattilaiseksi. (Savonia Ammattikorkeakoulu, 2019)

2 YRITYSESITTELY

Ferrum Steel Oy on metalliteollisuuden yritys, joka on erikoistunut teräslevyjen ja pitkien terästen esikäsittelyyn. Ferrum Steel Oy tuottaa oman tuotannon ja alihankintaverkoston kautta esikäsiteltyjä terästuotteita asiakkaiden tarpeiden mukaan. Ferrum Steel Oy:lle asiakas on aina ykkönen ja se pyrkii olemaan oman alansa halutuin yhteistyökumppani. Yritys panostaakin laatuun, jatkuvaan laadun parantamiseen ja valvontaan. Ferrum Steel Oy on perustettu vuonna 2008 ja se sijaitsee Seinäjoen teollisuusalueella, osoitteessa Tehtaantie 23. Henkilöstöä yrityksellä on noin 80 henkilöä. Yrityksellä on isot toimitilat, joihin kuuluu muun muassa 4 isoa hallirakennusta. Yrityksen tavoitteisiin kuuluu palvella asiakkaita pitkäjänteisellä ja syvällisellä yhteistyöllä siten, että molemmat menestyvät omassa liiketoimessaan.

Ferrum Steel Oy toimittaa tuotteita suurimmaksi osaksi koneenrakentajille. Yrityksen palveluihin kuuluu laser-, poltto- ja plasmaleikkaus, sahaus, särmäys, sinkopuhallus, koneistus, lämpökäsittely, hitsaus, viisteet, märkä- ja pulverimaalaus sekä kuuma- ja sähkösinkitys (Ferrum Steel Oy, 2020).



Kuva 1 Logo. (Ferrum Steel Oy, 2020)

3 LEAN

Yrityksessä on päätetty jatkuvan kehittymisen ja kasvamisen ylläpitämiseksi hyödyntää Lean periaatteita kaikilla osa-alueilla. Näin ollen myös tässä työssä suurin osa tutkimuksesta tullaan perustaan Lean-ajattelun pohjalle. Lean on paljon käytetty ja erittäin hyvä kehitysmenetelmä teollisuudessa.

3.1 Historia

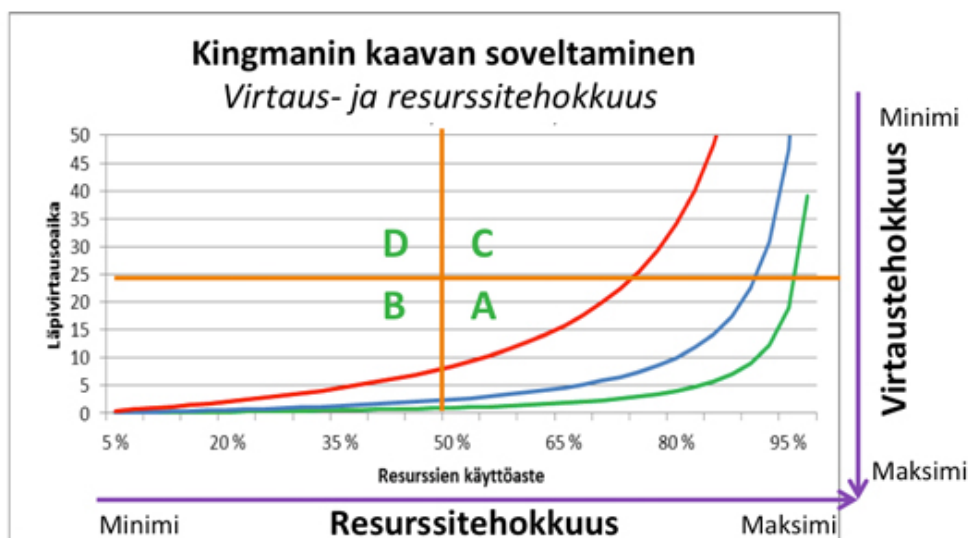
Lean yhdistetään vahvasti Japaniin, mutta itseasiassa ensimmäiset askeleet "leaniksi" kutsuttua ajattelumallia otettiin Pohjois-Amerikassa. Yhdysvaltalainen Henry Ford oli omistautunut autonvalmistukselle ja ensimmäinen auto valmistuikin jo vuonna 1896. Alkuaikoina Ford kokosi autonsa samalla tavalla kuin muutkin, eli yksi auto kerrallaan. Autot pysyivät paikallaan koko prosessin ajan ja osat kuljetettiin niiden luo. Valmistusvauhti oli erittäin hidas ja kasaus vaati erittäin paljon käsityötä. Tästä syystä myös autojen hinnat olivat korkealla. (Peterson, 2018, s. 39)

Henry Ford halusi valmistaa auton, jonka ostaminen olisi kenelle tahansa mahdollista. Tämä tarkoitti sitä, että prosessiin oli tehtävä merkittäviä muutoksia. Valmistuskustannuksia täytyi saada alas ja valmistusmäärät ylös. Fordin mielestä vaiheiden standardisointi oli välttämätöntä, jotta henkilöstöä olisi helppo kouluttaa tiettyihin tehtäviin ja kokoamisesta tulisi yksinkertaisempaa. T-mallin Ford oli ensimmäinen massatuotannossa valmistettava automalli. Tärkeimpänä osana tuotannon yksinkertaistamiseen oli laatuun panostaminen. Asiat täytyi tehdä alusta asti oikein ja laatua täytyi valvoa koko prosessin ajan. Ajatus jokaisen työvaiheen oikeasta työnlaadusta onkin yksi leanin keskeisiä periaatteita. (Peterson, 2018, s. 42)

Virallisesti lean syntyi kuitenkin vasta 1940-luvun lopulla, kun Taiichi Ohno loi strukturoidun toimintaperiaatteiden järjestelmän nimeltään Toyota Production Systems (TPS). Vaikutteita TPS:ään kerättiin Yhdysvalloista, Euroopasta ja tietysti myös Fordilta. Kehityksen ansiosta ensimmäiset virtausryhmät perustettiin jo vuonna 1947. Maailman teollisuutta ravisutti öljykriisi vuonna 1970-luvun alussa. Toyota selvisi tilanteesta ja kriisin jälkeen se pystyi tekemään huomattavasti parempaa tulosta kuin kilpailijansa. Tämän takia tieto TPS:n mahdollisuuksista levisi Japanissa. "Lean" sana viittaa Toyotan tuotantotapaan, jota pidettiin "ohuena ja joustavana". Leanissa on kyse puhtaasti siitä, että oikeita resursseja ja oikeita määriä resursseja käytetään mahdollisimman tehokkaasti. Leanin avulla jokaisessa organisaatiossa on mahdollista käyttää resursseja tehokkaasti kilpailukyvyyn ja kannattavuuden parantamiseksi, sekä hukan vähentämiseksi (Peterson, 2018, ss. 44-46).

3.2 Virtaus- ja resurssitehokkuus

Virtauksella mitataan asiakkaalle tuotettua arvoa. Virtauksen täytyy olla myös tehokas, jotta kaikki sidosryhmät pysyvät tyytyväisinä. Mikäli näin ei ole, on vaarana, ettei virtaus tuota tarpeeksi arvoa asiakkaalle, jolloin se tulee liian kalliiksi. Pahimmassa tapauksessa jokin toiminto ei pysty selviytymään, jolloin kaikki sidosryhmät kärsivät (Modig & Åhlström, 2013, ss. 13-14)



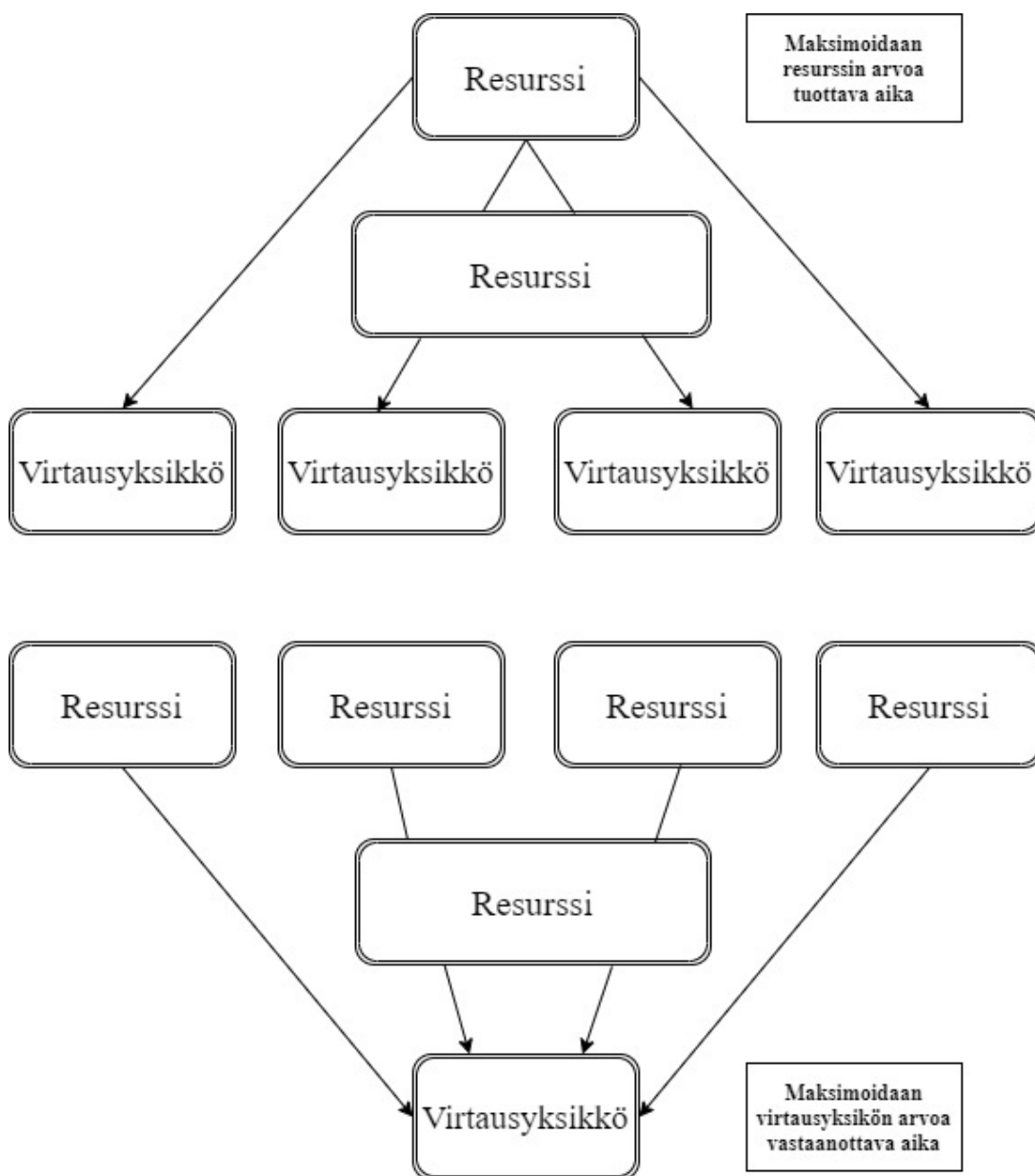
Kuva 2 virtaus ja resurssitehokkuus. (Kigmanin-kaava, 2019)

Kuva 2 havainnollistaa aseman, johon Leanilla tähdätään. Kuvan 2 kaaviossa Leanin avulla pyritään tavoittelemaan A tilaa, jolloin saadaan korkea asiakas- ja tuottajatytyväisyys.

Virtaustehokkuus määritellään arvoa tuottavan ajan määräksi suhteessa virtauksen kokonaisläpimenoaikaan. Virtaustehokkuus kertoo, kuinka suuren osan virtauksessa viettämästään ajasta tuotteen kanssa tehdään töitä. Mahdollisimman tehokas kokonaisuus vaatii kuitenkin, että virtauksen täytyy tyydyttää myös muita sidosryhmiä. Sidoryhmiä ovat esimerkiksi omistajat ja rahoittajat, jotka asiakkaiden ja työntekijöiden lisäksi pyrkivät tilanteeseen, jossa toimintaa johdetaan resurssien näkökulmasta tehokkaasti. Liian suuret resurssit ovat virtaustehokkuuden näkökulmasta ongelma, sillä niiden kustannukset ovat yleensä hyvin suuret. Virtauskyky keskittyy puhtaasti asiakkaaseen ja se on erittäin kiinnostava työkalu toiminnoissa, joissa virtauksessa olevat tuotteet ovat ihmisiä. Tuotantoteollisuudessa virtaustehokkuus on puolestaan sitä, että pyritään luomaan optimaaliset olosuhteet, jotka mahdollistavat tuotteiden oikea-aikaiset toimitukset ja tarvittava määrä laatua. Korkea virtaustehokkuus teollisuudessa tarkoittaa sitä, että virtauksessa odotusaika on lyhyt, jolloin saavutetaan nopea läpimenoaika. Näin olleen pystytään vastaamaan asiakastarpeisiin, jotka omaavat lyhyen toimitusajan (Peterson, 2018, ss. 198-200).

