

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Meritekniikka

2016

Mikael Mannermaa

# LOHKORAKENTAMISEN TYÖEDELLYTYSTEN PUUTTEET JA NIIDEN KEHITTÄMINEN TELAKALLA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Meritekniikka

2016 | 57

Lauri Kosomaa, Turun ammattikorkeakoulu

Tommi Tähtinen, Meyer Turku

Mikael Mannermaa

# LOHKORAKENTAMISEN TYÖEDELLYTYSTEN PUUTTEET JA NIIDEN KEHITTÄMINEN TELAKALLA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää nykytilanne lohkonkoontiin vaikuttavista häiriötekijöistä ja osien toimitusten toimivuudesta. Näiden pohjalta tuli löytää ratkaisuja esille tulleisiin ongelmiin, jotta myös lohkonkoonnin osalta voidaan vastata kasvavaan tuotantoon lähitulevaisuudessa. Lisäksi tavoitteena oli, että tulevia investointeja ja niiden tarpeellisuutta pystyttäisiin lähtemään kartoittamaan työn pohjalta.

Vasteaikaa ja häiriöitä selvitettiin mittauksen avulla. Mittauksissa keskityttiin tarkastelemaan toimitusten vasteajan lisäksi lohkonkoonnissa aiheutuvien häiriöiden syitä ja häiriöiden vaikutusta tuotantoon. Mittaukset kestivät kaksi viikkoa. Mittauslaadun osalta olisi ollut toivottavaa saada enemmän tuloksia, mutta siitä huolimatta saatiin hyvä suuntaa antava kuva, minkä tyyppisistä ongelmista koituu häiriötä tuotantoon ja millainen hajonta tällä hetkellä on osien toimitusajoissa. Mittauksen lisäksi puutteiden kehittämisen keinoina käytettiin kokeneiden työntekijöiden haastatteluja ja selvitettiin, olisiko nykyaikana suosiossa olevien Lean- ja Six Sigma -metodeista apua lohkonrakennuksessa.

Mittauksen perusteella voidaan todeta toimitusajojen hajonnan olevan aivan liian iso. Toimituksia pitkitti muun muassa hävinneet osat, mikä kertoo välikvarastoinnin puutteista. Myös itse toimituksista ilmeni useita osapuutteita. Suurin yksittäinen tuotantoon vaikuttava ongelma on laattojen siirtäminen 10-hallin kautta muihin halleihin. Saatujen tulosten avulla voidaan lähteä kehittämään mittauksissa ilmenneitä osa-alueita, jotka eniten vaikuttavat negatiivisesti tuotantoon. Lisäksi mittaustuloksista pystytään huomaamaan tuotannonohjausjärjestelmän puutteet ja välikvarastoinnin toimimattomuuden.

ASIASANAT:

Laivanrakennus, lohkorakentaminen, Lean, Six Sigma, alihankinta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Naval Architecture

2016 | 57

Instructors:

Lauri Kosomaa, Turku University of Applied Sciences

Tommi Tähtinen, Meyer Turku

Mikael Mannermaa

# SHORTCOMINGS OF THE CONDITIONS OF WORK IN THE BLOCK ASSEMBLY AND THEIR DEVELOPMENT AT THE SHIPYARD

The purpose of this thesis was to find out the current situation of the interruptions that are affecting the block assembly and the supply of the parts. The objective was to describe how to prevent the problems caused by interruptions, so block assembly can respond to growing production in the near future. Another aim was that the future investments and their need could be explored on the basis of this thesis.

The response time and interruptions were investigated by measuring. The measurements focused on the response time, interruption reasons in the block assembly and the impacts of interruptions to production. The measurement time was two weeks. To improve the quality of the measurements, it would have been desirable to have more results. Nevertheless, measurements gave a good suggestive information about the problem types that cause interruptions to production and showed the deviation in delivery times of the components. Interviews with experienced workers was also used as a means of development. This thesis also examined whether the use of popular Lean and Six Sigma methods could help in the block assembly.

Based on the measurements, it can be stated that the deviation of delivery times is far too high. For example, deliveries were prolonged because of lost parts, which prove the problems of temporary storage. Also several shortcomings of the parts also occurred. The biggest single problem that has an impact on the production is the transfers of the sheets through the hall 10 to the other halls.

KEYWORDS:

Shipbuilding, block assembly, Lean, Six Sigma, subcontracting

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 MEYER TURKU</b>	<b>9</b>
2.1 Tilauskanta	9
2.2 Telakat	10
<b>3 LOHKORAKENTAMINEN</b>	<b>11</b>
3.1 Lohkorakentaminen osana laivanrakennusta	11
3.2 Lohkorakentaminen Turun telakalla	13
<b>4 OSIEN TOIMITUS LOHKONKOONTIPAIKALLE</b>	<b>15</b>
4.1 Nykyinen toimintatapa	15
4.2 Osien väliaikainen varastointi	15
4.3 Ilmenneitä ongelmakohtia	17
4.4 Parannusehdotuksia toimitukseen	18
4.5 Tietojärjestelmien hyödyntäminen toimituksessa	21
<b>5 TYÖ- JA LAATUSEURANTA SEKÄ AIKATAULUTUS</b>	<b>23</b>
5.1 Työn etenemisen seuranta	23
5.2 Laatuseuranta	23
5.3 Aikataulutus ja kuormitus lohkorakentamisessa	24
<b>6 ALIHANKINNAN VAIKUTUS TYÖEDELLYTYSTEN LAIMINLYÖMISEEN</b>	<b>27</b>
6.1 Yleistä alihankinnasta	27
6.2 Aikataulutus	28
6.3 Alihankkijoiden työnlaatu verrattuna telakan omaan laatuun	28
<b>7 LEAN</b>	<b>30</b>
7.1 Lean-ajattelu yleisesti	30
7.2 Käyttö lohkorakentamisessa	32
7.3 Käyttö osien toimituksessa	33
7.4 Six Sigma	34
<b>8 TYÖEDELLYTYSTEN PUUTTEET</b>	<b>38</b>

8.1 Ilmaantuneet ongelmakohdat	38
8.2 Vaikutus tuotantoon	42
<b>9 KEHITTÄMISIDEOITA</b>	<b>44</b>
9.1 Mahdollisia korjattavia toimenpiteitä	44
9.2 Kuinka parantaa ongelma-kohtia	45
9.2.1 Yleinen pohdinta	45
9.2.2 Tavoitteet tuotannon parantamiseksi	49
9.2.3 Vasteajan pienentäminen	50
9.2.4 Häiriöiden vähentäminen	51
9.2.5 Varastoinnin selkeyttäminen	52
9.2.6 Arvoa tuottavan työn lisääminen	53
9.2.7 Jatkuva prosessin sisäinen mittaus	54
<b>10 YHTEENVETO</b>	<b>55</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>57</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Vasteajan mittauskaavake.
- Liite 2. Häiriökaavake.
- Liite 3. Trukkikuskien toimitusaikojen seuranta-kaavake.

## KUVAT

Kuva 1. Valmis laatta siirrettäväksi lohkorakennushalliin.	12
Kuva 2. Suurlohkoja ulkorakennuspaikoilla.	14
Kuva 3. Hallien varastointialueet.	16
Kuva 4. Talvella ulkona varastoituvia osia.	18
Kuva 5. Osavalmistuksessa lavoille pakattuja pienosia.	19
Kuva 6. 5-hallin ulkoseinusta.	20
Kuva 7. Pylvään aluslevyn asentaminen laattaan.	46
Kuva 8. Laiptot toimitettuina sileäpuoli alaspäin.	47

## KUVIOT

Kuvio 1. Tuotannonkasvu rakennettavien alusten bruttovetoisuuden mukaan.	10
Kuvio 2. Laivan rungon rakentamisen tuotannon eteneminen.	11
Kuvio 3. Esimerkki prosessikuvaus T-palkkien etenemisestä. (Marko Kirjavainen)	22
Kuvio 4. DMAIC-prosessin etenemisvaiheet.	35
Kuvio 5. Häiriöiden jakautuminen eri syiden mukaan.	40
Kuvio 6. Muut häiriöt jaettuna osiin.	41
Kuvio 7. Tulevaisuuden tavoitteet ja parannuskeinot.	49
Kuvio 8. Vasteajan parantaminen.	50
Kuvio 9. Häiriöiden vähentäminen.	51
Kuvio 10. Varastoinnin selkeyttäminen.	52
Kuvio 11. Arvoa tuottavan työn lisääminen.	53
Kuvio 12. Jatkuva prosessin sisäinen mittaus.	54

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

CTC	Critical to Cost
CTD	Critical to Delivery
CTQ	Critical to Quality
GT	Gross Tonnage / Bruttovetoisuus
Kombi-hallit	Kombi 1-, kombi 2- ja kombi 3-hallit, joissa rakennetaan lähinnä suurlohkoja, lohkoja ja laitoja.
MES	Manufacturing Execution System
Rihtaus	Lämpöoikaisu
SIPOC	Supplier-input-process-output-customers
WEB-hallit	Lohkonrakennushallit 6 ja 7.

# 1 JOHDANTO

Laivan rakentaminen muodostuu monesta osa-alueesta, kuten osavalmistuksesta, lohkorakentamisesta, suurlohkorakentamisesta, rungonkoonnista ja varustelusta. Jotta laiva pystytään luovuttamaan tilaajalle ajallaan, on näistä jokaisen osa-alueen pysyttävä laaditussa aikataulussa. Pieni myöhästyminen edellisessä työvaiheessa voi tuottaa suuria aikataulullisia ongelmia seuraavassa työvaiheessa.

Varustamoille on erityisen tärkeää saada tilattu laiva ajallaan, ja tätä ominaisuutta telakassa he arvostavat suuresti. Se on myös yksi merkittävä kriteeri, kun valitaan miltä telakalta laivat tilataan. Meyer Turku on hyvin tunnettu luotettavuudestaan, sillä se pystyy luovuttamaan lähes poikkeuksetta laivansa ajallaan. Jotta tämä varustamoiden arvostus voidaan pitää ennallaan ja laivat luovuttamaan ajallaan jatkossakin lisääntyvän tuotannon myötä, on Meyer Turun tehtävä investointeja ja keskittyttävä pienten asioiden korjaamiseen, joilla voidaan entisestään parantaa tuotantoa ja sen varmuutta.

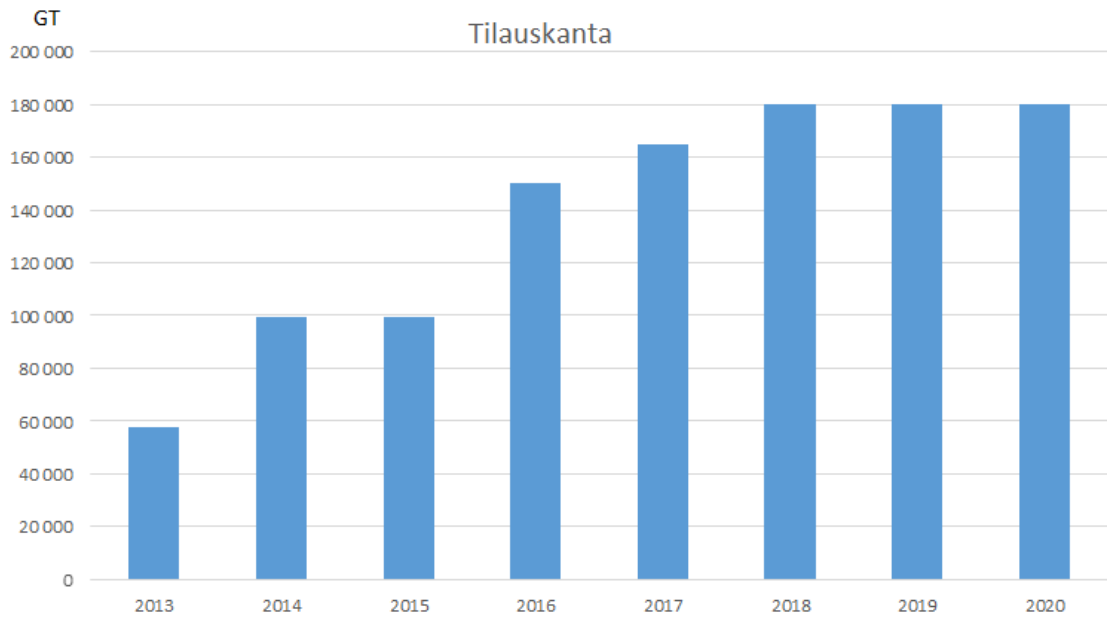
Tässä työssä keskitytään lohkorakentamiseen Meyer Turun telakalla. Tehtävänä on erityisesti tutkia, millaisia ongelmia lohkonrakentamisvaiheessa on osien toimituksessa lohkonrakennuspaikoille ja millaisia vaikutuksia näistä on tuotantoon. Tavoite on löytää ongelmakohtia ja selvittää, mistä ne johtuvat ja kuinka näitä asioita voitaisiin kehittää. Opinnäytetyön tulisi myös tukea ja ohjata, kun tehdään päätöksiä uusista investoinneista, ja antaa ehdotuksia keinoista, joiden avulla voisi lähteä tehostamaan tuotantoa. Kehittämisen työkaluina käytän muun muassa mittaustuloksia ja haastatteluja. Lisäksi selvitän, olisiko nykyään suositusta Lean-ajattelumallista hyötyä lohkorakentamisessa ja osien toimituksessa lohkonrakentamispaikoille.

## 2 MEYER TURKU

### 2.1 Tilauskanta

Saksalainen perheyhtiö Meyer Werft ja Suomen valtio ostivat Turun telakan korealaiselta STX:ltä vuonna 2014. Keväällä 2015 Meyer Turku Oy siirtyi kokonaan Meyer Werftin omistukseen käytettyään osto-optionsa. Nykyään Meyer Turku Oy on yksi Euroopan johtavista telakkayhtiöistä. Sen erikoisosaamiseen kuuluu innovatiivisten ja ympäristöystävällisten risteilijöiden, autolauttojen ja erikoisalusten rakentaminen. Meyer Turku Oy on merkittävä työllistäjä Varsinais-Suomen alueella, ja tällä hetkellä se työllistää noin 1500 työntekijää. Tytäryhtiöitä sillä ovat hyttitehdas Piikkiö Works Oy, kokonaistoimittajayritys Shipbuilding Completion Oy ja suunnitteluyritys ENG'n'D Oy. Turun telakalla nähdään lähitulevaisuudessa isompiakin investointeja, joten tulevaisuus telakalla näyttää valoisalta. (Meyer Turku 2016b.) Tällä hetkellä on tulossa ainoastaan pieni hiljainen hetki terästuotannossa Mein Schiff 6:n ja uuden Tallinkin matkustaja-autolautan mentyä terästuotannon läpi.

Sen jälkeen, kun Turun telakka sai uuden vakaavaraisen ja luotettavan omistajan vuonna 2014, on se saanut tilauskirjansa lähes täyteen vuoteen 2020 asti. Tähän vuoteen mennessä Turussa rakennetaan TUI Cruises -varustamolle Mein Schiff 5-, Mein Schiff 6-, Mein Schiff 7-, Mein Schiff 8 -risteilijät, AS Tallink Grupp:lle LNG shuttle -alus sekä Costa Crociere -varustamolle Costa 1- ja Costa 2 -risteilijät. (Meyer Turku 2016a.) Kuviossa 1 on esitettyä Turun telakalla rakennettavien alusten bruttovetoisuuksien mukaan niiden jakautuminen eri vuosille. Vuodesta 2013 tuotannon tulisi kolmenkertaisua vuoteen 2020 mennessä.



Kuvio 1. Tuotannonkasvu rakennettavien alusten bruttovetoisuuden mukaan.

Pystyäkseen kasvattamaan näinkin paljon tuotantoa, tulee telakan rekrytoida uusia työntekijöitä, tehdä merkittäviä investointeja ja yrittää parantaa pieniäkin asioita, jotka voivat vaikuttaa pidemmällä aikavälillä huomattavasti tuotantoon.

## 2.2 Telakat

Meyer Turulla on kaksi sisartelakkaa Saksassa. Papenburgissa sijaitseva Meyer Werft telakka rakentaa Turun telakan lailla pääasiassa risteilijöitä ja Rostockissa sijaitseva Neptun Werft on keskittynyt enemmänkin jokiristeilijöihin. Papenburgin telakka on Turun telakkaan verrattuna nykyaikaisempi, ja Turussa onkin pyritty saamaan toimintaa enemmän sen kaltaiseksi. Työntekijöitä Meyer Werftin telakalla on noin 3100 ja Neptun Werftillä noin 500. (Meyer Werft 2016; Neptun Werft 2016.) Vaikka Papenburgin telakka on modernimpi ja toimivampi monessakin suhteessa verrattuna Turun telakkaan, ei siellä voida rakentaa saman kokoluokan risteilijöitä kuin Turussa johtuen telakan sijainnista. Telakka sijaitsee Ems-joen varrella 36 kilometrin päässä merestä, ja risteilijät on mahdollista saada pois telakalta ainoastaan nousuveden aikana joen syvyyden takia, sekä joki rajoittaa myös risteilijöiden leveyttä.

