

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Enpos13

2017

Kalle Kuisma

# OHUTLEVYPAJAN KEHITTÄMINEN

Kalle Kuisma

## OHUTLEVYPAJAN KEHITTÄMINEN

Työn tavoitteena on kehittää ohutlevypajaa Lean-toimintastrategiaa hyödyntäen. Työkuorman kasvu telakalla tulevien vuosien aikana vaatii ohutlevypajalta entistä enemmän, ja tähän työkuorman kasvuun on pystyttävä vastaamaan. Työssä tutkitaan pajan materiaalivirtaa ja etsitään tuotannosta pullonkaulailmiöitä. Työpisteitä kehitetään 5S-ohjelman mukaisesti. Lisäksi pohditaan tulevien investointien tarvetta ja varastojen optimointia.

Ohutlevypajan konekanta on vanhentunut, ja investointien tekeminen pajalle on ajallisesti pitkäkestoinen organisaation suuruuden vuoksi. Työtavat ovat myös vakiintuneet monen kymmenen vuoden aikana. Virtaustehokkaampaan tuotantoon päästään käyttäen hyväksi Lean-toimintastrategian oppeja, ja niitä pyritään soveltamaan ohutlevypajan toimintaan. Työn edetessä tutkitaan vaihtelun vaikutusta tuotantoon ja varastoinnista aiheutuvia ongelmia. Tällä hetkellä pajan tärkein tulevaisuuden investointi on kuitulaser. Mahdollista tulevan kuitulaserin vaikutusta tuotantoon tutkitaan materiaalivirran avulla. Kuitulaserille suunnitellaan myös valmiiksi eri sijoitusvaihtoehtoja ja tapoja, joilla kuitulaserista saadaan eniten irti tuotannon virtauttamiseksi. Varastointia pyritään optimoimaan mahdollisuuksien mukaan Lean-käsitettä silmällä pitäen.

Suurin ongelma ohutlevypajalla on vaihtelu. Ohutlevypaja on osana telakan kokonaistuotantoa, mikä tarkoittaa, ettei pajan kuulu tehdä voittoa. Tällöin kaikenlaiset työt on otettava vastaan. Työntekijöiden määrän lisääminen ja kahteen vuoroon siirtyminen ovat poissuljettuja vaihtoehtoja, jolloin ainoana kehitysvaihtoehtona ovat uudet investoinnit ja varastoinnin kehittäminen.

### ASIASANAT:

Ohutlevypaja, telakka, Lean

Kalle Kuisma

## DEVELOPMENT OF A THIN PLATE WORKSHOP

The objective of this thesis was to develop the thin plate workshop in Meyer Turku Oy shipyard using the Lean methods. In the coming years, the workload in the entire shipyard is going to grow significantly, due to the order book being full until the year 2024. The workshop needs to be able to answer to this increasing workload. In this thesis, the material flow is inspected in the search for the bottlenecks. Workstations are developed with the 5S -principle. In the last chapter, future investments have been reviewed.

The machinery in the thin plate workshop is becoming outdated. The investments take a long time to materialize due to the large size of the organization. Working methods have also become established during many decades. The variation of products and warehouse management are the largest problems in the workshop and they are also going to be under review. To make the workshop more flow efficient, the Lean -strategy was adapted as much as possible. The largest investment need is a laser cutter. The possibilities for different placements for the laser cutter and ways of improving the flow efficiency with the laser cutter have been reviewed at the end of this thesis. Lean thinking is also adapted as much as possible for warehouse management issues.

The thin plate workshop works as part of the whole shipyard, and because of that, the goal is not to make any profit. The goal is the same as for the whole shipyard, to finish the cruise ship. This is the main reason for the variation of products and it is possible that there is never going to be a perfect production form for this workshop. The need for a laser cutter is undeniable. For the thin plate workshop to be considered as a modern-day workshop, it needs modern-day investments.

### KEYWORDS:

Thin plate workshop, shipyard, Lean

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 OHUTLEVYPAJAN NYKYTILANNE</b>	<b>9</b>
2.1 Vertailu vuoteen 2015	10
2.2 Nykyinen konekanta	12
2.3 Varastointi	16
2.4 Logistiikka	18
2.5 Tilankäyttö	19
<b>3 PROSESSIANALYYSI</b>	<b>22</b>
3.1 Kyselylomake työntekijöille	22
3.2 5S	23
3.3 Resurssitehokkaasta virtaustehokkaaksi	23
3.4 Materiaalivirta	25
3.5 JIT	31
3.6 Varastojen optimointi	32
3.7 Työpisteiden kehittäminen	34
3.8 Putkiprofiilien varastointi	38
<b>4 JOHTAMINEN</b>	<b>41</b>
4.1 Ihmisten ja tavoitteiden johtaminen	41
4.2 Toiminta ohutlevypajalla	42
<b>5 INVESTOINNIT</b>	<b>43</b>
5.1 Ohutlevypajan investoinnit	43
5.2 Fibermak SM 3000.3x1,5	43
5.3 Työn sujuvoittaminen	44
5.4 Kuitulaser ja layout	45
<b>6 TULEVAISUUDEN VISIOT</b>	<b>48</b>
6.1 Kuitulaserin käyttöönotto	48
6.2 Varastointi	51
6.3 Ohutlevypajan laajentaminen	52

## LIITTEET

- Liite 1. Kyselylomake
- Liite 2. Kyselomakkeen yhteenveto
- Liite 3. Kanava 319
- Liite 4. Kanava 307

## KUVAT

Kuva 1. Ohutlevypaja.	9
Kuva 2. Särmäyspuristin Ermak Eco-bend ja Tauring-profiilin pyörästyskone.	12
Kuva 3. Imac-kuvioleikkuri.	13
Kuva 4. Vasemmalla LVD MVN, oikealla Durma.	13
Kuva 5. Käsipyörästyskone vuodelta 1898.	14
Kuva 6. LVD HST-C levyleikkuri.	15
Kuva 7. Särmäyspuristimet LVD PPBL-H ja Promecam RG 80-30.	15
Kuva 8. Kylmävarasto 1.	16
Kuva 9. Kylmävarasto 2 (pressuhalli).	17
Kuva 10. Lämminvarasto.	17
Kuva 11. Osa tuotantotiloissa säilytettävistä levyistä.	18
Kuva 12. Harjaukone ja epäkeskopuristin.	19
Kuva 13. Suurpiirteinen kuva pajan nykyisestä layoutista.	20
Kuva 14. Jätepalojen säilytys.	21
Kuva 15. Tehokkuusmatriisi osa 1 (Modig & Åhlström 2013, 121).	24
Kuva 16. Tehokkuusmatriisi osa 2 (Modig & Åhlström 2013, 124).	25
Kuva 17. Vaihtelun vaikutus (Modig & Åhlström 2013, 106).	25
Kuva 18. Materiaalivirta kanavan 319 työstössä.	27
Kuva 19. Materiaalivirta kanavan 307 työstössä.	29
Kuva 20. Levykeiju levyleikkurin läheisyydessä.	30
Kuva 21. Esimerkkitaupaus listan teosta.	31
Kuva 22. Noutoalue.	33
Kuva 23. Ilmaletkukelat asennettuna pöydän alle ja puomille työpisteen yläpuolelle.	34
Kuva 24. Uudistettu työpiste.	35
Kuva 25. Uudistettavia työpisteitä.	36
Kuva 26. Uudistettavia työpisteitä.	37
Kuva 27. Edessä kuvioleikkuri, taustalla ympyröitynä pistehitsauskone.	38
Kuva 28. Putkiprofiilit ja tangot.	39
Kuva 29. Nykyinen hyllyn asettelu (1.) ja vaihtoehtoinen asettelu (2.).	39
Kuva 30. Kuusimainen hyllyvaihtoehto.	40
Kuva 31. Putkiprofiilit ja sahat.	40
Kuva 32. Testikappale.	43
Kuva 33. Fibermak SM 3000.3x1,5 Momentum GEN 3.	44
Kuva 34. Nykyinen Imac-kuvioleikkurin layout.	46
Kuva 35. Kuitulaser layout-vaihtoehto 1 & 2.	47

Kuva 36. Pullmax P210 DMC -kuvioleikkuri.	49
Kuva 37. Materiaalivirta kuitulaserin kanssa.	50
Kuva 38. Nykyinen pohjapiirros.	52
Kuva 39. Laajennusosa.	52
Kuva 40. Laajennusosa.	53

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Laskutetut tunnit vuonna 2015.	10
Taulukko 2. Laskutetut tunnit vuonna 2016.	11
Taulukko 3. Ohutlevypajan konekanta vuonna 2017.	14
Taulukko 4. Ohutlevykanava 319:n työvaiheet ja kellotus.	26
Taulukko 5. Ohutlevykanava 307:n työvaiheet ja kellotus.	28

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

JIT	Just-in-time
TPS	Toyota Production System
VSM	Value stream mapping
WMS	Warehouse management system
RST	EN.1.4301 2K "ruostumaton teräs"
HST	EN 1.4404 2B "haponkestävä teräs"
Dobel	Gislaved-peitelevy 1320-074-1058
SC	Shipbuilding Completion Oy
Layout	Pohjapiirros, sisältäen työstökoneet, työpisteet yms.
Pullonkaulailmiö	Alue/tilanne, jossa muodostuu tuotantoa hidastavaa jonoa
Nakertaja	Kuviroleikkuri, jossa käytetään nakertavia työkaluja

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Meyer Turku Oy:n telakan ohutlevypajalle. Aiheena on ohutlevypajan kehittäminen virtaustehokkaammaksi. Pajan työstökoneet ovat monen kymmenen vuoden takaa, ja ne eivät kykene vastaamaan ohutlevypajalta odotettavaan tarkkaan työstöön. Telakan tilauskirja on tällä hetkellä täynnä vuoteen 2024 ja rakennettavien laivojen koko kasvaa vuosi vuodelta. Tähän työmäärän lisääntymiseen pajan on pystyttävän vastaamaan.

Telakan suuren koon vuoksi suurimpia investointeja ei tehdä pelkästään ohutlevypajaan, vaan muualle telakka-alueelle, kuten uudelle 1200 tonnin pukkinosturille. Näin ollen muutokset ohutlevypajalla on tehtävä eri tavoin. Tähän voidaan hyödyntää nykyajan trendiä, Lean-strategiaa. Lean-toimintatapa polveutuu Japanin Toyotan tehtaalta, Toyota Production Systemistä (TPS). Se on toimintastrategia, jolla pyritään siirtymään virtaustehokkuuteen resurssitehokkuuden säilyessä (Modig & Åhlström 2013, 117.)

Työn tavoitteena on parantaa ohutlevypajan virtaustehokkuutta ja ajaa eteenpäin pajalle suunniteltavia suurempia investointeja. Suurin haaste on soveltaa Lean-ajattelua vanhaan pajaan, johon ovat iskostuneet lähes muuttumattomat vuosikymmenien työtavat ja työstöprosessit.

Teoriaosuus alkaa ohutlevypajan nykyhetken katsauksesta ja vertailusta vuoden takaiseen työmäärään. Työn edetessä pyritään havaitsemaan pajan epäkohtia ja niitä yritetään korjata virtaustehokkuuden edistämiseksi.

Työn tavoitteena on tuoda ohutlevypajaa lähemmäs nykyaikaista konepajateollisuutta ja ylläpitää pajan kykyä vastata koko ajan kasvavaan työmäärään. Itse Lean-ajattelu on erittäin monimuotoinen ja moniselitteinen. Lean on eri arvoihin pohjautuva filosofia, jota ei voi suoraan soveltaa eri työympäristöihin. Se on tila, johon organisaatiossa pyritään ja siihen päästään vain sitoutuneella työjohtolla ja tunnollisilla työntekijöillä. (Tuominen 2010, V; Modig & Åhlström 2013, 147–153.)



## 2 OHUTLEVYPAJAN NYKYTILANNE

Pajan tuotantoala on 1800 m<sup>2</sup>, ja se sijaitsee aivan telakka-alueen rannan vieressä. Tämä mahdollistaa helpon käynnin rakennettavissa olevaan laivaan. Jokainen työntekijä on koulutettu ja ammattitaitoinen. Pajalla työstettävät materiaalit ovat alumiini, ruostumaton teräs, sähkö- ja kuumasinkitty teräs ja haponkestävä teräs sekä tavallinen teräs. Levykoot vaihtelevat 1000x2000 mm, 1250x2500 mm ja 1500x3000 mm välillä, ja paksuus on 0,75–6,00 mm. Pajalla valmistetaan pääsääntöisesti ohut- ja paksulevykanavia ja muita ohutlevytuotteita. Asiakkaina ovat telakalla toimivat ulkoiset yhteistyökumppanit ja telakan sisäiset asiakkaat. (Laaksonen & Lehtonen 2015.)



Kuva 1. Ohutlevypaja.

## 2.1 Vertailu vuoteen 2015

Vuonna 2015 pajalla työskenteli 16 ohutlevyseppää ja yksi esimies. Valmistettavat tuotteet olivat samat kuin nykyäänkin. Taulukossa 1 näkyy vuonna 2015 laskutetut tunnit puolen vuoden ajalta ulkoisille yhteistyökumppaneille ja sisäisille asiakkaille.