Resurssitehokkuus tarkoittaa sitä, kuinka paljon käytettävissä olevia resursseja hyödynnetään tietynä ajanjaksona. Perinteisesti tehokkuusajattelu onkin keskittynyt resurssitehokkuuteen, jossa pyritään kaikkia resursseja käyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Teollisuuden kehittyminen on jo yli 200 vuoden ajan pohjautunut siihen, että resurssien hyödyntämistehokkuutta parannetaan. Teollisuudessa tehtävät pyritään pilkkomaan pienempiin osiin ja niiden toteutus jaetaan ihmisten ja organisaation eri funktioiden kesken. Näin ollen resurssien hyödyntämistä on saatu tehostettua huomattavasti. Tällaisten muutosten avulla aikaan saatu tehostuminen näkyy tuotteiden yksikkökustannuksissa. Tuottavuus on hyvä suorituskyvyn mittari, jonka avulla saadaan selville paljonko arvoa syntyy suhteessa käytössä oleviin resursseihin. (Peterson, 2018, ss. 198-200) (Modig & Åhlström, 2013, ss. 9-11)

Parhaiten resurssitehokkuus käytännössä näkyy esimerkiksi siten, että työntekijöillä riittää työtä koko ajan ilman ylimääräisiä taukoja tai pysähdyksiä.



Kuva 3 Kaavio resurssi- ja virtaustehokkuudesta.

Kuvan 3 kaavion mukaisesti hyvän resurssitehokkuuden takaamiseksi on erittäin tärkeää kuormittaa resursseja riittävästi, jolloin varmistetaan resursseille jatkuvasti jokin virtausyksikkö jalostettavaksi. Puolestaan virtaustehokkuuden takaamisessa tärkeää on pitää virtaus käynnissä jatkuvasti, jolloin varmistetaan, että jokin käytössä oleva resurssi jalostaa virtausyksiköitä. (Modig & Åhlström, 2013, s. 21)

Nopeaan läpimenoaikaan teollisuudessa päästään hyödyntämällä tehokkaasti virtaustehokkuutta ja resurssitehokkuutta sopivassa suhteessa. Kigmanin 1961 esittelemä kaava (Kuva 4) pyrkii havainnollistamaan läpimenoajan muodostumisen.

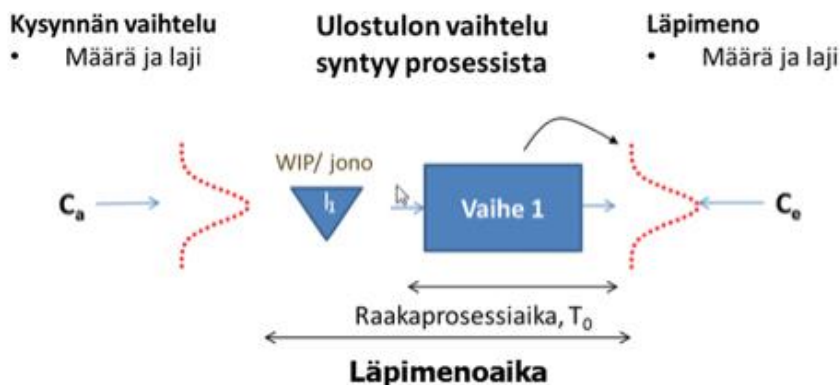
$$\text{Läpimenoaika} = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) \left(\frac{u}{1-u} \right) t_0$$

c_a = saapuva COV eli keskihajonta jaettuna keskiarvolla

c_e = prosessin jaksoajan COV eli keskihajonta jaettuna keskiarvolla

u = käyttöaste eli keskimääräinen todellisen läpimenon ja kysynnän suhde

t_0 = prosessin keskimääräinen raaka prosessiaika



Kuva 4 Kingmanin kaava. (Kingmanin-kaava, 2019)

3.3 Hukka leanissa

Hukka käyttää resursseja, mutta ei tuota arvoa. Hukkaa esiintyy ihmisissä, materiaalissa ja ajassa. Hukkaa ajatellaan yleensä asiakkaan kautta, jolloin kaikki toimenpiteet, joista asiakas ei maksa on yleensä puhdasta hukkaa. Ensiaskel kohti hukan eliminoimista on esittää kysymys "mitä asiakkaani haluaa tältä prosessilta?". (Peterson, 2018, s. 151)

Hukan määrittäminen on jaettu seitsemään eri osa-alueeseen. Nämä osa-alueet tiivistetään vielä kuvassa 5.

1. Ylituotannosta syntyvä hukka

Ylituotanto on tilanne, jossa kappaleeseen uhrataan liikaa aikaa tai resursseja. Esimerkkinä: tehdään enemmän, kuin asiakkaan vaatimukset ovat, tehdään etuajassa, tehdään liian suuria kappalemääriä.

Ylituotantoa esiintyy kaikkialla, myös sellaisilla toimijoilla, jotka valmistavat tuotteita vain asiakastilauksesta. Teollisuudessa ylituotantoa pidetään pahimpana uhkana ja se pitäisi pyrkiä eliminoimaan keinolla millä hyvänsä. Lisäksi ylituotannosta syntyy yleensä myös muuta hukkaa. Pahinta tässä hukan muodossa on se, että monien tahojen on vaikea ymmärtää ylituotannon olevan hukan muoto. Ihmiset haluavat tehdä asiat varman päälle, jolloin usein tehdään ylimääräistä työtä. Isoissa kokonaisuuksissa ylituotanto saattaa aiheuttaa prosessien sekoittumista, jolloin se luo stressiä myös seuraaville työvaiheille. Mikäli jokin tietty henkilö tuottaa jatkuvasti ylituotantoa, kannattaa miettiä hänen siirtämistään muihin tehtäviin. (King, 2019, ss. 41-42)

2. Odottelusta syntyvä hukka

Odottelulla tarkoitetaan aikaa, jota ei pystytä hyödyntämään työhön, sillä edellytyksiä työn jatkamiselle ei ole. Odottelua tapahtuu kaikilla toimialoilla. Odottelua syntyy esimerkiksi ihmisistä, materiaalipuutteista ja puutteellisesta tiedon kulkemisesta. Tällainen tilanne synnyttää paljon turhautumista ja maksaa paljon hyödyntämätöntä työaikaa. (King, 2019, ss. 42-43)

3. Kuljetuksesta syntyvä hukka

Kuljettaminen on teollisuuden yksi muoto, joka ei lisää tuotteen arvoa. Ainut kuljetus, josta asiakkaan kannattaa maksaa on toimitus. Sisäiset siirrot ovat siis täysin puhdasta hukkaa. Huonosti suunnitellun työpisteen oire saattaa olla tarpeeton kuljettaminen. Yleinen ajattelutapa on se, että trukit ja liukuhihnat poistavat kuljetustarpeen, vaikkei asia ole niin. Tämä yleinen harhaluulo johtaakin yleensä siihen, että keskitytään etsimään tehokkaampia kuljetusvaihtoehtoja, vaikka ongelma on jossain aivan muualla. Hukkaa voidaan eliminoida vain kuljetustarvetta supistamalla. (King, 2019, ss. 44-45)

4. Ylilaadusta syntyvä hukka

Ylilaadulla tarkoitetaan ylimääräistä työtä, josta asiakas ei maksa. Esimerkiksi valmistetaan tilattua parempaa laatua tai pahimmassa tapauksessa tehdään täysin tarpeettomia asioita. Alussa ylilaatu saattaa herättää asiakkaassa positiivisia tunteita, mutta jossain vaiheessa asiakas huomaa sen, että ylilaadun maksaa hän. Asiakas ei ole valmis maksamaan tarpeettomista työvaiheista, koska se ei tuota arvoa hänelle. Ylilaatu on kallis hukka, jota esiintyy paljon teollisuudessa. Ylilaatua ovat myös tarpeeton dokumentointi, samojen tutkimusten tekeminen useaan otteeseen, tarpeettomat näytteenotot ja tarkastukset sekä liika toiminnallisuus. (King, 2019, ss. 45-46)

5. Tarpeettomasta varastosta johtuva hukka

Suuret varastot mielletään yleensä hukaksi, mutta joissain tapauksissa ne ovat välttämättömiä, sillä sisäiset ja ulkoiset prosessit saattavat joskus epäonnistua toimitustavoitteissaan. Varastoa lisäävät myös hankintaostot, sillä joissain tapauksissa on edullisempaa tai erityistilaisuus ostaa valtava määrä tavaraa. Isompien erien ostot on kuitenkin harkittava tarkasti, sillä tavaroiden varastointi maksaa, jolloin hyötysuhde voi olla erittäin huono.

Varastoinnin varjopuoli on se, että se ei edistä läpimenoaikaa vaan pahimmillaan pitkittää sitä. Toisaalta varastoinnin ansiosta toimintojen on helppo sopeutua asiakkaiden kysynnän muutoksiin. Suuret varastot nostavat kuitenkin riskiä, sillä niihin saattaa liittyä paljon ongelmia, ja poikkeuksetta lähes aina ne sitovat ison summan rahaa. Lisäksi ne pidentävät laatuongelmien esiintymistä. (King, 2019, ss. 47-48)

6. Liikkeestä syntyvä hukka

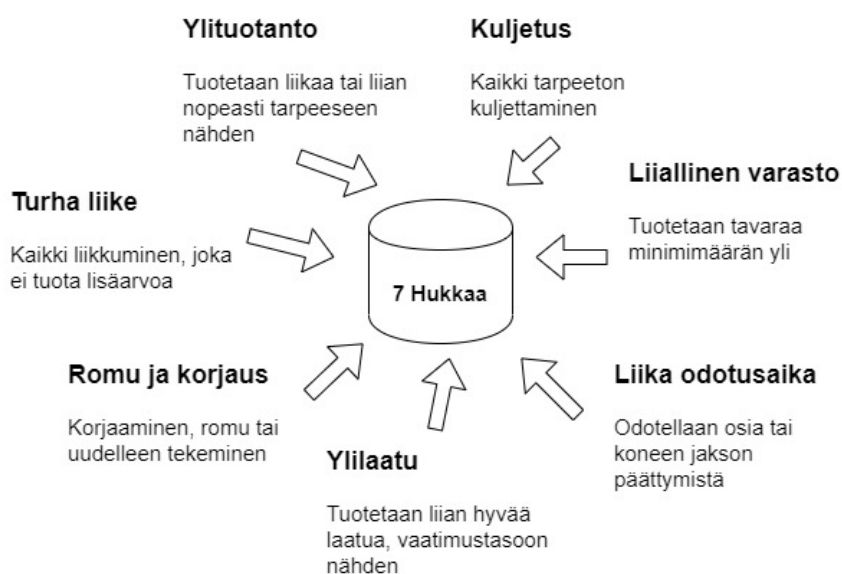
Liikkeet, jotka eivät tuota arvoa ovat myös puhdasta hukkaa. Esimerkiksi työkalujen tai materiaalien nouto voivat johtaa liikkeestä syntyvään hukkaan. Liikkeestä syntyvään hukkaan tulee kiinnittää erityistä huomiota myös ergonomian kannalta. Kumartuminen ja ojentuminen jonkin asian saamiseksi on yleensä huonon sijainnin seurausta. Raskaat ja tarpeettomat nostot ovat myös liikkeestä syntyvää hukkaa. Lisäksi myös asioiden tai ihmisten etsiminen luo hukkaa. Kaikkien työn kannalta välttämättömien esineiden tulisi olla mahdollisimman lähellä.

Taloudelliselta kannalta katsottuna tarpeettomien liikkeiden eliminoiminen mahdollistaa tuottavuuden kasvamisen. Turha liikkuminen luo aina kustannuksia yrityksille, sillä se ei ole mitenkään arvoa tuottavaa toimintaa. (King, 2019, s. 49)

7. Viallisista tuotteista syntyvä hukka

Valmistusvirheistä ja laatuvirheistä johtuvien virheellisten tuotteiden korjaaminen maksaa ja lisää ylimääräistä työtä. Vialliset tuotteet synnyttävät hukkaa. Pahimmassa tapauksessa tuotetta ei saada korjattua omassa tuotannossa, jolloin se pitää tehdä kokonaan uudestaan. Näin ollen virheet kasvattavat tuotteen läpimenoaika.

Virheellinen tuote syntyy yleensä väärin tietojen takia. Luonnollisesti syynä voi olla myös lukuisia muita tekijöitä, joten juurisyy selvittäminen onkin erittäin tärkeää. (King, 2019, s. 50)



Kuva 5 Hukka tiivistettynä.

