

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikan koulutus

2022

Niko Taipale

# MEYER TURUN TELAKAN PIHA-ALUEEN KUORMITUKSEN KEHITTÄMINEN

**TURKU AMK**   
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

2022 | 48 sivua

Niko Taipale

## Meyer Turun telakan piha-alueen kuormituksen kehittäminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli antaa selkeät työkalut ja toimet, joilla telakan pihan toimintaa voidaan alkaa kehittää tehokkaammaksi ja taloudellisemmaksi. Työn toimeksiantajana oli Meyer Turku Oy.

Työn ensimmäisessä osuudessa kuvaillaan soveltuvilta osin laivanrakennusprosessi, tuotannonohjaus sekä tuotannon kehitys. Toisessa osassa käsiteltiin pihan toiminnassa havaittuja kehittämiskohteita ja kehittämistapoja.

Työssä tuodaan esille useita kehityskohteita eri osissa piha-aluetta ja sen kuormitusta. Esimerkiksi aikataulujen, telakan alueiden ja välineiden kehittämistä ehdotetaan. Suurin osa kehitysehdotuksista on toteutettavissa pienillä investoinneilla, mutta vaikutuksiltaan suuremmat vaativat huomattavia investointeja.

Asiasanat:

Laivanrakennus, tuotannosuunnittelu, tuotannon kehitys, telakka

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2022 | 48 pages

Niko Taipale

## Improvement of Production Planning in the Yard Area of Meyer Turku Shipyard

The aim of this thesis was to give clear plans and tools, with which to begin improving the yard of a shipyard, for a more efficient and cost-effective production. The work was made for Meyer Turku Oy

In the first part of the thesis applicable parts of the shipbuilding process, production planning and production improvement are covered. The second part of the work deals with identified matters to improve in the yard, and how to develop them.

Several targets to improve in numerous areas of the yard were discovered. For example, scheduling, area utilization and equipment can be improved. Most of the proposals can be implemented with only small investments, but the most impactful developments require considerable investments.

Keywords:

Shipbuilding, production planning, production improvement, shipyard

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Laivatuotanto ja tuotannon kehittäminen</b>	<b>9</b>
2.1 Laivanrakennusprosessi	9
2.1.1 Suunnittelutoiminnot	9
2.1.2 Runkotuotanto	10
2.1.3 Varustelu	11
2.2 Tuotannonohjaus	14
2.3 Tuotannonkehitys	17
2.3.1 Varastoinnin kehitys	18
2.3.2 Lean	21
<b>3 Piha-alueen kehittäminen</b>	<b>26</b>
3.1 Aikataulutus	26
3.2 Logistiikka	29
3.3 Kuormitus	31
3.4 Piha	35
<b>4 Yhteenveto</b>	<b>36</b>
<b>Lähteet</b>	<b>37</b>

## Liitteet

Liite 1. Kuvat, kuviot ja taulukot.

Työn liitteet ovat salattuja

## **Kuvat**

Kuva 1. SAP Gantt-kaavionäkymä (SAP 2021). 17

## **Kuviot**

Kuvio 1. varastoidut suurlohkot verrattuna rungonkoonnin valmiuteen 13

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
GT	Laivan bruttovetoisuus. Lasketaan kaavalla $GT = K_1 \cdot V$ missä $K_1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} \cdot V$ ja $V$ = laivan suljettujen tilojen yhteenlaskettu tilavuus kuutiometreissä (IMO 1969)
IMO	International Maritime Organization
ERP	Enterprise Resource Planning, tuotannon ohjausjärjestelmä
CL	Center Line, laivan leveyssuunnassa keskellä oleva kuvitteellinen viiva mikä kertoo laivan keskikohdan
WERC	Warehousing Education and Research Council. Yhdysvalloissa toimiva logistiikan hallintaan keskittynyt ammattilaisorganisaatio (WERC 2021)

# 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on antaa selkeät työkalut ja toimet, joilla Meyer Turun telakan pihan toimintaa voidaan alkaa kehittää tehokkaammaksi ja taloudellisemmaksi. Tarkoituksena on antaa telakalle selkeä ja teoriaan pohjautuva suunnitelma telakan pihan ja varustelun tuotannosuunnittelun kehitykseen sekä piha-alueen logistiikan ja tilan tehokkaampaan käyttöön.