## 3 LOHKORAKENTAMINEN

### 3.1 Lohkorakentaminen osana laivanrakennusta

Matka ensimmäisen osan valmistuksesta valmiiseen laivaan on pitkä ja monivaiheinen. Onnistunut laivaprojekti vaatii tarkat suunnitelmat jokaiseen laivanrakennusvaiheeseen ja siihen, mitä niiden välillä tapahtuu. Kuten kuviossa 2 esitetään, laivan rungon rakentaminen koostuu osavalmistuksesta, lohkokoonnista, suurlohkokoonnista ja rungonkoonnista. Myös varustelu on iso osa laivan rakentamista. Varustelu aloitetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, yleensä lohkonkoonnin loppuvaiheessa, ja se kestää ihan viimeisiin päiviin saakka ennen laivan luovuttamista tilaajalle.



Kuvio 2. Laivan rungon rakentamisen tuotannon eteneminen.

Paneelilinjalta tulevissa laatoissa on valmiiksi hitsatut kansijäykisteet, ja linjan päästä ne siirretään vaunun ja nostureiden avulla oikeaan lohkonrakennushalliin. Jos kyseessä on vaikean muotoinen lohko, joudutaan kansilevyt ja kansijäykisteet hitsaamaan vasta lohkonrakennuspaikalla. Kuvassa 1 on esitetty paneelilinjalta juuri valmistunut laatta.



Kuva 1. Valmis laatta siirrettäväksi lohkonrakennushalliin.

Lohkon rakentaminen alkaa T-palkkien asentamisella, jonka jälkeen asennetaan laipiot ja pienosat. Viimeiseksi asennetaan laidat, hallista riippuen joko lohkon nostamisen jälkeen pukeille tai, jos lohkot rakennetaan tason päällä, voidaan laidat asentaa ilman erillistä nostoa. Levyseppien tehtävänä on lohkon tulevien osien, laipioiden ja laitojen kohdistaminen ja silloitus. Kun lohkossa alkaa olla tarpeeksi silloitettuja laipioita ja osia, voidaan lohkon siirtää myös hitsaajia. Lohkot kootaan ylösalaisin, ja ne käännetään vasta suurlohkovaiheessa. Tämä helpottaa sekä lohkon rakentamista ja hitsaamista sekä varustelua siinä mielessä, että muun muassa kattoon tulevat putket, kaapeliradat ja kanavat voidaan asentaa lattiatasolle. Varustelu pyritään aloittamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta ehditään varustelemaan mahdollisimman paljon lohkon ollessa ylösalaisin. Tulee kuitenkin välttää häiritsemästä lohkon viimeistelyä ja lohkon myyntiä eli tilaajan ja luokituslaitoksen lopputarkastusta. Tässä vaiheessa korostuu lohkorakennuksen ja varustelun työnjohtajien välinen kommunikointi, mitä voidaan ja milloin voidaan asentaa jo lohkonrakennusvaiheen loppupuolella. Tavallisesti suurlohko koostuu 4-5 päällekkäisestä osalohkosta, jotka ovat yhden kansivälin korkuisia. Varsinkin pohjaan ja yläkansille tulevat suurlohkot ovat yleensä pienempiä ja muodoltaan erikoisempia kokonaisuuksia. Laivan rungonkoonti tapahtuu yhdistelemällä suurlohkoja

tai mahdollisesti jopa maxilohkoja, jos telakan nostokapasiteetti sen mahdollistaa. Rungonkoonti alkaa kölin laskulla, mikä käytännössä tarkoittaa ensimmäisen suurlohkon laskua altaanpohjalle oikeaan paikkaan. Ensimmäisen suurlohkon ympärille aloitetaan rakentamaan pyramidimaisesti laivan runkoa.

### 3.2 Lohkorakentaminen Turun telakalla

Tällä hetkellä Turun telakalla rakennetaan lohkoja 10-hallissa, 5-linjalla, WEB-halleissa sekä Kombi-halleissa. Mein Schiff -kokoluokan risteilijä koostuu noin 250 lohkoista, ja aikataulun ollessa tiukka, joudutaan lohkorakentamisessa turvautumaan myös rakentamaan lohkoja hätätilanteissa ulkona. Suomessa rakentaminen ulkoilmassa tuottaa lisähaasteita sään johdosta, minkä takia sitä tulee välttää viimeiseen asti. Jotta välttäisiin sään armoilla rakentamisesta, avuksi on telakan pihalle pystytetty iso teltta sitä varten. Ideana teltta on helppo ja hyvä väliaikaisratkaisu, mutta viikkohinta teltalle on korkea sekä lisäksi autonosturin tarve kasvattaa kustannuksia. Jos teltalle on jatkuvasti käyttöä, se on hintansa arvoinen, mutta tyhjillään siitä aiheutuu liikaa turhia kustannuksia. Kun lohkorakennuksen puolella ei ole ollut käyttöä teltalle, on varustelu hyödyntänyt sitä myös omiin tarpeisiinsa. Tulevaisuudessa tuotannon kasvaessa jokaisessa laivan rakennusvaiheessa, tulee myös suurlohkokoonnille tarvetta lisätilalle. Tällä hetkellä suurlohkoja rakennetaan Kombi-halleissa sekä ulkona. Kuvassa 2 on esitetty työn alla olevia suurlohkoja niiden ulkorakennuspaikoilla.



Kuva 2. Suurlohkoja ulkorakennuspaikoilla.

Tulevaisuudessa tarkoitus on siirtää lohkonkoonti täysin pois Kombi-halleista, jotta suurlohkokoonti saa lisää tilaa rakentaa sisällä. Tämä tietysti tarkoittaa muiden lohko-rakennushallien tuotannon parantamista roimasti, ja siihen on kehitteillä investointi-hankkeita ja tuotannon muokkausta tehokkaammaksi. Tuotannon parantamiseksi tulee muokata myös toimintatapoja, logistiikkaa osavalmistuksen ja lohkokoonnin välillä sekä saada tavaravirtaa tahtiaikoihin perustuvaan imuohjaukseen. (Klami 2016)

## 4 OSIEN TOIMITUS LOHKONKOONTIPAIKALLE

### 4.1 Nykyinen toimintatapa

Osien/osakoontien tilaus lohkonrakennuspaikalle tapahtuu tällä hetkellä työnjohtajien toimesta puhelimen välityksellä tai kasvotusten suoraan trukkipuskille. Työnjohtajien on arvioitava, milloin tarvitaan mitään ja ennakoitava hyvissä ajoin tilaamisen kanssa, jotta trukkipuskit ehtivät tuomaan osat lohkonrakennuspaikalle ennen kuin niitä tarvitaan. Työnjohtajat yleensä pystyvät hyvin seuraamaan lohkon etenemistä ja katsomaan, mitä osia seuraavaksi tarvitaan. Heidän on kuitenkin hankala nähdä, jos joitain osia puuttuu toimituksesta tai jokin osa on väärin valmistettu. Tällöin levysepät ilmoittavat puutteista työnjohdolle ja puuttuvista osista soitetaan välittömästi trukkipuskille, joka lähtee niitä etsimään. Jos kyseessä on viallinen osa, se joko korjataan itse tai, jos korjaaminen vie enemmän aikaa kuin uuden valmistaminen tai korjaamisen jälkeen laatu kärsii, tilataan uusi osa, mistä viallinen on tullut. Näissä tilanteissa usein uuden osan saaminen kestää ja pahimmassa tapauksessa työ seisoo lohkonrakennuspaikalla.

### 4.2 Osien väliaikainen varastointi

Jokaiselle hallille on varattu pihalta oma alue, johon voidaan toimittaa suurlavat. Ainoastaan 10-hallin alue on tarpeeksi iso, jotta tarvittavat lavat mahtuvat sinne. Muiden hallien alueet ovat liian pieniä, jolloin lavoja joudutaan viemään toisaalle, yleensä 10-hallin alueelle. Tällöin saattaa käydä niin, että 10-hallin omat suurlavat eivät enää mahdu omalle alueelle ja ne joudutaan viemään muualle. Pienosille on jokaiselle hallille oma alueensa x-varastossa, jossa ne on asetettu trukkilavoille. X-varastossa on myös yleisiä pienosia muun muassa polvioita, sidelappuja ja nostokorvia. Kuten kuvassa 3 pystyy näkemään, telakan alue on valtava, ja halleja on monta lähekkäin toisiaan. Näin ollen logistiikan on toimittava, jotta pystytään hallitsemaan tavaran liikkumista paikasta toiseen.



### 4.3 Ilmenneitä ongelmakohtia

Ongelmia toimituksissa tuottavat muun muassa pienet tilat (käytävä), johon trukkipuskut tai vetomestarit toimittavat lohkoissa tarvittavia osia, ja sähköisen tilausjärjestelmän puute eli tilaukset hoidetaan puhelimitse, sekä lisäksi välivarastoinnissa hävinneet osat. Kun työnjohtaja tilaa puhelimen välityksellä tavaraa lohkolle, voi metelin tai väärinymmärrysten takia jäädä kuljettajilta jotain kuulematta. Myös tilauksen kirjaaminen ylös on kuskin vastuulla tai, jos hän luottaa muistiinsa voi toimituksesta jäädä jotain puuttumaan. Joskus kuskin saaminen kiinni puhelimitse tuottaa vaikeuksia. Ongelmia on myös tuottanut tieto siitä, kuka kuski on vuorossa milloinkin. Tästä johtuen osien tilaaminen on venynyt ja täten myös niiden saaminen.

Kun työnjohtaja tilaa puhelimitse osia, on tarkkojen ohjeiden antaminen toimituksista ja toimitusajoista haasteellista. Kun on haastavaa antaa tietoa osien toivotuista toimitusajoista, voi käydä niin, että vähemmän kiireelliset osat toimitetaan ennen kiireellisiä ja kiireelliset osat eivät enää mahdu sisälle. Iso ongelma ovat myös hävinneet osat tai osat, joita ei ole edes ikinä valmistettu. Näin voi käydä helposti, jos lohkon rakennuspaikkaa on jouduttu vaihtamaan eikä siitä ole tietoa mennyt perille tarpeeksi ajoissa kuskeille tai osavalmistukseen, jotka merkkäävät osien toimituspaikan. Suurille lavoille on ulos määritetty halleille omat alueensa, mutta osa alueista ei ole tarpeeksi isoja. Jos lavoille ei ole tilaa kyseisen hallin alueella, joudutaan se viemään toisen hallin alueelle, mikä saattaa tuottaa ongelmia tulevaisuudessa lavojen löytämisen kanssa, kun niille on tarvetta.

Tällä hetkellä ei ole järjestelmää, mihin kuljettajat voivat syöttää tiedon, minne osat on jätetty odottamaan lohkoille menoa. Kun useampi kuski hoitaa samoja alueita eri vuoroissa, ei millään voida tietää esimerkiksi, minne edellisen vuoron kuski on vienyt suur-lavoja tai pienosia. Pienosat pakataan lavoille osavalmistuksessa, mutta ei ole käytössä tarkkaa systeemiä, miten osat pakattaisiin niin, että ne olisivat järkevissä paketeissa tai käytön mukaisessa järjestyksessä. Pahimmillaan lohkoille tuodaan lavoja, missä on kahden eri lohkon osia tai joudutaan tuomaan kaikki pienosat kerrallaan, koska ei tiedetä mitä osia tarvitaan missäkin vaiheessa. Nykyisillä toimintatavoilla ja puitteilla joudutaan varastoimaan paljon osia ulkona ilman katosta, mikä tuottaa ongelmia etenkin talvella lumen takia, kuten kuvassa 4 on nähtävissä.



Kuva 4. Talvella ulkona varastoituja osia.

Talvella osat saattavat hautautua lumen alle, mikä vaikeuttaa kuskien työtä osia etsiessä. Myös lumisten ja märkien osien asentaminen ei onnistu, jolloin tarvitsee odottaa osien kuivumista, sekä lumen poistaminen itsessään osien päältä vie täysin turhaa aikaa. Tämä vaatii entisestään ponnistelua ja ennakoimista työnjohdon osalta tavaroiden tilaamisen kanssa etenkin talvella, jotta työ ei keskeydy sen takia, että joudutaan odottamaan osien kuivumista.

#### 4.4 Parannusehdotuksia toimitukseen

Nykyinen toimintatapa osien toimitusten kanssa riittää tämän hetkisen tuotantomäärän kanssa mutta, kun tuotantomäärä kasvaa vähänkin, ei nykyinen toimintatapa enää riitä palvelemaan lohkotuotannon tarpeita. Tällä hetkellä tulee aivan liikaa osapuutteita tai viallisia osia, jotka hidastavat työtä lohkonkoonnissa. Lohkoille tulisi pystyä toimittamaan osat järkevimmissä paketeissa, jotta voidaan hallita paremmin tuomasta ylimääräisiä osia turhan aikaisessa vaiheessa ja välttyttäisiin turhalta osien etsimiseltä. Kuva 5 osoittaa hyvin nykyisen pakkaustyylin, jolloin osien ollessa epäjärjestyksessä lavalla,

oikean osan etsiminen saattaa olla haastavaa. Tulee myös olla varmuus ja tieto siitä, mitä osia on tuotu ja onko varmasti oikeat osat kyseisissä lavoissa.



Kuva 5. Osavalmistuksessa lavoille pakattuja pienosia.

Saksassa Papenburgin telakalla on osien toimituksiin kehitetty ratkaisuksi work package -systeemi. Ennen kuin osat matkaavat osavalmistuksesta lohkonkoontiin, ne menevät work package -pisteen kautta, jossa ne pakataan järkevästi eri lavoille niin, että osat saadaan lohkoille työnetenemisen kannalta järkevässä järjestyksessä. Samalla tiedetään tarkasti, mitä osia lavoilla on sekä saadaan varmuus toimitetuista osista ja nähdään heti, jos on osapuutteita. Pakettien koot vastaavat noin 3 tunnin työmäärää. Tämä toimintatapa edellyttää viivakoodit, qr-koodit tai vastaavat leimauskoodit jokaiseen osaan. Kun osat pakataan lavalle, ensin leimataan lava ja sen jälkeen osat, jotka lavalle tulevat. Kun lavat ovat valmiina, ne toimitetaan väliaikaiseen varastointipaikkaan tai tarpeen tullen suoraan lohkolle. Jos lavat joudutaan varastoimaan ennen lohkonkoontia, tulee varastopaikkojen olla jaettu pienempiin osiin, ja kuljettajan pystyttävä leimauskoodista leimaamaan varastopaikka, johon hän on jättänyt lavan. Tällöin tiedetään tarkkaan, mitkä osat ovat varastoituna missäkin. Jotta tämä kaikki voisi toimia, on

kehitettävä sähköinen tuotannonohjausjärjestelmä tätä varten. Tämän järjestelmän kautta työnjohtajien tulisi tilata osat lohkoille work packageina. Kun tilaus on kirjattu, kuljettajat näkevät tilatut paketit, mihin halliin ja rakennusruutuun ne on tilattu sekä mistä varastointipaikasta ne löytyvät. Tilauksen toimitukseen on saatava tietty aikamäärä, jolloin tavaroiden on oltava loholla. Kun esimerkiksi määrätään toimitusajaksi 2–4 tuntia tilauksesta, voidaan hallita paremmin osien saapumista oikeassa järjestyksessä. Myös näin voidaan olla varmoja, mitä osia saadaan mihinkin aikaan. Myös järjestelmässä tulee olla vaihtoehtona tilata vähän pidemmälle ajalle, jotta voidaan ennakoida tarpeen tullen vuorovaihtojen ja omien työnjohto resurssien takia. (Kirjavainen 2016)

Kun work package -pisteestä lähdetään viemään valmiita paketteja välivarastoon, tulisi varaston olla käytännön syistä mielellään mahdollisimman lähellä lohkonrakennushallia. Jokaisen hallin vieressä, jossa lohkoja rakennetaan, olisi hyvää tilaa välivarastointipaikalle. Jotta välttyttäisiin lumen ja sateen haitoilta, tulisi varastopaikkojen olla katettuja, kuten kuvassa 6 5-hallin ulkoseinustalla on osittain tehty.