3.4 Lean-työkalut

3.4.1 TPM

TPM eli Total Productive Maintenance on lean työkalu, jolla pyritään parantamaan tuotannon laatua keskittymällä koneisiin ja siihen, kuinka niitä käytetään ja huolletaan tehokkaasti. TPM:n tehokkuus perustuu siihen, että koneen tai laitteen käyttäjä huoltavat ja pitävät yllä koneen kuntoa itsenäisesti. Näin ollen mahdollistetaan se, että käyttäjä pystyy huomaamaan nopeasti mahdolliset ongelmat ja reagoimaan niihin. (King, 2019, s. 123)

3.4.2 SOP

SOP-lyhenne tulee sanoista Standard Operating Procedure. SOP on asetettuja ohjeita, jotka kertovat kuinka toimitaan määrätyissä tilanteissa. Hyvä SOP on lista, joka kertoo työvaiheet vaihe vaiheelta. Tällaisen listan ansiosta jokaisen on helppo opetella suorittamaan kyseinen työvaihe pienen koulutuksen jälkeen. SOPin avulla työtavat saadaan standardisoitua. (Childress, 2018)

3.4.3 5S

5S-menetelmä on 5-portainen tuotannonkehittämismenettely yrityksille. 5S-sanalla viitataan Japanin kielen sanoihin seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shitsuke. Suomeksi nämä tarkoittavat sorteerausta, systematisointia, siivousta, standardointia ja seurantaa. 5S-menetelmää voidaan verrata normaalin kotitalouden järjestämiseen ja ylläpitoon, mutta sitä voidaan soveltaa lukuisilla toimialoilla. 5S-menetelmässä keskitytään työpisteen organisointiin ja työn tehokkuuteen. (Peterson, 2018, s. 306)

Sorteerauksella tarkoitetaan työpisteen visualisointia. Työpiste tulee olla järjestyksessä ja kaikki tarpeeton materiaali tulee hävittää. Tehokkaasti toimivassa työpisteessä on vain ne työkalut ja materiaalit, joita valmistus vaatii. Sorteerauksen ideana on siis karsia kaikki turha pois työpisteeltä. Sorteerauksen käyttöönottamiseksi hyvä keino on mennä työpisteille ja merkata punaisilla lapuilla kaikki turha ja hyödytön tavara. Merkkauksen jälkeen tavarat joko hävitetään tai siirretään työpisteille, joissa niitä tarvitaan. (Peterson, 2018, s. 306)

Systematisointi toteutetaan sorteerauksen jälkeen. Systematisoinnissa kaikki sorteerauksen jälkeä jäljelle jäänyt tavara järjestetään loogiseen ja helposti saatavilla olevaan paikkaan. Kaiken pitäisi olla mahdollisimman lähellä työpistettä ja näin ollen esteettömästi saatavilla. Jokaiselle tavaralle täytyy merkata selkeät paikat, jolloin huomataan helposti, jos jotain puuttuu. Esimerkiksi työkalut voidaan maalata tietyllä värillä, joka vastaa niiden paikkaa. Systematisoinnissa otetaan myös huomioon työpisteen turvallisuus. Pyritään välttämään turhia esteitä ja teräviä nurkkia, jotta työvälineiden ottaminen olisi esteetöntä ja helppoa. (Peterson, 2018, s. 307)

Siivous tarkoittaa koko alueen siivoamista ja siisteyden ylläpitämistä. Siivousalueet voidaan merkata esimerkiksi maalaamalla alue tai merkkamalla se selkeästi ääri viivoilla. Näin ollen alueen siisteyden ylläpitäminen voidaan helposti määrittää jollekin yksittäiselle työntekijälle. Tällöin ei esiinny myöskään "no mans land" -efektiä. Puhdas työalue tarjoaa miellyttävän työskentely ympäristön, pa-

rantaa työmoraalia ja lisää työturvallisuutta. Puhdas lattia on eduksi esimerkiksi silloin, kun osia puutoilee lattialle. Siisteyden ansiosta pienetkin osat on helppo löytää niiden tippuessa. (Peterson, 2018, s. 308)

Standardisointi on menetelmien kehittämistä, jonka avulla työympäristön siistimisestä ja siisteyden ylläpitämisestä tulee standardityötä työalueelle. (Peterson, 2018, s. 309)

Seuranta on menetelmän kehittämistä, jonka avulla seurataan uuden menettelyn ylläpitämistä. Apuina seurannassa voidaan käyttää tarkistuslistoja ja säännöllisiä tarkastuksia työalueille. Nämä kaksi keinoa ovat tehokkaita tapoja ylläpitää uusia käytäntöjä. (Peterson, 2018, s. 309)

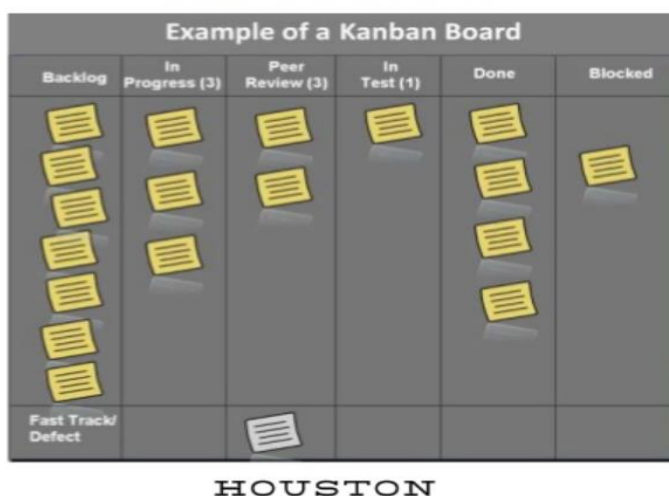
3.4.4 Kanban-taulu ja -kortit sekä visuaalisen johtamisen taulu

Kanban on menetelmä, joka on syntynyt Toyotan tehtaalla lean-ajattelun myötä tuotantojärjestelmän ohjausmenetelmäksi. Sana Kanban itsessään on Japania ja sillä tarkoitetaan visuaalista korttia tai merkkiä. Kanban on siis prosessityökalu, jonka tavoitteena on tehostaa työskentelyä asettamalla toimintatapoihin rajoituksia ja ohjeistuksia.

Kanban menetelmä liittyy Just-In-Time -ajatteluun. Kanban auttaa hahmottamaan, että mitä pitää tehdä, milloin ja kuinka paljon. Työnkulku pystytään toteuttamaan kanbanin avulla. Sitä on mahdollista hyödyntää kaikissa projekteissa, jotka tarvitsevat kehitystä.

Työnkulku hahmotetaan taululle, jossa yksittäiset tehtävät siirtyvät työvaiheiden välillä. Kanbanin avulla pyritään siihen, ettei pullonkauloja syntyisi. Taulusta voidaan nähdä yhdellä silmäyksellä kaikki oleelliset asiat työstä, kuten vaiheet ja ongelmat. Prosessia voidaan parantaa työn kulkua ja läpimenoa mittaamalla. Yksi malli kanban-tilusta esitetään kuvassa 6. (Druid Oy, 2019) (King, 2019, s. 16)

Työnkulun visualisointi: kanban-tilut

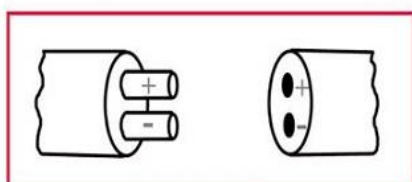


Kuva 6 Esimerkki kanban-tilusta (Houston Inc. Consulting Oy, 2015)

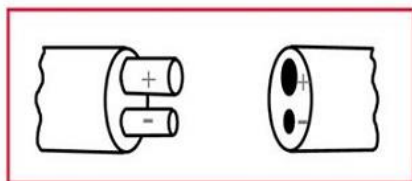
3.4.5 POKA YOKE

Poka-Yoke on kokoelma tekniikoita, joiden avulla virhe voidaan tunnistaa. Tekniikoiden tarkoitus on estää viallisten tuotteiden valmistaminen ja ehkäistä tuotantolaitteiden väärin asettamista. Poka-Yoke pitää sisällään suunnittelutekniikoita, jotka on mahdollista yhdistää vain yhdellä tavalla. Lisäksi Poka Yokessa käytetään sensoreita, jotta kappaleiden oikea ja väärä asento voidaan tunnistaa. Värikoodaus on myös merkittävä työkalu Poka Yokessa. Värikoodien avulla pyritään estämään väärin kappaleiden yhdistämistä. Yksi esimerkki Poka Yoken virheen tunnistus tavoista esitetään kuvassa 7. (King, 2019, s. 14)

Example of Mistake proofing



Without mistake proofing, we can have a mistake with irreversible damages



With mistake proofing, error is not possible

Kuva 7 Poka Yoke tekniikka. (Sixsigma, 2020)

4 TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Enterprise Resource Planning (ERP) eli toiminnanohjausjärjestelmä on liiketoimintaprosessien hallintaohjelmisto, jonka avulla yrityksen taloushallintoa, toimitusketjua, toimintoja, raportointia, valmistusta ja henkilöstöhallinnon toimintoja voidaan hallita. Nykyään lähes kaikilla yrityksillä on käytössä jonkinlainen toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla ohjataan taloushallintoa ja yrityksen toimintoja. Hyvä ERP-järjestelmä automatisoi yrityksen liiketoiminnan rutiineja ja on helposti käytettävä ja muokattavissa.

Aiemmin yritysten kirjanpito perustui useaan eri toimieliimeen esimerkiksi kirjanpitoon, taloushallintoon ja niin edelleen. Näitä kaikkia hallinnoitiin erinäisillä erillisillä ohjelmilla, jolloin ne toimivat toisistaan erillään. Nykyaikainen toiminnanohjausjärjestelmä pyrkii yhdistämään yhden ohjelman alle kaikki nämä ja myös monet muut prosessit. Nykyiset toiminnanohjausjärjestelmät mahdollistavat sen, että osastot voivat nähdä mitä muilla osastoilla tapahtuu. (Microsoft, 2020) (eCraft Oy Ab, 2020)

Kaikille liiketoimintaprosesseille ei ole olemassa mitään täydellistä, kaiken kattavaa ratkaisua sisältävää ohjelmistoa. Kuitenkin ohjelmistot ovat hyvin räätälöitävissä asiakastarpeen mukaan ja järjestelmät kehittyvät koko ajan rajusti eteenpäin.

ERP:llä voidaan hoitaa esimerkiksi:

Taloushallinnon

Nykyaikainen ERP sisältää monia mittareita, joiden avulla saadaan taloushallinnosta yleiskatsaus. Näin ollen saadaan reaaliaikaisia tietoja, milloin ja missä tahansa. Tietojen manuaalista syöttämistä voidaan vähentää, kun automatisoidaan päivittäiset tehtävät. (Microsoft, 2020)

Henkilöstöhallinnon

Nykyaikaisten ratkaisujen avulla saadaan hallittua yritysten tietoja ja yksinkertaistettua työntekijöiden hallintatehtäviä, kuten palkanlaskentaa ja rekrytointia. Ongelmien tunnistaminen ja niiden esiintymistä on mahdollista parantaa työntekijöiden suorituskykyä seuraamalla. (Microsoft, 2020)

Valmistusteollisuuden

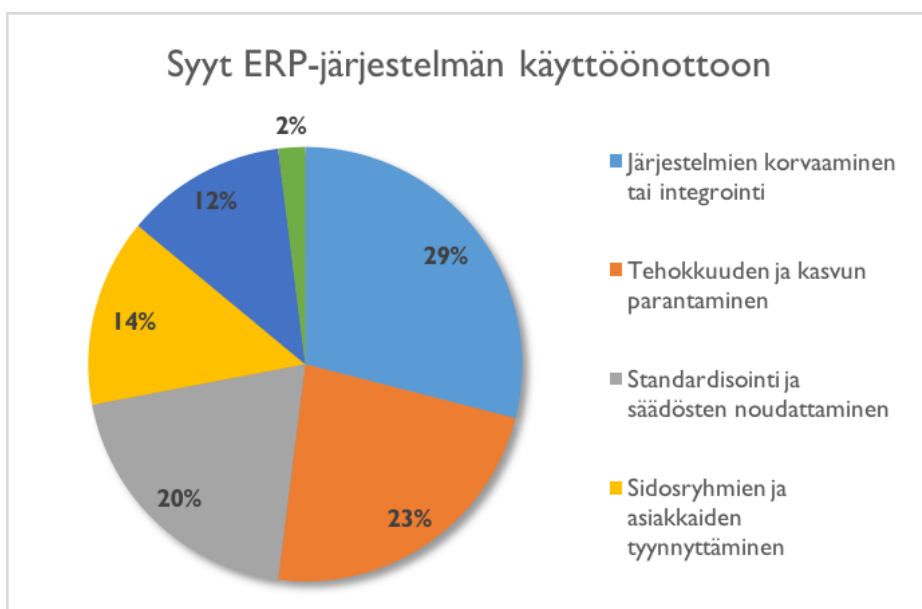
Tämä toiminnon avulla parannetaan yrityksen viestintää, automatisoidaan päivittäisiä prosesseja ja annetaan valmistajille mahdollisuuksia täyttää asiakkaiden tarpeet ja hallita resursseja reaaliaikaisen tietojen avulla. Toiminnon avulla saadaan optimoitua projektin ja kustannustenhallinnan sekä tuotannonsuunnittelu. (Microsoft, 2020)

Toimitusketjun

Mikäli yrityksen tietojen syöttäminen ja varaston jäljittäminen tapahtuu manuaalisesti, niin tämän toiminnon avulla voidaan helposti säästää aikaa ja rahaa automatisoimalla prosessit. Varastonhallinnan näkökulmasta nykyaikaiset ratkaisut sisältävät myös raporttinäkymiä ja liiketoimintatietoja, joiden avulla voidaan optimoida varaston hallintaa. (Microsoft, 2020)

ERP-järjestelmä tuo monenlaisia hyötyjä, joita ovat esimerkiksi korkeampi tuottavuus, paremmat oivallukset, nopea raportointi, riskien madaltuminen, yksinkertaisempi tietotekniikka ja ketteryyden kasvaminen. Näiden kaikkien tekijöiden ansiosta tuotannosta tulee huomattavasti sujuvampaa ja hallittavampaa. Varsinkin isoissa organisaatioissa ERP tuo vakautta riskienhallintaan. (SAP, 2020)

Mikäli ERP halutaan mahdollisimman hyväksi teollisuudessa siihen kannattaa liittää tuotannonohjausjärjestelmä eli Manufacturing Execution System, MES. MES- järjestelmä ratkaisee ne ongelmat, joihin ERP yksinään ei kykene. MES kerää reaaliaikaista tietoa tuotantoprosesseista, kuten koneista, materiaaleista ja henkilöstä. MES pyrkii ohjailemaan valmistusta ja automaatiota. Tuotantotilausten tehokkaampi käsittely ja hukan minimoiminen edistävät tuottavuuden kasvua. Tuotantoa kontrolloimalla ja mahdollisuudella reagoida nopeasti muutostilanteisiin lyhennetään tuotannon läpimenoaika. Tämän seurauksena tuotannosta saadaan huomattavasti kustannustehokkaampaa. (Nortal Oy, 2019)



Kuva 8 ERP-järjestelmän käyttöönoton syyt. (Panorama Consulting Solutions, 2016)

Kuva 8 havainnollistaa hyvin syitä, joiden takia ERP-järjestelmät ovat yleistyneet ja miksi niiden pitäisi yleistyä edelleen. Kuten kuvaaja esittää, 29 % käyttöönottamisen syistä ovat järjestelmien korvaaminen ja integrointi. ERP-järjestelmän avulla haetaan yksinkertaisuutta yrityksen päivittäisen toimintaa. Lisäksi toinen merkittävä tekijä on tehokkuuden ja kasvun parantaminen 23 %.