Työssä vastataan kysymykseen: Voidaanko telakan piha-alueen toimintaa tehostaa käyttämällä Lean-teoriaa? Lean on valittu ajavaksi ajatukseksi, koska telakalla on käynnissä Meyer Transformation -kehitysprojekti, jonka alla on aloitettua jo lukuisia lean-filosofiaan pohjautuvia kehityshankkeita.

Telakoiden tilankäytön ja materiaalivirtojen tehostamista on tutkittu yliopistotasolla hieman tuntemattomammissa laivanrakennusmaissa, kuten Intiassa ja Brasiliassa. Myös tämän hetken toiseksi suurimmassa laivanrakennusmaassa Etelä-Koreassa on tutkittu aihetta, mutta esimerkiksi suomalaista tutkimusta aiheesta ei ole saatavilla.

Suurin tähän mennessä telakalla rakennettu laiva on 225,282 GT:n Allure of the Seas, jonka kölinlasku oli 31.3.2008 ja luovutus 28.10.2010 (DNV GL 2021). Uudessa ICON 1 -laivassa suunniteltu kölinlasku oli tammikuussa 2020 ja luovutus huhtikuussa 2022. Icon 1:n rungonkoontiin on siis varattu noin 4 kuukautta vähemmän aikaa kuin saman kokoluokan Allure of the Seas -laivalle.

Aikataulun lyheneminen yhdistettynä laivan kokoon ja monimutkaisuuteen aiheuttaa suurta painetta tehostaa telakan prosesseja, jotta projekti pystytään toteuttamaan aikataulussa.

Painetta kehittää telakan toimintoja tuo myös Costa Smeraldan kahden kuukauden myöhästymisen vuoden 2019 joulukuussa (Cruise Industry News 2019).

Huolimatta COVID-19:n aiheuttamasta risteily-yritysten arvon 70–80 %:n laskemisesta (Giese 2020) tulevaisuuden ennuste on, että ala jatkaa kasvua pandemian jälkeen (Ito ym. 2021).

Telakalle COVID-19 aiheutti laivojen aikataulujen siirtämistä eteenpäin tilaajien toiveesta.

Tässä työssä käsitellään ensin tuotannonohjausta ja sen jälkeen laivanrakennusta esittelemällä laivanrakennusprosessi. Lean-teoriasta esitellään teorian, 5S:n ja kapeikkoajattelun pääperiaatteet. Lopuksi työssä käsitellään nykytilanne, miten sitä voidaan kehittää ja mitä kehityksellä haetaan.

Meyer Turku Oy on Meyerin perheen omistama ja yksi Euroopan johtavista laivanrakennusyhtiöistä. Yhtiö on erikoistunut rakentamaan innovatiivisia ja huipputeknologisia risteilyaluksia, matkustaja-autolauttoja ja erikoisaluksia. Meyer Turku Oy työllistää yli 2000 työntekijää ja laivojen tilauskanta jatkuu aina vuoteen 2025 asti (Meyer Turku Oy 2021).

Turun Pernossa sijaitseva telakka perustettiin vuonna 1973 (Meyer Turku Oy 2021). Nykyisille omistajille se siirtyi STX-europelta vuonna 2014 yrityskaupan seurauksena (Hjelt 2014).