<b>YHTEISTYÖKUMPPANI</b>	
Yritys 1	416
Yritys 2	352
Yritys 3	133
Yritys 4	70
Yritys 5	147
Yritys 6	118
Yritys 7	465
Yritys 8	645
Yritys 9	59
Yritys 10	24
Yritys 11	15
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>2444</b> h

<b>SISÄINEN ASIAKAS</b>	
KONEVARUSTELU	1836
SÄHKÖVARUSTELU	142
HENKILÖSTÖLAHJA	20
TAKUUOSASTO	227
KUNNOSSAPITO	30
OSAVALMISTUS	15
PALOASEMA	30
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>2300</b> h

KAIKKI YHTEENSÄ (6 kk)	<b>4744</b> h
KAIKKI YHTEENSÄ (12 kk, arvio)	<b>9488</b> h

Taulukko 1. Laskutetut tunnit vuonna 2015.

Koko 2015 vuoden laskutetut tunnit arvioidaan olevan kaksinkertaiset puolen vuoden laskutukseen verrattuna. Näin ollen vuoden 2015 laskutetut tunnit olivat arviolta 9488 h (taulukko 1).

Vuonna 2016 työntekijöiden määrä lisääntyi 20:een ja esimiehiä on kaksi, joista toinen suorittaa laskutuksen. Taulukossa 2 näkyy vuonna 2016 laskutetut tunnit.

<b>YHTEISTYÖKUMPPANI</b>	
Yritys 1	2562,25
Yritys 2	462,5
Yritys 3	700,875
Yritys 4	256,875
Yritys 5	884,125
Yritys 6	113,25
Yritys 7	371
Yritys 8	1030,625
Yritys 9	2609,4
Yritys 10	52,75
Yritys 11	677,875
Yritys 12	230,5
Yritys 13	18
Yritys 14	19,75
Yritys 15	7
Yritys 16	35,25
<b>YHTEENSÄ:</b>	<b>10032,03</b> h
<b>SISÄINEN ASIAKAS</b>	
LAIVAPALVELUT	50
LOHKONKOONTI/ LEVYHALLI	49
LAADUNVALVONTA/MIT- TAUS	8,5
HYTTIOSASTO	100
KONEVARUSTELU	6599,125
PALOASEMA	45
LVI- SUUNNITTELU	2
TAKUUOSASTO	137
OSAVALMISTUS	118
SÄHKÖOSASTO	275
LAITOSHUOLTO	116,5
ARTO KESSELI (164349)	16,5
LEVYHALLI	20
KÄYTTÖÖNOTTO	9
KUNNOSSAPITO	76,5
LUOKITUSSUUNNITTELU	48,5
HSE- OSASTO	139
LUKKOSEPÄT	22
KESKUSVARASTO	5
HANKINTA	16
PUKKINOSTURI	11
LAIVASÄHKÖTYÖ	39
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>7902,625</b> h
<b>KAIKKI YHTEENSÄ</b>	<b>17934,65</b> h

Taulukko 2. Laskutetut tunnit vuonna 2016.

Vuonna 2016 laskutettujen tuntien määrä on lähes kaksinkertainen verrattuna vuoteen 2015. Työmäärän oletetaan nousevan yhä enemmän, johtuen vuoteen 2024 ulottuvista tilauksista. Lähivuosien aikana valmistukseen tulevat myös edellisiin risteilijöihin verrattuna suurempia TUI:n Mein Schiff -risteilijöitä ja Carnival Cruisesin Costa-risteilijöitä.

## 2.2 Nykyinen konekanta

Ohutlevypajan konekanta on uudistunut muutamalla työstökoneella viimeisen kymmenen vuoden aikana. Uusimpina työkoneina pajalla ovat 3 metrin särmäyspuristin, 3 MIG/MAG-hitsauskonetta ja kaksi TIG-hitsauskonetta (Kemppi), profiilien pyörästyskone (kuva 2), kaksi levynpyörästyskonetta (2- ja 2,5-metrinen, Fasti) ja Imac-kuviroleikkuri (kuva 3). Tammikuussa 2017 vanhempi 3 metrin levyleikkuri vaihtui uuteen samankokoiseen (kuva 4).



Kuva 2. Särmäyspuristin Ermak Eco-bend ja Tauring-profiilinpyörästyskone.



Kuva 3. Imac-kuvioleikkuri.



Kuva 4. Vasemmalla LVD MVN, oikealla Durma.

Osa koneista on käsikäyttöisiä osa automaattisia. Suurin osa koneista on 80- ja 90-luvuilta. Vanhin käytössä oleva työstökone, käsipyörästyskone (mankeli), on vuodelta 1898 (kuva 5). Nykyaikaisia, 2010-luvun koneita on 3 kappaletta.



Kuva 5. Käsipyörästyskone vuodelta 1898.

Vanhojen työkonien vuoksi jälkityöstämisen osuus tuotteiden valmistamisessa on suuri. Suurimmat lisätyöstön aiheuttajat ovat kaksi kuvioleikkuria (nakertajaa), joista uudemman tilalle suunnitellaan kuitulaseria. Kuitulaser lisää pajan virtaustehokkuutta huomattavasti, koska nopean leikkaustyön lisäksi kappaleen jälkityöstö jäisi murto-osaan entisestä, tai jopa kokonaan pois. Suurin pullonkaulailmiö tapahtuu levyleikkureilla, joita on vain kaksi (kuva 6). Arviolta noin 95 % pajalla tehtävistä töistä vaatii leikkuutyötä, jolloin ruuhka-aikaan (laivan varusteluvaiheessa) muodostuu turhaa jonotusta.

<b>Työkoneet</b>	määrä
Vannesahat	4
Muotorautaleikkurit	2
Pyörästyskoneet	2
Käsipyörästyskoneet	2
Kuvioleikkurit	2
Kuvioleikkurit (Nakertajat)	2
Pylväsporakoneet	3
Profiilien pyörästyskone	1
Pistehitsauskoneet	3
Käsikanttikoneet	4
Kanttikoneet (hydraulinen)	1
Särmäyspuristimet (kuva 7)	3
Levyleikkurit	2

Taulukko 3. Ohutlevypajan konekanta vuonna 2017.



Kuva 6. LVD HST-C levyleikkuri.



Kuva 7. Särmäspuristimet LVD PPBL-H ja Promecam RG 80-30.

### 2.3 Varastointi

Ohutlevypajan varastotiloina toimii kaksi kylmävarastoa (kuva 8 ja kuva 9) ja yksi lämminvarasto (kuva 10). Kylmävarastoissa säilytetään ruostumattomat ja haponkestävät teräkset. Lämminvarastoon siirretään helpommin korroosioituvat materiaalit. Materiaalia säilytetään myös tuotantotiloissa levyleikkurien läheisyydessä. Näitä levytavaraita käytetään eniten, ja ne menevät usein suoraan jatkojalostukseen. Tällä hetkellä varastotilat ovat suhteellisen täynnä ja ne vaativat uudelleenjärjestelmistä. Tästä syystä osa materiaaleista joudutaan varastoimaan tuotantotiloihin, jolloin ne vievät hyvää työskentelytilaa, mikä heikentää tuotantoa (kuva 11.)



Kuva 8. Kylmävarasto 1.





Kuva 9. Kylmävarasto 2 (pressuhalli).



Kuva 10. Lämminvarasto.



Kuva 11. Osa tuotantotiloissa säilytettävistä levyistä.

## 2.4 Logistiikka

Työntekijät seuraavat materiaalin kulutusta. Materiaalien loppuessa asiasta ilmoitetaan esimiehelle, joka tilaa lisää levytavaraa. Viisi vuotta aiemmin tilaus tehtiin suoraan Rautaruukille, joka toimitti materiaalit suoraan ohutlevypajalle. Tässä toimituksessa kesti lähes poikkeuksetta 1–2 päivää. Nykyään tilauspyyntö tehdään tilausohjelmaan (Mars), josta se menee keskusvarastoon ja sieltä Onniselle, joka tilaa materiaalit BE-Groupilta. BE-Group toimittaa tuotteet Onniselle, ja Pernotrans toimittaa ne ohutlevypajalle. Toimituksen kesto vaihtelee yhdestä päivästä kahteen viikkoon. Valmiiden tuotteiden nouta-aika ohutlevypajalta vaihtelee tunneista viikkoihin, riippuen tilausten kiireellisyydestä ja asiakkaan laiskuudesta.

Tämänhetkinen monen välikäden kautta kulkeva logistiikkaketju rasittaa tuotantoa ja varastoja. Huonosti toimiva logistiikka vahingoittaa myös materiaaleja, koska työajan ulkopuolella toimitetut materiaalit joudutaan jättämään yöksi ulos. Mahdollisten pitkien toimitusaikojen vuoksi varastoon on tilattava erikoisempia, harvemmin käytettäviä materiaaleja, jolloin varastotilat täyttyvät nopeasti.

Helpoin parannuskeino olisi palata takaisin vanhaan tai lyhentää nykyistä toimitusketjua edes kahdella välikädellä, jolloin tilaukset siirtyisivät osapuolelta toiselle huomattavasti nopeammin. Toisena vaihtoehtona on sähkölukkojen asennus pajan oviin, joihin trukkeilla olisi avainkortit. Tällöin materiaalit saataisiin sisätiloihin työajan ulkopuolella. (Henkilökohtainen tiedonanto Lehtonen 14.-18.10.2014.)

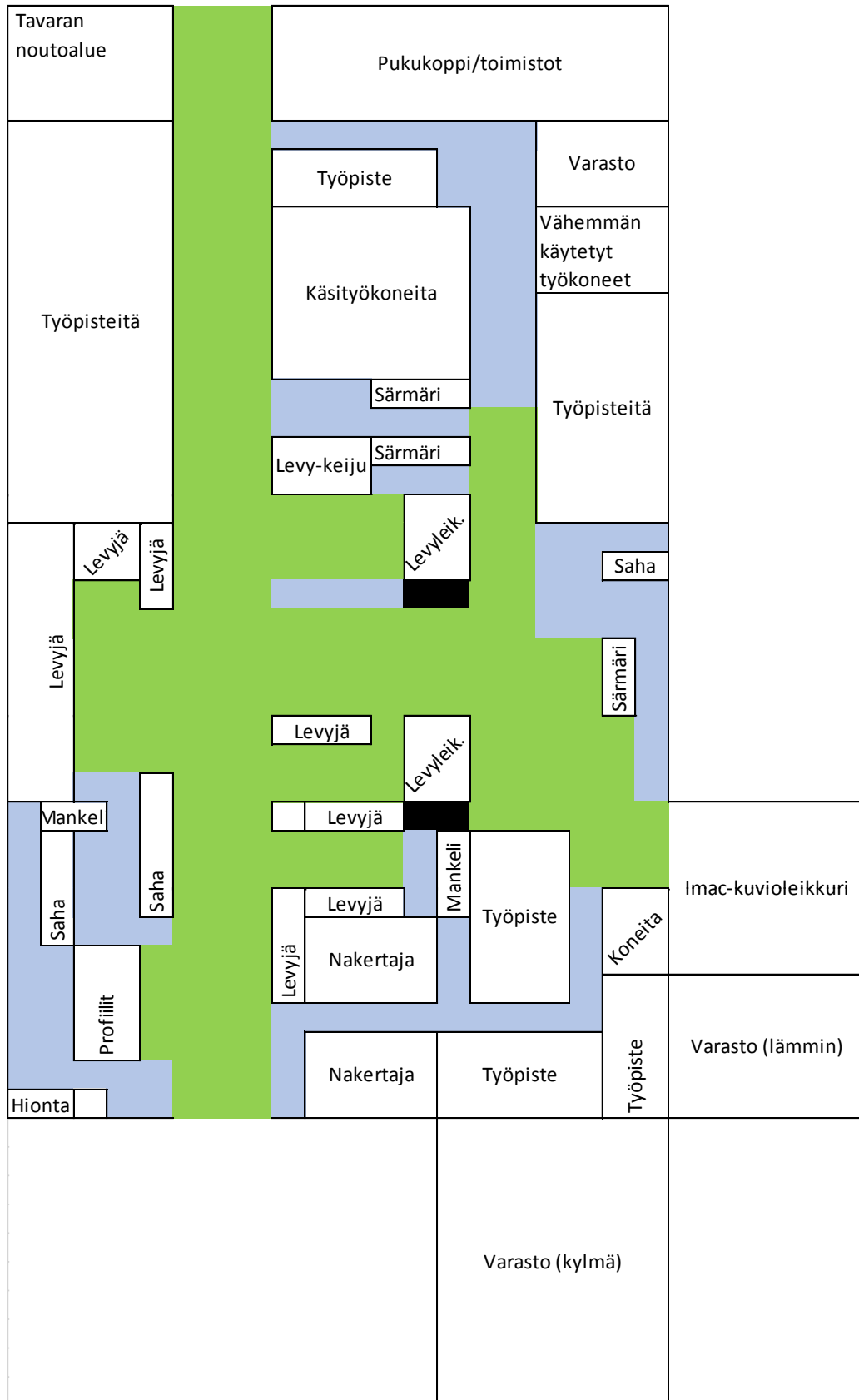
## 2.5 Tilankäyttö

Työtilan puutteesta ovat valittaneet sekä työntekijät että esimiehet (liite 2). Työtilan vähyteen vaikuttaa suuresti varastotilojen koko ja turhien työkoneiden säilyttäminen tuotantotiloissa. Pajan tuotantopinta-alaa vie muutama työstökone (esim. levyharjauskone ja epäkeskopuristin), joita käytetään vain muutaman kerran vuodessa (kuva 12). Materiaalia joudutaan joissain tapauksissa kuljettamaan edestakaisin pitkin pajaa, kun tavaraa säilytetään kaukana työstökoneista. Suurempien työstökoneiden siirtelyä rajoittaa pajan lattian kantavuuden kesto.