5 LÄHTÖKOHDAT JA ONGELMIEN KARTOITUS

Opinnäytetyö aloitettiin seuraamalla aktiivisesti yrityksen tuotantoa ja sen toimintatapoja. Aktiivisella mukana ololla tuotannossa päästään näkemään konkreettisesti kaikki eri toimintatavat. Päätyö suoritetaan seuraamalla Tehtaantie 23 A -hallin toimintaa. Työskentelytapoihin tullaan tutustumaan kuitenkin myös yrityksen muissa halleissa, sillä sisäisiä eroja löytyy. Alussa tuotannossa kuljetaan kameran kanssa, jolloin ongelmat saadaan taltioitua kuvien muotoon. Kuvat auttavat hahmottamaan konkreettista ongelmaan ja kuvien esittäminen toimihenkilöille konkretisoi niiden laajuutta myös heille. Nykyisestä toimintatavasta laaditaan prosessikaavio, jonka avulla saadaan hahmotettua logistiikan kulkua tuotannossa.

Opinnäytetyön aikana tullaan pitämään myös haastatteluita toimihenkilöille ja työntekijöille. Haastatteluiden avulla saadaan hahmotettua entistä enemmän kokonaiskuvaa ja kerättyä ideoita ihmisiltä, jotka työskentelevät päivittäin näiden ongelmien parissa. Lisäksi työn aikana tullaan olemaan yhteydessä tarvittaviin tavarantoimittajiin.

Työssä tullaan hyödyntämään Lean-ajattelua ja keskitytään esimerkiksi arvovirtakuvauksen kartoittamiseen, eli perehdytään logistiikan arvoa tuottaviin ja tuottamattomiin tapoihin. Arvovirtakuvauksessa tullaan ottamaan selvää läpimenoajasta, joka esiintyy jäysteellä pienen tavarankohdalla. Arvovirtakuvaus pyritään pitämään erittäin yksinkertaisena ja helposti tulkittavana.

5.1 Esiselvitys

Ferrum Steel Oy:n asiakaskunta on hyvin laaja, joten myös erilaisia osia on paljon. Tuotannossa liikkuu tuhansia osia, jolloin myös niiden seurattavuus ja käsittely tuottaa ongelmia. Aiemmin osia saattoi mennä hukkaan työvaiheiden välillä. Yrityksessä tehtiin muutoksia kappaleiden käsittelyyn siten, että siitä saatiin huomattavasti yksinkertaisempaa. Nykyisessä tilanteessa kappaleiden käsittely ja lavoittaminen toteutetaan siten, että jokainen asiakas lavoitetaan omalle lavalleen. Lisäksi lavoitukseen vaikuttaa työvaiheet, sillä eri työvaiheille menevät kappaleet eivät voi olla samalla lavalla, vaikka ne olisivat saman asiakkaan tilaamia.

Koko prosessi alkaa sijoittelusta. Sijoittelijat tekevät ohjelmia leikkauskoneille Nestix-ohjelmiston avulla. Kappaleet sijoitellaan levyille pääosin tarvepäivää ja hyvää levyn täyttöprosenttia ajatellen. Asiakkaiden tilaukset näkyvät sijoittelijoiden järjestelmässä. Sijoittelija pyrkii saamaan samalle levyille tilatun määrän kappaleita, mutta aina se ei ole kuitenkaan mahdollista. Lisäksi peruseriaatteena sijoittelussa on se, että ensin leikataan pienemmät maksimissaan 150x150 mm kappaleet, jotka tipuvat muuten leikkauskoneen alle. Ajatuksena tässä on se, että leikkaajat voivat kerätä sellaiset kappaleet heti pois pöydältä, jotka muussa tapauksessa putoaisivat.

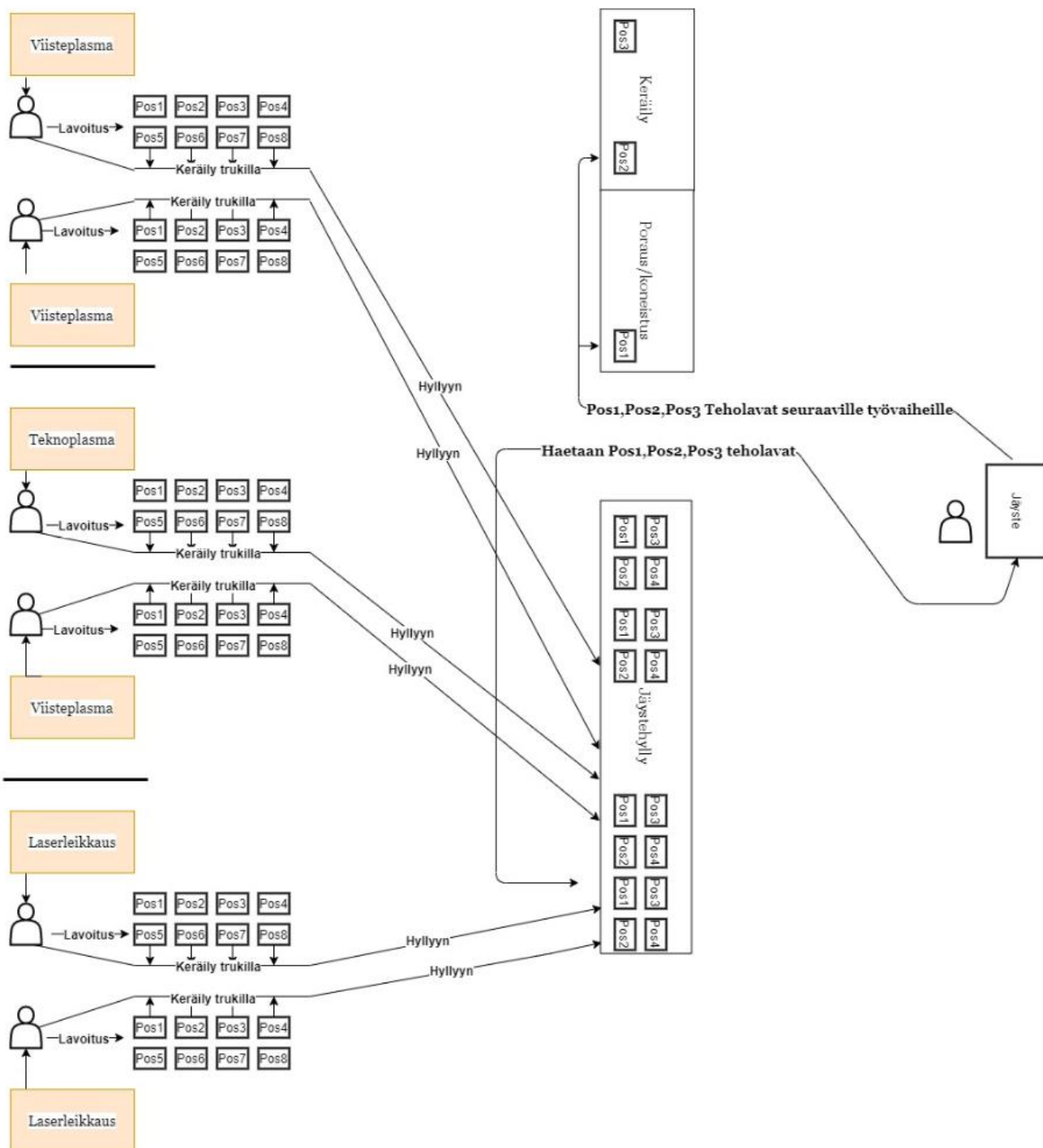
Sijoittelun jälkeen vastuu siirtyy leikkaajille. Leikkaaja valmistelee koneen lataamalla oikean ohjelman ja nostamalla oikean metallilevyn pöydälle. Leikkaus aloitetaan ja prosessin alussa leikkaaja kerää aluksi pienet palaset levystä, jonka jälkeen kone jatkaa leikkaamista itsenäisesti siirtyen isom-

piin kappaleisiin. Leikkaajan tehtävänä on kerätä teho- ja eurolavat koneen eteen valmiiksi lavoittamista varten. Lisäksi leikkaaja lajittelee kappaletarrat oikeille lavoille ja kirjoittaa lavalaput. Jokaisen kappale-erän ensimmäiseen kappaleeseen leikkaaja kirjoittaa käsin asiakkaan, työnumeron, piirustusnumeron, kappalemäärän ja työvaiheet. Tämän jälkeen leikkaaja lavoittaa kappaleet lavoille ja hakee trukin, jolla keräilee lavat ja vie ne sitten jäystehylyyn.

Leikkauksen jälkeen on jäysteen vuoro ottaa kappaleet käsittelyyn. Jäysteellä kappaleista poistetaan kaikki ylimääräinen leikkauspurse kappaleen reunoilta. Lisäksi jäystäjän tehtävänä on laskea kappalemäärä ja merkitä se kappaletarran taakse. Jäystäjän velvollisuus on myös silmäillä kappaleiden laatua, ja toimittaa kappaleet seuraavalle työvaiheelle jäystettyinä. Jäystäjät saavat vapaasti kerätä jäystehylystä lavat oman mieltymyksensä mukaan. Trukkia käytetään lavojen keräämisessä ja kuljettamisessa.

Muihin halleihin lavat kuljetetaan traktorilla ja traktorikuskin tehtävänä on lajitella lavat hyllyihin työvaiheiden mukaisesti. Lisäksi traktorikuski kuljettaa tyhjät ja ylimääräiset lavat pois muilta halleilta paluukuormana.

Alla olevassa kuvassa (kuva 9) on havainnollistettu A-hallin toimintaa prosessikaavion avulla:



Kuva 9 Nykyinen toimintatapa.

5.2 Havaitut ongelmat

Ongelmia nykyisestä toimintatavasta pienten kappaleiden osalta löytyy runsaasti. Prosessikaaviossa (Kuva 9) Pos1 tarkoittaa jotain positiota, eli tilattua osaa. Positiot voivat olla pieniä kappaleita, joita ei voi nykyisen toimintatavan mukaisesti laittaa samoihin lavoihin muiden kappaleiden kanssa. Näin ollen yleensä nämä kaikki kahdeksan positiota lajitellaan omille teholavoilleen. Painoa osilla voi olla vain satoja grammoja.

Ongelmaa lähdettiin tutkimaan tuotantoon kameran kanssa, jotta päästiin konkreettisesti selvittämään tällaisten pienten kappaleiden määrä tuotannossa. Kuvissa 10, 11 ja 12 on tuotannosta kerätyjä esimerkkejä.



Kuva 10 Osia tuotannosta.



Kuva 11 Osia tuotannosta.



Kuva 12 Osia tuotannosta.

Tällaisten lavojen käsittely ja käyttäminen tuottaa yritykselle paljon hukkaa ja hidastaa virtaus- ja resurssitehokkuutta.

Tällaiset lavat synnyttävät erittäin paljon turhaa liikettä, eli puhdasta hukkaa. Lavat käsitellään tuotannossa samalla tavalla kuin kaikki muutkin lavat. Niitä kuljetellaan trukilla hyllyyn ja hyllystä pois useita kertoja. Lisäksi ne lavoitellaan uudelleen monta kertaa tuotannossa. Pahin hukka syntyy silloin, kun jäystäjä kerää osia hyllystä. Tavallisesti lavassa voi olla satoja osia, mutta tällaisissa tapauksessa lavoja pitää kerätä trukilla hyllystä useampia. Parhaimmillaan jäystäjällä saattaa olla työpisteellään kahdeksan teholavaa, jotka kaikki sisältävät vain yhden pienen kappaleen. Lavoja joudutaan käsittelemään paljon enemmän kuin normaalitilanteessa.

Virtaus- ja resurssitehokkuudessa edellä mainittujen lavojen käyttö näkyy myös merkittävästi, sillä tällaisten lavojen käsittely ja varastointi vie valtavasti resursseja. Tuotannossa olevat hyllyt ovat mitoitettu siten, että niihin mahtuu kaksi eurolavaa lavakauluksineen päällekkäin. Tällaiset teholavat hyödyntävät vain puolet tuosta eurolavalle varatusta tilasta. Pahimmillaan hyllyn koko takaosa jää tyhjäksi, jolloin myös hyllyt näyttävät nopeammin hyvin täysiltä. Todellisuudessa hyllyt saattavat olla täynnä kuvien mukaisia teholavoja, jotka sisältävät vain muutamia kappaleita. Näin ollen varastotilan käyttö ei ole niin tehokasta, kuin se voisi olla. Lisäksi täyttyneiden hyllyjen takia, myös lattiatila alkaa täyttymään lavoista, joka väistämättä hankaloittaa toimimista hyllyillä. Joskus hyvin pienet kappaleet saattavat pudota lavan raoista pois ja näin ollen luonnollisesti mennä hukkaan. Hukkaan menneet palat kuormittavat aina tuotantoa olivat ne sitten suuria tai pieniä. Tällaisenaan pienten kappaleiden käsittely ei ole mitenkään kustannustehokasta. Lisäksi sisäisessä logistiikassa ongelmina on myös kappaleiden merkkäminen manuaalisesti ja tarralappujen hukkuminen ja repeäminen.