## 2 Laivatuotanto ja tuotannon kehittäminen

### 2.1 Laivanrakennusprosessi

#### 2.1.1 Suunnittelutoiminnot

Laivatilaus lähtee käyntiin myyntiprosessista, missä tarkoituksena on saada laivasopimus esittämällä tilaajalle hinta-arvio ja karkea suunnitelma laivan rakentamisesta telakalla. Myynti koostuu karkeasti kolmesta vaiheesta: Kyselyvaiheessa analysoidaan tilaajan tekemä kysely laivan rakentamisesta, indikaativaiheessa laaditaan erittely ja yleisjärjestely sekä alustavat hintalaskelmat ja toteutussuunnitelmat, tarjousvaiheessa määritetään hinta- ja rahoitustiedot, luovutusajankohta ja myyntiprosessin lopullinen tekninen määrittely. Prosessin päätteeksi on siis neuvoteltu laivan yleisjärjestely ja pitkä erittely. Yleisjärjestely on käytännössä laivan pohjapiirros ilman teknisiä yksityiskohtia ja erittelyssä on lueteltu laivan tekniset laitteet, niiden toimittajat ja mallit. (Nurmi 2014, 19–23.)

Kun tilaussopimus on tilaajan kanssa solmittu alkaa perussuunnittelu (PES). Sen tavoitteena on tuottaa tekninen aineisto. Aineiston perusteella haetaan tilaajalta, luokituslaitokselta ja viranomaisilta hyväksyntä suunnitellulle konstruktiolle, eli perussuunniteluaineiston avulla arvioidaan sopimuksen mukaisen laadun ja suoritusarvojen toteutumista. (Nurmi 2014, 26–27.)

Perussuunnittelu jaetaan selkeisiin suunnittelukokonaisuuksiin koordinoinnin helpottamiseksi ja tilatyypeittäin luodaan perusratkaisut, joita hyödynnetään vastaavissa tiloissa. Pohjana suunnittelulle käytetään sopimusaineistoa liitteineen ja lippuvaltion, yleissopimusten sekä luokituslaitoksen sääntöjen vaatimuksia. Suunnittelussa myös hyödynnetään vastaavien aiempien projektien kokemuksia, myyntiprosessin aikana tehtyä alkusuunnittelua ja valmistussuunnittelu- ja tuotantopalautteita. (Nurmi 2014, 26–27.)

Perussuunnitteluaineiston pohjalta ryhdytään tekemään valmistussuunnittelua (VAS). VAS toimittaa tuotannolle suunnitteluaineiston, minkä pohjalta itse laivan rakennus voidaan aloittaa (Nurmi 2014, 28).

Työsuunnittelu jalostaa toteutusvaiheessa aiemmat suunnitelmat työpaikkakohtaisiksi kuormitus- ja hienosuunnitelmiksi tuotannon toteutettavaksi. Työsuunnittelijoiden toimesta tehdään myös tarvittavien materiaalien saatavuuksien varmistus ja keräilyjen aloitus. (Nurmi 2014, 33.)

Valmistussuunnittelussa kootaan yhteen usean eri osaston luomat suunnitelmat, jotka ovat Luokituspiirustukset (Class drawings) luokitussuunnittelusta, Järjestelytiedot (Initial Data) PES-suunnittelijoilta, Aukkotiedot (Opening Data) VAS-suunnittelijoilta, Rakennustapa ja aikataulut toiminnansuunnittelusta ja tuotannonohjauksesta ja työsuunnittelu (work planning) työsuunnittelulta (Nurmi 2014, 28).

### 2.1.2 Runkotuotanto

Runkotuotannon tuote on tilaajan hyväksymä, vesillelaskukelpoinen laivan teräsrunko. Se kootaan varustelluista, pintakäsitellyistä ja tarkastetuista lohkoista rakennustavan määrittelemällä tavalla (Nurmi 2014, 31).

Fyysinen laivanrakennus alkaa osavalmistuksesta, missä tarkoituksena on valmistaa osat, jotka tarvitaan laivan teräsrunгон rakentamiseen. Osavalmistus välivarastoi ja esikäsittelee runkomateriaalit ja tuottaa leikattuja ja/tai taivutettuja kaksiulotteisia levy- ja profiiliosia. Osakoonnissa tuotetaan usean tuoteperheen tuotteita. Ne ovat esikoottuja, osin varusteltuja kaksi- tai kolmiulotteisia osakokonaisuuksia. (Nurmi 2014, 34.)