Kuva 12. Harjauskone ja epäkeskopuristin.

Kuvassa 13 olevasta suurpiirteisestä pohjapiirroksesta on nähtävissä tämänhetkinen pajan koneiden ja työpisteiden sijainti. Vihreällä merkityt alueet ovat trukin kulkua varten pidettävä avoinna. Sinisellä merkityt alueet ovat muuta kulkua varten. Mustalla merkityillä alueilla säilytetään levyleikkuusta syntyneet jättepalat, joista saattaa olla hyötyä tulevaisuudessa (kuva 14). Työpisteillä lähes jokaisella työntekijällä on oma hitsauskoneensa ja henkilökohtaiset työkalunsa. Työpisteiksi merkityillä alueilla on myös muita työstökoneita, kuten esimerkiksi pistehitsauskoneita, kuvioleikkureita ja käsityökoneita.



Kuva 13. Suurpiirteinen kuva pajan nykyisestä layoutista.



Kuva 14. Jätepalojen säilytys.

Ohutlevypajalla on työtilaa myös viereisessä hallissa, SC:n varastotilojen yhteydessä. Tiloissa on puupajan vanhoja työstökoneita, joita käytetään tarpeen tullen. Puupajan työtiloissa ei saa tehdä kipinöintiä aiheuttavaa työstöä, johtuen puupölystä.

## 3 PROSESSIANALYYSI

Arvovirta-analyysi eli Value stream mapping (VSM) kertoo asiakkaan näkökulmasta, milloin valmistettavalle tuotteelle syntyy arvoa ja missä prosessin vaiheessa syntyy hävikkiä. Vaiheet erotellaan visuaalisesti ja mahdollisesti jopa numeerisesti (esim. käytettyjen työtuntien määrä). Arvovirta-analyysi aloitetaan tyypillisesti asiakkaan päästä eli tilaushetkestä, ja se päättyy tuotteen valmistumiseen. (Myerson 2012, 116-117.)

Resurssitehokkaassa tuotannossa materiaalit käytetään tehokkaasti hyödyksi välttämällä samalla hävikkiä mahdollisimman paljon. Tällöin virtaustehokkuus kärsii, koska materiaalia käsitellään kauan ja perusteellisesti. Jotta tuotanto lisääntyisi, on siirryttävä virtaustehokkaammaksi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että materiaalia alettaisiin heittää pois, jotta tuote saataisiin valmiiksi mahdollisimman nopeasti. Tällöin resurssitehokkuus kärsii virtaustehokkuutta nostettaessa. Lean-tuotannon ideana on säilyttää resurssitehokkuus virtaustehokkuuden kasvaessa. (Modig & Åhlström 2013, 100.)

### 3.1 Kyselylomake työntekijöille

Pajan työntekijöille järjestettiin joulukuussa 2016 kysely (liite 1). Tarkoituksena oli selvittää pajan nykytilanne työntekijöiden näkökulmasta. Lomakkeessa kysyttiin asioita Lean-näkökulmaa silmällä pitäen, kuten materiaalien saatavuutta ja työtilojen kuntoa. Kyselyn tehtävänä oli myös etsiä pajan pullonkauloja.

Lomakkeesta tehdyn yhteenvedon perusteella (liite 2), pullonkaulat ovat levyleikkureilla, sekä särmäyspuristimilla. Työntekijät siivoavat työpisteensä viikoittain tai päivittäin. Pajan työilmapiiriin ollaan yleisesti tyytyväisiä ja työntekijät auttavat toisiaan. Kolmasosalla työntekijöistä ei ole riittävästi työskentelytilaa työpisteillään ja sama määrä ei ole tyytyväinen pajan työstökoneiden sijainteihin. Vähäinen työtila johtuu muun muassa työpisteiden viereen asetetuista pistehitsauskoneista tai nurkkiin lojumaan jääneistä harvoin käytettävistä hitsauskoneista. Suurin osa pitää materiaalia usein helposti saatavilla. Levyjä on siis lähes aina heti saatavilla, johtuen hyvin toimivasta materiaalin kulutuksen seurannasta. Samoin kuluvia työvälineitä on aina saatavilla sekä pajalta, että koko telakan käytössä olevasta työkaluvarastosta. Osalle työntekijöistä on sattunut työtaturmia, jotka ovat johtuneet työstökoneista. Osa työpiirustuksista ovat vaikeasti ymmärrettäviä,

koska ne piirretään nopeasti ja epäselvästi paperille, ja joskus jopa pahville. Tällöin suunnittelu- ja piirrotusvaiheessa kuluu turhaa aikaa pajan puolella, kun asiakas ei ole viitsinyt tehdä piirustuksia huolella. Suurimpana tarpeena pidetään lasertyöstökeskusta ja kolmatta levyleikkuria sekä pienempää särmäyspuristinta.

### 3.2 5S

Arvovirta-analyysin lisäksi hyväksi todettu keino tuotantoa parannettaessa alhaalta ylöspäin, on 5S-ohjelma. 5S-ohjelmalla pyritään systemaattisuuteen ja kurinalaisuuteen. Yksi Lean-toiminnan lähtökohtana on, että työtilat ovat siistit. Vain tällöin pystytään tekemään tuottavaa ja laadukasta työtä. S-kirjaimet tulevat japanin kielen sanoista, ja ne voidaan suomentaa seuraavasti:

1. Lajittele (Seiri)
2. Järjestä (Seiton)
3. Puhdista ja huolla (Seiso)
4. Vakiinnuta (Seiketsu)
5. Ylläpidä (Shitsuke)

Kahdessa ensimmäisessä vaiheessa työpisteeltä poistetaan kaikki tarpeettomat työkalut ja materiaalit. Käytettävät työkalut asetetaan niille tarkoitetuille paikoille. Kolmannessa vaiheessa työkoneet siistitään sen jälkeen, kun niitä on käytetty. Mahdollinen huolto tulee myös suorittaa henkilökohtaisille työkaluille. (Kouri 2009, 26-27.) Ohutlevypajan suuremmat työstökoneet huoltavat telakan oma kunnossapito.

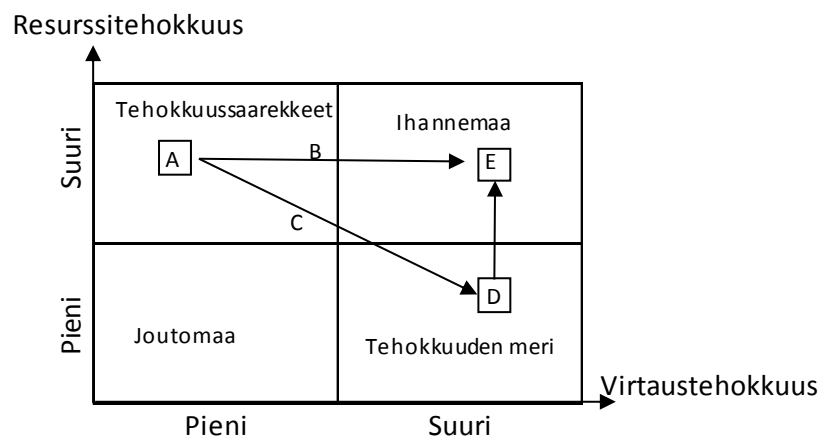
Kahdessa viimeisessä vaiheessa ensimmäisten vaiheiden tulisi rutinoitua ja niitä olisi ylläpidettävä. Työntekijöiden tulisi toteuttaa näitä vaiheita omalla sekä yhteisillä työpisteillä (Kouri 2009, 27.)

### 3.3 Resurssitehokkaasta virtaustehokkaaksi

Lean-toimintastrategiassa pääpaino on aina virtaustehokkuudessa. Resurssitehokkaassa tuotannossa on vain osaoptimoituja tehokkuussaarekkeita. Tämä aiheuttaa paljon hukkaa ja lisätyöstöä. Kun resurssitehokkuudesta siirrytään virtaustehokkuuteen, tehokkuussaarekkeet pyritään yhdistämään kokonaiseksi järjestelmäksi. (Modig & Åhlström 2013, 124-125.)

Kohdassa A (kuva 15), tuotannon resurssitehokkuus on suuri ja se sisältää vain tehokkuusaarekkeitä. Tämä on ohutlevypajan oletettu tämänhetkinen sijainti tehokkuusmatriisissa. Työpisteet ovat tässä tapauksessa tehokkuusaarekkeitä, koska työntekijöillä on monen kymmenen vuoden takaiset rutinoituneet tavat tehdä tilattuja tuotteita. Tuotannossa pyritään ”ihannemaahan”, kohtaan E. ”Ihannemaassa” virtaustehokkuutta on kasvatettu resurssitehokkuutta huonontamatta. Perustanahan on, ettei resurssitehokkuus kärsisi virtaustehokkuutta kasvatettaessa. Jotta päästäisiin kohtaan E (”ihannemaa”), materiaalivirran tulisi olla koko ajan yhdensuuntainen. Tällöin materiaalia ei tarvitsisi siirrellä pajalla paikasta toiseen ja jonotusta ei tapahtuisi millään koneella. Harvoin B:n kaltaisen siirtyminen onnistuu. Tällöin siirtymä on tehtävä ”tehokkuuden meren” kautta kohdassa D. Kohtaan D päästään eliminoimalla pullonkaulailmiöt ja vähentämällä jälki-työstö. Kohtaan E päästään, kun työtavat rutinoituvat uudistuksien jälkeen ja materiaali-virta on sujuvaa.

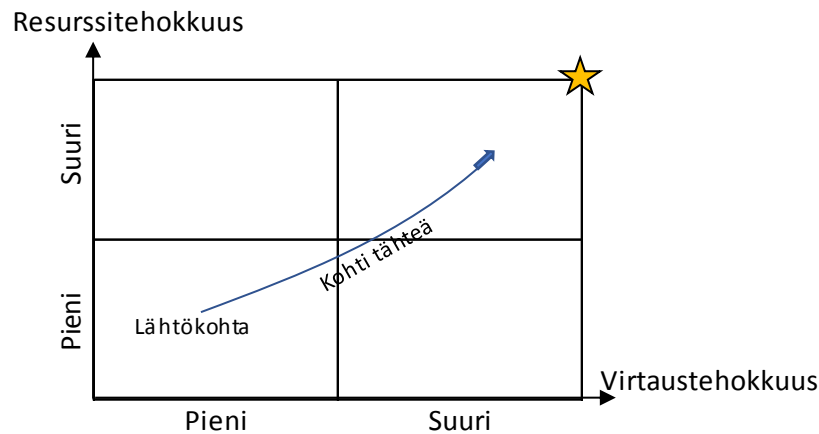
”Joutomaa” on alue, jossa virtaus- ja resurssitehokkuus ovat huonot. Tällä alueella tehdään paljon tarpeetonta työstöä ja resursseja ei käytetä yhtä hyvin hyödyksi, kuin ”tehokkuusaarekkeilla”. (Modig & Åhlström 2013, 122.)



Kuva 15. Tehokkuusmatriisi osa 1 (Modig & Åhlström 2013, 121).

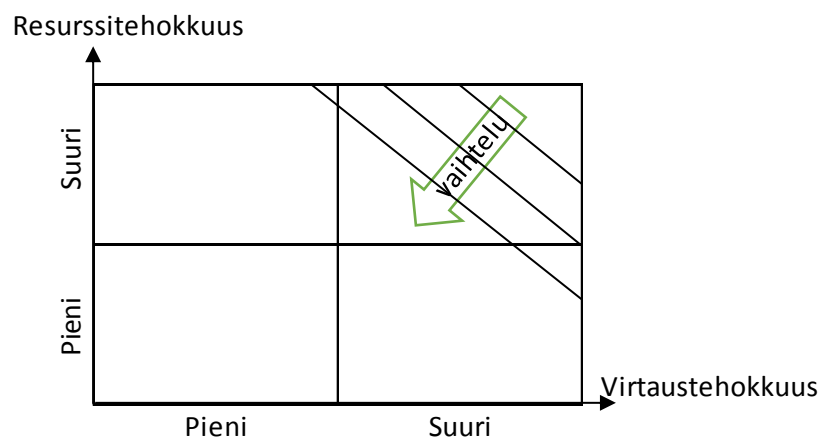
Kuten johdannossa jo todettiin, Lean käsitteenä ei ole konkreettinen. Prosessien tulisi olla koko ajan jatkuvan kehittämisen kohteena. Vain tällä tavoin kehitys on nousujohteinen ja suunta on kohti tähteä (kuva 16.)





Kuva 16. Tehokkuusmatriisi osa 2 (Modig & Åhlström 2013, 124).

Ohutlevypajalla yksi suurimmista ongelmista päästä ”ihannemaahan”, on vaihtelu. Vaihtelu estää pääsemisen tilanteeseen, jossa virtaustehokkuus ja resurssitehokkuus ovat kummatkin 100 %:ssa (kuva 17). Vain ohut- ja paksulevykanavat ovat täysin varmoja tilauksia, joita tulee joka laivaan. Tilauksia tulee näiden lisäksi kymmeniltä eri alihankkijoilta, ja suurinta osaa näistä tilauksista on mahdoton ennustaa.