6 HYLLYTILAN OPTIMOINTI

6.1 Teholavat

Teholava on mitoiltaan 600x800 mm:n kokoinen kevyt kuormalava. Teholava on edullisempi lava-vaihtoehto, kuin esimerkiksi standardisoidut Fin- ja Eur-lavat. Teholava on puuta ja rakenteeltaan se on hyvin yksinkertainen. Teholavan pääosia ovat kansi, välituet ja pohja. Jalkoja teholavassa on kaksi. Kansilaudoitus teholavoissa muodostuu yleensä noin 5–9 samansuuntaisesta laudasta, joiden välissä on reilut raot. Ferrum Steelin Oy:n käytössä olevat teholavat ovat umpikantisia ja niissä on pienet laidat. Ferrum Steel Oy:n käytössä oleva teholavamalli esiintyy kuvassa 13. (Suomen Nettipakkaus Oy, 2020)



Kuva 13 Teholava.

Tuotannossa teholavoja käytetään pienten kappaleiden ja pienieräisten kappaleiden kuljettamiseen. Kaikki kappaleet, jotka mahtuvat teholavalle, pyritään aina laittamaan sinne. Teholavaa on helpompi käsitellä kuin perinteistä Fin- ja Eur-lavaa. Lisäksi teholavaa hyödynnetään myös kiireellisten kappaleiden kuljettamisessa ja varastoinnissa. Ferrum Steel Oy:n hyllytilasta noin 60 % täyttyy tällä hetkellä teholavoista.

Vaikka teholava on erittäin hyvä tapa kuljettaa materiaalia, sen käyttöä pitäisi minimoida. Teholava ei ole tehokas tapa varastoida tavaraa hyllyyn resurssitehokkuuden näkökulmasta. Vaikka yhteen hyllyväliin on mahdollista varastoida kolme teholavaa päällekkäin ja kaksi vierekkäin, on se silti melko tehoton tapa. Teholavoja harvemmin hyllytetään siten, että niitä on hyllyn takana ja edessä, sillä jokaisen lavan lavalappu pitää olla luettavissa hyllyn edestä. Näin ollen teholavojen käytössä hyllytilan takaosa jaa väistämättä hyödyntämättä.

6.2 Eurolava

Eurolava on yleisesti Euroopassa käytössä oleva standardin mukainen kuormalava, joka on mitoit-
taan 800x1200 mm. Eurolava on tavarankuljetuksessa ja varastoinnissa käytettävä standardinkokoi-
nen puurakenteinen ja matala kuormalava. Kantavuutta kuormalavalla on 1800 kg ja oma paino 25
kg. Eurolava (Kuva 14) on yksi teollisuuden yleisimmistä käytetyistä kuormalavoista, sillä se nopeuttaa
kuorman lastausta, varastointia ja purkamista. Eurolavan tunnistaa EUR-leimasta. Eurolavaan on
saatavilla lavakauluksia, joiden avulla eurolavan tilavuutta saadaan lisättyä huomattavasti. (Suomen
Lavacenter, 2020)



Kuva 14 Eurolava.

Ferrum Steel Oy:llä eurolavoja käytetään isojen ja iso eräisten kappaleiden varastointiin ja siirtämi-
seen. Eurolava on jäykkärakenteinen ja se kestää useita käyttökertoja. Tarvittaessa eurolavoja
voidaan hyödyntää vaikka työskentelytasona. Kuitenkin vain noin 40 % Ferrum Steel Oy:n hyllyistä
täyttyy eurolavoista. Eurolavojen käyttämistä tulisi siis tehostaa hyllytilan resurssitehokkuuden näkö-
kulmasta.

6.3 Hyllyt

Nykyisessä toimintatavassa hyllyissä ei ole minkäänlaista loogista toimintapaa. Tavarat laitetaan hyl-
lyihin aivan vapaalla sijoittelulla. Ainoat hyllyrajaukset ovat työvaiheet, joiden avulla hyllypaikat saa-
daan erottumaan toisistaan.

6.4 ERP-viivakoodi

Ferrum Steel Oy:llä on tulossa iso ERP-järjestelmän uudistus. Koko toiminnanohjausjärjestelmä tul-
laan vaihtamaan uuteen. Uusi järjestelmä tulee olemaan entistä parempi jokaisella osa-alueella,
mutta erityisesti sen pitäisi osata ajoittaa osien leikkaamista ja työvaiheiden kiertoa huomattavasti
paremmin kuin nykyinen järjestelmä. Näin ollen myös tuotannosta tullaan keräämään todella paljon

dataa ja myös tiettyjä uudistuksia tullaan tekemään esimerkiksi varastoinnissa, jotta uusi ERP toimisi mahdollisimman hyvin.

Tuotannon hyllyt tullaan äylyttämään. Hyllyihin tullaan asentamaan koodit, joiden perusteella lavojen paikat kuitataan hyllyissä. Kuittauksen ansiosta lavan kierrosta ja paikan vaihdosta tuotannossa jää aina jälki, jolloin työnjohtajien on helppo paikantaa lavan sijainti. Sijainnin tärkeys korostuu etenkin silloin kun jokin osa tai osat tarvitaan nopeasti jollekin työvaiheelle. Koodin ansiosta osien paikantaminen on helppoa ja nopeaa. Näin ollen säästyy taas lean-ajattelua hyödyntäen paljon turhaa liikettä.

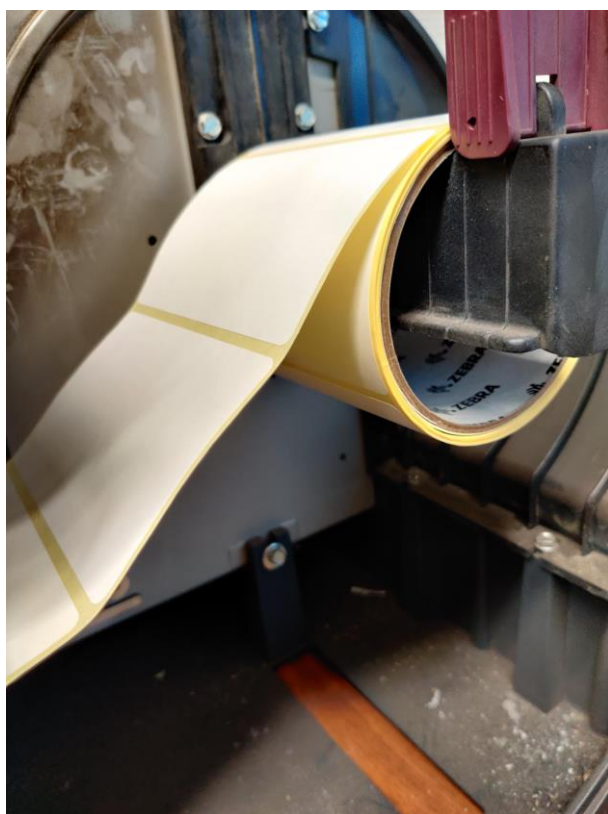
Koodivaihtoehtoja on monenlaisia. Tuotannossa ja varastoissa yleisimmin käytettyjä koodeja on viivakoodi ja QR-koodi. Ferrum Steel Oy:n käyttötarkoitukseen sopiva koodi olisi varmasti QR-koodi. QR-koodi on toimiva tapa seurata varastoa. Se on kehitetty Japanissa 1990-luvulla teollisuuden käyttötarpeisiin. QR-koodi on hyperlinkki, joka yhdistää office-maailman kohtaamispisteet pääasiassa mobiilikanavaan. QR-koodin ohjelmointimahdollisuudet ovat erittäin laajat. Koodi onkin nykyään vielä hiukan aliarvostettu, sillä sitä käytetään lähinnä ohjaamaan ihmiset verkkosivuille. Teollisuudessa ja varsinkin teollisessa varastoinnissa QR-koodin käyttö voisi olla tehokas keino jäljittää tavaraa ja seurata sen liikkeitä.

Ferrum Steel Oy:llä QR-koodi toimisi luultavasti erittäin hyvin ja luotettavasti. Se on huomattavasti edullisempi hankkia kuin perinteinen viivakoodilla toimiva hyllyjärjestelmä. Lisäksi QR-koodi ei sinänsä tarvitse kalliita laiteinvestointeja verrattuna viivakoodiin. Viivakoodi vaatii aina viivakoodin lukijan erikseen. Lisäksi Ferrum Steelin tuotannossa näitä lukijoita tarvittaisiin useita. QR-koodia voitaisiin käyttää työpuhelimilla tai tuotantoon hankituilla tableteilla.

7 KAPPALEIDEN JA LAVOJEN MERKKAAMINEN TUOTANNOSSA

7.1 Kappaletarrat

Kappaletarra on tarra, joka tulostetaan jokaiselle positiolle. Tämä tarra seuraa kappaletta koko sen työprosessin ajan aina työvaiheelta toiselle. Kappaletarra sisältää kaikki olennaiset tiedot kyseisestä positiosta, kuten kuvan, mitat, työnumeron, piirustusnumeron, asiakkaan, työvaiheet ja materiaalin. Kappaletarraa käytetään työvaiheiden kuittaamisessa, sekä mahdollisten tietojen etsinnässä. Lisäksi sen taakse on kuitattava kappalemäärä, joka lasketaan aina jokaisella työvaiheella.



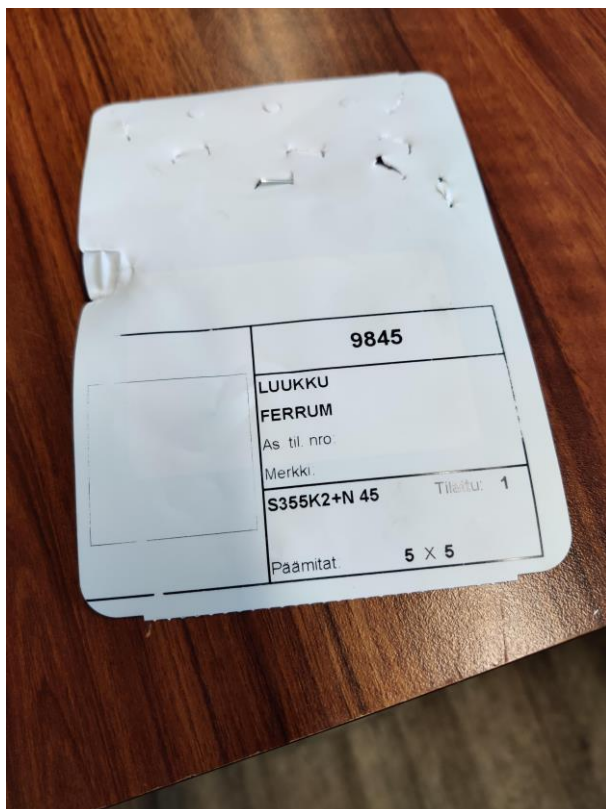
Kuva 15 Vanha etiketti.

Kappaletarra (Kuva 15) on välttämätön tuotannossa. Sen korvaaminen on vaikeaa, sillä se sisältää kaiken tarpeellisen tiedon. Sen tehtävänä on varmistaa, että kappaleen tiedot kulkevat työvaiheelta toiselle. Tarralapun repeäminen ja sitä kautta myös katoaminen aiheuttaa luonnollisesti paljon ongelmia. Tarra niitataan lavaan nitojalla, jotta se säilyisi tallessa kaikkien työvaiheitten ajan. Tarra kuitenkin revitään useaan otteeseen irti lavasta ja niitataan takaisin. Tarran repeytyessä siitä saattaa kadota oleellisia tietoja, kuten kappalemäärä ja työnnumero. Lisäksi tarran kadotessa katoaa myös kuittauksia kappalemääristä, jotka on laskettu työvaiheilla.

Opinnäytetyössäni lähdin etsimään ratkaisuja havaittuihin ongelmiin tarralapun suhteen. Ensimmäisenä lähdin miettimään tarralapun korvaamista tai kokonaan pois jättämistä. Tämä tuottaisi kuitenkin merkittäviä muutoksia tuotantoon ja tällä aikataululla kyseinen prosessi ei ole mahdollista saada toimivaksi. Seuraavaksi tarkastelun alle tuli kappaletarran materiaali. Suurin ongelma on repeytymisen, joka aiheutuu yleensä niitin terävästä reunasta.

Materiaalivaihtoehtoja lähdettiin selvittämään tarramateriaalin toimittajalta Lakeus Officelta. He eivät olleet aiemmin törmänneet kyseiseen ongelmaan, jolloin materiaali aiheutti myös haasteita heille. Halutun materiaalin ominaisuudet olivat sitkeys, nauhamustetulostettava ja sen maksimi leveys sai olla 102 mm. Lakeus Officen materiaalitoimittajalta saimme muutamia materiaalivaihtoehtoja mutta tuotannossa testaamisen jälkeen huomasimme hyvin nopeasti, että ne eivät täytä haluttuja ominaisuuksia, vaan repeävät yhtä lailla. Kuitenkin muutamien tutkimusten ja keskustelujen jälkeen he löysivät kriteereitä vastaavan materiaalin. Tämä materiaali ei ollut tarraa, mutta se ominaisuus ei ollut enää oleellista tuotannossa.

Tuotannon testien perusteella uusi kappletarramateriaali täytti kaikki vaatimuksemme. Se oli helposti tulostettavissa nykyisellä tarratulostimellamme ja se ei repeytynyt niitistä. Materiaaliin tuli niitin mentävä reikä tai sitten vaihtoehtoisesti koko niitti lähti irti puusta. Materiaali oli huomattavasti pehmeämpää, mutta sitkeämpää edellisiin verrattuna. Muutos oli itsessään pieni, mutta erittäin merkittävä tuotannossa, sillä sen ansiosta kappaletarra ei repeydy enää kesken prosessin. Alla olevassa kuvassa (kuva 16) näkyy testipala uudesta kappaletarramateriaalista. Kuvassa olevaa testipalaa on yritetty repiä käsin, mutta materiaali oli sitkeää. Lisäksi testipalaa on revitty niiteistä useamman kerran ilman repeytymistä.