Osavalmistuksen jälkeen on lohkonkoonti, missä nimensä mukaisesti edellisessä vaiheessa valmistetuista osista rakennetaan lohko. Lohkolla tarkoitetaan leveydeltään joko laidasta laitaa, tai laidasta laivan leveyssuuntaiseen keskikohtaan – CL:ään ja pituudeltaan tuotantotilojen fyysisen koon rajoittamaa yhtä kannen osaa. Tarkoituksena on asentaa kannen

palaan kaikki alapuoliset teräsrakenteet ja koonti tapahtuu kannen yläosa kohti lattiaa, jotta asennus voidaan suorittaa alaspäin turvallisemmin ja kustannustehokkaammin.

Suurlohkokoonnissa kasataan lohkonkoonnin toimittamat lohkot ja mahdolliset osavalmistuksen toimittamat osat rakennustavan mukaisesti suuremmaksi kokonaisuudeksi, eli suurlohkoksi. Valmis suurlohko viedään normaalisti seuraavana maalattavaksi (Nurmi 2014, 35).

Lopullisen muotonsa terärunko saavuttaa rakennusaltaassa rungonkoontivaiheessa, minne nostetaan maalatut ja halutulle tasolle varustellut suurlohkot rakennustavan mukaisesti.

Runkotuotanto on myös vastuussa lohkovalmistusvaiheessa suoritettavasta varustelusta, runkotuotannon aikaisen työvaiheketjun koordinoinnista ja myös pintakäsittelystä (Nurmi 2014, 36).

### 2.1.3 Varustelu

Varustelun kokonaistavoitteena on asentaa ja käyttöönottaa kaikki teräsrunkoon kuulumaton osuus laivasta. Osasto on jaettu kone-, LVI-, sisustus-, hytti- ja sähkövarusteluun. Laiva on jaettu alueisiin, joista jokin varustelun osa vastaa. Nämä alueet eivät seuraa lohkojen rajoja, vaan laivan pohjapiirroksen mukaisia loogisia kokonaisuuksia, esimerkiksi huoneita, jonka takia lähes jokaisessa lohossa on useita eri varustelun alueita.

Kun lohko valmistuu lohkonkoonnista, se kuljetetaan lohko-varustelupaikalle. Siellä suoritetaan ennen maalausta erillinen varustelujakso (EMV-jakso), missä siihen asennetaan kattoon tulevat komponentit, kuten ilmanvaihtoputket ja ilmanvaihtokanavat, kannakkeet, villapiikit ym. varustelulle kuuluvat osat, jotka ennen maalausta on järkevää asentaa. Kaikki hitsaus ja muu maalaus pintaa pilaava varustelu pyritään suunnittelemaan EMV-jaksoon.

Jos rakennustapa määrittää, että lohko maalataan lohkona, sille on varattuna JML-jakso lohkovarustelualueelta, missä loput varustelusta ennen aluevaihetta tehdään.

Lohkovarustelussa lohko on vielä ylösalaisin, koska kattoon tehtävä työ on turvallisempaa ja tehokkaampaa tehdä alaspäin (Storch ym. 1995, 86).

Valmiiksi kootun suurlohkon varusteluvaihe on maalauksen jälkeinen erillinen suurlohkovarustelu, JMS. Silloin suurlohkoon nostetaan kaikki ne komponentit, jotka eivät tarvitse pukkinosturia ja varustelutaso nostetaan niin korkeaksi kuin mitä ulkotiloissa pystytään. Usein rajoittava tekijä JMS-vaiheen varustelussa on suurlohkon runkoon nostavan pukkinosturin painoraja.

Rungonkoonnin aikana ja laivan vesillelaskun jälkeen tehtävää varustelua kutsutaan aluevarusteluksi, ja sen aikana alueet viimeistellään ja saatetaan tilaajalle luovutusvalmiiksi.