Kuva 17. Vaihtelun vaikutus (Modig & Åhlström 2013, 106).

### 3.4 Materiaalivirta

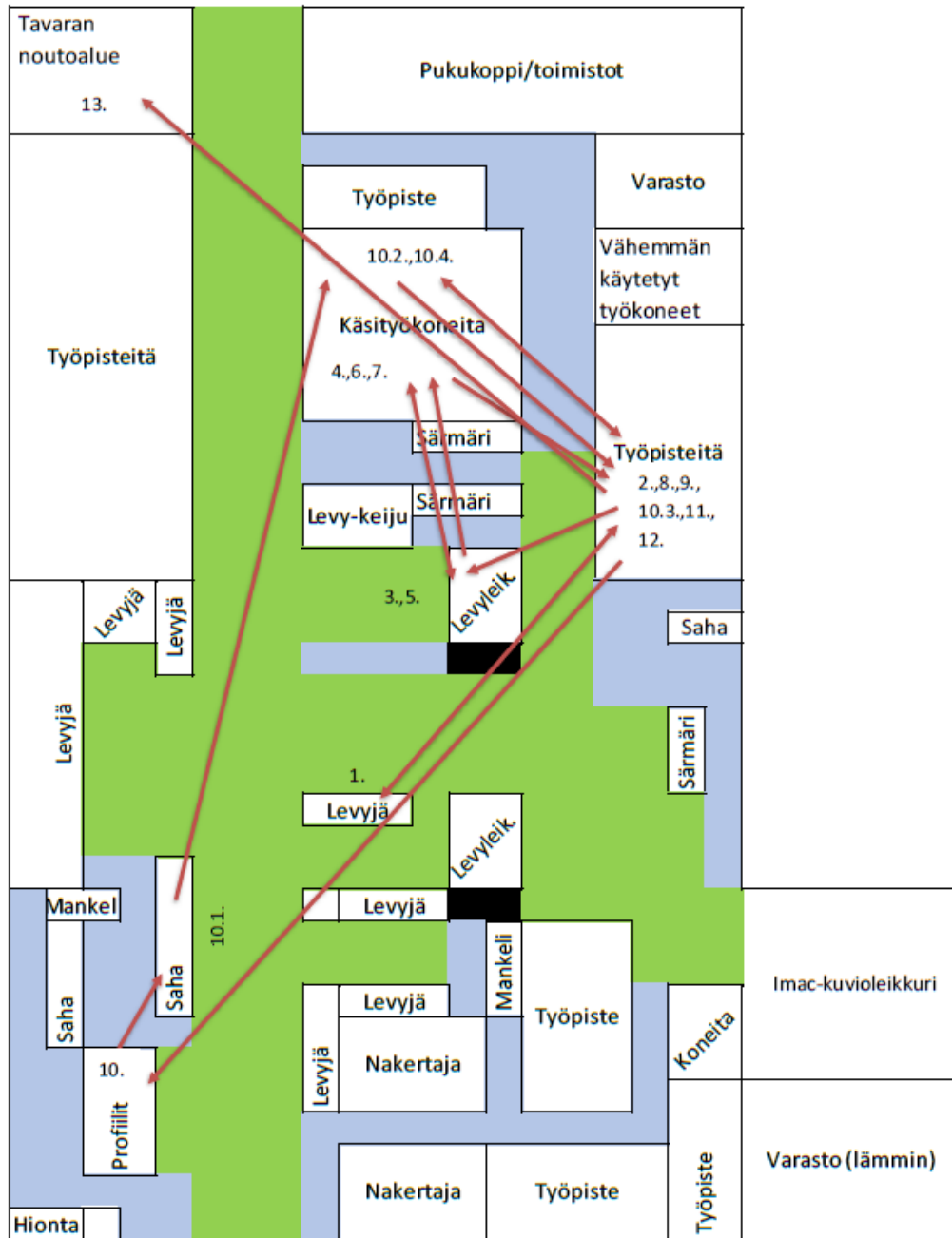
Materiaalivirran tutkimiseen käytetään pajalle sovellettua arvovirta-analyysia. Ohutlevykanavat ovat tuotteita, joita valmistetaan joka laivaan ja niitä tilataan myös usein suurina määrinä. Tuotteiksi valitaan siis kaksi ohutlevykanavaa, jotka eroavat toisistaan koon ja

monimutkaisuuden perusteella. Näistä kahdesta tuotteesta selvitetään työvaiheet ja niiden valmistus myös kellotetaan. Materiaalivirta merkitään pajan layouttiin.

Seuraavat tutkimukset suoritettiin 16.-17.1.2017. Kanavia työstettäessä ei ollut ruuhkaa työstökoneilla. Näin ollen taulukoista havaittavat hukka-ajat syntyivät vain tavaran siirtelystä, käsityökoneiden ja osien noutamisesta. Työvaiheista piirrotus ja suunnittelu/mittaaminen ovat myös arvoa tuottamattomia vaiheita, koska tällöin tuotteelle ei tapahdu varsinaista työstöä. Kaksi työntekijää valmistivat kanavat omilla työpisteillään. Toinen valmisti kanavan 319 (liite 3), ja toinen kanavan 307 (liite 4).

	Työvaiheet (kanava 319)	kesto (min)
1.	Levyn haku	3
2.	Piirrotus	5
3.	Levyn leikkuu	7
4.	Saumaaminen	4
5.	Levyn leikkuu	2
6.	Saumaaminen	1
7.	Mankelointi	6
8.	Saumojen muokkaus	3
9.	Kanavan koonti	20
10.	Listojen teko	
10.1.	Sahaus	4
10.2.	Kulmapalat	1
10.3.	Kokoaminen	5
10.4.	Kiinnitys	6
11.	Kittaus	5
12.	Merkintöjen teko	1
13.	Siirto lastausalueelle	x
	Työaika	65
	Kokonaistyoaika	105
	Erotus (hukka)	40

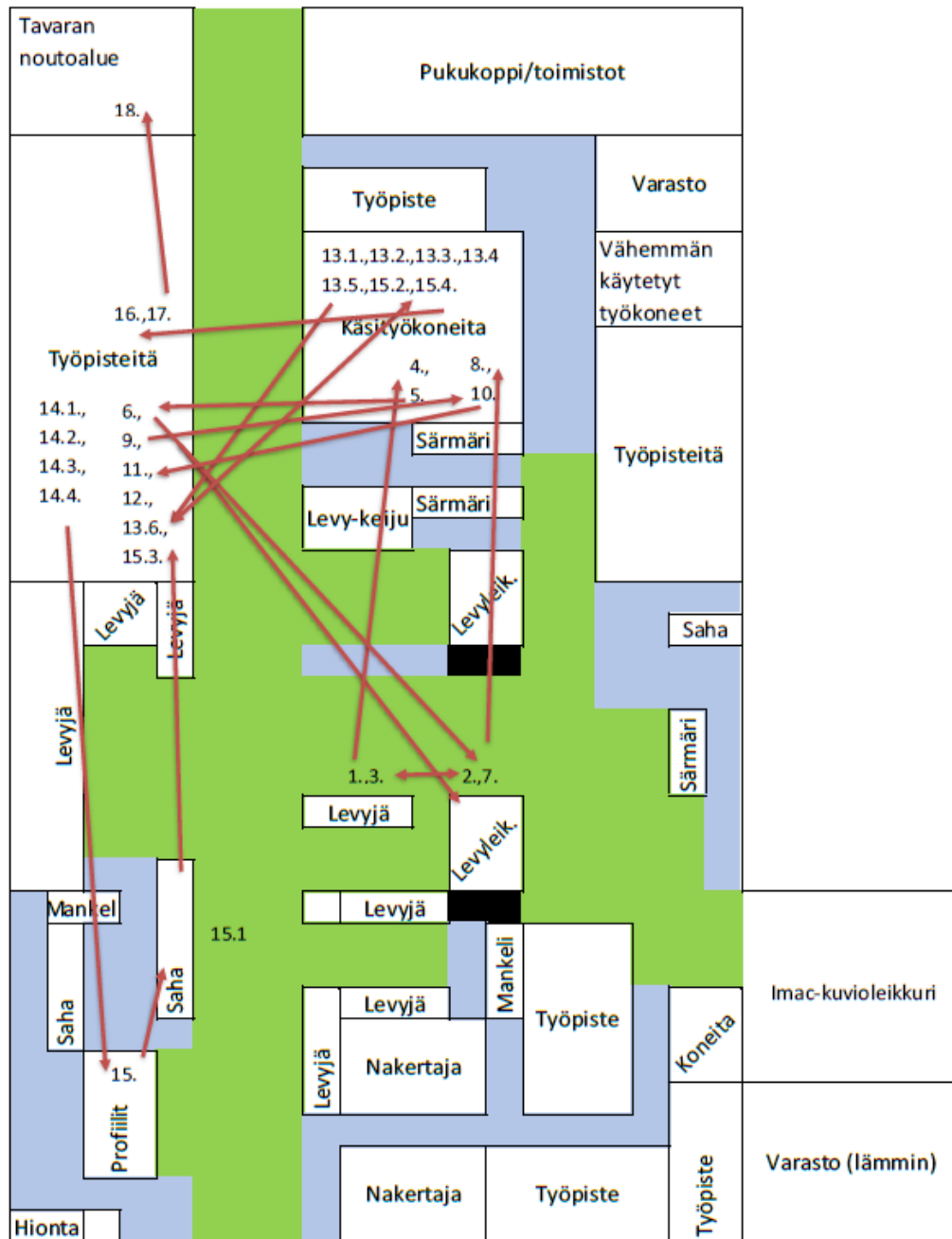
Taulukko 4. Ohutlevykanava 319:n työvaiheet ja kellotus.



Kuva 18. Materiaalivirta kanavan 319 työstössä.

	Työvaiheet (kanava 307)	kesto (min)
1.	Piirrotus	12
2.	Levyn leikkuu	10
3.	Piirrotus	1
4.	Levyn leikkuu	5
5.	Saumaaminen	4
6.	Mittaaminen	2
7.	Levyn leikkuu	5
8.	Saumaaminen	2
9.	Piirrotus/mittaus	5
10.	Mankelointi	10
11.	Kanavan koonti	40
12.	Saumojen/päätyjen muokkaus	15
13.	Päätypalan teko	
13.1.	Levyn haku	1
13.2.	Mittaaminen	3
13.3.	Leikkaus	1
13.4.	Kulmitus	1
13.5.	Kanttaus	3
13.6.	Muokkaus ja asennus	20
14.	Spirolähdöt	
14.1.	Mittaaminen	3
14.2.	Piirrotus	2
14.3.	Reikien leikkuu	5
14.4.	Lähtöjen kiinnitys	15
15.	Listojen teko	
15.1.	Sahaus	2
15.2.	Kulmapalat	1
15.3.	Koonti	2
15.4.	Kiinnitys	2
16.	Kittaus	7
17.	Merkintöjen teko	1
18.	Siirto lastausalueelle	x
	Työaika	153
	Kahvitauko	12
	Kokonaistyöaika	215
	Erotus (hukka)	50

Taulukko 5. Ohutlevykanava 307:n työvaiheet ja kellotus.



Kuva 19. Materiaalivirta kanavan 307 työstössä.

Materiaalivirtaa seurattaessa nähdään (kuva 18 ja kuva 19), että tuotetta työstettäessä se kulkee ympäri pajaa. Lähes jokainen pajalla tehtävä työ, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, aloitetaan leikkaamalla levy sopivan kokoiseksi. Tämän jälkeen tuotteen valmistamista jatketaan omalla työpisteellä tai mahdollisesti kanttauksella.