Kuva 16 Uusi etiketti.

Hintavertailu:

Uusi etiketti:

96x47,625PERF Rullalappu 96x47,625 mm 20 000 kpl 0,08 € / tarra (1600,00 € koko erä + stanssi 199,00 €)

Ominasuudet:

- Materiaali: Lämpösiirto, muovi (Synthetic Paper 220XS)
- Blanko
- Muuta: Perferointi, ilman reikää
- Hylsy: 76 mm
- Rullahalkaisija: 200 mm

STANSSI Stanssi 1 kpl 199,00

-Kertakulu

Vanha etiketti:

Paperinen Zebran tarra, 101,6 x 63,5 mm

Hintaa 27 € / rulla -10 %, eli nettona 24,30 € / rulla, alv 0%

Rullassa 2220 etikettiä eli pyöreästi 0,01 €/tarra

Ominaisuudet:

- Pinnoitettu termotarra
- Hylsyn koko 19 mm
- Tarran koko 101,6 x 63,5 mm
- Pysyvä liima
- Thermal TOP-paperi
- Valkoinen mattatarra

Kumpaankin vaihtoehtoon pitää laskea lisäksi hiilinauha, jota käytetään näihin tulostettaessa.

Hiilinauhan hinta on 22,50 € / rulla, alv 0 %, rullassa 450 metriä tavaraa.

Tarjoukset ovat pyydetty Lakeus Office Oy:ltä.

Kuten yllä olevasta hintavertailusta voi päätellä uusi etiketti on huomattavasti kalliimpaa, kuin vanha. Hintaa nostaa materiaali ja stanssaus. Tätä uutta etikettiä voidaan soveltaa kuitenkin myös muihin tarkoituksiin tuotannossa, sillä sitä on saatavilla monessa eri koossa. Esimerkiksi lavalappujen materiaalina etiketti toimisi varmasti loistavasti.

Uusi etiketti ratkaisee kuitenkin huomattavan paljon nykyisen etiketin ongelmia. Pieni investointi etiketin parantamiseen on halpa hinta siitä, että jäljitettävyyks säilyy paremmin. Tarran säilyminen koko position elinkaaren ajan edistää virtaustehokkuutta ja poistaa hukkaa. Lisäksi tarra on ongelma koko sisäisessä logistiikassa, jolloin etikettiin investoiminen tuo arvoa koko tuotantoon, eikä vain pienille kappaleille.

7.2 Kappaleiden merkkäminen tussilla

Nykyisessä toimintatavassa kappaleisiin merkataan tussilla asiakas, työnumero, piirustusnumero, työvaiheet ja kappalemäärä. Nämä kaikki tehdään siksi, että jäljitettävyyks kappaleilla säilyy. Merk-

kaaminen tulee tarpeeseen, mikäli esimerkiksi kappaletarra tai lavalappu katoaa tai repeää. Merkkaaminen toteutetaan leikkauksessa ja sinkopuhalluksessa. Se vie huomattavan määrän aikaa työntekijöiltä työpäivässä.

Opinnäytetyössä paneuduttiin merkkaamiseen ja sitä pyrittiin tehostamaan hyödyntämällä lean-ajattelua. Merkkaaminen tehdään nykyisessä toimintatavassa liian tarkasti. Tämä johtuu siitä, että aiemmin tuotannossa on hukkunut kappaleita tai kulkeutunut väärään paikkaan. Yhtenä syynä laajalle merkkaamiselle on myös se, että tiedot löydetään toiminnanohjausjärjestelmästä mahdollisimman helposti, mikäli kappaletarra ja lavalappu ovat syystä tai toisesta kadonneet.

Opinnäytetyössä haastateltiin kaikkien hallien työnjohtajia, sillä heidän työssään merkkaaminen näkyy konkreettisesti. Kappaleiden tietojen selvittäminen on lähes poikkeuksetta työnjohtajien tehtävä, sillä he pääsevät käsiksi toiminnanohjausjärjestelmään. Jokaisessa hallissa on kuitenkin eri toimintatavat, joten oli tärkeää selvittää mitkä merkkauksista ovat välttämättömiä.

Taulukko 1.

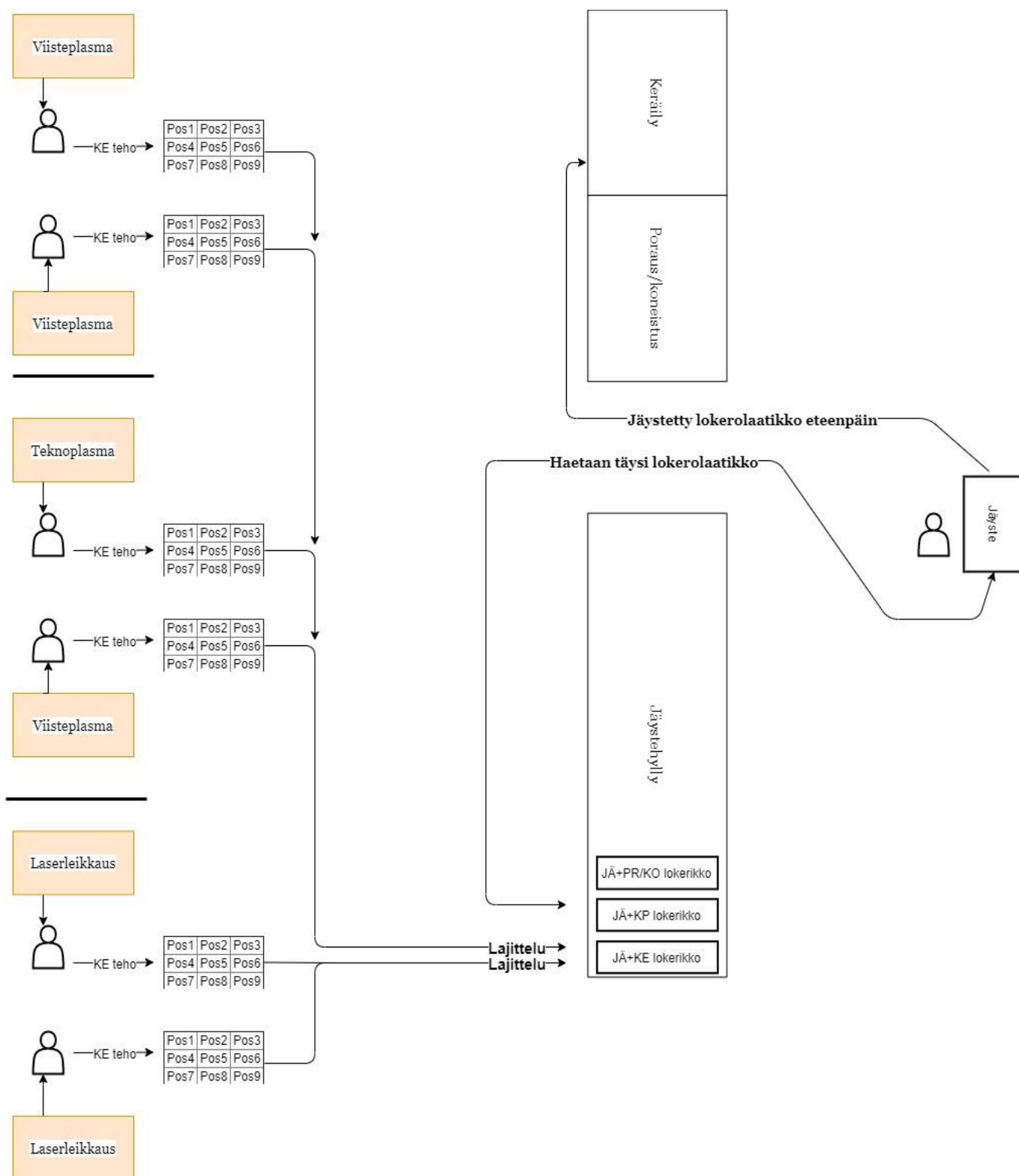
Kappaleiden merkkaaminen										
Toimihenkilöt										
Teemu S (A-halli)	Asiakas ja työnnumero riittää. Työnro perusteella osat löytyvät järjestelmästä.									
Antero A (A-halli)	Asiakas ja työnnumero riittää. Muut tiedot ei tarpeellisia.									
Riku L (B-halli)	Merkkaaminen ei ole välttämätöntä jos tarra löytyy. Muuten asiakas ja työnro riittää.									
Atte K (C-Halli)	Asiakas ja työnro riittää. Alihankinta ja kokoonpano tarvitsee piirustusnumeron.									
Jarno K (C-halli)	Jotkin asiakkaat tarvitsevat piirustusnumeron omassa tuotannossa. Muuten asiakas ja työnro.									

Haastatteluista kootun datan perusteella (Taulukko 1) oli helppo tehdä johtopäätös, että manuaaliseen merkkaamiseen riittää pelkästään työnnumero ja piirustusnumero. Näiden tietojen perusteella jokainen työnjohtaja saa selville kaiken tarvittavan tiedon kappaleista, jolloin seurattavuus säilyy. Tuotannossa testattiin käytäntöä, jossa sinkopuhaltajat merkkasivat kappaleisiin vain edellä mainitut tiedot. Testi osoitettiin sinkopuhallukseen leikkauksen sijasta siksi, että sinkopuhalluksessa käsitellään vähemmän kappaleita kuin leikkauksessa. Sinkopuhallus on leikkauksen lisäksi ainut työvaihe, jossa kappaleet merkataan. Näin ollen testi saatiin ohjattua vain tiettyyn ryhmään, kolmen päivän ajan jaksolle. Mikäli jotain haittoja tai epäselvyyksiä esiintyy näissä uudella tavalla merkatuissa kappaleissa, on testi helppo lopettaa ja kohderyhmäkään ei ole turhan iso.

8 LOKEROLAVA

Pienten kappaleiden liikkuminen tuotannossa on lähes poikkeuksetta ongelmallista, sillä ne eivät hyödynnä tehokkaasti edes teholavoja. Lisäksi hyllytilan ja käsiteltävyyden näkökulmasta teholavojen käyttäminen on erittäin tehotonta niin kuin aiemmin on todettu. Näin ollen pienten kappaleiden varastointiin pitää kehittää jokin vaihtoehtoinen toimintatapa. Kaikkien hallien työskentelytapoja ajatellen, paras ratkaisu olisi eurolavojen hyödyntäminen.

Eurolavat eivät ole sellaisenaan mikään ratkaisu pienten tavaroiden varastointiin. Niiden kehittäminen on kuitenkin mahdollista ja suotavaa. Näin ollen syntyi ajatus lokerolavasta, joka toteutettaisiin eurolavan päälle. Tällä hetkellä eurolavoihin on saatavilla kaulukset, jotka määräävät eurolavan maksimikorkeuden. Tätä kaulusta tullaan hyödyntämään lokerolavassa, mutta siihen lisätään vielä poikittaisia puita, joiden avulla saadaan lava jaettava useampaan eri lokeroon. Tuotannossa oli aikaisemmin koitettu lokerolavan hyödyntämistä siten, että lava sijaitisi leikkauskoneiden välissä, johon lohkon kaikki leikkaajat laittaisivat pienet kappaleet suoraan koneelta. Kokeilu ei ollut kuitenkaan onnistunut ja sen käyttö oli lopetettu. Opinnäytetyön aikana haastattelin leikkaajia ja lokerolava ei ollut heidän mielestään ollut ollenkaan tehokas ratkaisu, sillä se ei täyttynyt tarpeeksi nopeasti. Näin ollen lava seiso leikkauskoneiden vieressä turhan kauan, jolloin kappaleet saattoivat jopa myöhästyä seuraavilta työvaiheilta. Haastatteluiden jälkeen siirryttiin laatimaan prosessikaaviota parhaasta mahdollisesta toimintatavasta lokerolavalle.



Kuva 17 Prosessikaavio 2.

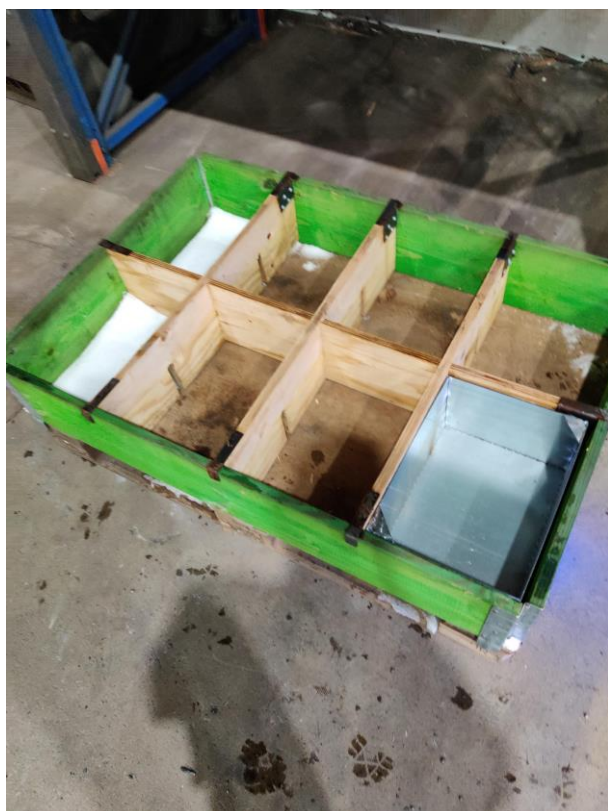
Kuva 17 havainnollistaa uutta toimintatapaa A-hallilla lokerolavan kanssa. Lokerolavalle merkataan ja määritetään selkeä, vakituinen paikka jäystehyllyy. Näin ollen lokerolava on aina saatavilla samasta paikasta ja näin ollen etsimiseen ei kulu aikaa. Lisäksi yllä olevassa prosessikaaviossa pienet kappaleet ohjataan jokaiselta leikkauskoneelta suoraan hyllyy viettäviksi. Näin ollen virtaustehokkuus lokerolaatikoihin paranee huomattavasti, koska kaikki virtaus ohjataan yhteen paikkaan. tämän seurauksena luonnollisesti myös lava täyttyy nopeammin. Lisäksi toimintatapa muuttuu myös leikkauksessa pienten kappaleiden osalta rajusti. Leikkaajien ei tarvitse enää hakea useita teholavoja

leikkauskoneen eteen odottamaan kappaleita, vaan pienille kappaleille tehdään peltisiä lokerikkoja, joita on helppo käsitellä. Näihin lokeroihin leikkaaja voi nostella pienet kappaleet jo suoraan leikkauksesta. Laatikoiden täytyttyä ne voidaan viedä suoraan lokeroihin.