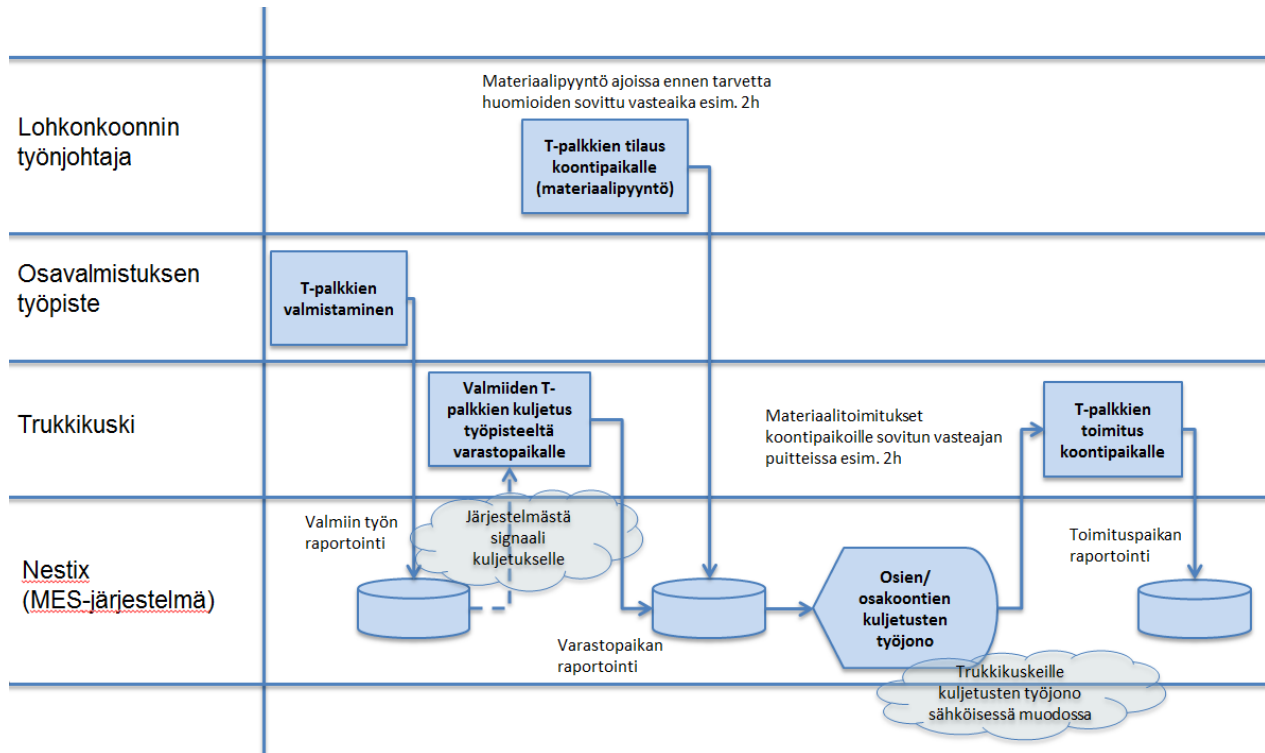
Kuva 6. 5-hallin ulkoseinusta.

Jotta saataisiin hallien vierustat parempaan hyötykäyttöön, tulisi ne siivota ylimääräisistä tavaroista ja kehittää niille omat järkevät varastointipaikat, joista ne on helppo löytää. Järkevästi varastoituna myös niille olisi tilaa hallien ulkopuolella uusien katettujen varastopaikkojen lisäksi. Seinustojen kanssa tulisi hyödyntää 5S -metodia, eli järjestää

jokaiselle tavaralle oma varastointipaikkansa, jolloin seinusta pysyy siistinä ja tiedetään tarkkaan kaikkien tavaroiden sijainnit. Samanlainen varastohylly kuin 5-hallin ulkopuolelta parhaillaan löytyy, tulisi myös hankkia 10-hallin ulkopuolelle sekä vähintään WEB-hallien toiselle puolelle. Varastohyllyjen ei tarvitse peittää koko hallin seinustaa, vaan pukeille ja vastaaville usein tarvittaville tavaroille olisi hyvää jättää tilaa varastointia varten. Pienempikin varastohyllytila hallien ulkoseinustoilla parantaa mahdollisuutta pienosien varastointiin katetussa tilassa.

#### 4.5 Tietojärjestelmien hyödyntäminen toimituksessa

Toimivan tuotannonohjauksen tukemiseksi on oltava helppokäyttöinen, mutta reaaliaikainen sähköinen tietojärjestelmä. Järjestelmästä tulee selvitä valmistetut osat, osien varastointipaikat ja toimituspaikat. Järjestelmä tulisi olla käytössä kaikilla osavalmistuksesta lohkonkoontiin sekä myös kuljettajilla. Järjestelmän tulisi ohjata tavaraliikennettä, mahdollistaa osien paikantamisen ja tilaamisen. Järjestelmää tulisi olla mahdollista käyttää tietokoneelta sekä liikkeellä ollessa mahdollisesti puhelimesta, tablettilta tai vastaavalla työkalulla, joka kuljettajillakin tulee olla jatkuvasti mukana. Kuviossa 3 on esitetty, kuinka järjestelmän tulisi toimia T-palkkien osalta. Järjestelmän toimimiseksi, edellyttää se kaikkien valmistuneiden osien raportoinnin, varastointien ja tilausten tekemisen sitä kautta.



Kuvio 3. Esimerkki prosessikuvaus T-palkkien etenemisestä. (Kirjavainen 2016)

Kun osavalmistus on saanut valmistettua osat, tulisi ne raportoida järjestelmään. Tästä kuskit saavat samalla signaalin poimia kyseiset osat pois väliaikaiselle varastointipaikalle tai mahdolliseen jatkokäsittelyyn work package -pisteelle. Lohkonkoonnin työnjohtajat pystyvät seuraamaan järjestelmästä, mitkä osat ovat jo valmistettuja ja sitä kautta tilaamaan tarvitsemansa osat sieltä. Tilauksesta lähtee taas signaali kuljettajien työjonoon. Tilattuaan osat haluamalleen lohkonrakennusruutuun, tulisi työnjohtajan pystyä luottamaan osien saapuvan sinne määrätyn toimitusajan puitteissa. Jos varastointi on tehty määrättyllä tavalla eli järjestelmästä löytyy osien tarkka varastointipaikka, pitäisi tilauksen olla lähes varmasti toimitettavissa ajallaan. Laipoiden ja laitojen osalta tilaus tulisi toimia samalla tavalla. Kun osat ovat toimitettu haluttuun lohkonrakennusruutuun, kuljettajat kuittaavat työn tehdyksi. Näin työnjohtajien ja levyseppien on mahdollista tarkistaa myös järjestelmän kautta, mitkä kaikki osat ovat toimitettu. Jos jokin tietty osa on kateissa, jonka voidaan olettaa olevan toimitettu, voidaan se tarkistaa myös järjestelmän kautta, koska lavoille pakatut osat tulisi olla luettuna leimauskoodeista ennen lavoille pakkaamista.

## 5 TYÖ- JA LAATUSEURANTA SEKÄ AIKATAULUTUS

### 5.1 Työn etenemisen seuranta

Lohkojen valmistumisen seurantaan on käytössä tuotannonohjausjärjestelmä nimeltä Safran Project, a planning and project control software solution. Safran Project on myös yleisesti käytössä projektien aikataulu- ja resurssisuunnittelussa ja -seurannassa, sekä lisäksi se tarjoaa välineet aikatauluriskien arviointiin (Dovre Group 2016). Tämän työvälineen avulla voidaan nähdä, ollaanko lohkojen rakentamisessa suunnitelman mukaisessa vauhdissa vai eteneekö lohkon valmistus edellä tai jäljessä. Järjestelmään merkitään jokaisen lohkon arvioitu valmistuspäivämäärä ja prosentit missä vaiheessa lohkojen rakentaminen on. Prosenttien tulee olla reaaliajassa, ja pyrkimys on nähdä viiden prosentin tarkkuudella lohkojen valmistumisaste. Kuormittajat seuraavat lohkojen valmistumista ja työnjohtajien vastuulla on, että järjestelmään on syötetty todellinen prosenttimäärä. Kuormittajien tulee nähdä aina todelliset lohkojen valmistumisasteet, jotta he voivat tehdä tarvittavia muutoksia tulevien lohkojen sijoittamisiin mahdollisten myöhästymisten takia tai vaihtoehtoisesti turvautua alihankkijoiden apuun, jotta lohkot saadaan eteenpäin ajallaan. Kerran viikossa lohkojen valmistumisasteet käydään läpi palaverissa kuormittajien, työnjohtajien sekä osaston tuotantoinisöörin ja -päällikön kanssa. Samalla varmistetaan, ovatko luvut paikkansapitäviä, sekä pyritään selvittämään, onko tiedossa asioita, jotka voisivat myöhästyttää lohkojen valmistumista aikataulussa. (Klami 2016)

### 5.2 Laatuseuranta

Laatuseurannan tärkein elementti on jokaisen työntekijän oman työn välitön tarkastaminen. Hitsaajan tulee tarkistaa työnjälki heti hitsauksen päätteeksi ja korjata välittömästi, jos korjattavaa jäi. Lähtökohtana on saada ensimmäisellä kerralla työ tehtyä laatuvaatimusten mukaisesti. Oman työn tarkistuksen lisäksi työnjohtajien tehtävänä on seurata hitsien laatua sekä lohkon tulevien osien asennusten oikeellisuudesta koko lohkorakentamisen aikana. Runkotuotannossa on myös kuuden työntekijän VT-tarkastajatiimi, joka hoitaa hitsauslaadun visuaalista tarkastusta, ja he tarkistavat lohkot vielä ennen lohkon lopputarkastusta. (Kirjavainen 2016.) Lohkon lopputarkastuksessa

valmiin lohkon käyvät läpi työnjohto, telakan omat tarkastajat sekä luokituslaitoksen- ja tilaajan tarkastajat.

Hitsaajien tulee merkitä hitsiensä viereen oma työnumeronsa, jotta voidaan nähdä, kenen tekemä hitsi on kyseessä. Tämä parantaa heti hitsien laatua, koska jokaisen hitsaajan on vastattava omasta työstään ja, jos on havaittavissa samalla hitsaajalla paljon virheitä, voidaan siihen puuttua välittömästi.

Lohkonkoontiin tuotavista osista ja osakoonneista ainoastaan laidoille tehdään loppu-tarkastus ennen lohkorakennuspaikalle toimittamista. Tällöin voidaan olla lähes varmoja, että niissä laatu on hyvä. Ongelmia tuottavat laipiot ja T-palkit, joissa ei ole oman työn tarkistuksen lisäksi mitään laaduntarkistusta ennen lohkorakennuspaikalle tuomista. Tämä aiheuttaa usein harmia lohkonkoonnissa, koska osat ovat olleet väärin koottuja tai viimeistely on jäänyt niissä tekemättä. Näiden korjaamiseen ei ole tarpeeksi aikaa enää lohkorakennusvaiheessa, varsinkaan tulevaisuudessa, kun lohkojen läpimenoaika lyhenee merkittävästi. Osat tulisi saada varmasti laatukriteerit täyttävinä ja oikein koottuina, jotta niitä ei tarvitse jälkikäteen korjata tai pahemassa tapauksessa tilata kokonaan uutta. (Nyholm 2016)

### 5.3 Aikataulutus ja kuormitus lohkorakentamisessa

Laivan perussuunnittelun valmistuttua tuotannonohjauksen päällikkö toimittaa karkeat suunnitelmat valmistettavien lohkojen jaosta ja aikatauluista. Lohkonkoonnin kuormittajat aloittavat tämän perusteella tekemään omaa suunnitelmaa mihin halliin mikäkin lohko sijoitetaan, jotta lohkot valmistuvat annetun aikataulun mukaisesti. Suunnitelmien tekeminen aloitetaan hyvissä ajoin ennen itse tuotannon aloitusta, tilanteesta riippuen jopa 1,5 vuotta ennen kuin ensimmäistä lohkoa edes ryhdytään rakentamaan.

Lohkonkoonnissa ensimmäiseksi kuormittaja täyttää omat hallit ja sen jälkeen loput lohkot, joita ei pystytä itse tekemään kilpailutetaan alihankkijoille. Suunnitelmat aloitetaan täyttämällä ensin 5-linja parhaimman tuottavuuden takia. 5-linjalle voidaan ainoastaan sijoittaa liikkuvan linjan takia pienempiä, nopeammin rakennettavia ja yksinkertaisempia lohkoja. Tämä myös selittää paremman tuottavuuden muihin lohkonrakennushalleihin verrattuna. 5-linjalle suunnitellessa lohkojen työjärjestystä, pitää ottaa huomioon erityisesti lohkoille arvioidut työtunnit, jotta linjalla lähekkäin olevilla lohkoilla ei olisi isoa vaihtelua suunnitelluissa työtunneissa. Kun linjalle suunnitellaan rakennettavaksi

lohko, johon on merkattu suuret työtunnit, tulee katsoa, ettei sen perään suunnitella heti tehtäväksi lohkoja, joissa on huomattavasti pienemmät työtunnit. Tällöin myöhemmin linjalle tulleet vähemmän työtunteja tarvitsevat lohkot valmistuvat aikaisemmin ja ne vievät turhaan tilaa linjalta, koska niitä ei saada pois. Perussääntönä on pidetty työtuntien vaihtelussa linjalla lähekkäin olevissa lohkoissa 150 työtuntia. 5-linjan jälkeen seuraavana suunnitellaan 10-hallin kuormitusta, jossa on 5-linjan lailla pääsääntöisesti vain omia työntekijöitä. 10-halliin voidaan suunnitella tehtäväksi monimutkaisempia lohkoja, koska siellä lohkot rakennetaan lattialla. Myöskään lohkojen työtunneilla ei ole merkitystä tuotannon järjestyksessä, koska lohkot voidaan nostaa siltanostureilla muiden lohkojen yli. Ainoa rajoittava tekijä on lohkojen koko pituussuunnassa ja lohkon paino. 10-hallin päätyoven leveys on 23,5 metriä jolloin se rajoittaa lohkon maksimi pituuden siihen mittaan ja hallin siltanosturit pystyvät nostamaan maksimissaan 200 tonnia. Pienin erikoisjärjestelyin voidaan myös tehdä painavimpiakin lohkoja, jos niihin asennetaan laidat vasta hallin päässä pukitettuna niin, että lohkovaunu pääsee sen hakemaan kyseisestä paikasta. Kun 5-linjan ja 10-hallin alustavat suunnitelmat on tehty, ryhdytään suunnittelemaan WEB-hallien kuormitusta. Siellä työskentelee omien työntekijöiden lisäksi usein myös alihankkijoita. WEB-halleissa rakentaminen tapahtuu myös lattialla ja siellä rajoittavia tekijöitä on isojen ovien leveys 23,5 metriä ja nostokapasiteetti, joka on 220 tonnia. Peruslohkojen lisäksi sinne suunnitellaan tehtäväksi pienempikokoisia ja erikoisempia lohkoja. Viimeisimpinä alustavia suunnitelmia lohkojen suhteen tehdään Kombi-halleihin, joissa rakennetaan myös suurlohkoja, joten rajoittavia tekijöitä ei siellä ole. Näissä halleissa lohkoja rakennetaan ainoastaan alihankkijoiden avulla. (Klami 2016)

Jotta lohkotuotanto pystytään suunnittelemaan tehokkaaksi ja lohkojen läpimenoajat lyhyemmiksi, kuormittajat pyrkivät hyödyntämään hallien aiempaa kokemusta samankaltaisista lohkoista. Etenkin, kun Turun telakalla valmistetaan kuusi lähes identtistä Mein Schiff risteilijää, on järkevää suunnitella samoja lohkoja tehtäväksi halleihin, missä niitä on aikaisemminkin rakennettu. Tällöin työnjohtajat ja levysepät tietävät valmiiksi millaisia ongelmia kyseisen lohkon kanssa on ollut edellisillä kerroilla ja samalla ratkaisut ongelmiin. Kuormittajien on myös näissä tapauksissa helpompi arvioida todellinen työtuntimäärä ja olettaa myös lohkon valmistuvan hieman aikaisempaa kertaa nopeammin. Prototyypilaivojen kohdalla kuormittajat pyrkivät hyödyntämään aikaisempaa kokemusta samantyyppisistä laivoista, joita telakalla on ennen rakennettu. He pystyvät vertailemaan, kuinka hyvin lohkorakennuksessa voidaan hyödyntää kyseisiä laivoja aikataulutuksen ja kuormituksen yhteydessä. Vaikka suunnitelmat olisivat kuinka hyvät

tahansa, tulee tuotannon aikana päivittäin muutoksia lohkojen rakennuspaikkoihin tai aloitusaikoihin. Yleisimpiä syitä aloitusaikojen myöhästymisille ovat osien tai levyjen puutteet. Myös mm. lohkot, jotka kootaan alusta asti rakennuspaikalla kansilevyjen liittämistä alkaen, ovat usein olleet myöhässä suunnitellusta valmistumisaikataulusta. Näissä tapauksissa on ollut työnjohdolta liian myöhäistä reagointia ennen lohkojen rakentamisen aloittamista, jotta saataisiin levyt ja muut osat rakennuspaikalle ennen kuin työt pitäisi aloittaa. (Klami 2016)