Pajan jokaisella työntekijällä on oma henkilökohtainen työpisteensä, joista he pitävät itse huolen. Joillain työpisteillä saattaa kuitenkin toimia kaksikin työntekijää, tilan puutteen

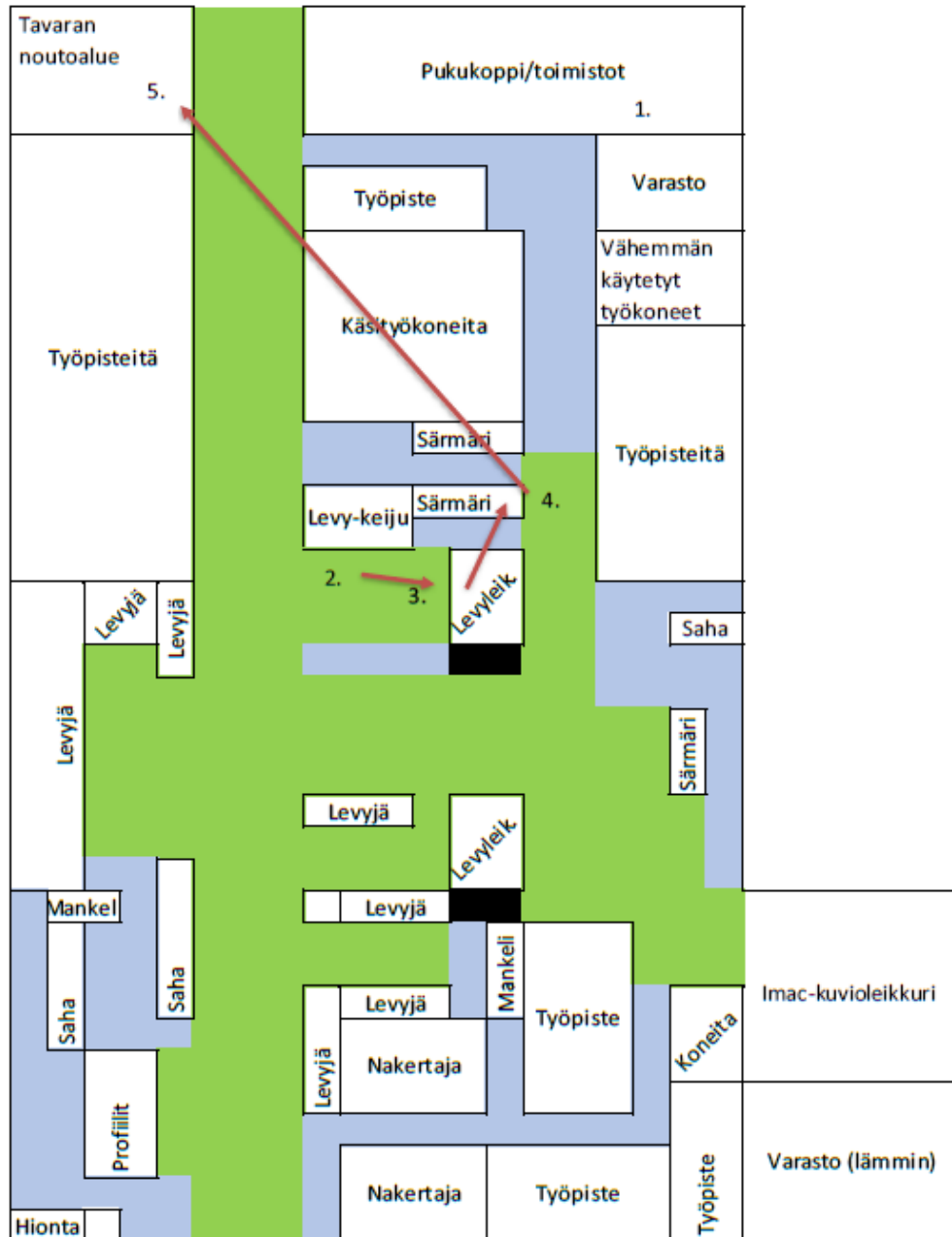
vuoksi. Työt valmistetaan useimmiten työpisteillä, ellei kyseessä ole vain leikkuuta ja taivuttamista vaativat tuotteet. Tällöin valmistettavan tuotteen virta on maltillisempi. Kuva 21 on esimerkitapaus yksinkertaisen kulmalistan valmistamisesta ja sen työvaiheista.

1. Työ haetaan esimieheltä
2. Tarvittava materiaali etsitään esimerkiksi levyleikkurin viereistä hyllystä (kuva 20)
3. Levy leikataan mittaansa
4. Tuote taivutetaan särmäyspuristimella
5. Valmis tuote siirretään noutoalueelle

Pajalla valmistettavat tuotteet vaihtelevat paljon. Tästä syystä suurimpia työstökoneita, esimerkiksi särmäyspuristimia ja levyleikkureita, ei kannata siirtää vanhoilta sijainneiltaan. Suurempien työstökoneiden siirtelyä rajoittaa myös pajan lattian kantavuus.



Kuva 20. Levykeiju levyleikkurin läheisyydessä.



Kuva 21. Esimerkkitapaus listan teosta.

### 3.5 JIT

JIT (Just-in-time) on myös yksi käytännöllinen tapa virtaustehokkuuden lisäämiselle. Oikea-aikainen tavarantoimitus vähentää varastotilojen kokoa ja sujuvoittaa tuotannon virtausta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita jatkuvaa tavarantoimitusta tuotantotehtäseen. Tuotanto tehostuu vain, kun JIT:a sovelletaan suoraan tuotantoon ja valmistettavia tuotteita

varastoidaan vain tarvittava määrä. JIT:n toiminta perustuu tarkkaan materiaalin kulutuksen seurantaan. Tällöin tuotannossa ei tapahdu turhia seisahduksia materiaalin puutteen vuoksi. (Womack ym. 1990, 62, 160-161; Liker 2004, 23.)

Ohutlevypajalla suurin ongelma JIT:n toteuttamiseen on vaihtelu, kuten tehokkuusmatriisia (kuva 17) tarkasteltaessa mainittiin. Materiaalien tilaamisen ajoitusta on vaikea ennustaa, koska pajalta tilattavat tuotteet vaihtelevat suuresti. Tästä syystä materiaalia joudutaan varastoimaan suuriakin määriä. Lisäksi JIT:n toimintaperiaatteiden vastaisesti joudutaan usein aloittamaan suuremman urakan valmistaminen aikaisessa vaiheessa, jotta myöhemmin välttyttäisiin suuremmalta kiireeltä.

Jos asiakkaana on ulkoinen yhteistyökumppani, saattaa asiakas toimittaa myös materiaalin. Tässä tapauksessa materiaali toimitetaan suoraan pajalle, jolloin ei tarvitse varautua pitkiin toimitusaikoihin. Joissain tapauksissa materiaalin toimitus saattaa tapahtua joko liian ajoissa, tai liian myöhään. Liian aikaisin tapahtuva toimitus vie turhaa tilaa varastolta, ja liian myöhäinen tavarantoimitus merkitsee sitä, että on käytettävä omaa materiaalia. Tällöin on luotettava siihen, että asiakas toimittaa kyseisen materiaalin jälkeensä.

### 3.6 Varastojen optimointi

Varastoja täydennettäessä voidaan käyttää imu- tai työntöohjattua järjestelmää. Työntöohjatussa järjestelmässä luotetaan aikataulutukseen ja oletettuun kulutukseen. Asiakkaalta tulevia tilauksia pyritään ennakoimaan ja varastoja täydennetään sen mukaan. Työntöohjauksessa materiaalia toimitetaan tietyin väliajoin, oli kulutus sitten suurta tai vähäistä. Materiaalin kulutuksen seuranta ei tällöin tarvita, mutta ylivarastointi on mahdollinen ongelma. (Liker 2004, 104-105.)

Imuohjatussa järjestelmässä ennakointi jätetään pois ja se käy paremmin yhteen JIT:n kanssa. WMS (warehouse management system) on varastohallintajärjestelmä, jolla pyritään parempaan virtaustehokkuuteen ja välttämään viivästyksiä ja pullonkauloja. Järjestelmässä materiaalille asetetaan hälytysraja, jolla seurataan sen kulutusta. Kun tuotteelle määritetty raja saavutetaan, sitä tilataan lisää. Tällöin materiaalin seuranta perustuu todelliseen käyttöön, eikä arvaukseen. (Liker 2004, 105-108; Myerson 2012, 85.)

Puskurivarastot ovat välivarastoja, joihin sijoitetaan valmistettava tuote jossain työn vaiheessa odottamaan seuraavaa työvaihetta. Prosessin sisällä tapahtuva välivarastointi



tehdään useimmiten puskurivarastoihin. Näihin varastoihin valmistetaan tuotteita, joita tarvitaan jatkotuotannossa esimerkiksi suuremman kokonaisuuden valmistukseen. Näitä tuotteita myös valmistetaan sitä mukaan, kun ne kuluvat. Näin ollen niitä on aina saatavilla, eikä tuotanto seisaudu. (Liker 2004, 105-106.)

Ohutlevypajan tuotanto eroaa hieman edellä mainituista esimerkeistä siten, että tuotteet valmistetaan alusta loppuun ilman välivarastointia. Jos tuotteen valmistus työpäivän päättyessä jää kesken, se jätetään työpisteelle. Varastoissa säilytetään siis vain työstettäväksi tarkoitettua materiaalia. Valmiita tuotteita säilytetään harvemmin pajan omissa varastoissa. Valmiit tuotteet pyritään siirtämään välittömästi noutoalueelle (kuva 22). Useimmat tilaukset tehdään noutotoiminä, mutta esimerkiksi ohutlevykanavat saatetaan kuljettaa erikseen määritellylle alueelle.



Kuva 22. Noutoalue.

Varastointijärjestelmänä on imuohjaus. Materiaalin kulutusta seuraa työntekijät ja materiaalin vähentyessä siitä ilmoitetaan esimiehelle, joka tilaa lisää levytavaraa. Ilmoitus materiaalin tilaamisen tarpeesta tehdään usein siinä vaiheessa, kun viimeinen levypakka nostetaan varastosta tuotantotiloihin. Kulutuksen seuranta nojaa siis pelkkään inhimilliseen toimintaan, jolloin se ei välttämättä toimi aina moitteettomasti. Ilmoittaminen esimiehelle saattaa esimerkiksi kiireessä unohtua.

Ohutlevypajan varastot vaativat uudelleenjärjestelmistä, jolloin vanhat kelpaamattomaksi jääneet erikoislevyt siirrettäisiin pois. Näiden tilalle saataisiin lisää hyllytilaa. Tuotantotiloissa on myös harvemmin käytettävää levyateriaalia, jotka olisi syytä sijoittaa jopa suoraan roskalavalle. Näiden tilalle saisi joko useammin käytettävää materiaalia tai lisää työtilaa.

### 3.7 Työpisteiden kehittäminen

Tällä hetkellä ohutlevypajalla työskentelee 20 työntekijää ja kaksi esimiestä. Työpisteet ovat henkilökohtaisia ja päivällä kesken jääneet työt jätetään omille työpisteilleen. Tästä syystä pajalla on hankala siirtyä kaksivuorotyöhön. Kaksivuorotyö vaatisi uusien työntekijöiden lisäksi lisää esimiehiä, jotka kustantaisivat huomattavasti enemmän kuin tilojen uudistaminen. Lisäksi kaksivuorotyön periaatteena on työn jatkuvuus, joka ei olisi toteutettavissa tilausten monipuolisuuden vuoksi. Pajalla harvemmin valmistetaan tuotteita liukuhihnamaiseen tapaan. Näin ollen yksinkertainen tapa lisätä virtaustehokkuutta on nykyisten työpisteiden uusiminen.

Yksittäisiä työpisteitä ryhdytään kehittämään ja muokkaamaan 5S-periaatteen mukaisesti siten, että työkaluille merkataan selkeät paikkansa ja ne ovat helposti saatavilla. Useimmilla työpisteillä on vanhat monen kymmenen vuoden takaiset vetolaatikostot ja kaapit, jotka ovat epäkäytännölliset ja kömpelöt. Syvissä vetolaatikoissa säilytettävät työkalut ovat hankalia pitää siistissä järjestyksessä. Lisäksi paineilmakoneisiin tulevat letkut ovat keloissa, jotka sijaitsevat useimmissa työpisteissä työpöytien alla, liian matalalla. Osalle työpisteistä kela on nostettu ylös. Tällöin letkut eivät pyöri jaloissa, eikä niitä ole hankala noukkia lattian tasolta. Letkujen roikkuessa yläpuolelta, kelan käyttö on helpompaa ja ergonomisempaa (kuva 23.)



Kuva 23. Ilmaletkukelat asennettuna pöydän alle ja puomille työpisteen yläpuolelle.

Esimerkkitapauksena toimii yksi jo uudistettu työpiste (kuva 24), johon on tilattu uudet kaapit ja työtaso. Työkoneiden ja materiaalien säilytys tapahtuu laatikostoissa, jotka merkitään asianomaisin tarroin. Kehitettäväksi kohteeksi valittiin neljä työpistettä, joista vaihdetaan vanhemmat työtasot ja laatikostot uusiin (kuva 25 ja kuva 26).



Kuva 24. Uudistettu työpiste.



Kuva 25. Uudistettavia työpisteitä.



Kuva 26. Uudistettavia työpisteitä.

Yhdellä työpisteellä on pistehitsauskone, joka vie tilaa työskentelyltä. Tilaa saadaan siirtämällä pistehitsauskone vanhemman kuvioleikkurin tilalle (kuva 27.)



Kuva 27. Edessä kuvioleikkuri, taustalla ympyröitynä pistehitsauskone.

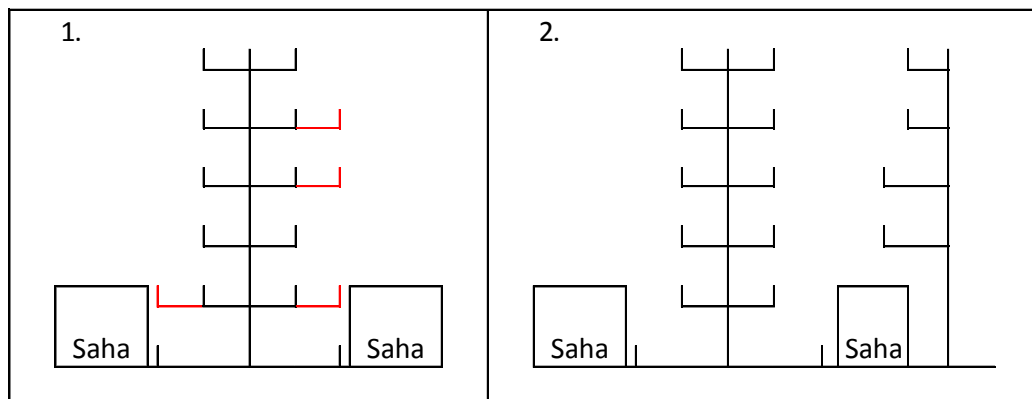
### 3.8 Putkiprofiilien varastointi

Tällä hetkellä putkiprofiilit ja terästangot varastoidaan sahojen läheisyydessä ohutlevypajan alkupäässä (kuva 28). Putkiprofiilit joudutaan nostamaan hyllyille yksitellen trukin avustuksella. Hallinosturia voidaan käyttää hyväksi, kun profiileja pitää nostaa hyllyn yli seinän puolelle. Nykyisellä hyllyjärjestelyllä seinän puoleisille hyllyköille ei pääse käsiksi muuta kuin päistä. Tällä tavoin leikkuusta ylijääneet, vielä käytettävissä olevat profiilit asetetaan useimmiten vain toiseen päähän hyllyä, jolloin suurin osa massasta kohdistuu vain toiseen reunaan.