Lisäksi tähän tehostettuun toimintatapaan halutaan tehdä lavan käsittely mahdollisimman helpoksi. Lavan alle hyllyyn tulee liikkuva alusta, jonka avulla lavan saa vedettyä hyllystä ulos käsivoimin. Lavan ollessa vedettynä ulos hyllystä, leikkaajan on helppo tiputtaa valmiit peltilaatikat lavan lokerikoihin.

Lokerikkojen täytyttyä on jäystäjän vuoro ottaa lokerolava käsittelyyn. Jäystäjä hakee trukilla lokerolavan hyllystä ja vie sen omalle jäystepisteelle. Jäystäjä käsittelee kappaleet, jonka jälkeen se kuittaa työvaiheen tehdyksi ja vie lokerolavan suoraan hyllyyn. Esimerkiksi työvaiheiden ollessa jäyste+keräys, jäystäjä vie koko lavan suoraan keräilyhyllyyn. Ennen jäystäjä keräsi hyllystä trukilla useampia teholavoja, kasasi lavat ja vei ne työpistelle ja työvaiheen jälkeen jakoi ne vielä seuraavien työvaiheiden hyllyyn. Lokerolavan täytyisi siis tehostaa merkittävästi kappaleiden käsittelyä.

Lokerolava rakennettiin normaalin eurolavan päälle. Eurolavan ympärille asennettiin kaulus ja kauluksen sisäosaan jaettiin väliseinin. Kaulus ja väliseinät on tehty puusta. Lavojen kauluksia löytyy valmiina, mutta väliseinät ja lokerolavan kokoaminen tehdään omassa tuotannossa.



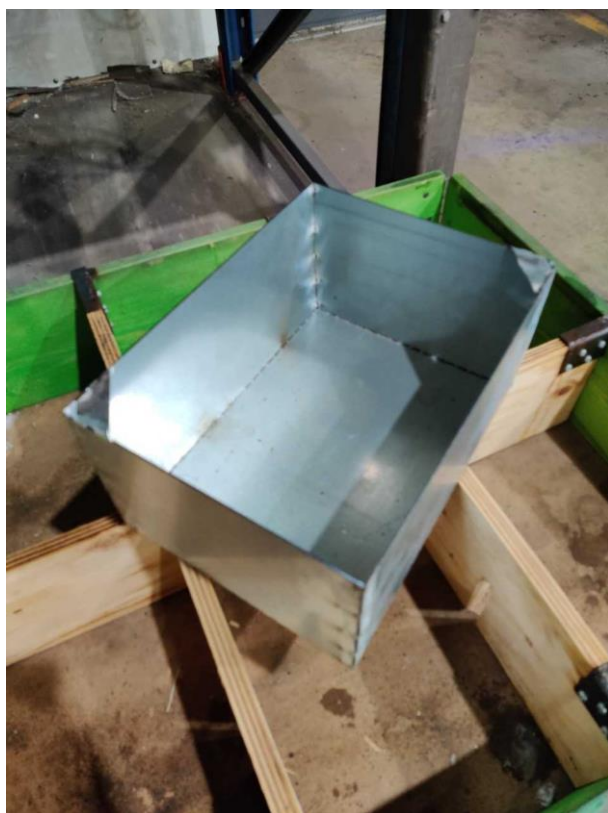
Kuva 18 Lokerolava.

Kuva 18 esittää lokerolavan rakenteen. Kuvassa lokerolava on jaettu väliseinillä kahdeksaan samankokoiseen osaan. Näiden lokeroiden koot ovat noin 370 x 280 mm. Puu materiaalina aiheuttaa kuitenkin sen, että jokainen lokero on hieman erikokoinen. Lisäksi lokeroiden väliseinien loveamisissa on hieman eroja, joka aiheuttaa myös mittavaihteluita.

Lisäksi kuva havainnollistaa sitä, kuinka peltiset laatikot tulevat lokerolavan lokeroihin. Kuvassa näkyvä laatikko on ensimmäinen prototyyppi laatikosta.

Peltilaatikko suunniteltiin ja valmistettiin omassa tuotannossa. Peltilaatikossa oli muutamia tärkeitä ominaisuuksia, joita suunnittelussa tuli ottaa huomioon. Ensimmäiseksi laatikon täytyi olla mahdollisimman kevyt, mutta kestävä. Toiseksi laatikon tulisi olla helposti poistettavissa lokerolavasta ja kannettavissa mahdollisimman mukavasti. Kolmas ja tärkein ominaisuus laatikolle oli se, että se ei saa tulla lokerolavan reunojen yli missään tapauksessa, jotta lokerolavan päälle on mahdollista asettaa toinen lava tarvittaessa. Suurimmaksi ongelmaksi yksinkertaisen laatikon suunnittelussa tuli kädensijojen mitoittaminen ja sijainti. Muutaman prototyypin jälkeen löysimme sopivan ratkaisun kantokahvoille. Kahvat upotettiin laatikkoon ja kapeimmista päistä leikattiin siivut pois, jolloin kädellä on esteetön pääsy kahvaan. Lisäksi tällä tavalla toteutettuna laatikko ei hinkkaa käteen missään tilanteessa. Itse kahvat toteutettiin harjateräksestä, joka on mukava kädessä. Lisäksi harjateräksessä ei ole mitään teräviä kulmia, joihin käden voisi viiltää.

Laatikko valmistettiin Ferrum Steelin omassa tiloissa omalla laserleikkauskoneella. Laatikko suunniteltiin ja piirrettiin Nestix- ohjelmaan hyödyntämällä. Laatikon leikkausradat laserleikkauskoneelle teki tuotantoinisööri Teemu Saarimaa. Laatikko mitoitettiin siten, että se oli reilusti pienempi kuin lokerolavan lokero. Tämä tehtiin sen takia, että sama laatikko mahtuu jokaiseen lokeroon helposti, vaikka lokeroiden suuruuksissa olisi hieman eroja.



Kuva 19 Proto 1.



Kuva 20 Valmis laatikko.

Valmis laatikko (Kuva 20) on mitoitettu siten, että laatikossa pystytään säilyttämään maksimissaan 200x200 mm:n kappaleita. Lisäksi tällaisten kappaleiden laittaminen ja pois ottaminen laatikosta on lähes esteetön. Laatikko on leikattu laserleikkauskoneella, jonka jälkeen se on särmätty muotoonsa. Särmäyksen jälkeen laatikon reunat hitsattiin kiinni, jolloin laatikon rakenne tukevoitui edelleen. Tämän toimenpiteen jälkeen laatikkoon lisättiin vielä harjateräkset kahvoiksi, katkomalla ne oikeaan mittaan ja hitsaamalla ne paikalleen. Materiaalivahvuus laatikossa on 1.5 mm, joka todettiin tähän käyttötarkoitukseen tarpeeksi kestäväksi ja kevyeksi. Laatikon materiaali on normaali S355K2+N. Alkuvaiheessa laatikoita valmistettiin 19 kappaletta.

Peltilaatikon mukana täytyy luonnollisesti kulkea myös kappaletarra. Erilaisia ratkaisuja etsittiin tähän tarkoitukseen opinnäytetyön aikana, mutta parhaimmaksi ratkaisuksi osoittautui magneetti-puristusleuoilla varustettuna. Ideana magneetissa on helppous ja tarran käsiteltävyys. Kappaletarran voi kiinnittää magneetin leukoihin, jonka jälkeen magneetin voi asettaa laatikon sisäseinään kiinni. Tarra on esteettömästi poistettavissa leuoista ilman repeytymistä.

Magneetin ominaisuudet:

- 3.53e/3kpl
- Metallinen tukeva paperinpidike
- Tehokas magneetti
- Leveys 44.5 mm
- Kapasiteetti 20 x A4 (80 gsm)

Magneetteja tilattiin 28 kpl Ferrum Steel Oy:lle.



Kuva 21 Magneettinen pidike.

Pidikkeen (kuva 21) etuina on sen käytettävyys. Pidikkeen ansiosta leikkaajien ei tarvitse nitota kappaleitarroja puuhun kiinni, vaan tarra voidaan asettaa helposti laatikkoon kiinni. Lisäksi tarralappua ei tarvitse repiä irti niiteistä seuraavilla työvaiheilla, joten tarra säilyy ehjänä loppuun saakka. Tarralapun katoaminen ja putoaminen on myös entistä epätodennäköisempää.

Lokerolavalle merkataan hyllyyn selkeä paikka. Lisäksi hyllyyn lisätään liukuva alusta, jonka päälle lokerolava asetetaan. Alustan tarkoituksena on helpottaa lokerolavan käsiteltävyyttä hyllyssä. Lokerolavan täyttäminen täytyy olla mahdollista ilman trukkia. Tästä syystä liukuva alusta tulee erittäin merkitykselliseksi tekijäksi lokerolavan käytettävyydessä. Näin ollen peltilaatikoiden laittaminen lokerolavaan helpottuu huomattavasti. Hyllypaikka on merkattu selkeästi ja hyllyssä on jätetty muutenkin runsaasti tilaa lokerolavan toiminnalle.

Alusta on asennettu pulteilla hyllyyn siten, että se ei pääse nousemaan pois hyllystä, vaikka lokerolava olisi täynnä kappaleita. Alustassa on lukko, joka lukitsee alustan paikoilleen. Näin ollen alusta ei pääse itsestään liukumaan tarpeettomasti. Alusta on valmistettu metallista ja se on tukevarakenteinen. Alusta on laakeroitu ja rengastettu, jotta se liikuu mahdollisimman vaivattomasti molempiin suuntiin myös kuorman kanssa. Vetoalustoja oli käytössä tuotannossa C-hallilla eri variaatioissa. Testausvaiheeseen vetoalusta haettiin C-hallista lainalle.



Kuva 22 Lokerolavan alusta.

Kuvassa 22 näkyy alusta hyllyyn kiinnitettyä. Toimintakorkeus alustalla on noin 1,20 m, joka osoitautui melko sopivaksi. Kuitenkin lopullisessa versiossa hyllyn runkoa tullaan laskemaan hieman, jolloin käyttö olisi entistä parempaa ja joutuisampaa. Kuten kuvasta näkyy, lokerolavan hyllypaikka oli merkitty erittäin selkeästi. Lisäksi lapussa näkyy mitä työvaiheita lokerolavaan saa laittaa.

Kaiken kaikkiaan lokerolavan rakenne ja käyttö pyrittiin toteuttamaan siten, että se olisi mahdollisimman esteetöntä, yksinkertaista ja helppoa. Mitä vähemmän miettimistä, sen parempi.

9 TESTAUS TUOTANNOSSA

Lokerolavan käytettävyyden ja tehokkuuden varmistamiseksi tuotannossa toteutettiin testi, jossa lokerolavaa testattiin hyvin rajatusti. Testi alkoi 17.02.2020 ja kesti noin kaksi viikkoa. Testauksessa pienet kappaleet ohjattiin kaikilta koneilta lokerolavalle, jolloin saatiin mahdollisimman realistinen kuva todellisesta virtauksesta. Toimenpidettä rajoitettiin kuitenkin siten, että lokerolavaan laitettiin vain sellaiset kappaleet, joiden työvaiheet olivat jäyste ja keräily. Lisäksi toinen merkittävä rajoittaja testissä oli se, että lokeroihin määrättiin maksimikoko kappaleille, joita sinne laitetaan. Tuotannossa liikkuvien osien geometrioita tutkimalla tultiin tulokseen, että lokeroihin saa laittaa maksimissaan 200x200 mm:n kappaleita. Lisäksi testin aikana leikkaajat ja sijoittelijat ohjeistettiin siten, että 200x200 mm:n kappaleet leikattiin myös pienten kappaleiden joukossa. Aiemmin yleisenä sääntönä oli pidetty sitä, että alussa leikataan vain maksimissaan 150x150 mm:n kappaleet, jotka muutoin tippuisivat leikkauskoneen pöydän välistä leikkauskoneen alle ja olisivat näin ollen hankalasti saatavilla.