## 6 ALIHANKINNAN VAIKUTUS TYÖEDELLYTYSTEN LAIMINLYÖMISEEN

### 6.1 Yleistä alihankinnasta

Alihankinta on välttämätöntä lohkonkoonnissa, jotta on mahdollista saada lohkot rakennettua suunnitellun aikataulun mukaisesti. Tällä hetkellä runkotuotannon parissa työskentelee reilu kymmenen alihankintayritystä. Alihankintayrityksille suunnitellaan rakennettavaksi lohkoja jo ensimmäisissä kuormitussuunnitelmissa, mutta siinä vaiheessa ei ole vielä päätetty yrityksiä, jotka rakentavat lohkot. Kuitenkin lohkomäärät pystytään arvioimaan ja aikataulutamaan omien resurssien pohjalta. Lohkonkoonnissa alihankintayritykset sijoittuvat lähinnä rakentamaan lohkoja Kombi -halleihin sekä WEB-halleihin. Joskus joudutaan myös sijoittamaan 5- ja 10-halleihin, mutta sitä pyritään välttämään. Kun lohkoille aloitetaan etsimään alihankkijaa, tarjoukset pyritään lähettämään 14 viikkoa ennen työn suunniteltua aloittamista ja 10 viikkoa aikaisemmin tulisi olla selvillä, mikä yritys lohkon rakentaa. Telakka on hyvässä asemassa, koska alihankkijayritysten kesken kilpailutilanne lohkotilausten saamisen suhteen on kova. Silti usein alihankintayrityksiltä tulee turhan kovia hintapyyntöjä heidän arvioidessa lohkon tuntityömäärän suuremmaksi, mitä se todellisuudessa on. Osittain se voi johtua yrityksen ahneudesta tai myös yrityksen kokemattomuudesta ja taidoista. Useimmiten alihankintayritysten työntekijät koostuvat ulkomaalaisista henkilöistä. Tämä tuo suuria haasteita kommunikoinnin kanssa, koska tosi harva näistä osaa puhua englantia ja myös telakan oman väen puolelta saattaa löytyä henkilöitä, joiden englanninkielen taito on heikko. Työnjohdollisesti yhteisen kielen puuttuminen vaatii erityistä ponnistelua, jotta saadaan halutut asiat ymmärretyiksi ja haluttuja toimintatapoja noudatetaan. Lisäksi alihankintalohkot vaativat tarkempaa työn seuraamista, jos yritys on vielä uusi ja heidän työskentelytavoistaan tai taidoistaan ei ole selkeää käsitystä. Myös kulttuurierot tulevat selkeästi esiin muun muassa työturvallisuusasioissa ja yleisissä toimintatavoissa. Kun uusi alihankinta yritys saapuu telakalle, he todennäköisesti kokevat aivan erilaisen työympäristön mihin he ovat aiemmin tottuneet. Turun telakalla työturvallisuutta pidetään tärkeänä asiana, ja jokaiseen pieneenkin rikkeeseen pyritään puuttumaan, jotta välttyttäisiin isommilta tapaturmilta. (Klami 2016)

## 6.2 Aikataulutus

Alihankintayritysten kanssa tulee vastaan mitä ihmeellisimpiä haasteita, mutta suurin haaste heidän kanssaan on aikataulussa pysyminen. Varsinkin, jos lohkonrakennusruutu on seuraavaksi suunniteltu telakan omalle lohkolle, se tuottaa vaikeuksia telakan omien aikataulutusten kanssa, jos alihankkijan työ pitkittyy kyseisessä lohkonrakennusruudussa. Tähän on yritetty löytää ratkaisu lisäämällä sopimukseen sakko myöhästyisestä, joka on 2 prosenttia per viikko. Prosenttimäärä sakolle on sen verran pieni, että joskus alihankkijayritykselle on kannattavampaa myöhästyä, kun ottaa lisää väkeä lohkolle. Kuitenkin, jos lohko näyttää menevän pahasti yli aikataulun, lähetetään ilman suurempia neuvotteluita lohkolle lisää väkeä alihankkijan piikkiin. Vaikka tilaajan ja luokituslaitoksen lopputarkastus on lohkon osalta hyväksytty, voidaan lohkoista löytää jostain korjattavaa myöhemmässä vaiheessa. Jos alihankkijayritys on lopettanut jo työnsä telakalla ja palannut kotimaahansa, ei heitä voida enää pyytää korjaamaan lohkoa. Näissä tapauksissa telakan oma väki joutuu korjaamaan omakustanteisesti kyseisen lohkon. (Klami 2016)

## 6.3 Alihankkijoiden työnlaatu verrattuna telakan omaan laatuun

Kun telakalle ollaan ottamassa uutta alihankkijayritystä, neuvotellaan yrityksen johtajan kanssa muutaman kerran, jotta voidaan varmistua kyseisen yrityksen sopivan telakatyöhön. Myös yritykseltä ja sen työntekijöiltä vaaditaan tarvittavat sertifikaatit ja päteväisyystodistukset. Yleisesti ottaen ei voida sanoa alihankkijoiden tekemän laadun olevan heikompaa kuin telakan omien työntekijöiden, vaan usein laatu on samalla tasolla. Alihankkijalohkoissa työtä seuraa koko työn ajan telakan omat työnjohtajat ja lohkojen lopputarkastukset toimivat aivan samalla tavalla kuin omisakin lohkoissa. Tällöin laadun ja vaatimusten tulee olla samalla tasolla telakan oman työn kanssa. Joskus alihankkijoiden toimintatavat voivat vaihdella ja lohkon kokoamisjärjestys erilainen, mikä voi aiheuttaa pientä heikkenemää laadun suhteen. Esimerkiksi, jos T-palkit asennetaan ja hitsataan väärässä järjestyksessä, voi lohkon tulla pientä aaltomaisuutta, mutta yleensä nämäkin ovat korjattavissa tai korjautuvat itsestään esimerkiksi rihtauksen jälkeen. Jos työnjohtajat havaitsevat tietyn työntekijän tekevän jatkuvasti kelvotonta hitsiä, voidaan kyseinen työntekijä lähettää ylimääräiseen näyttökokeeseen tai vaihtoehtoisesti hitsausluokat ajetaan uusiksi. Jos ensimmäistä koetta ei suoriteta hyväksytysti,

on mahdollista saada vielä toinen mahdollisuus, koska joskus koe voi epäonnistua pelkästään jännityksenkin takia. Usein annetaan päivä aikaa harjoitella ennen toista koetta. Jos sitäkään ei suoriteta hyväksytysti, lähetetään työntekijä pois telakalta. (Klami 2016)

## 7 LEAN

### 7.1 Lean-ajattelu yleisesti

Lean-ajattelumalli on alkujaan Japanista, erityisesti Toyotan autotehtaalta, jonka tuotantojärjestelmästä (Toyota Production System, TPS) löydettiin eroavaisuuksia muihin eurooppalaisiin ja pohjois-amerikkalaisiin autovalmistajiin verrattuna. Muun maailman huomattua japanilaisten etumatkan toimintatavoissaan, on kiinnostus Lean-mallia kohtaan kasvanut ympäri maailmaa ja on sitä yritetty kehittää entisestään. Yksinkertaisuudessaan Lean tarkoittaa virtaustehokkuuden kasvattamista eli toisin sanoen läpimenoajan lyhentämistä. Tämä onnistuu lisäämällä ns. arvoa lisäävää aikaa tuotannossa ja toisaalta taas ei-arvoa lisäävän ajan minimointia. Näiden kahden ajan suhdetta kutsutaan virtaustehokkuudeksi. Lean-ajattelu on kiteytetty viiteen pääkohtaan: (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183)

- Arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta
- Tunnistaa arvovirtaus
- Virtauksen toteuttaminen
- Imun järjestäminen
- Täydellisyyden tavoittelemine.

#### Arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta

Lean-ajattelun pääkohtana on arvo. Tavoitteena on selvittää ne osat toiminnasta, joista asiakas on valmis maksamaan ja sitä kautta myös tunnistaa ja poistaa toiminnasta paljastuva hukka. Loppuasiakkaan näkökulmasta arvo määräytyy, kun tuotteen tai palvelun saaminen kohtaa asiakkaan tarpeet ajan ja hinnan suhteen. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183)

### Arvovirtauksen tunnistaminen

Arvovirta käsittää kaikki niin arvoa tuottavat kuin tuottamattomatkin tehtävät virran nykyisessä tilanteessa. Arvovirran tunnistamisen tavoitteena on keskittyä enemmänkin kokonaisuuksiin kuin osaoptimointiin. Yhden osa-alueen tehostaminen ei välttämättä ole hyödyksi kokonaisuutta ajatellen. Arvovirta voidaan luokitella kolmeen eri kategori-  
aan. Nämä ovat arvoa lisäävät tehtävät, tehtävät, jotka eivät tuota arvoa mutta ovat välttämättömiä tuotannolle sekä arvoa tuottamattomat tehtävät, jotka voidaan poistaa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184)

### Virtauksen toteuttaminen

Kun arvovirtaus on saatu tunnistettua ja sieltä esiin tulleet arvoa tuottamattomat toiminnot poistettua, voidaan alkaa keskittymään jäljelle jääneisiin arvoa tuottavien toimintojen virtaukseen. tavoitteena on saada viiveetön ja pysähtymätön, tässä tapauksessa lohkojen virtaus, joka sisältää pelkästään arvoa lisääviä toimintoja ja tehtäviä. Tähän päästään selvittämällä virrasta kohdat, joiden takia arvoa tuottavat tehtävät ja toiminnot joko pysähtyvät tai hidastuvat. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184)

### Imun järjestäminen

Imun järjestäminen perustuu suoraan asiakaskysyntään. Tarkoituksena on muodostaa imu, joka tuottaa tuotteita ja palveluita juuri kysynnän verran, eikä markkinoille työnnetä ylimääräistä minkään erikseen laaditun suunnitelman mukaisesti. Imun järjestämisen avulla pyritään olemaan täyttämättä varastoja ja tekemättä ylimääräisiä tuotteita. Tämä mahdollistaa läpäisyajan lyhentämistä sekä mahdollisuuden joustavampaan tuotantoon, jos on tarvetta tehdä muutoksia tuotannon järjestyksessä tai joudutaan korjaamaan/tekemään uusiksi aikaisempia töitä. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 185)

### Täydellisyyden tavoitteleminen

Hyvällä yhteistyöllä asiakkaan kanssa, on mahdollista pystyä jatkuvasti määrittämään arvoa tarkemmin ja tarkemmin. Sitä kautta voidaan löytää myös pienempiä arvoa tuottamattomia asioita, joita voidaan kehittää parantaakseen virtausta entisestään. Usein ajatellaan tässä vaiheessa jo tarvittavan hukan poistamiseksi prosessiteknologiaa ja uusia tuotekonsepteja, mutta ratkaisut voivat olla loppujen lopuksi hyvinkin yksinkertaisia ja nopeasti toteutettavissa. Jotta voidaan päästä edes lähelle täydellisyyttä Lean-järjestelmässä, vaatii toiminta tietynlaista läpinäkyvyyttä. On tärkeää, että kaikki, jotka ovat mukana jossain tuotannon vaiheessa sekä asiakas, toimittajat, alihankkijat ym.

voivat nähdä kokonaisuuden ja sitä kautta olla mukana parantamassa eri vaiheiden pieniäkin hukkia. Kun prosessissa mukana olevat henkilöt pääsevät jatkuvasti entistäkin pienempiin asioihin käsiksi, he tajuaavat, että virheiden ja kustannusten vähentämiselle ei ole loppua, sekä lopputuotteessa päästään jatkuvasti lähemmäs asiakkaan toivomusta, alkaa täydellisyyden tavoittelu tuntumaan mahdolliselta. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 186)

## 7.2 Käyttö lohkorakentamisessa

Kun lohkorakentamisessa aletaan jaotellaan asiakkaalle arvoa tuottavia- ja ei arvoa tuottavia tekijöitä, voidaan asiaa lähestyä sekä levysepän että hitsaajan näkökulmasta. Kun levyseppä kohdistaa, asentaa ja silloittaa osia, hän tekee asiakkaalle arvoa tuottavaa työtä. Kun levysepän täytyy etsiä osia, lukea piirustuksia tai huoltaa omia työvälineitään, hän tekee työtä, joka ei tuota suoraan arvoa asiakkaalle, mutta hänen on ne tehtävä, jotta pystyy tekemään myös arvoa tuottavaa työtä. Jotta levysepän työssä voitaisiin maksimoida aika, jolloin hän tekee arvoa tuottavaa työtä, tulee hänellä olla oikeat osat lohkon vieressä loogisesti lavoille pakattuina. Näin saadaan vähennettyä ylimääräistä aikaa osien etsimisessä, jota tällä hetkellä on havaittavissa liikaa lohkonkoonnin puolella. Jos jostain syystä lohkolle tuoduissa lavoissa on osapuutteita, tulisi levysepän pystyä heti tarkistamaan lavoille leimatut tuotteet sähköisestä järjestelmästä ja nähdä sitä kautta kuuluisiko osan olla siellä. Kun hän pystyy todentamaan puutteen, niin hänen ei tarvitse tarkistaa lavoja uudestaan ja uudestaan, vaan pystyy ilmoittamaan saman tien osapuutteesta eteenpäin. Pystyäkseen tarkistamaan lavoja, tulisi lohkoille olla näyttöjä/tabletteja, joista sähköistä järjestelmää olisi helppo ja nopea käyttää. Samoista näytöistä tulisi levysepän pystyä katsomaan rakennettavaa lohkoa 3D-kuvana, koska useissa lohkon piirustuksissa tulee epäselviä ja hämmentäviä kohtia, joita olisi hyvä pystyä tarkistamaan välittömästi paljon havainnollisemmasta 3D-kuvasta, sekä olisi hyvä pystyä zoomaamaan normaaleja 2D-piirustuksia. Näytön avulla pystyttäisiin vähentämään arvoa tuottamatonta piirustusten ihmettelyä.

Hitsaaja tuottaa asiakkaalle arvoa hitsatessaan tai viimeistellessään hitsinsä laatua vaatimustason mukaiseksi. Mitä enemmän hitsaaja pystyy pelkästään keskittymään hitsin tuottamiseen, sitä enemmän hän tuottaa arvoa asiakkaalle. Jos hitsaaja joutuu jatkuvasti taistelemaan rikkinäisten välineiden kanssa, hänelle menee turhaan arvoa tuottavaa aikaa hukkaan. Kesällä 2015 10-hallissa oli kesätyöntekijä, jonka tehtävänä

oli auttaa työntekijöitä siivoustöissä ja etsiä epäkuntoisia työvälineitä, letkuja, lamppuja, ym. sekä korjata niitä tai viedä ne korjattavaksi. Työntekijöiden puolelta tuli positiivista palautetta, koska he pystyivät luottamaan, että tarvittavat työkalut ja hitsausvälineet olivat kunnossa, eikä tarvinnut juosta edestakaisin etsimässä ehjiä. Tällöin levysepät ja hitsaajat pystyivät tekemään enemmän arvoa tuottavaa työtä välineiden korjaamisen tai ehjien välineiden etsimisen sijaan. Kesäisin jokaisen hallin tulisi hyödyntää tätä mahdollisuutta, koska kesäisin on tarjoilla motivoituneita nuoria kesätyötä vailla. Talvisin tulisi esimerkiksi kunnossapidon puolelta tehdä säännöllisiä tarkastuksia hallien työvälineille. Tai tehdä selvä yhtenäinen käytäntö, kuinka rikkiäiset välineet voitaisiin toimittaa kunnossapidolle ja sieltä ehjinä takaisin.

### 7.3 Käyttö osien toimituksessa

Osien toimituksessa tulisi keskittyä erityisesti imun järjestämiseen, koska kaikki mitä tapahtuu osan valmistumisen ja lohkonkoonnin välillä ei ole suoraan arvoa tuottavia asioita. Jotta saataisiin osat osavalmistuksesta eteenpäin järkevässä järjestyksessä, tulisi keskittyä osavalmistuksen työjärjestykseen ja aikataulutukseen. Tämä siksi, että voitaisiin välttyä mahdollisimman paljon ylimääräiseltä välivarastoinnilta ja osien siirtämiseltä ja näin ollen niiden häviämislta ja väärinkäytöltä. Kaiken tulisi lähteä nestauksesta eli missä järjestyksessä levyt poltetaan, jotta ne saadaan järkevästi pakattua ja toimitettua eteenpäin. Jotta voidaan vastata lohkonkoonnin vaatimukseen ja tyytyväisyyteen, sekä logistiikan toimivuuteen, ei voida välivarastointia tai mahdollista work package -pistettä jättää väliin. Lähtökohtana on pidettävä, että tarvittavat osat ovat lohkonkoonnintapaikalla, kun niitä tarvitaan. Mitä voidaan poistaa toimituksessa, on liiallisen varastoinnin aiheuttamat ylimääräiset siirrot sekä osien häviämisten aiheuttamat etsinnät. Kun imu on kunnossa ja välivarastointia on kohtuullinen määrä sekä tiedetään mihin mikäkin on varastoitu, on osien toimittaminen aikataulussa mahdollista, koska niitä ei tarvitse etsiä ja tiedetään mitä toimitetaan.