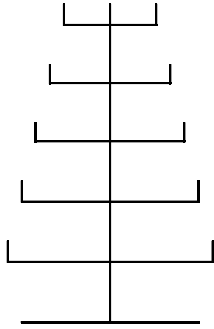
Kuva 28. Putkiprofiilit ja tangot.

Kuvassa 29 vasemman puoleisessa piirustuksessa punaisella merkitys hyllyköt ovat jälkeenkään lisättyjä. Oikeanpuoleisen sahan rullaradan ja hyllyn välissä ei ole kulkutilaa (kuva 31). Jos punaisella merkityt hyllyt poistettaisiin, ja oikeanpuoleisen sahan ja seinän välille lisättäisiin uusi hylly, muodostuisi huomattavasti lisätilaa kulkua varten (kuva 29).



Kuva 29. Nykyinen hyllyn asettelu (1.) ja vaihtoehtoinen asettelu (2.).

Putkimateriaalin lisäys oikealle puolelle onnistuisi hallinosturilla ja siirtelyä helpottaisi esimerkiksi hyllyistä ulosvedettävät kiskot tai kuusimainen hylly (kuva 30).



Kuva 30. Kuusimainen hyllyvaihtoehto.



Kuva 31. Putkiprofiilit ja sahat.



## 4 JOHTAMINEN

Tuotannon kehittämisessä kaikkein tärkeintä on sitoutuminen. Muutosten tekeminen ja niiden varsinainen toteuttaminen lähtevät tuotannon työntekijöistä, sekä johtoportaalta. Sitoutuminen muutokseen on oltava koko organisaatiolla. Jos toisella näistä osapuolista ei ole mielenkiintoa ja halukkuutta uudistuksiin, kehittyminen jää alkutekijöihin. (Liker 2004, 290.)

### 4.1 Ihmisten ja tavoitteiden johtaminen

Tavoitteet yrityksessä Leania sovellettaessa voivat olla joko staattisia tai dynaamisia. Staattinen tavoite on ehdoton tavoite, jolloin tietyn ajanjakson jälkeen verrataan tulosta alkupisteeseen. Staattista tavoitetta voidaan pitää myös tavoitejohtamisen kohteena. Tämä ”tulosjohtamisena” tunnettu johtamistapa perustuu enimmäkseen numeerisen tavoitteen saavuttamiseen. Tällöin tuotannon virtaustehokkuuden kehittäminen on projekti, ja prosessia ei välttämättä pystytä aidosti parantamaan. Dynaaminen tavoite on tuotannon jatkuva kehitys. Lean toimintastrategiana toteutuu näin parhaiten, kun virtaustehokkuutta parannetaan jatkuvasti. (Rother 2010, 60; Modig & Åhlström 2013, 150-151.)

Ihmisiä johdettaessa, on tärkeintä kuunnella työntekijää. Mikä on tuotannossa havaittu ongelma? Miten se olisi syytä ratkaista? Tuotannossa esiin tulevia ongelmia ei saa peitellä, vaan ne tulee tuoda esille. Vain näin ongelmat saadaan korjattua. Vika ei välttämättä johdu huonosti suoriutuvasta työntekijästä, vaan huonosti suunnitellusta prosessista. Lean-toimintatavasta saadaan eniten irti, kun pysähdytään ja kuunnellaan henkilökuntaa. Kun päätöksentekoa lasketaan alemmas, henkilökunta pääsee paremmin mukaan organisaatioon. Tämä liittyy suuresti tavoitteiden asettamiseen ja eritoten niiden seurantaan. Jatkuvassa kehityksessä tavoitteiden seuranta tulisi olla jokapäiväistä. (Rantala ym. 2016.)

Ongelmia ratkottaessa esimiehen on siirryttävä tuotannon lattiatasolle ja mentävä itse paikalle, ymmärtääkseen tilanteen. Kommunikointi on tapahduttava työntekijän ja esimiehen välillä molemminpuolisesti. Jos ongelmaa ei tuoda esille, se jää korjaamatta. Jos työntekijää ei kuunnella, ei hän sitä kerro. (Liker 2004, 223-225.)

## 4.2 Toiminta ohutlevypajalla

Ohutlevypajalla on kaksi esimiestä, jotka suorittavat työnjaon. Työntekijät hakevat itse työnsä esimieheltä, kun edellinen työ valmistuu. Kun työt jaetaan tasapuolisesti, työntekijöiden omien vahvuuksien mukaan, ne suoritetaan sujuvasti. Tässä vaiheessa pystytään vaikuttamaan suuresti siihen, syntyykö pajan tuotantotiloissa pullonkaulailmiöitä. Jos työntekijöille jaetaan samalla hetkellä työt, jotka vaativat samankaltaiset työvaiheet, ruuhka on valmis muodostumaan. Tämä ei kuitenkaan ole aina vältettävissä, kun tilauksia tehdään suuria määriä laivan varusteluvaiheessa. Liiallinen ennakointi tuotteiden valmistuksessa taas rasittaa varastoja, sillä valmiit tuotteet vievät myös tilaa.

Ongelmien esiintyessä ne raportoidaan useimmiten heti työntekijöiden toimesta pajan esimiehille. Tällöin koko pajalla ollaan tietoisia esimerkiksi työstökoneen vauriosta. Ohutlevypajalla työskentelevät esimiehet ovat aina saatavilla ja lähestyttävissä, mutta mitä ylemmäs johtoporrasta kavutaan sitä vaikeammaksi ja hitaammaksi kommunikointi muuttuu. Tästä hyvänä esimerkkinä on investointien tekeminen ja niiden läpi vieminen.

## 5 INVESTOINNIT

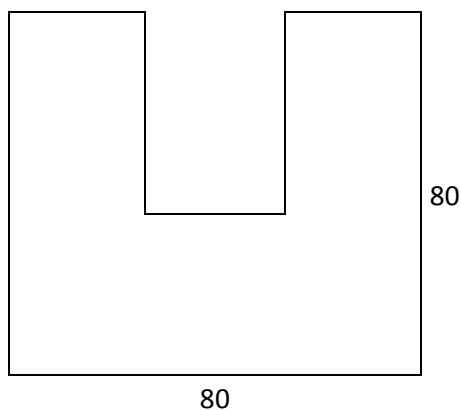
Meyer Turku Oy on suuri organisaatio ja siksi sille on tyypillistä hidas päätöksienteko. Organisaation suuruus tarkoittaa yleensä myös johtajien suurta määrää. Tällöin viestintä ei välttämättä tapahdu työntekijältä toiselle, vaan monen välikäden kautta. Näin ollen investointien tekeminen tapahtuu pitkän ja säntillisen kaavan kautta.

### 5.1 Ohutlevypajan investoinnit

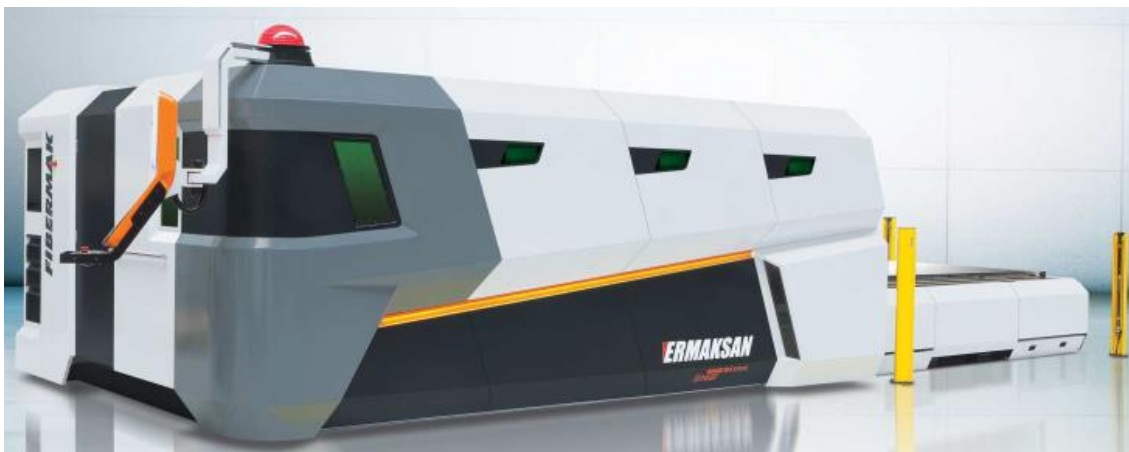
Kappaleessa 2.2 käytiin läpi nykyinen konekanta, sekä 10 vuoden sisään tehdyt suurimmat investoinnit. Konekannan vanhentuessa, ja lattian kantavuuden rajoittaessa koneiden siirtelyä, paras keino virtaustehokkuuden nostamiselle on uusien luotettavampien koneiden hankinta. Suurimpana kärjessä on kuitulaser. Kuitulaserin tuomat hyödyt ovat moninkertaiset kuvioleikkuriin verrattuna.

### 5.2 Fibermak SM 3000.3x1,5

Kyseiselle kuitulaserille (kuva 33) tehtiin tarjouspyyntö vuoden 2016 loppupuolella. Kuitulaserilla käytiin tekemässä testiajot Tampereella joulukuussa 2016. 2 mm:n paksuisesta sähkösinkitystä levystä leikattiin testikappale (kuva 32) kuitulaserilla sekä pajan Imac-kuvioleikkurilla. Kyseinen kuvioleikkuri on varustettu ”nakertavilla” työkaluilla. Kuitulaserilla työstö kesti 6 sekuntia ja jälkityöstölle ei ollut tarvetta. Kuvioleikkurilla vastaavan kappaleen valmistus kesti 40 sekuntia ja jälkityöstö (hionta) 3 minuuttia. (Lehtonen 2016.)



Kuva 32. Testikappale.



Kuva 33. Fibermak SM 3000.3x1,5 Momentum GEN 3.

Kuitulaserilla saisi myös valmistettua monipuolisempia tuotteita sen tarkkuuden ansiosta. Jos tulevaisuudessa tilattaisiin samoja tuotteita, olisi leikkuuohjelma sille jo valmiina ja aikaa kuluisi vain levyn asettamiseen ja sen leikkaamiseen. Vaikka tiettyjen tuotteiden jokavuotinen valmistus olisi tiedossa, niitä ei silti kannata valmistaa varastoon. Tuotteen mitat saattavat muuttua ja varastotilat täyttyvät. Ohjelmia saa helposti muokattua tuotteiden mahdollisten muutosten mukaan ja ne kannattaa tehdä vasta kun ne ovat tilattu. Näin toimitaan jo nyt kuvioleikkureiden kanssa. Kuitulaserilla ne valmistuisivat nopeammin ja ilman jälkityöstön tarvetta. Lisäksi levystä syntyvää hukkaa saadaan vähennettyä.

### 5.3 Työn sujuvoittaminen

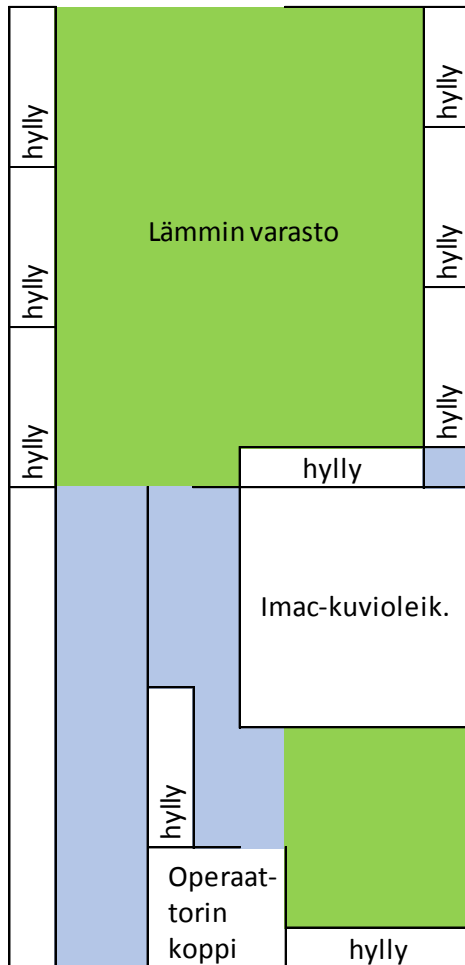
Kuitulaserin valjastaminen pajan käyttöön lisäisi työstökapasiteettia entisestään. Työstö on tarkempaa ja tehokkaampaa kuin kuvioleikkurien. Ohutlevykanavia valmistettaessa levyn leikkuu- ja piirrotusvaiheet (taulukko 4 & 5) nopeutuisivat huomattavasti, kun työ suoritetaan yhdellä paikalla siihen asti, kunnes osat saumataan ja kootaan kanavaksi. Näin aikaa vievät suunnittelu- ja piirrotusvaiheet, sekä turha materiaalien siirtely jäisi lähes kokonaan pois. Ohutlevykanavat tilataan usein suuremmissa erissä. Kaikkien tilattujen kanavien osat voisi valmistaa kerralla, minkä jälkeen kanavan jatkojalostus jatkuisi seuraavan työntekijän toimesta.