Testistä kerrottiin ja testin tarpeellisuutta perusteltiin työntekijöille jo kaksi viikkoa aiemmin, jolloin ajatus saatiin istutettua työntekijöiden alitajuntaan. Näin ollen työntekijät kerkesivät prosessoida ajatusta jo pidemmän aikaa ja kertoa mahdollisia kehitysehdotuksia testaukseen. Tällaisella toimintatavalla säästyttiin myös työntekijöiden turhautumiselta tai haluttomuudelta osallistua testiin. Lisäksi ohjeistus pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena, jolloin omaa toimintaa ei tarvitse miettiä määrättyä enempää. Edellisessä lokerolava testissä oli ollut useita rajoituksia esimerkiksi siitä, keiden asiakkaiden kappaleita lokeroihin saa laittaa. Opinnäytetyön aikana testatussa toimintatavassa (Kuva 23) rajoituksina oli vain kappaleen koko ja työvaiheet. Näin ollen toimintatavan ymmärtäminen oli helppoa.

Lokerolava kokeilu

- Lokerolavalle määritetään tarkka sijainti jäystehyllyssä. Paikka merkitään selkeästi esimerkiksi teipillä.
- Testausvaiheessa hyllyyn tulee vain JÄ+KE lava, johon virtaus ohjataan kaikilta leikkaavilta lohkoilta → Lava täyttyy nopeammin → jäysteelle nopeammin → keräilyyn nopeammin.
- Teholavojen käyttö vähentyy → hyllytilaa vapautuu huomattavasti lisää.
- Kappaleet lajitellaan leikkauksessa peltilaatikkoihin, jotka sitten kuljetetaan kärryllä/trukilla lokerolavalle. Peltilaatikkoihin laitettavien kappaleiden max koko on 200x200mm. **EI ASIAKASRAJOITUKSIA**
- Lokeron seinämään laitetaan leuoilla varustettu magneetti. Leukoihin leikkaaja asettaa kappaletarran.
- Testausvaiheessa lavalaput tehdään perinteisesti lavan pätyyn.
- Lavan alle asetetaan liukuva alusta, joka mahdollistaa lavan vetämisen ulos hyllystä, jolloin lajittelu helpottuu eikä lavaa tarvitse nostella trukilla.
- Lava jaetaan väliseinillä kahdeksaan samankokoiseen osaan.
- Lokeron täyttyttyä, leikkaaja tai jäystäjä vaihtaa alustalle uuden lavan.
- Magneetit ja laatikot haettavissa **2.Lohkon** hyllyn vierestä.

<p>Lokeron mitat 370mm x 280mm Kappaleen max koko 200x200mm</p>			
<p>Yhteen lokeroon 1.positio! Kappaletarra magneetilla lokeron seinälle.</p>			

Palaute testistä oli erittäin positiivista ja lokerolavan käyttö oli palautteen mukaan tarpeeksi yksinkertaista. Kuten aiemmin on mainittu, testissä pyrittiin yksinkertaisuuteen. Yksinkertaisuuden ansiosta päästiin näin hyviin tuloksiin, sillä erehdyksiä ei sattunut. Toimintatapa otettiin käyttöön ja jalostukseen yrityksen tuotannossa.

Kuvia testauksen ajalta:



Kuva 24 Lokerolava kokeilu.



Kuva 25 Lokerolava kokeilu.

10 JATKUVA KEHITTÄMINEN

Lean-ajattelun keskeisenä periaatteena on organisaation ja sen toimintojen jatkuva kehittäminen. Opinnäytetyön aikana saatiin monia ratkaisuja sisäisen logistiikan ongelmiin. Kuitenkin opinnäytetyö oli vain pintaraapaisu ongelmiin ja jatkuvaa kehittämistä tarvitaan, jotta opinnäytetyöstä saadut tulokset pystytään hyödyntämään tuotannossa mahdollisimman tehokkaasti. Opinnäytetyö loi perusraamit uudelle toimintatavalle, etenkin lokerolavan osalta. Lokerolavan testausta jatketaan Ferrum Steel Oy:n tuotannossa.

Jatkuvan kehittämisen näkökulmasta lokerolavaa voidaan hyödyntää monella muullakin osa-alueella tuotannossa, mikäli siihen käytetään hieman lisää aikaa ja tutkimusta. Lokerolavan käyttöä voidaan lisätä huomattavasti ja muokata asiakkaiden ja tuotannon asettamien vaatimusten mukaisesti. Lokerolavaa voidaan hyödyntää myös muilla työvaiheilla. Esimerkkinä lokerolava käytäntö voitaisiin ottaa käyttöön esimerkiksi koneistuksessa, porauksessa, särmäyksessä ja kokoonpanossa. Näissä kaikissa työvaiheissa esiintyy erittäin paljon pieniä kappaleita. Nämä kappaleet pitäisi ohjata lokerolavaan jo suoraan leikkauksesta, jolloin teholavojen käyttö saadaan eliminoitua minimiinsä. Kuitenkin tällainen käyttöönotto vaatii pitkää testausta.

Ensimmäisenä pitäisi A-halliin eli leikkaushalliin luoda jokaiselle työvaiheelle omat lokerolavansa ja niille paikat. Esimerkkinä työvaiheista: jäyste + koneistus, jäyste + kokoonpano ja niin edelleen. Muihin halleihin pitäisi myös luoda jokaiselle edellä mainitulle työvaiheelle hyllyyn selkeä paikka, johon lokerolava ohjautuvat. Tämä paikan tulisi sijaita alahyllyllä, määrättyssä paikassa jokaisessa hallissa. Näin ollen kaikissa halleissa osattaisiin etsiä näitä pieniä kappaleita lokerolavalta, kun tiedossa on, että kappale on kooltaan 200x200 mm tai tätä pienempi. Jokainen työntekijä etsii kappaleet hyllystä piirustusten perusteella näissä työvaiheissa ja piirustuksissa luonnollisesti näkyy kappaleen koko. Lokerolavon paikat tulisi sijaita alahyllyillä, jolloin työntekijä saa helposti liikkuvaa alustaa hyödyntäen napattua lokerosta tarvitsemansa kappaleet. Näin ollen jokaisessa hallissa vähennettäisiin tarpeetonta trukin käyttöä ja trukin resurssit vapautuisivat muihin tehtäviin. Lokerolavan tyhjentyessä jäljellä olevat peltilaatikot voidaan siirtää toiseen lokerolavaan, jolloin lokerolava saadaan takaisin kiertoon, eikä se ole viemässä hyllytilaa turhan takia.

Jatkuvaa kehittämistä täytyy jatkaa luomalla tavoitteita ja suuntaviivoja, joihin lokerolavalla pyritään. Jatkuva kehittäminen vaatii tässä tapauksessa paljon toiminnan ohjaamista ja työntekijöiden innostamista. Mitä enemmän lokerolavan käyttö saadaan standardoitua tuotantoon, sen parempia tuloksia ja säästöjä se tulee antamaan yritykselle tulevaisuudessa.

Jatkuvaa kehittämistä voidaan hyödyntää myös muilla osa-alueilla. Lavalla olevan tavaran tiedot sisältävät lavalaput kirjoitetaan nykyisessä toimintatavassa käsin. Tätä voitaisiin kehittää ja hyödyntää tässä opinnäytetyön aikana löytynyttä uutta etikettimateriaalia. Lavalaput voitaisiin tulostaa tulevaisuudessa automaattisesti tällaiseen etikettiin, jolloin vapautetaan leikkaajat tekemään tuottavaa työtä. Lisäksi tuotannon hyllyjen älyllistämiseen tulee etsiä toimija, joka voi tehdä sen avaimet käteen periaatteella.

11 YHTEENVETO

Työ onnistui kokonaisuudessaan erittäin hyvin ja se vastasi sille asetettuihin tavoitteisiin. Opinnäytetyössä luotu tuotos on yritykselle erittäin käyttö- ja jalostamiskelpoinen. Opinnäytetyölle asetettu oppimistavoite täyttyi työssä erinomaisesti sen haastavuuden ansiosta. Itse olen erittäin tyytyväinen opinnäytetyössä saavutettuihin tuloksiin, sillä ne vastasivat tilaajan tarpeita. Työ oli minulle erittäin mielenkiintoinen, koska siinä piti ajatella ja ohjailia kokonaisuuksia. Lisäksi opinnäytetyön aikana piti toimia yhteistyössä lukuisten työntekijöiden ja toimihenkilöiden kanssa, joka oli mielestäni erittäin mukavaa ja kehittäväää. Ferrum Steel Oy:n opinnäytetyön ohjaaja oli erittäin tyytyväinen saatuihin tuloksiin ja opinnäytetyöhön käytetyn tutkimustyön tehokkuuteen. Positiivista palautetta on tullut koko Ferrum Steelin henkilökunnalta.

Selvitystyötä olisi voinut tehdä enemmän uuden toiminnanohjausjärjestelmän sekä hyllyjen älyllistämisen osalta. Näihin kokonaisuuksiin tarkempi paneutuminen olisi kuitenkin saattanut tehnyt työstä liian laajan kokonaisuuden yhteen opinnäytetyöhön.

Opin työtä tehdessä lukuisia erilaisia asioita. Koko Ferrum Steel Oy:n jo ennestään tuttu tuotanto avautui kokonaisuutena itselle entistä paremmin. Lisäksi opin paljon lisää alihankintateollisuudesta ja sen asiakaslähtöisyydestä. Jokaisen hallin toimintatavat tulivat opinnäytetyön aikana erittäin tutuiksi. Opin myös, että asiat kannattaa tehdä mahdollisimman yksinkertaisesti, jotta ratkaisut ovat mahdollisimman toimivia ja matalalla kynnyksellä käyttöönotettavissa. Kommunikaation tärkeys tuli työn aikana myös erittäin isoksi tekijäksi. Keskustelua pitää käydä työntekijöiden ja esimiesten kanssa mahdollisimman paljon, jotta saa mahdollisimman realistisen kuvan kokonaisuudesta. Lisäksi näiden keskustelujen perusteella on helppo löytää kultainen keskitie, jolloin kaikki osapuolet ovat mahdollisimman tyytyväisiä muutokseen ja uusiin toimitapoihin.

Opinnäytetyössä saavutettujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että opinnäytetyössä kehitetty toimintapa ja parannukset ovat merkittäviä yrityksen tuotannossa. Lokerolavalla parannetaan kappaleiden käsiteltävyyttä, virtaustehokkuutta, sekä vähennetään yksittäisen kappaleen käsittelykustannuksia. Tulokset ovat realistisia, käytännöllisiä ja helposti jalostettavissa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

12 LÄHDELUETTELO

- Childress, A. (2018). *SOP*. Haettu 21. 2. 2020 osoitteesta <https://business.tutsplus.com/tutorials/what-are-standard-operating-procedures--cms-31294>
- Druid Oy. (2019). *Kanban*. Haettu 12. 4. 2020 osoitteesta https://www.druid.fi/sites/default/files/blog-attachments/Druid-Agileopas_1.1.pdf?utm_source=agileopas_download_mail
- eCraft Oy Ab. (2020). *Toiminnanohjausjärjestelmät*. Haettu 10. 4. 2020 osoitteesta https://www.ecraft.com/fin/erp/?utm_medium=ppc&utm_term=toiminnanohjaus&utm_campaign=Tuotesivu+ERP&utm_source=adwords&hsa_kw=toiminnanohjaus&hsa_grp=52057572603&hsa_net=adwords&hsa_acc=6529960050&hsa_cam=826818127&hsa_tgt=kwd-491721966912&hsa_src=g&hsa_mt
- Ferrum Steel Oy. (2020). *Yritysesittely*. (Ferrum Steel Oy) Haettu 1. 3. 2020 osoitteesta <https://ferrumsteel.fi/>
- Houston Inc. Consulting Oy. (2015). *Kanban-taulu*. Haettu 12. 4. 2020 osoitteesta <https://www.slideshare.net/houstoninc/johdanto-leaniin-ja-kettern-tietotyhn>
- Kigmanin-kaava. (2019). *Lean*. Haettu 12. 3. 2020 osoitteesta Sixsigma: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/kingmanin-kaava/>
- King, P. L. (2019). *Lean for the process industries*. NY: Taylor & Francis Group.
- Microsoft. (2020). *ERP-järjestelmä*. Haettu 27. 3. 2020 osoitteesta <https://dynamics.microsoft.com/fi-fi/erp/what-is-erp/>
- Modig, N.; & Åhlström, P. (2013). *Tätä on lean*. Tukholma: Rheologica Publishing.
- Nortal Oy. (2019). *Tuotannonohjausjärjestelmä*. Haettu 14. 3. 2020 osoitteesta <https://nortal.com/fi/fi-manufacturing-execution/>
- Panorama Consulting Solutions. (2016). Haettu 15. 4. 2020 osoitteesta <https://kasvuntekijat.fi/sap-paradoksi/>
- Peterson, P. (2018). *LEAN muuta poikkeamat menestykseksi!* Bromma: Part Media.
- SAP. (2020). *ERP-järjestelmän hyödyt*. Haettu 5. 4. 2020 osoitteesta <https://www.sap.com/products/what-is-erp.html>
- Savonia Ammattikorkeakoulu. (2019). *Opinnäytetyö*. Haettu 10. 3. 2020 osoitteesta Reppu: <https://reppu.savonia.fi/opinnaytetyo/amktutkinnot/Sivut/default.aspx>

Sixsigma. (2020). *Poka Yoke*. Haettu 25. 2. 2020 osoitteesta <https://www.processexam.com/six-sigma-tools-poka-yoke>

Suomen Lavacenter. (2020). *Eurolava*. Haettu 24. 3. 2020 osoitteesta <https://suomenlavacenter.fi/eur-lava>

Suomen Nettipakkaus Oy. (2020). *Teholava*. Haettu 17. 3 2020 osoitteesta <https://www.nettipakkaus.fi/uudet-kuormalavat/205-kuormalava-600x800-teholava-ism-15-uusi.html>