## 7.4 Six Sigma

Six Sigma on suorituskyvyn parannusmenetelmä, joka perustuu tieteelliseen parannusmetodiin. Kun Lean-ajattelumallissa keskitytään enemmän hukan poistamiseen eli sellaisen ajan minimoimiseen, jolla ei ole arvoa, niin Six Sigmassa taas tavoite on parantaa systemaattisesti prosessia tuotannon vaihtelussa. Ideana vaihtelun minimoimisessa on virheiden karsiminen ja näin laadun pitäminen laatuvaatimusten mukaisina. Jatkuvat virheiden korjaamiset laivatuotannossa tuottavat ylimääräistä työtä joko seuraavissa työvaiheissa tai esimerkiksi lohkon viimeistelyvaiheessa. Täten resursseja joudutaan käyttämään muuhun, kuin todellinen tarve olisi. Periaate kerralla valmiiksi kuvaa hyvin Six Sigmaa. Tämä periaate on tärkeä muistaa varsinkin hitsauksessa. Kun vaihtelu hitsin laadussa on mahdollisen pieni, silloin myös virheiltä vältytään mahdollisimman paljon ja työntekijät voivat keskittyä virheiden korjaamisen tilalta itse tuotantoon.

Käsite Six Sigma tarkoittaa tilastollista 0-virhettä, ja täten samalla huikeaa strategiaa ja visiota kuinka tähän pisteeseen on mahdollista päästä. Lähtökohtana on asettaa asiakas ensimmäiseksi ja tuottaa asiakkaalle lähes täydellisiä tuotteita ja palveluita. Nykyajan tiukka kilpailutilanne pakottaa yritykset entistä järkevämpään ja tuottoisampaan liiketoimintaan, jolloin otetaan avuksi Six Sigma -metodi. Jotta yritys voi saada kustannussäästöjä, uusia asiakkaita sekä liikevaihdon lisäystä, on Six Sigman tulokseen vaikuttavat tekijät jaettu neljälle osa-alueelle:

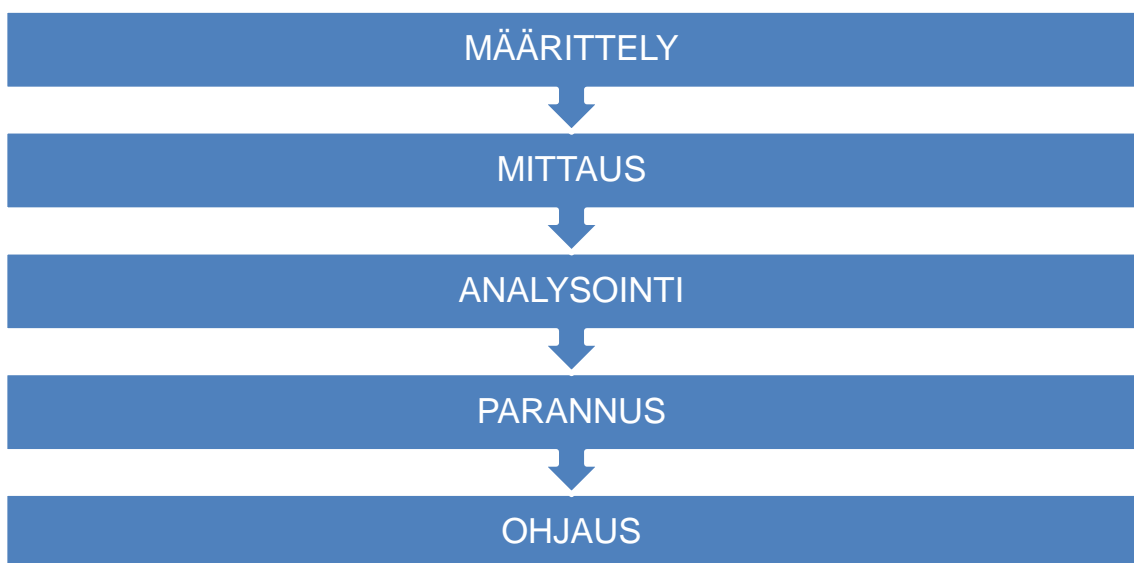
- Asiakastytyväisyyden paraneminen
- Läpimenoajan lyhentyminen
- Vikojen väheneminen
- Arvottoman työn väheneminen

Six Sigmassa laatua mitataan sigmoissa eikä niinkään virheprosentteissa. Saadakseen laatutason 6 sigmaan, vaatii se virheprosentiksi 99.9999998. Tämä tarkoittaa 3,4 virhettä miljoonasta mahdollisuudesta. Tyypillinen luku suomessa on 2–3 sigmaa, mikä tarkoittaa virheprosentteissa 95,46–99,73. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 12–24)

Tri Mikel J. Harry on kehittänyt satunnaisten syiden löytämiseksi viisivaiheisen DMAIC-prosessin. Termi DMAIC muodostuu sanoista define (määrittely), measurement (mittaus), analysis (analysointi), improvement (parannus ja optimointi) ja control (ohjaus ja valvonta). Eli ensimmäiseksi kartoitetaan ongelma ja syyehdokkaat. Sen jälkeen tulee

optimointivaihe, missä muutetaan syytekijöitä ja parannetaan tuotetta ja prosessia. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 12–24)

Opinnäytetyöhön liittyvässä mittauksessa pyritään noudattamaan kuviossa 4 esitettyä DMAIC-prosessin mukaista etenemisjärjestystä. Alkuun on määritelty osittain jo tiedostetut häiriöt, joiden vaikutuksia tuotantoon halutaan selvittää. Kun häiriöiden laajuus on saatu selville mittausten avulla, analysoidaan ne parhaaksi nähdyllä tavalla. Analysointien pohjalta lähdetään miettimään parannuskeinoja ja kuinka niitä voidaan lähteä toteuttamaan. Lisäksi pohditaan, kuinka tulevaisuudessa saadaan stabiloitua tilanne, johon ollaan tyytyväisiä.



Kuvio 4. DMAIC-prosessin etenemisvaiheet.

### Määrittely

Määrittelyvaiheessa määritellään ongelma ja asiakasvaatimukset. Tältä pohjalta saadaan tieto projektin tarkoituksesta ja laajuudesta. Tässä vaiheessa on syytä kerätä tarpeeksi taustainformaatiota, jotta tarkoitusperä pysyy oikeana eikä projekti suuntaudu väärälle tai entiselle uralle. Projektiin tulee osallistua johtoryhmän lisäksi vähintään Black Belt -tiimi. Projektin alussa tulee määrittää selkeä ongelma ja arvioida kannattavuus, jotta projektista tulee hyödyllinen. Ns. Black Belt -projektit ovat keskikokoisia kehityshankkeita, johon tulee varata aikaa noin 0,5–1 vuotta ja määrittää budjetiksi 100 000–200 000 euroa kannattavuuden takia. Määrittelyn tavoitteena on saada parannuksesta selkeä lausuma eli tavoite ja liiketoiminnallinen vaikutus, kuvaus siitä kuinka jalostusarvo muodostuu eli ylätasen prosessikuvaus (SIPOC) sekä listaus laa-

dun (CTQ), toimitusajan (CTD) ja kustannusten (CTC) osalta asioista, jotka ovat asiakastytyväisyydelle tärkeitä ja kriittisiä. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 46)

### Mittaus

Mittausvaihe aloittaa varsinaisen ongelmanratkaisun ja siinä valitaan yksi tai useampia kriittisiä tuoteominaisuuksia, joita ovat edellisen kappaleen lopussa mainitut CTQ, CTD ja CTC. Keräämällä tarpeeksi informaatiota ongelmasta tai mahdollisuudesta, voidaan todentaa ja validoida ongelman olemassaolo, joka on edellisessä vaiheessa määritelty. Tässä vaiheessa on vielä mahdollisuus hienosäätää asetettua tavoitetta ja tarkistaa onko ongelma edelleen sama, miksi sen ollaan alunperin oletettu olevan. Ongelman todentamisen ja validoimisen lisäksi tavoitteena on varmentaa mittauksen luotettavuus, toisin sanoen mittauksen suorituskyvyn määrittämistä ja arvioimista sekä usein myös kehittämistä. Mittausvaiheessa on pyrkimys saada tulokseksi dataa lähtötilanteesta, tiettyyn paikkaan sijoittuvasta ongelmasta tai tietyn ongelman yleisyydestä ja laajuudesta. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 47–48)

### Analysointi

Analysointivaiheessa analysoidaan asiakkaalle kriittisen ominaisuuden todellinen suorituskyky käyttämällä mahdollisimman tarkkoja mittauksia ja mittareita. Tarkoituksena on löytää kuvaavaa statistiikkaa ja dataa hyväksi käyttäen ideoita ja paikallistaa ongelman aiheuttajat ja mahdollisuuden ratkaisijat. Analyysivaiheessa paneudutaan prosessi- ja data-analyysiin. Prosessianalyysi tarkoittaa tutkimusta ydin- ja avainprosesseista asiakkaan vaatimusten näkökulmasta. Siinä tarkastellaan ei arvoa tuottavien asioiden muodostumista, jakso- ja läpimenoaikaa sekä korjaus- ja uusintatöitä. Data-analysoinnissa pyritään löytää kerättyä dataa käyttämällä kuvioita, trendejä ja muita eroja, jotka voivat tukea tai hylätä teorialaiteita koskien ongelmaa tai mahdollisuutta. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 48–49)

### Parannus ja optimointi

Tässä vaiheessa lähdetään kehittämään ja soveltamaan eri ratkaisuja syihin, joita on edellisissä vaiheissa saatu ilmi. Kun prosessin suorituskyky ei ole riittävä, ratkaisuna on vaihtelun pienentäminen. Six Sigma -menetelmän ydin on, kuinka parannus ja optimointi tapahtuu, jotta voidaan saavuttaa Six Sigma -laatutaso. Optimointia tehdessä tulee hajonnan keskiarvo saattaa keskelle toleranssialuetta eli speksiä. Toleranssi-suunnittelu on merkittävä osa Six Sigma -optimointia, koska on havaittu, että 85 pro-

senttia toleransseista ei ole ollut millään tavalla yhteyksissä asiakastyytyväisyyden tai tuotteen toiminnan kanssa. Myös oleellinen osa on vaihtelun pienentäminen input ja output toleransseja vastaan. Jotta kriittisen ominaisuuden vaihtelun määrää eli standardipoikkeamaa voidaan pienentää, tulee määrätä tärkeiden input-tekijöiden pää- ja keskinäisvaikutukset ja identifioida näiden tekijöiden optimitasot ulostulon suhteen. Tavoitteena parannusvaiheessa on saada suunnitelmat ja toimenpiteet ongelman ratkaisemiseen ja toimenpiteet, joiden avulla voidaan eliminoida tai vähentää vaihtelun aiheuttamien syiden vaikutusta. Lisäksi tulee olla suunnitelma, kuinka seuraavassa vaiheessa voidaan arvioida saavutettuja tuloksia. (Karjalainen & Karjalainen 2008, 51–52)

#### Ohjaus ja valvonta

Parannusprosessin viimeisessä vaiheessa siirrytään ennaltaehkäisyyn ja proaktiiviseen ohjaukseen, kun prosessi on saatu haluttuun tilaan ja stabiloitua siihen. Tuloksena tästä vaiheesta halutaan saada:

- Tulostulosanalyysi ennen ja jälkeen Six Sigma -parannusprojektia, jotta voidaan todentaa projektin liiketoiminnallinen vaikutus.
- Ohjauksessa ja valvonnassa käytettävä SPC -järjestelmä.
- Dokumentit tuloksista ja projektin lomassa saatu kokemus, oppi ja suositukset.
- Päivitetyt muutokset laatu-järjestelmään, johtamisjärjestelmän menettelyt sekä riskianalyysi.

## 8 TYÖEDELLYTYSTEN PUUTTEET

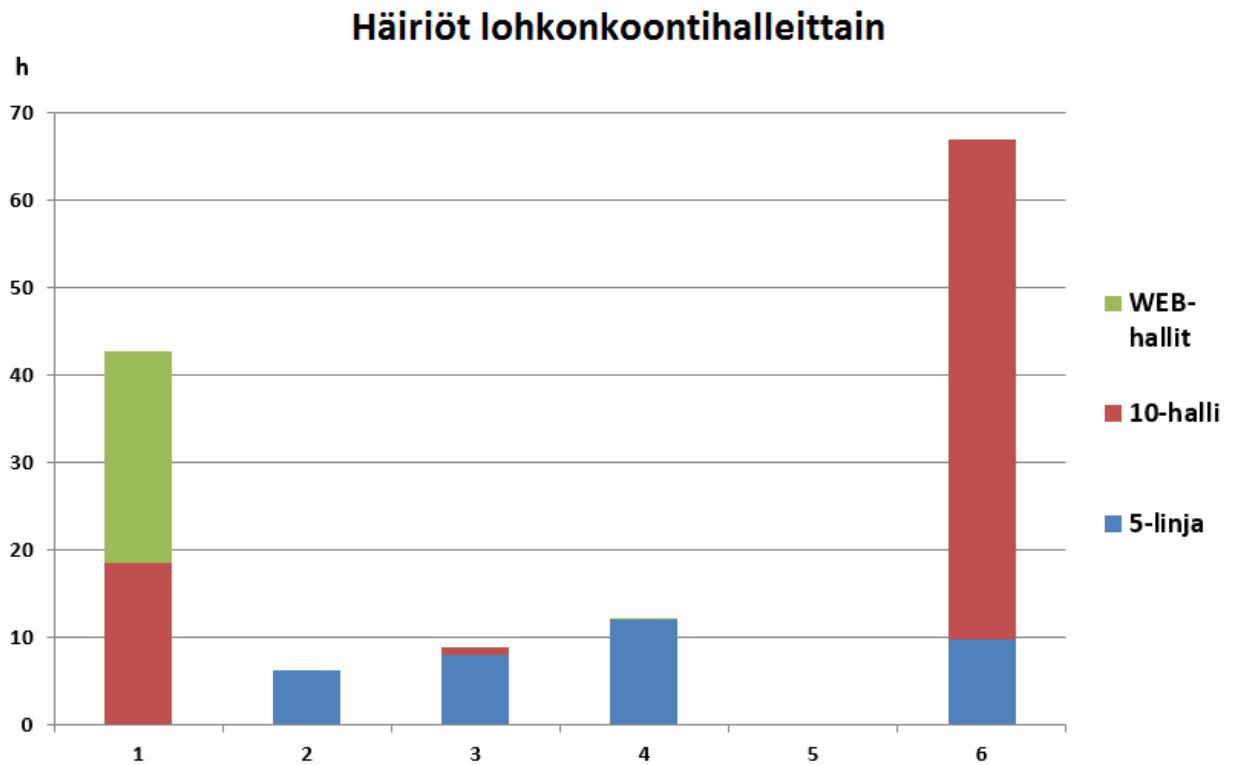
Lohkonkoonnin tavarantoimitukseen liittyviä ongelmakohtia lähdettiin selvittämään tekemällä kaksi viikkoa kestävä mittaus, jossa selvitettiin osien toimitusaikaa, sekä millaisia ongelmia ilmeni toimitusten kanssa. Mittaus toteutettiin lohkoissa, joissa työskentelee telakan omaa väkeä. Lohkoihin toimitettiin mittauskaavakkeet, joihin työnjohtaja ja levyseppä merkkavat tilaamiensa osien toimitusajan, sekä oliko toimituksessa jokin häiriö. Jos toimituksessa ilmeni häiriö, oli sille varattu oma kaavake, mihin oli merkattu valmiiksi 5 yleisintä syytä, mistä ne ovat yleensä johtuneet ja kuudes kohta, jos oli jokin muu häiriö, mikä ei ollut kaavakkeessa valmiina. Näin saatiin selville millainen häiriö oli kyseessä sekä lisäksi merkattiin, kuinka se vaikutti ajallisesti työntekoon. Jotta saataisiin kattavampi näkökulma toimitusajan seurantaan, oli trukkipuskeilla vielä oma toimitusajan seuranta-kaavio. Mittaus otettiin hyvin vastaan työntekijöiden keskuudessa, koska he tiedostavat myös ongelmat toimitusten kanssa, ja haluavat myös tapahtuvan parannusta sekä toimitusten, että turhien häiriöiden suhteen. Mittausten luotettavuus on enemmänkin suuntaa antava, koska on mahdoton seurata jokaisen merkinnän oikeellisuutta ja onko jotain jäänyt merkkamatta. Tiukan aikataulun takia, mittaus oli vain kahden viikon mittainen, mikä ei voi kertoa koko kokonaisuutta. Siitä huolimatta saadut tulokset vaikuttivat realistisilta ja aika, jolloin mittaus tehtiin, oli hyvä ajanjakso tehdä kyseiset mittaukset. Lisäksi työntekijöiden hyvä asenne mittauksia kohtaan antaa olettaa merkintöjen olevan rehellisesti tehtyjä.