Vertaillaan kuitulaserista saatavaa oletettua hyötyä nykyiseen valmistustapaan kanavaa 307 (liite 4) tehdessä. Taulukosta 5 nähtävät työvaiheet 1-7, 14.1-14.3 suoritettaisiin kaikki kuitulaserilla. Tämän jälkeen työvaiheet jatkuisivat normaalisti saumaamisella ja

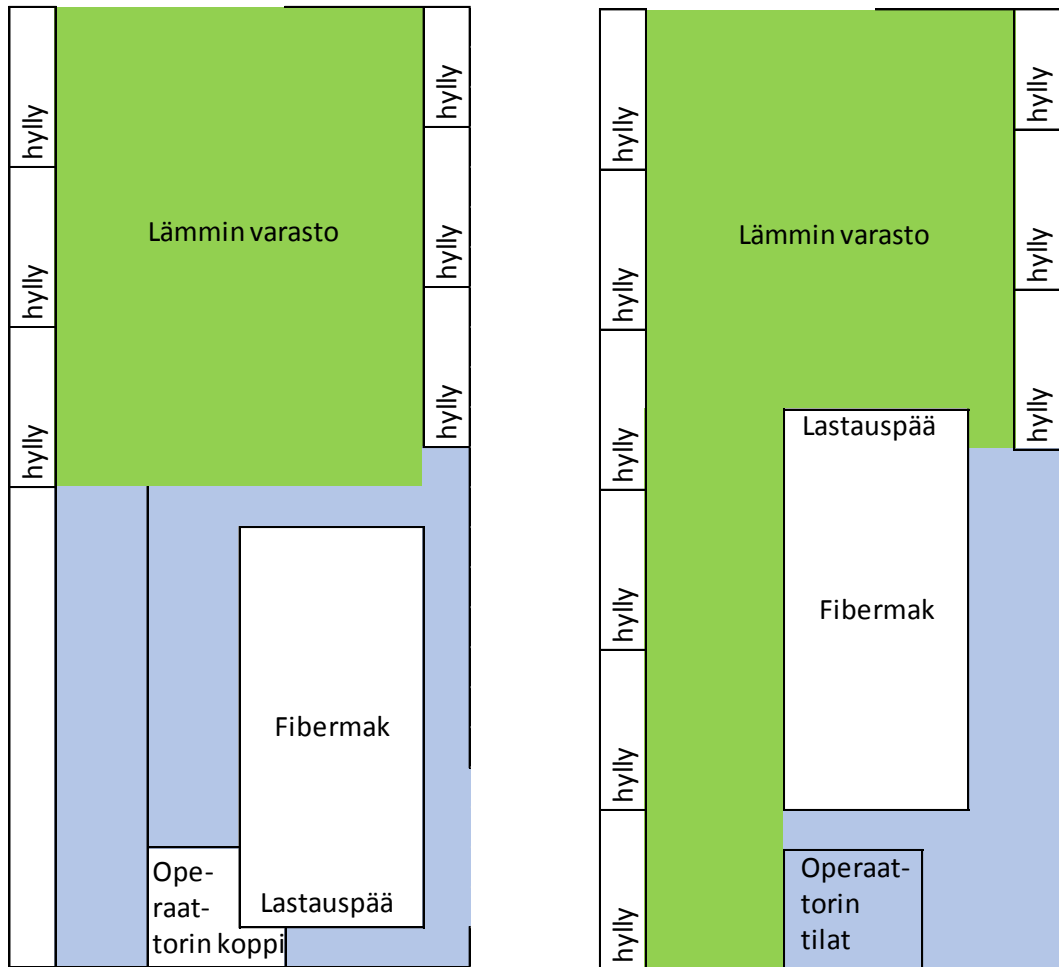
pyörityksellä. Työvaiheet 11, 12 ja 13.6 lyhentyisivät huomattavasti, koska kappaleet olisivat täsmälleen oikean mittaiset. Samasta syystä ylimääräiset muokkausvaiheet jäisivät pois.

#### 5.4 Kuitulaser ja layout

Suunniteltu Fibermakin kuitulaser sijoitettaisiin uudemman kuvioleikkurin tiloihin (kuva 34). Imac-kuvioleikkurin ympärille on pystytetty seinät melun estämiseksi. Kuitulaserille on kaavailtavissa kaksi eri sijoitusmahdollisuutta. Ensimmäisessä vaihtoehdossa (kuva 35) yksi varaston puoleisesta seinästä kaadetaan ja lastauspää jää pajan puolella. Tällöin lastaus tapahtuisi nykyiseen tapaan ja leikatut tuotteet tulisivat suoraan pajan puolelle. Levytavara jouduttaisiin kuljettamaan kuitenkin pajan läpi ulkokautta. Toisessa vaihtoehdossa (kuva 35) seinät puretaan ja kuitulaser asetetaan siten, että lastauspää on varaston puolella. Tällöin levytavara on koneen välittömässä läheisyydessä, eikä materiaalia tarvitse kuljettaa pajan poikki. Leikatut tuotteet tulisivat tässä tapauksessa myös varaston puolelle, jolloin ne on siirrettävä jatkotyöstöä varten tuotantotiloihin ulkokautta. Lisävaihtoehtona on myös kuvan 35 mukainen oikeanpuoleinen layout, jossa lastauspää on pajan puolella. Kuitulaserin mitat ovat 9190 x 3710 x 2200. Tilaa vievät myös kuitulaserin vaatimat lisälaitteet.



Kuva 34. Nykyinen Imac-kuvioleikkurin layout.



Kuva 35. Kuitulaser layout-vaihtoehto 1 & 2.

## 6 TULEVAISUUDEN VISIOT

Tähän asti ohutlevypajalla on tehty ylitöitä varusteluvaiheen kiireisenä aikana. Vuonna 2018 varusteluvaiheeseen saapuvat loistoristeilijät ovat Yhdysvaltalaisvarustamon laivoja, joka saattaa tarkoittaa sitä, että yksityiskohdat tulevat kuormittamaan pajaa entistä enemmän. Edelliset (Mein Schiff) risteilijät ovat saksalaisvarustamon aluksia, ja ne eivät ole lähelläkään Royal Caribbeanin Genesis-projektin alusten loistokkuutta. Kyseiset loistoristeilijät luovutettiin vuonna 2009 ja 2010.

### 6.1 Kuitulaserin käyttöönotto

Tulevaisuuden ohutlevypaja tulee vaatimaan vähintään kuitulaserin hankinnan. Kuitulaserille tulee myös kouluttaa useampi, nuorempi, operaattori, jotta pajalla olisi vähintään yksi työstökoneeseen perehdytetty henkilö aina paikalla. Kuitulaser saattaisi myös korvata muutaman vanhemmista työstökoneista, kuten esimerkiksi vanhemman kuvioleikkurin (kuva 36) ja epäkeskopuristimen. Näin saataisiin paljon kaivattua työskentelytilaa pajan tuotantotiloihin.





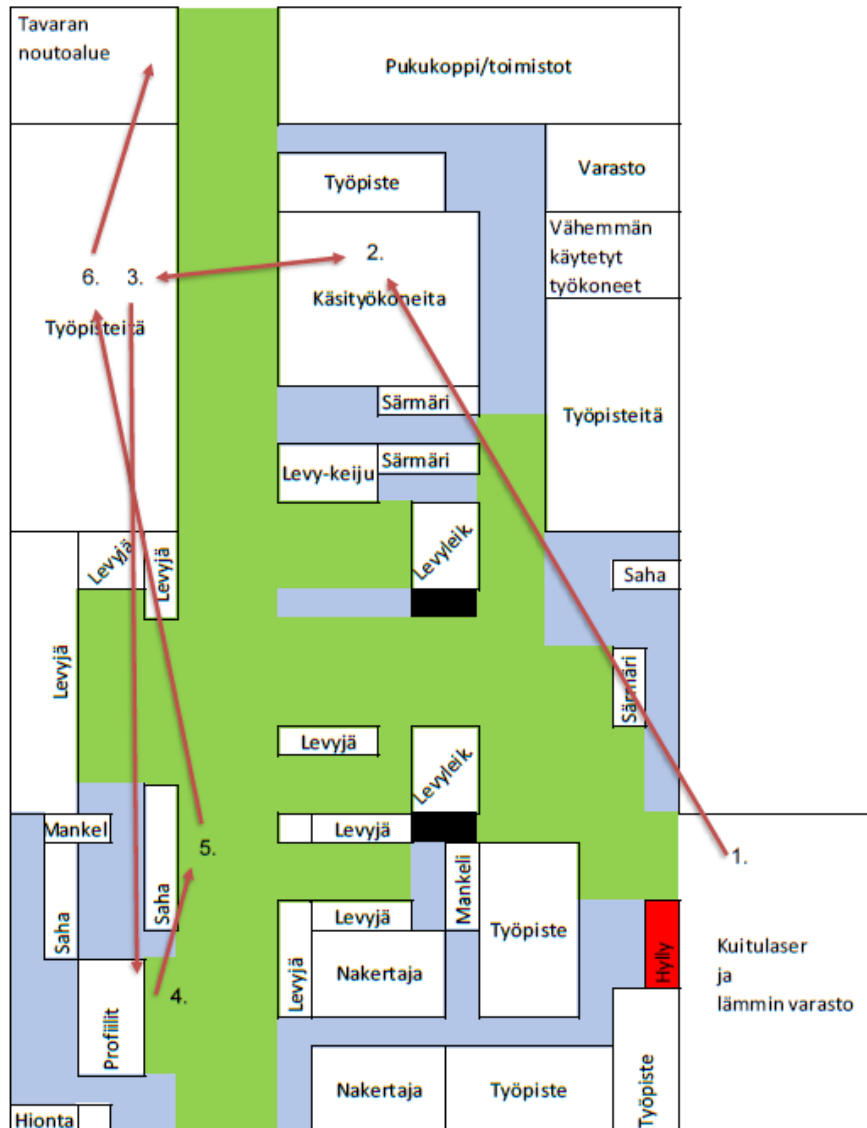
Kuva 36. Pullmax P210 DMC -kuvioleikkuri.

Suurempien urakoiden aloittaminen onnistuisi helposti kuitulaserilla. Jos esimerkiksi ohutlevykanavien valmistaminen aloitettaisiin kuitulaserilla, mittatarkkuus olisi huomattavasti parempi ja kanavan koonti onnistuisi vaivattomammin (ks. luku 5.3.). Tällöin materiaalivirrasta tulisi huomattavasti maltillisempi (kuva 37). Kuitulaserin ainoa mahdollinen sijainti on Imac-kuvioleikkurin paikalla.

Materiaalivirta kuitulaseria hyödyntäen:

1. Aloitetaan ohutlevykanavien osavalmistus kuitulaserilla. Kuitulaserilla osille saadaan kurvit ja mahdolliset lähdöt tehtyä jo tässä vaiheessa, mitkä normaalisti valmistettaisiin käsin. Leikkuun valmistuttua osavalmisteet siirretään layoutissa nähtävään punaisella merkittyyn hyllyyn, josta ne haetaan jatkojalostukseen.
2. Osat saumataan ja mankeloidaan normaaliin tapaan.
3. Kanava kootaan. Toisen ja kolmannen vaiheen välille on laitettu kaksisuuntainen nuoli, koska kanavaa koottaessa saattaa tulla tarve muokata sitä käsityökoneilla. Tätä kuitenkin saattaa tapahtua entistä vähemmän, koska kuitulaserilla päästään tarkempiin mittoihin.

4. Listojen valmistus tapahtuu normaaliin tapaan, koska profiilit sijaitsevat edelleen samassa paikassa.
5. Listojen sahaus.
6. Listojen ja kanavan lopullinen koonti, jonka jälkeen kanava siirretään noutoaluelle.



Kuva 37. Materiaalivirta kuitulaserin kanssa.

Jotta kuitulaserilla voisi työskennellä vain yksi operaattori, olisi samaan tilaan hyvä asentaa imukuppinostin, sekä hankkia oma sähkötrukki levytavarann siirtelyyn. Kuvassa 37 nähtävä punaisella merkitty hylly on vain esimerkki sen mahdolliselle sijainnille. Tällä hetkellä kyseisellä paikalla on muotorautaleikkuri ja pylväsporakone.

## 6.2 Varastointi

Kuten kappaleessa 3.6 tuli ilmi, varastointi on pajan suurin huolenaihe. Suuri osa levyta-varasta tulisi säilyttää lämpimässä ja lämmin säilytystila on vähissä. Pitkä tavarantoimitukset rasittaa varastointia entisestään, mutta koska paluuta vanhaan järjestelmään ei pidetä toteuttamiskelpoisena, on keksittävä jokin muu keino. Tämänhetkinen tavarantoimitus tapahtuu 1–14 päivässä. Levytavara saattaa siis tulla hyvissä ajoin, tai siinä kestää turhan kauan. Tästä syystä erikoislevytavaraa täytyy olla aina valmiina hyllyssä.

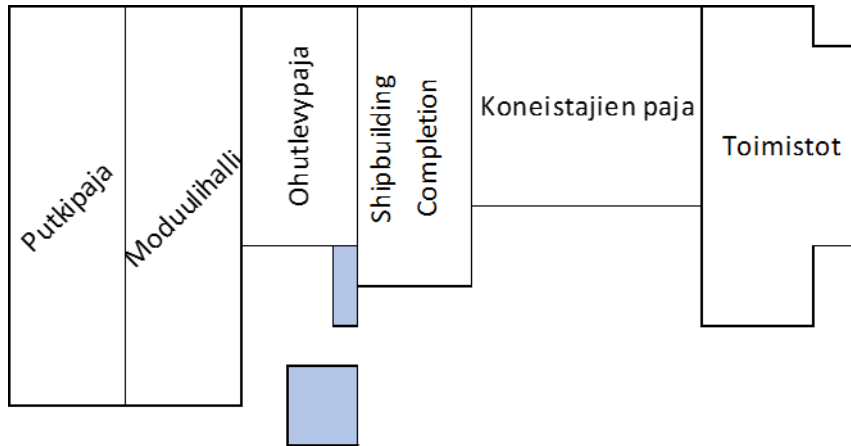
Lämpimän varaston siistiminen lisää tilaa ainakin yhdelle 2,5 metrin hyllykölle. Lisäksi tavarantilausta tulisi hillitä, jotta varastotilat eivät täytyisi materiaalista, jota kuluu vähemmän. Esimerkiksi tällä hetkellä lämpimässä varastossa on turhaan 4 levypakkaa 0,75x1250x2500 mm:n kokoista sähkösinkittyä levyä (yhteensä 108 levyä).

Yhtenä mahdollisena varastointijärjestelmänä saattaisi toimia kahden levypakan järjestelmä. Kyseisessä systeemissä lämpimässä varastossa säilötään yhtä ylimääräistä levypakkaa ja toista tuotantotiloissa, esimerkiksi levyleikkureiden läheisyydessä. Tämä tapa toimii, kun kyseistä materiaalia käytetään useammin. Harvemmin käytettävää materiaalia ei ole syytä varastoida varaston lisäksi tuotantotiloissa. Koska materiaalien kirjo ohutlevypajalla on laaja, paksuuksien ja kokojen vuoksi, varastointitilaa vaaditaan paljon. Jos esimerkiksi pelkästään kuumasinkittyä levymateriaalia varastoidaan kaikkina mahdollisina paksuuksina (0,75–6,00 mm) ja kokoina (1000x2000 mm, 1250x2500 mm, 1500x3000 mm), levypakkoja olisi varastoitava yhteensä 24. Hyllyn olisi oltava 3,5 metrin, jotta siihen mahtuisivat suurimmatkin levyt.

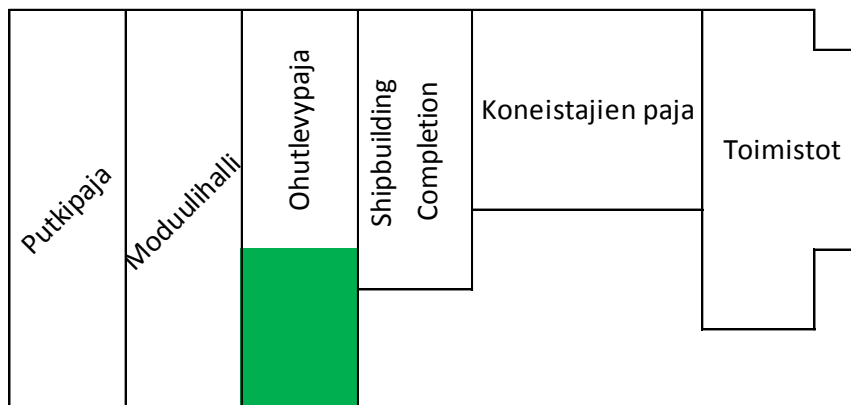
Tällä hetkellä lämpimässä varastossa yhdelle hyllylle on asetettu 17 levypakkaa, joka lähentelee hyllyn maksimikantavuutta. Ohutlevypajalla työstettäviä materiaaleja on yhteensä 11 (Kuumasinkitty, sähkösinkitty, harjattu RST, kiiltävä RST, alumiini, HST, tavalinen teräs, sinkitty reikälevy, dobel, kupari, messinki). Näistä kuutta ensimmäistä materiaalia käytetään useammin ja erikokoisina. Näin ollen levytavaraa tulisi varastoida 144 levypakkaa. Jos yhdelle hyllylle mahtuu 17, hyllyjä tarvitaan yhdeksän kappaletta. Todellisuudessa levymäärä olisi pienempi, sillä kaikkia levyjä ei ole syytä säilöä kaikilla paksuuksilla. Lämpimässä varastossa on tällä hetkellä viisi käytettävissä olevaa hyllyä, ja jos kaikkiin laskettaisiin 17 levypakkaa, tilaa olisi yhteensä 85 levypakalle. Tilaa olisi kaikille helposti korroosioituville levyille, ja tämän lisäksi olisi vielä käytettävissä kylmävarasto RST ja HST materiaalille.

### 6.3 Ohutlevypajan laajentaminen

Pidemmän aikavälin uudistus Lean-toimintatapaa ajatellen on ohutlevypajan laajennus. Kuvassa 38 nähdään pajan tämänhetkinen tila, ja sinisellä merkityt alueet ovat pajan kylmävarastoja. Kuvassa 39 laajennusosa on esitetty vihreällä, ja se yltää aina putkipajan ja moduulihallin tasalle.



Kuva 38. Nykyinen pohjapiirros.



Kuva 39. Laajennusosa.

Lean-toimintatapaa seuraten materiaalivarasto tulisi pajan laajennusosaan (kuva 40). Kun kaikki levytavarat varastoidaan pajan alkupäähän, tuotannolle syntyy huomattava määrä lisätilaa työskentelylle. Tuotannon puolella on silti syytä säilyttää osa materiaalista, varsinkin levyleikkurien vieressä.



Kuva 40. Laajennusosa.

## 7 YHTEENVETO

Meyer Turku Oy:n työmäärä lisääntyy lähivuosien aikana suurempien risteilijätilausten myötä, ja se vaikuttaa koko telakka-alueelle. Alusten vesillelaskun jälkeen alkaa varusteluvaihe, jolloin ohutlevypajan kuormitus on suurimmillaan. Tähän kuormitukseen on pystyttävä tulevaisuudessa vastaamaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ohutlevypajaa Lean-toimintastrategiaa hyödyntäen. Pajan virtaustehokkuutta pyrittiin parantamaan tulevaisuuden haasteita silmällä pitäen.

Koska tuotannon virtauttaminen ei onnistu siirtelemällä suurempia työstökoneita lattian keston vuoksi, ainoaksi keinoksi jää niiden uusiminen. Useimmat työstökoneet eivät ole mittatarkkuudeltaan luotettavassa kunnossa, mikä merkitsee sitä, että tuotteita työstettäessä syntyy hukkaa. Ollakseen nykyaikainen ja varteenotettava työpaja ohutlevypajalle on tehtävä uusia investointeja vanhojen työstökoneiden tilalle. Näistä investoinneista kuitulaser on ensisijainen.

Ohutlevypajalla valmistettavien tuotteiden vaihtelu vaikuttaa eniten tuotannon virtauttamiseen. Tilauksia ei voida tarkasti ennustaa, vaikka joitain tuotteita tehtäisiinkin jokaiseen laivaan. Tilauksiin saattaa tulla muutoksia edelliseen. Vaihtelu estää myös kaksivuorotyöhön siirtymisen. Työntekijöiden lisääminen ei ole ratkaisu jo tilanpuutteesta kärsivään pajaan, jolloin parhaimmaksi keinoksi jää kehittää ja uudistaa vanhaa.

Opinnäytetyön aikana saavutettu konkreettisin päätulos on työpisteiden uusiminen. Luvussa 6 suoritettu pohdinta kuitulaserin ja varastoinnin varalle on toinen työn päätavoitteista. Työ perustuu Lean-kirjallisuuteen ja omiin työkokemuksiin pajalla. Koska omat työkokemukset pajalla on vain murto-osa siellä jo työskennelleisiin ohutlevyseppiin, heidän ehdotuksiin ja työkokemuksiin on nojaututtu eniten.

## LÄHTEET

Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Laaksonen, V. & Lehtonen, A. 8.9.2015. Thin plate work shop

Liker, J. 2004. Toyotan tapaan. Suom. Niemi, M. Yhdysvallat: McGraw-Hill.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Suom. Tillman, M. 5. painos. Rheologica publishing.

Myerson, P. 2012. Lean supply chain & logistics management. Yhdysvallat: McGraw-Hill.

Rantala, J., Putkonen, J., Lahdenperä, H. & Itkonen, P. 2016. Mikä maksaa? Nouseeko tuottavuus paremmalla johtamisella. Esitetty 3.3.2016. Viitattu 18.1.2017. <http://areena.yle.fi/1-3238988>

Rother, M. 2010. Toyota kata. Suom. Niemi, M. Yhdysvallat: Rother & Company LLC.

Tuominen, K. 2010. Lean käytännössä. Yritysesimerkkejä tehokkaista lean-periaatteista ja -käytännöistä. Juva: WS Bookwell Oy

Womack, J.; Jones, D. & Roos, D. 1990. The machine that changed the world. Kanada: Macmillan Publishing Company

## Kyselylomake

Kysely tehdään osana opinnäytetyötä.

Ammatti: \_\_\_\_\_

Työsuhteesi kesto telakalla (vuosina): \_\_\_\_\_

Ympyröi mielestäsi sopivin vaihtoehto

Onko materiaalit helposti saatavilla?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Onko kuluvia työvälineitä saatavilla pajalta/kaluputkasta (laikat, poranterät yms.)?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Siirtyvätkö valmiit tuotteet tilaajien toimesta nopeasti pois seuraavien alta?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Ovatko piirustukset helposti ymmärrettävät?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Saatko apua/neuvoja työtovereiltasi sitä tarvitessasi?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Autatko työtovereitasi, kun he tarvitsevat apua/neuvoja?

Aina          usein          joskus          harvoin          ei koskaan          en osaa sanoa

Oletko tyytyväinen pajan ilmapiiriin?

Kyllä          ei

Onko sinulle sattunut työtapaturmia, jotka ovat johtuneet työvälineistä/koneista?

Kyllä          ei

Jos vastasit kyllä, aiheutuiko työtapaturmasta sairauslomaa?

Kyllä          ei



Onko työpisteelläsi riittävästi tilaa työskentelyyn?

Kyllä            ei

Kuinka usein siivoat työpisteesi?

Päivittäin    viikoittain    kuukausittain                    vuosittain

Oletko tyytyväinen pajan työkoneiden paikoille?

Kyllä            ei

Jos ei, niin mitä muuttaisit?

---

---

Millä työkoneella on pisimmät odotusajat?

---

Mikä työvaihe yleisesti vie eniten aikaa (esim. suunnittelu, hitsaus, kanttaus)?

---

Vapaa sana (palaute/vinkit/toiveet/ilot/surut):

---

---

---

## Kyselomakkeen yhteenveto

Kyselyyn vastasi 20:stä työntekijästä 17 seuraavasti:

Onko materiaalit helposti saatavilla?

82 %	usein
12 %	joskus
6 %	harvoin

Onko kuluvia työvälineitä saatavilla pajalta/kaluputkasta?

29 %	aina
65 %	usein
6 %	joskus

Siirtyvätkö valmiit tuotteet tilaajien toimesta nopeasti pois seuraavien alta?

29 %	usein
65 %	joskus
6 %	harvoin

Ovatko piirustukset helposti ymmärrettävät?

6 %	aina
47 %	usein
41 %	joskus
6 %	harvoin

Saatko apua/neuvoja työtovereiltasi sitä tarvitessasi?

71 %	aina
29 %	usein

Autatko työtovereitasi, kun he tarvitsevat apua/neuvoja?

76 %	aina
24 %	usein

Oletko tyytyväinen pajan ilmapiiriin?

94 % kyllä  
6 % ei vastausta

Onko sinulle sattunut työtapaturmia, jotka ovat johtuneet työvälineistä/koneista?

29 % kyllä  
71 % ei

Jos vastasit kyllä, aiheutuiko työtapaturmasta sairauslomaa? (29 %:sta)

80 % kyllä  
20 % ei

Onko työpisteelläsi riittävästi tilaa työskentelyyn?

65 % kyllä  
35 % ei

Kuinka usein siivoat työpisteesi?

24 % päivittäin  
70 % viikoittain  
6 % kuukausittain

Oletko tyytyväinen pajan työkoneiden paikoille?

59 % kyllä  
35 % ei  
6 % ei vastausta

Kyselyn loppuosioista ilmi tulleet asiat:

Pisimmät odotusajat ovat levyleikkureilla ja kanttauskoneilla. Tällöin myös kanttaus ja leikkaus ovat suunnittelun lisäksi työvaiheista eniten aikaa vievät. Suurimmat huolenaiheet ovat pajan tilanpuute, sekä varastointi. Tarve kolmannelle levyleikkurille, jonka ei tarvitsisi olla kooltaan yhtä suuri kuin tämänhetkiset leikkurit. Suurin toive/tarve on kuitu-laser.



# Kanava 307