### 8.1 Ilmaantuneet ongelmakohdat

Vaikka mittaustulosten voidaan olettaa olevan suuntaa antavia, saatiin hyviä näkökulmia millaisia ongelmia toimituksissa on sekä, mitkä ovat yleisimpiä häiriötekijöitä eri lohkonkoonnihalleissa. Toimitusaikojen suhteen havaittiin nopeimman ja pisimpään kestäneen toimituksen välin olevan aivan liian iso. Nopein toimitus tapahtui viidessä minuutissa ja pisimmässä kesti 12 tuntia ja 20 minuuttia. Yksi laipioitoimitus kesti vielä tätäkin pidempään (55 h), mutta tässä tapauksessa kyseisiä laipioita ei ollut edes vielä valmistettu. Huolestuttavinta toimitusten kestoissa oli, että joko toimitukset tulivat tosi nopeasti (5–40 min) tai sitten kesto oli yli yhden työvuoron (9,5 h–12 h 20 min). Kuten kappaleessa 4.4 oli mainittu, toimituksessa tulisi olla tarkka aikaväli, jolloin voidaan olettaa tavaroiden tulevan lohkonkoonnintilalle. Tuotannon kasvaessa nykyinen toimi-

tusvarmuus ei tulisi ikinä palvelemaan tarpeeksi hyvin lohkotuotantoa, koska tälläkin tuotantomäärällä se tuottaa näinkin paljon ongelmia ja työtuntien menetyksiä. Trukkikuskien toimitusaikojen tuloksista oli havaittavissa täysin sama trendi. Trukkikuskiens toimitukset tapahtuivat yleensä nopeasti, kun heillä oli tarkkaan tiedossa, mihin toimitettavat osat olivat varastoitu. Kun osat olivat varastoitu väärään paikkaan tilapuutteen ja väärän informaation takia tai he olivat saaneet väärää tietoa työnjohtajalta, mitä osaa haetaan, kesti toimituksissa pääsääntöisesti liian pitkään (yli yhden työvuoron/8h). Myös trukkikuskiens osien etsintöjä pitkittivät lumen alle hautautuneet osat. Pelkästään huolimattomuuden takia koitui muutamia täysin turhaan pitkittyneitä toimituksia ja ylimääräisiä toimitusten välisiä etsintöjä. Yhdessä tapauksessa oli ilmoitettu tai kuultu väärä osanumero ja kaksi kertaa oli tilattu osia, jotka olivat jo valmiiksi asennettuina lohkoihin. Valmiiksi asennettuja osia etsittiin mm. muun työn ohella yhden työvuoron ja yhden viikon ajan. Työnjohtajan tilatessa osia lohkolle, hänellä on oltava paljon selkeämpi käsitys siitä, milloin osat tullaan toimittamaan. Jos tällä hetkellä keskiarvo toimitusaika on vähän alle 8 tuntia, mutta silti osat voivat saapua viiden minuutin päästä tai jopa seuraavana päivänä, on mahdotonta pitää yllä imuun perustuvaa tuotannonohjausta. Myös osien saaminen oikeassa järjestyksessä lohkolle on haastavaa, koska ei ole etukäteen tietoa mikä osa tulee heti ja mikä tulee seuraavana päivänä.

Häiriötunteja merkattiin kahden viikon aikana neljässä hallissa yhteensä 137,5 työtuntia, mikä tarkoittaa yhdelle päivälle melkein neljäätoista tuntia. Kuviossa 5 on näytetty, kuinka häiriöt ovat jakautuneet halleittain ja eri häiriöiden mukaan.

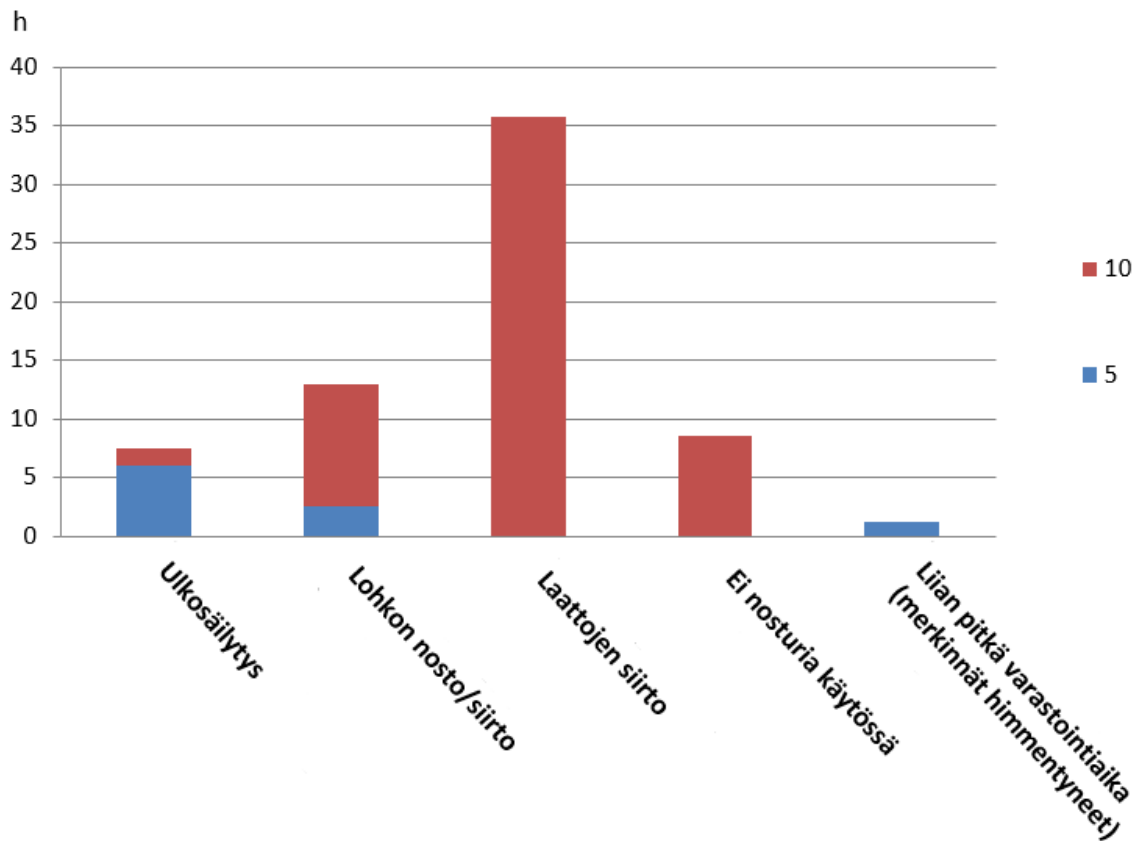


Kuvio 5. Häiriöiden jakautuminen eri syiden mukaan.

Selitykset häiriösyille:

1. Osapuute, työ ei keskeydy.
2. Osapuute, työ keskeytyy.
3. Osatoimituksen sisällön selvittäminen.
4. Viallinen tai puutteellinen osa.
5. Tilanpuute koontipaikalla.
6. Muu häiriö.

Eri häiriösyistä tulisi tarkastella erityisesti palkkeja 2,3,4 ja 6, joissa on aina tai lähes aina suoranainen vaikutus tuotannon etenemiseen. Tässä tapauksessa huolestuttavimmalta näyttää muiden häiriöiden aiheuttamat työtuntien menetykset, joita on kahden viikon aikana kertynyt 67 työtuntia. Tästä määrästä 5-linjalle on merkattu lähes 10 tuntia ja 10-hallille jopa yli 57 työtuntia. Mittausten mukaan kahden viikon aikajaksolle ei mahtunut yhtään häiriötä, joka olisi johtunut tilanpuutteesta lohkojen vieressä. Kuviossa 6 on muiden häiriöiden osalta jaettuna osiin, mistä häiriöt ovat koostuneet.



Kuvio 6. Muut häiriöt jaettuna osiin.

Kun eri häiriösyitä tarkastelee, voi huomata, että pelkästään kahden viikon aikana aiheutuneet häiriöt ovat luonteeltaan hyvin erilaisia ja monesta eri asiasta johtuneita. Jos toimitusajoissa on osallisena myös työntekijöiden huolimattomuus ja virheet osana ongelmia, ei häiriömittauksissa aiheutuneita työtuntihäviöitä voida laittaa muiden kuin puitteiden ja aiemmassa vaiheessa tehtyjen virheiden piikkiin. Laattojen siirto 10-hallin kautta on ollut aikaisemminkin tiedostettu ongelma ja taas tässä mittauksessa todistettiin ongelman laajuus. Kesällä 2015 tehtiin Kaizen -projektiin liittyen tutkimus, kuinka paljon ylimääräiset yliviennit vaikuttavat 10-hallin toimintaan. Tutkimus kesti seitsemän viikkoa ja keskiarvo tulokseksi saatiin yhdelle viikolle 25,65 työtunnin menetyksen. Silloinen tulos on jopa yli 7 työtuntia enemmän, kuin nyt saatu tulos yhdelle viikolle. Tästä päätellen voidaan sanoa nyt saadun tuloksen olevan hieman normaalia pienempi vaikka tämäkin tulos pelkästään vaikuttaa olevan merkittävä häiriötekijä tuotantoon.

## 8.2 Vaikutus tuotantoon

Lähes 140 häiriötunnista, jotka mitattiin kahden viikon aikana lohkonkoontihalleissa, tulee ottaa huomioon ne häiriöt, joilla on ollut vaikutusta tuotannon etenemiseen. Kuitenkaan ei voida unohtaa täysin ensimmäistä häiriösyitä eli osapuutteita, jotka eivät keskeyttäneet työtä. Yhteensä näitä häiriötunteja oli lähes 43 työtuntia. Vaikka ne eivät nyt keskeyttäneet tuotantoa, jossain muussa tilanteessa tai lohkon valmiusasteessa työ olisi voinut keskeytyä. Mitä enemmän näitä häiriötunteja on, sitä todennäköisempää on, että ne tulevat jossain tilanteessa keskeyttämään työt. Tuotantoon vaikuttaneita häiriötunteja mittausten aikana oli lähes 95 työtuntia eli noin 9,5 työtuntia per työpäivä. Varmuudella ei voida sanoa, onko kahden viikon aikana tullut enemmänkin häiriöitä, jotka ovat työntekijöiltä jääneet merkkäämättä. Jos on mahdollisesti jäänyt jotain merkkäämättä, voi todellisuudessa luku olla vieläkin isompi. Vuosien varrella työntekijät ovat alkaneet mieltämään useita jatkuvasti toistuvia häiriötekijöitä jo normaaliksi tekemiseksi, jolloin heidän ajatuksensa todellisista häiriöistä ovat hämärtyneet. Esimerkiksi, kun levyseppä joutuu tarttumaan polttopilliin, voidaan sitä lähes aina pitää häiriönä vaikka se on ihan päivittäin tapahtuvaa toimintaa. Myös levyseppäparien toiminnassa tapahtuu paljon tiedostamatonta häiriötä. Kun toinen parista nostaa osia, toinen odottaa vieressä toimeentomana.

Suurimpana yksittäisenä ongelmana ovat olleet laattojen siirrot, jotka kaikki ovat tapahtuneet 10-hallissa. 10-halliin tästä on koitunut lähes 36 työtunnin menetys eli 18 työtuntia yhdelle viikolle. Kaikki laatat, jotka menevät Kombi-halleihin sekä iso osa WEB-halleihin menevistä laatoista joudutaan nostamaan 10-hallin kautta ulos hallista, jotta ne saadaan vietyä oikeaan paikkaan. Tällöin koko 10-hallissa joudutaan pysäyttämään koko tuotanto nostojen ajaksi vaikka kyseinen laatta ei liity halliin tuotantoon millään tavalla. Lisäksi yhdelle levyseppäparille menee paljon aikaa nostojen valmisteluihin sekä nostojen jälkeisiin toimiin. Lohkon nostoista ja siirroista koitui yhteensä 13 työtunnin menetys. 5-linjalla, kun tasoa joudutaan liikuttamaan, joudutaan aina pysäyttämään tuotanto kaikissa lohkoissa turvallisuussyistä. 10-hallissa sekä WEB-halleissa omien lohkojen siirtojen aikana joudutaan tuotanto pysäyttämään niiden lohkojen osalta, jotka ovat nostettavan lohkon ja päätytason välissä.

Kun lohkoille tuotujen lavojen sisällön selvittämiseen, oikeiden osien etsimiseen tai osapuutteiden todentamiseen menee ylimääräistä aikaa 9 työtuntia kahden viikon aikana, ei tällöin voida sanoa osavalmistuksen pakkaavan osia lavoille vaadittavalla ta-

valla tai varmuudella. Sen lisäksi, että osapuutteiden todentamiseen on mennyt hukkaan työtunteja, itse osapuutteiden takia on koitunut suoraan työn keskeytymistä yli kuusi tuntia.

## 9 KEHITTÄMISIDEOITA

### 9.1 Mahdollisia korjattavia toimenpiteitä

Parannuksia tuotannon edistämiseksi tulisi katsoa kokonaisvaltaisesti. Se, että saadaan yksi tai kaksi asiaa korjattua lähes kokonaan, ei vielä näy suurena parannuksena tuotannossa, koska näin laajassa toiminnassa moni asia vaikuttaa useaan kohtaan. Jos lohkotuotannon virtausnopeutta saadaan kasvatettua, mutta osavalmistus tai logistiikka ei pysty edelleenkaan vastaamaan lohkotuotannon tarpeita, ollaan edelleen samassa tilanteessa. Jotta lohkotuotanto voi tulevaisuudessa parantaa tuottavuutta, tulee sen tukitoimijat myös toimia sitä tukevalla tasolla. Jotta voitaisiin lähteä suorittamaan parannusprosessia, tulee suuret ongelmat pilkkoa pienempiin osiin ja lähteä tasaisesti parantamaan eniten ongelmia aiheuttavia tekijöitä.

Toimitusaikojen hajonnan parantamiseksi tulee kuljettajilla olla selkeä näkemys, mitä he hakevat ja mistä hakevat, sekä olla varmuus siitä, että kyseisellä lavalla ovat kaikki pyydytyt osat. Koska suurin osa pitkittyneistä toimituksista johtuivat turhasta osien etsimisestä, lumen alle hautautuneista osista tai huonosta kommunikaatiosta, ovat nämä asiat varmasti korjattavissa. Lisäksi työnjohtajien vastuulla on katsoa, että he eivät tilaa jo valmiiksi toimitettuja osia varmistamalla se joko koontilistasta, johon tulisi levyseppien merkata asennetut osat tai tulevaisuudessa sähköisen järjestelmän kautta.

Mittauksista ilmi tulleista ongelmista, lohkon siirrot ja nostot ovat välttämättömiä toimia tuotannon kannalta. Myöskään nostureiden rajallisen määrän takia ei aina voida välttyä nosturien odotuksesta koituneista viivästyksistä. Tällä hetkellä laattojen siirtäminen 10-hallin kautta on pakko toteuttaa tällä tavalla. Jos tähän halutaan saada parannusta, tulee tehdä mittavia investointeja tai rakenteellisia muutoksia halliin, jotta laatat voitaisiin saada ulos vaikuttamatta 10-hallin tai jonkun toisen hallin tuotantoon. Nopeampana ”hätäratkaisuna” voidaan määrätä lohkojen nostot ja siirrot, sekä laattojen siirtäminen 10-hallin kautta tehtäväksi lounastauoilla tai ylityönä iltavuoron jälkeen. Tällöin se ei vaikuta koko hallin tuotantoon, vaan ainoastaan hetkellisesti muutamaan levyseppään tai pienenä ylityönä. Jos pelkästään tällä toimintatapamuutoksella pystytään saamaan merkittävästi häiriötunteja pienemmäksi ja ratkaisu toimivaksi, voidaan välttyä joutua tekemästä isompia investointeja. Muut häiriöt, joita mittauksista saatiin, ovat korjattavissa toimintatapoja muuttamalla tai pienempiä investointeja tekemällä.

## 9.2 Kuinka parantaa ongelmakohtia

### 9.2.1 Yleinen pohdinta

Merkittävin toimenpide, joka tulevaisuuden tuotannonkasvun kannalta tulee tehdä, on saada toimitusajat säännölliseksi ennalta määrätyn aikavälin sisälle. Sen lisäksi, että osat tulevat hallitussa aikataulussa lohkonkoontipaikalle, tulee olla varmuus siitä, että oikeat osat tulevat lavoissa ja ne olisivat järkevästi pakattuina. Jotta tähän päästäisiin, tulisi olla käytössä MES-järjestelmä, joka on esitelty luvussa 4.5.

Sähköisen järjestelmän avulla on mahdollista saada osapuuotteista johtuneet häiriöt kuriin ja pitkittyneet toimitukset minimoitua. Järjestelmän toimimiseksi tulisivat varastointialueet sekä varastointihyllyt jakaa pienempiin osiin ja merkata jokainen varastointipaikka leimauskoodilla. Kun tavaraa varastoidaan, tulee ne aina leimata kyseiselle varastointipaikalle. Vaikka hallin oikealla alueella ei olisi tilaa ja kyseinen lava joudutaan viemään vaihtoehtoiseen paikkaan, on järjestelmästä nähtävä, mihin se on varastoitu. Mahtumattomien lavojen vieminen jonkun toisen hallin alueelle ei välttämättä ole toimiva ratkaisu. Telakan ulkoalue on hyvin iso, jolloin voisi miettiä yhden tai kahden jonkin sopivan etäisyyden päässä olevan alueen siivoamista ja uudelleen järjestämistä, jolloin omalle alueelle mahtumattomat varastoinnit voisi väliaikaisesti sijoittaa. Mahdollisia paikkoja voisivat olla esimerkiksi maalaushallien vieressä olevat alueet tai rajattu alue 10-hallin varastointialueelta.

Toimitusaikojen saaminen hallintaan ei vielä riitä tavoitteisiin pääsemiseen. Kuten mitausten avulla on todettu, häiriötunteja on tällä hetkellä aivan liikaa lohkotuotannossa. Viallisten osien ja osakoontien aiheuttamien häiriötuntien pienentämiseksi, on lohkonrakennuspaikalle saatava osat varmasti oikein tehtyinä. Jotta saataisiin varmuus siitä, että esimerkiksi T-palkit ja laipiot ovat oikein valmistettuja ja viimeisteltyjä, tulisi ne olla myös tarkistettuja erillisen tarkastajan toimesta ennen toimitusta. Lopputarkastus tulisi tehdä heti niiden valmistuttua kyseisellä rakennuspaikalla, jotta tarvittavat korjaustoimenpiteet voidaan tehdä välittömästi. Lopputarkastuksen tekeminen ei ole arvoa tuottavaa työtä, mikä tarkoittaisi tässä tapauksessa arvoa tuottamattoman työn lisäystä roimasti. Kehittämällä virheiden tunnistus- ja korjausjärjestelmä, voitaisiin selvittää tulevaisuudessa ilman T-palkkien ja laipioiden lopputarkastuksia, jos virheiden määrä saadaan tiputettua tarvittavalle tasolle. Tällainen järjestelmä voisi olla muun muassa Poka yoke -järjestelmä, joka on Leanin tavoin kehitetty Japanissa. Poka yoke -järjestelmän

tarkoituksena on tutkia 100 prosenttisesti aiheutuneet virheet ja saada poistettua ne nollavirhetasolle. (Lean manufacturing tools.) Käytännössä tämä tarkoittaa tuotannon kehittämistä sellaiseksi, että virhettä ei voi syntyä tai osaa ei voida asentaa väärin. Käytännön esimerkkinä tällaisesta on Papenburgissa kehitetty pylväiden aluslevyjen asennus laattaan, kuten kuvassa 7 on esitetty. Kun laattaan on tehty upotusreikä aluslevylle, niin aluslevy osuu varmasti oikeaan kohtaan.



Kuva 7. Pylvään aluslevyn asentaminen laattaan.

Jos tämän kaltaisella järjestelmällä ei saada syntyviä virheitä karsittua, tulisi tosissaan harkita lopputarkastusten lisäämistä myös osakoonteihin.

Luomalla work package -piste osavalmistuksen ja lohkonkoonnin välille, saadaan vähennettyä lavojen tutkimiseen käytettyä aikaa, sekä osapuutteiden määrää. Myös tavaran määrän ja oikeassa järjestyksessä toimitettavien osien hallitseminen olisi helpompaa. Vaikka se on niin sanotusti ylimääräinen vaihe, mikä ei käytännössä tuota arvoa, niin sen avulla voidaan poistaa suuri määrä häiriötunteja ja helpottaa jokapäiväistä työtä. Potentiaalisia paikkoja work package -pisteelle olisivat esimerkiksi nykyinen x-varasto tai osavalmistuksen pääportin puolella oleva ulkotila, joka tulisi kylläkin kattaa. Kun pienosat ovat järkevästi pakattuina, ne tulisi välivarastoida katettuun tilaan jokaisen lohkon seinustalle, josta ne ovat nopeasti poimittavissa tarpeen tullen. Lohkoille tulisi work package -pisteessä pakata pienosalavoille myös tarvittavat nostokorvat ja tukipalkit, koska niiden hankkiminen ennen nostovaihetta on ollut haastavaa ajoittain. Toisin sanoen kaikki lohkoissa tarvittavat osat lohkoihin tulevien osien lisäksi tulisi löytyä lavoilta. Toisena vaihtoehtona nostokorvien suhteen olisi pitää yllä varastoa, joko hallien yhteistä tai jokaiselle hallille omaa, jossa on aina saatavilla tarpeeksi erikokoisia nostokorvia. Tällaisen varastoinnin toimimiseksi tulisi varastoa/varastoja pystyä päivittäin tarkistamaan ja täyttämään tarpeen tullen joko uusilla tai suurlohkovaiheesta toimi-

tetuilla nostokorvilla. Laipioiden ja laitojen välivarastointi katettuun tilaan on hyvin haasteellista niiden ison koon takia. Kun työnjohtajalla on tarkka tieto siitä kauan toimituksessa kestää, pystytään paremmin ennakoimaan kuinka paljon aikaisemmin nämä tulee tilata, jotta ne myös ehtivät kuivumaan ennen asentamista. Laipiot ja laidat tulisi varastoida sileä puoli ylöspäin, jolloin osien päältä on helpompi poistaa lumi ja kuivuminen tapahtuu huomattavasti nopeammin. Kuten kuvassa 8 nähdään, on siinä laipiot asetettu sileäpuoli alaspäin, jolloin lumien poistaminen on haastavampaa, eikä myöskään vesi aina pääse valumaan koloista pois.



Kuva 8. Laipiot toimitettuina sileäpuoli alaspäin.

Kun tulevaisuudessa tuotannon tahti kiihtyy ja osia pyritään tuomaan enemmän tarpeeseen eikä vain lohkon viereen odottamaan, ei ole silloin enää aikaa odotella osien kuivumista tai käyttää työaikaa lumien poistamiseen osien päältä. Tällä hetkellä vielä on usein mahdollista tuoda esimerkiksi laipioita aikaisemmin halliin kuivumaan, mutta tulevaisuudessa tuotantotahdin kiihtyessä se ei välttämättä ole enää mahdollista. Tulevaisuutta ajatellen, tulisi miettiä, kuinka myös isommat osat saataisiin toimitettua kuivina ja lumettomina halleihin. Mahdollinen ratkaisu tähän on mm. ulkoaluetalou-

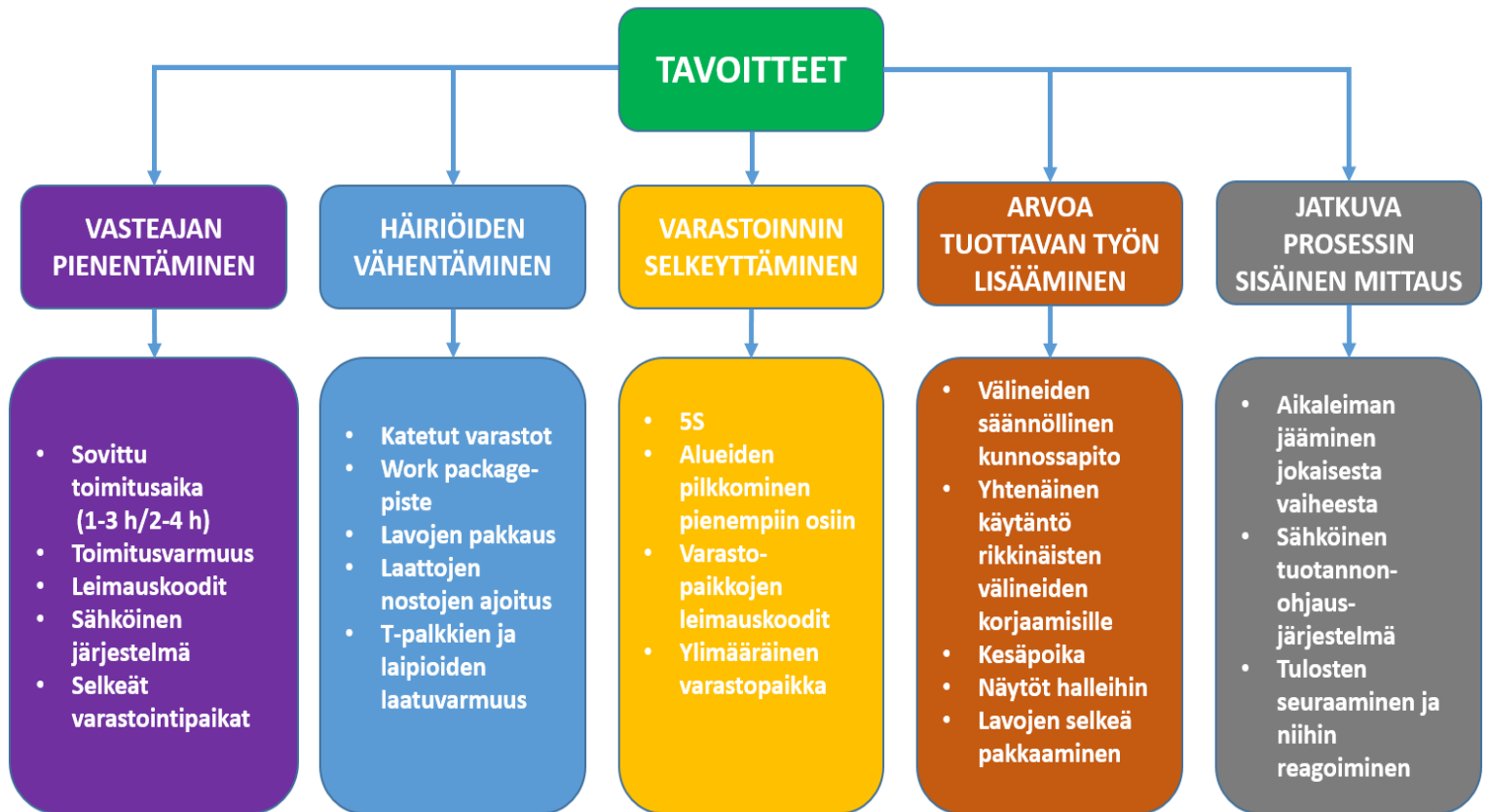
den kattaminen isoilla teltoilla. Nopeampana toimenpiteenä on jättää isoin laipio kasan päällimmäiseksi sileäpuoli ylöspäin, jolloin se suojaa sen alapuolella olevia muita laipioita ja sen sileä pinta on helpompi poistaa lumista tai jos odotetaan lumien sulamista, vesi valuu suoraan pois pinnalta.

Arvoa tuottavan työn lisäämiseksi, etenkin levyseppien kohdalla tulisi hankkia halleihin näytöt, minkä avulla piirustusten ja 3D-kuvien selaaminen onnistuisi vaivattomasti ja epäröintiin kuluva aika saataisiin minimoitua. Myös mahdollisten osapuutteiden ilmoittaminen sitä kautta tulisi pystyä tekemään, jolloin tieto puutteesta tulisi välittömästi kuljettajille. Myös säännöllinen laitehuolto ja rikkiäisten työvälineiden väheneminen halleissa, mahdollistaisi työntekijöiden keskittymisen enemmän vain arvoa tuottavaan työhön.

Tällä hetkellä ei pystytä mittamaan toimitusaikoja tai ilmaantuvia häiriöitä muulla tavalla kuin tekemällä ne erillisillä mittauksilla, kuten tämän opinnäytetyön puitteissa on tehty. Jatkuvaa erillistä mittausta ei ole mahdollista liittää jokapäiväiseen työhön, koska se vie liikaa aikaa työn ohella ja häiritsee liikaa normaalia työntekoa. Jotta tulevaisuudessakin voitaisiin nähdä, mitkä asiat häiritsevät tuotantoa ja millainen vasteaika osien toimituksilla on lohkonkoontipaikoille, tulisi jatkuva mittaus saada rakennettua prosessien sisälle. Tämä olisi mahdollista, kun esimerkiksi jokaisesta toimituksesta ja varastoinnista jää aikaleima. Siitä tulisi jäädä tieto milloin varastointi, tilaus, keräily sekä toimitus ovat tapahtuneet. Silloin pystytään saamaan tieto kokonaisajasta ja myös näkemään, missä kohdassa tarkalleen toimituksessa on tapahtunut viivästystä. Myös work packageja tehtäessä tulisi jokaisen työn kohdalla merkata työ aloitetuksi ja valmiiksi saatuaan merkata työ tehdyksi. Tulevaisuudessa tuotannon hienokuormituksen onnistumiseksi, jatkuva työn etenemisen seuranta on tärkeää, jotta voidaan havaita häiriöt ja myös puuttua niihin ajoissa.

## 9.2.2 Tavoitteet tuotannon parantamiseksi

Kuviossa 7 on esitetty, millaisia tavoitteita tulisi asettaa tuotannon parantamiseksi, ja millaisin keinoin tavoitteita pystytään lähteä saavuttamaan.



Kuvio 7. Tulevaisuuden tavoitteet ja parannuskeinot.

Kuvioissa 8–12 on eriteltyä jokainen tavoite vielä pienempiin osiin ja lisäksi on esitetty parannuskohteiden nykytilanne ja haluttu tila, johon parannuksilla pyritään pääsemään. Lisäksi joihinkin kohtiin on ehdotettu tulospalkkiota.

### 9.2.3 Vasteajan pienentäminen

Vasteajan pienentämisen parannuskeinoja on esitetty kuviossa 8. Pääkohtina tämän tavoitteen saavuttamiseksi ovat toimitusaikojen hajonnan pienentäminen ja toimitusten saaminen ennalta määrätyn aikavälin sisällä. Lisäksi sähköisen tuotannonohjausjärjestelmän toimimisella on iso merkitys tavoitteen täyttymisellä.

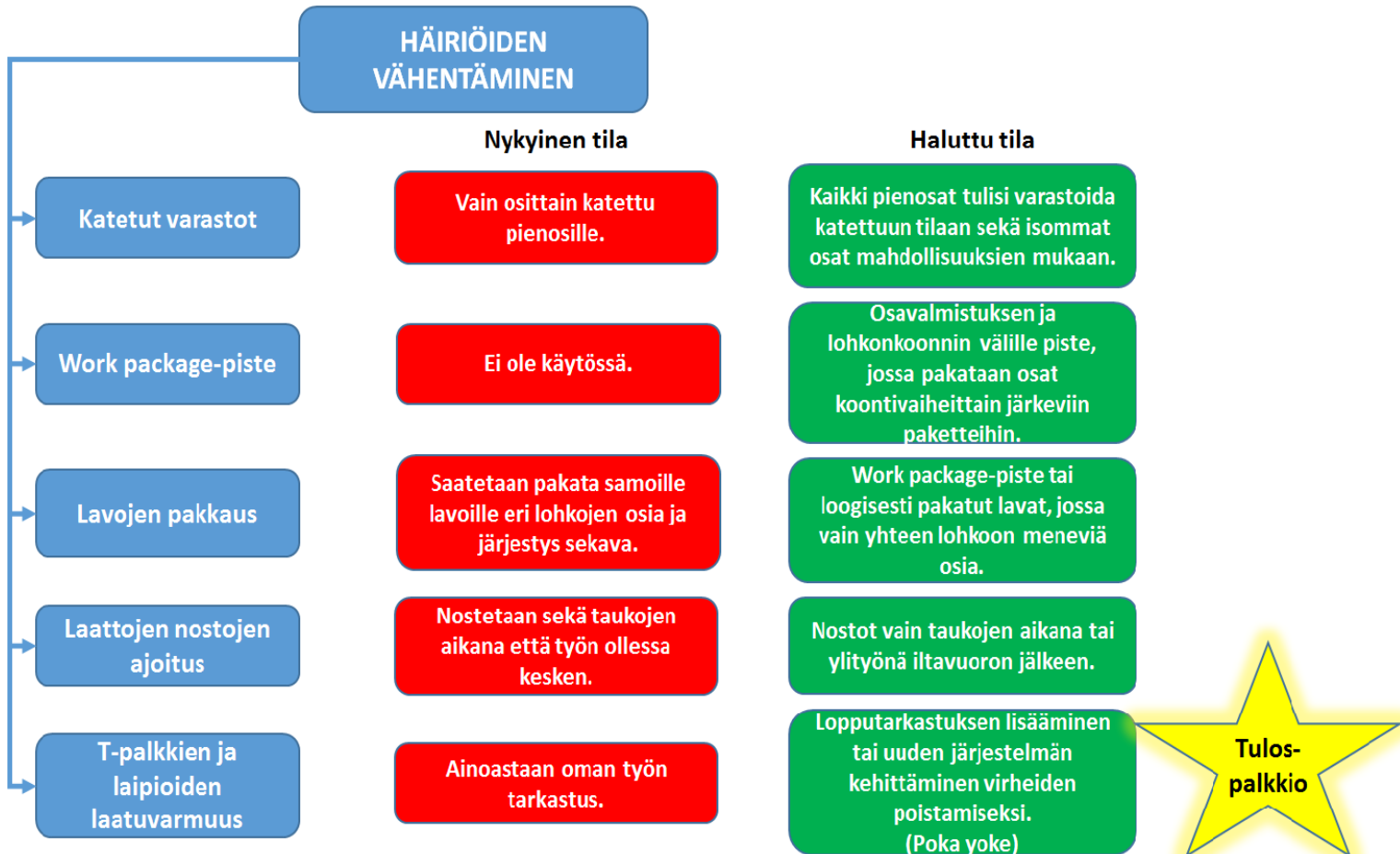


Kuvio 8. Vasteajan parantaminen.

Toimitusvarmuuteen on ehdotettu tulospalkkiojärjestelmää, joka toimisi ainoastaan kuljettajilla ja toimitusvarmuusprosentti lasketaan sen mukaan, kuinka paljon toimituksista tapahtuu halutun aikavälin sisällä. Toimitusvarmuuteen tulisi laskea ainoastaan niiden osien toimitukset, jotka ovat mahdollisia toimittaa eli, jos pyydetään toimittamaan osia, jotka ovat vielä työn alla tai ei ole edes alettu valmistamaan, ei niitä voida laskea mukaan kuljettajien toimitusvarmuuteen.

### 9.2.4 Häiriöiden vähentäminen

Kuviossa 9 on esitetty pääkohtia siitä, millaisin keinoin häiriöitä voidaan lähteä vähentämään. Merkittävimpiä vähentämisen keinoja ovat laattojen läpiviemisen saaminen pois ajalta, jolloin tuotanto on käynnissä 10-hallissa, T-palkkien ja laipioiden laatuvarmuuden kehittäminen sekä work package -pisteen luominen.



Kuvio 9. Häiriöiden vähentäminen.

Tulospalkkiojärjestelmää on ehdotettu T-palkkien ja laipioiden laatuvarmuuden kehittämiseksi. Toisin sanoen tulospalkkio määräytyy sen mukaan, miten hyvällä prosentilla T-palkit ja laipiot ovat oikein koottuja ja ne täyttävät laatuvaatimukset.

### 9.2.5 Varastoinnin selkeyttäminen

Varastoinnin selkeyttämisellä tarkoitetaan välivarastoinnin uudistamista nykyaikaisemmaksi eli varastopaikkoihin lisätään leimauskoodit, jotta saadaan järjestelmään tarkka tieto varastoinneista. Lisäksi tulisi suorittaa varastointialueiden siivoamista ja uudelleenjärjestämistä lisätilan saamiseksi ja samalla on mahdollista määrittää jokaiselle välineelle oma varastointipaikkansa. Kuvio 10 esittää varastoinnin osalta parannuskohdet ja niiden nykyisen tilan, ja tilan, johon tulisi päästä.



Kuvio 10. Varastoinnin selkeyttäminen.

Tulospalkkiota on ehdotettu tämän tavoitteen osalta sen perusteella, kuinka hyvin 5S toimii. 5S -kierros olisi helppo laittaa yhteen turvakierroksen kanssa. Tulospalkkio voidaan jakaa yhteisesti koko lohkonkoonnille tai erikseen jokaiselle hallille. Se on mahdollista saada, jos kuukauden aikana ei ole tullut huomautuksia ennalta määrättyä määrää enempää, joka on sovittu hyväksyttäväksi määräksi yhden kuukauden aikana.

### 9.2.6 Arvoa tuottavan työn lisääminen

Arvoa tuottavan työn lisäämisen keinoja on esitetty kuviossa 11. Turhien häiriöiden vähentämisen lisäksi tulisi saada parannusta myös pienempiin asioihin, joilla kuitenkin on suurehko merkitys pitkällä aikavälillä tuotantoon.

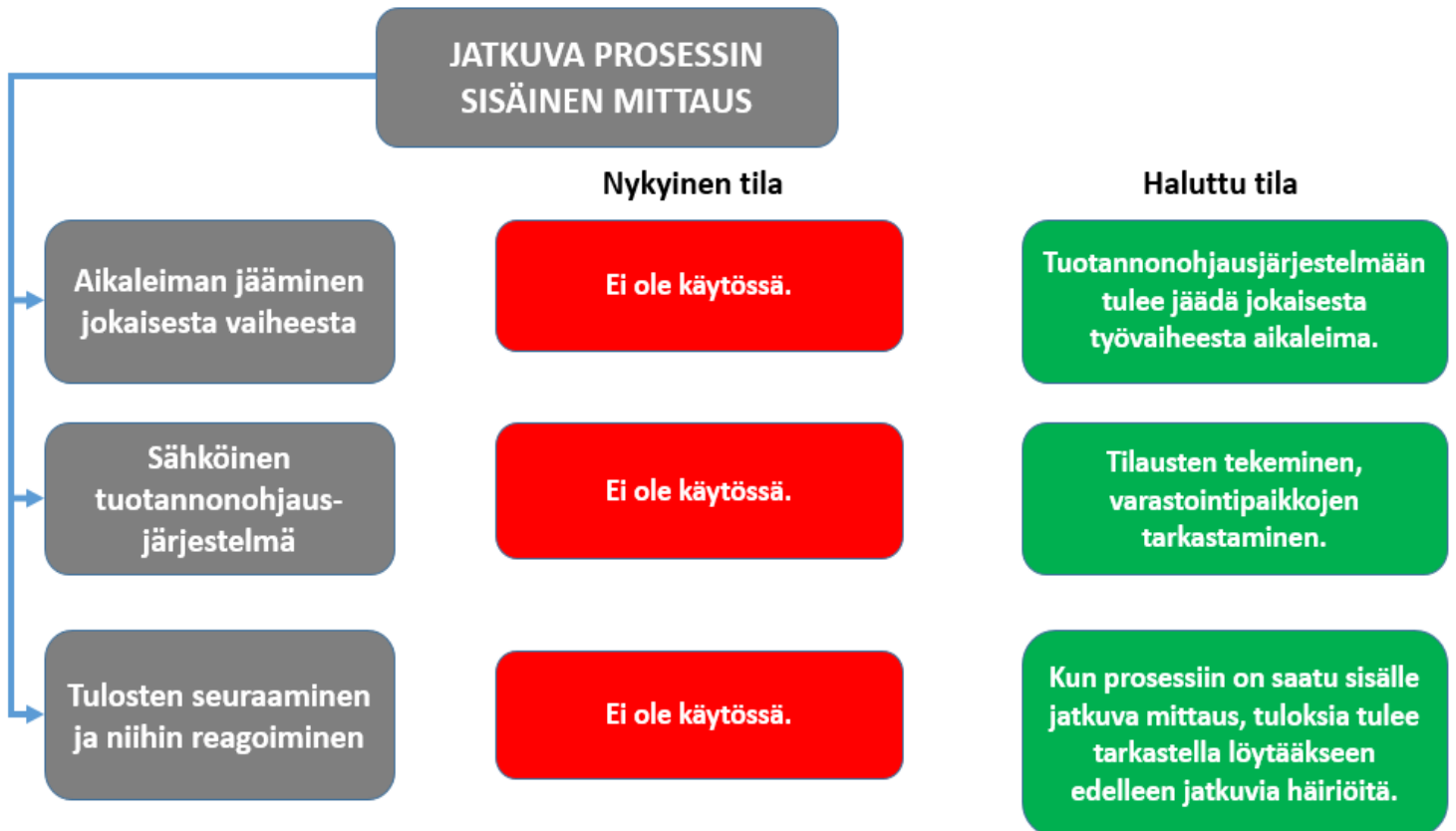


Kuvio 11. Arvoa tuottavan työn lisääminen.

Work package -pisteen avulla olisi mahdollista saada muun muassa vähennettyä lavojen sisällön selvittämiseen ja lavalta oikean osan etsimiseen käytettyä aikaa. Näyttöjen avulla levyseppien ylimääräistä aikaa vievä työ nopeutuu ja helpottuu, kun heillä on välittömästi käytössä 3D-kuvat lohkoista ja näytön avulla he voivat ilmoittaa heti mahdollisista osapuutteista järjestelmään.

### 9.2.7 Jatkuva prosessin sisäinen mittaus

Jotta tulevaisuudessa pystytään kehittämään tuotantoa ja seuraamaan tuotannon kehitystä, on tärkeää saada tarkkaa tietoa, mitä missäkin työvaiheessa tapahtuu sekä pysyä näkemään, missä on edistytty. Kuvio 12 esittää, millaisin keinoin jatkuva prosessin sisäinen mittaus saadaan kehitettyä tuotantoon.



Kuvio 12. Jatkuva prosessin sisäinen mittaus.

Tulevaisuudessa on tärkeää saada mitattua tuotannon toimivuutta ja vasteajan kehittymistä ilman erillisiä mittauksia. Tämä tarkoittaa, että aikaleiman tulisi jäädä tuotannonohjausjärjestelmään jokaisesta toimituksesta ja työtehtävästä, jolloin mittaus tapahtuu prosessin sisäisesti. Tuloksia tulisi tarkastella säännöllisesti, jolloin voidaan jatkuvasti nähdä mihin suuntaan kehitys tapahtuu ja minkälaiset ongelmat edelleen jatkuvat.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa lohkontuotantoon vaikuttavia häiriötekijöitä ja mitata, millaisia vaikutuksia tuotantoon näistä aiheutuu. Huomiota kiinnitettiin erityisesti osien toimituksiin liittyviin ongelmiin. Tuotannon kehittämistä tehokkaammaksi lähdettiin tutkimaan muun muassa Leanin ja siihen perustuvien metodien kautta. Kehittämismenetelminä käytettiin haastatteluja ja mittaustuloksia, jotka saatiin kaksi viikkoa kestäneen mittauksen aikana. Mittaus tapahtui koko lohkontuotannossa sellaisissa lohkoissa, joissa oli telakan omia työntekijöitä. Mittauksista tuli ilmi, että osien toimitusaikojen hajonta on aivan liian iso palvellakseen tarpeeksi hyvin lohkontuotantoa tulevaisuudessa tuotannon kasvaessa. Tuotantoon aiheuttavista häiriöistä merkittävin oli 10-hallin läpi nostettavat laatat muihin lohkonrakennushalleihin.

Mittaus otettiin hyvin vastaan työntekijöiden keskuudessa, koska ongelmat tiedostetaan jo entuudestaan ja työntekijät ovat halukkaita saamaan ylimääräiset tuotantoon vaikuttavat häiriötekijät poistettua häiritsemästä heidän työtään. Mittausta olisi ollut hyvä saada jatkettua pidempääkin kuin pelkästään kaksi viikkoa laajemman ja laadukkaamman tuloksen saamiseksi. Siitä huolimatta mittauksista saatiin hyvä suuntaa antava kuva, millaisista ja kuinka laajoista häiriöistä on kyse.

Toimitusaikojen saamiseksi haluttuun aikaväliin tulee saada välivarastointi osavalmistuksen ja lohkonkoonnin välille toimivaksi. Toimitusajat pitkittyivät enimmäkseen hävinneiden osien takia, koska tällä hetkellä ei ole käytössä mitään tietokantaa, johon osien varastointipaikat voitaisiin merkitä. Toimivan tuotannonohjausjärjestelmän avulla ja leimauskoodeja käyttämällä varastointipaikat saataisiin tarkasti kirjattua ylös ja sitä kautta myös toimitusajat nopeammiksi. Järjestelmän toimimiseksi sen tulee olla käytössä sekä osavalmistuksessa, kuljettajilla että lohkonkoonnissa. Pienempiin häiriötekijöihin tarttuessa pitää miettiä uudelleen nykyisiä toimintatapoja ja mahdollisia muutoksia niihin.

Tulevaisuudessa ei voida tyytyä pelkästään investointien ja toimintatapojen muutosten tuomiin parannuksiin, vaan täytyy kehittää prosessin sisälle jatkuvasti toimiva mittaus, joka olisi mahdollista sisällyttää tuotannonohjausjärjestelmään, kun jokaisesta työvaiheesta ja tapahtumasta jää aikaleima. Näin laajassa toiminnassa ei voida päästä häiriöttömään tilaan, mutta pitää pyrkiä silti minimoimaan tuotantoon vaikuttavat häiriöt. Kun on päällä jatkuvasti toimiva mittaus, voidaan jatkossakin nähdä sen aikaiset häiriöt se-

kä tarkistaa, miten aiemmat häiriöt ovat saatu korjattua. Tärkeimpiä tietoja, mitä mittauksesta saataisiin ilmi, on toimitusaikojen kehitys ja toimitusvarmuuden seuraaminen. Vastaavanlainen opinnäytetyö tai tutkimus tulisi tehdä myös jatkossa joko vuoden tai kahden päästä, jolloin voitaisiin verrata tuloksia ja nähdä tulevien toimintatapamuutosten ja sillä välillä tulleiden investointien vaikutukset tuotannossa.

## LÄHTEET

Dovre Group. 2016. Safran – Megaprojektien suunnitteluun ja hallintaan. Viitattu 29.3.2016. <https://www.dovregroup.com/fi/jarjestelmat/safran.html>

Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen. Tampere: Esa Print Oy.

Karjalainen, T & Karjalainen E. 2008. Six Sigma – Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Lahti: Aldus Oy.

Kirjavainen, M. Haastattelu 1.3.2016. Meyer Turku Oy.

Klami, L. Haastattelu 23.2.2016. Meyer Turku Oy.

Lean manufacturing tools. 2016. Poka yoke. Viitattu 30.3.2016. <http://leanmanufacturingtools.org/494/poka-yoke/>

Meyer Turku 2016a. Projektit. Viitattu 10.2.2016. Intranet.

Meyer Turku 2016b. Yritysprofili Meyer Turku. Viitattu 10.2.2016. Intranet.

Meyer Werft. 2016. Identifying with the Company. Viitattu 10.2.2016. [http://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft\\_de/werft/das\\_unternehmen/belegschaft/belegschaft.jsp](http://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/werft/das_unternehmen/belegschaft/belegschaft.jsp)

Neptun Werft. 2016. About the Shipyard. Viitattu 10.2.2016. [http://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft\\_de/werft/das\\_unternehmen/ueber\\_die\\_werft/ueber\\_die\\_werft\\_1.jsp](http://www.neptunwerft.de/en/neptunwerft_de/werft/das_unternehmen/ueber_die_werft/ueber_die_werft_1.jsp)

Nyholm, J. Haastattelu 24.2.2016. Meyer Turku Oy.

# Liite 1

## TOIMITUSAJAN MITTAUS

Lohkon nro	Työnjohtaja				Levyseppä		*Merkitse häiriöilappuun
	Tilatusaika (pvm/klo)	Puhelin (X)	Kasvotusten (X)	Toimitusaika (pvm/klo)	Häiriö toimituksessa (X) *		
Tilatut osat (osanumero)							

# Liite 2

## HÄIRIÖLAPPU

- | Syykoodi | Häiriön kuvaus  |
|----------|---|
| 1        | Osapuute, työ ei keskeydy<br>esim. yksi tai useampi osa puuttuu kokonaan, lohossa voidaan jatkaa muita levysepän töitä                          |
| 2        | Osapuute, työ keskeytyy<br>esim. yksi tai useampi osa puuttuu kokonaan, ja levysepän työtä ei voida jatkaa lohossa                              |
| 3        | Osatoimituksen sisällön selvittäminen<br>esim. koontipaikalle toimitettujen osien selvittäminen ja laskeminen (mitä osia tuli ja kuinka paljon) |
| 4        | Viallinen tai puutteellinen osa<br>esim. viimeistely tekemättä, taivutus tekemättä  |
| 5        | Tilanpuute koontipaikalla<br>esim. tarvittavia ja tilattuja osia ei voida tuoda lohkon viereen tilanpuutteen takia                              |
| 6        | Muu häiriö<br>kirjoita kuvaus häiriöstä, esim. nosturi ei toimi, hitsauslaite rikki, lohkon siirto, ylivienti tms.                              |

Lohkon nro

pvm	Syykoodi	Häiriön kuvaus (syykoodi 6)	Häiriöaika (h/min)	Moneen henkilöön vaikuttanut