Tässä työssä ei käsitellä käyttöönottoa, takuuta eikä tukiprosesseja logistiikkaa lukuun ottamatta, koska ne eivät vaikuta pihan toimintaan.

Jos lohkon tai suurlohkon arvoa lisäävien jaksojen välissä on tyhjää tilaa, se on silloin varastovaiheessa odottamassa, kunnes se voidaan kuljettaa seuraavaan arvoa lisäävään vaiheeseen.

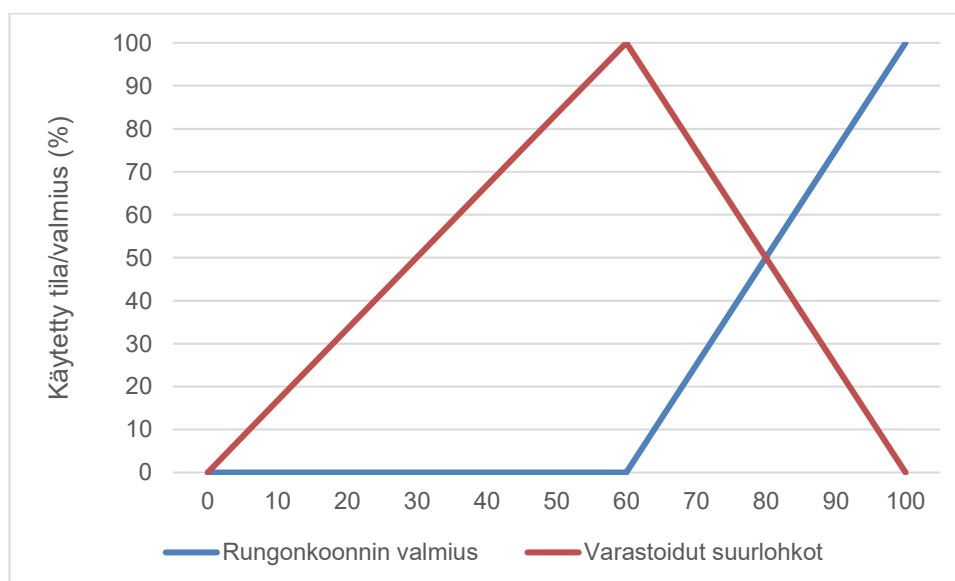
Rungonkoonnin tuottavuus on pitkälti riippuvainen suurlohkojen varastoinnista. Teoriassa paras tuottavuus saavutetaan, kun suurlohkot valmistuvat juuri oikeaan tarpeeseen. Se mahdollistaisi pienemmän telakka-alueen, kun suurlohkoja ei tarvitsisi varastoida poissa tuotantotiloista, säästäisi kuljetusresursseja suurlohkojen kulkiessa suoraan tuotannosta rungonkoontiin ja loisi myös painetta tuotannon kehittämiseen, jotta suurlohkot valmistuisivat samaa vauhtia kuin runko kasataan rakennusaltaassa. Tuotannon ohjauksessa täytyy kuitenkin ottaa huomioon kuinka eri työvaiheet vaativat eri määrän työtä. Laivan rungon valmistumiseen tarvittavasta työstä osavalmistus on 10 %, osakoonti, lohkonkoonti ja suurlohkonkoonti 50 % ja rungonkoonti 40 %. Rungonkoonti voidaan aloittaa vasta, kun edellinen laiva on poistunut

rakennusaltaasta, mutta tuotanto täytyy silti pitää mahdollisimman tasaisena. Tuotannontasaus työntekijöiden työpistettä vaihtamalla ei myöskään ole kovinkaan tuottavaa. Osavalmistuksessa vaaditaan täysin eri taitoja kuin lohkonkoonnissa, missä tarvitaan täysin eri taitoja kuin rungonkoonnissa. Kustannusmielessä aika rakennusaltaassa ja pukkinosturin käyttö on kallein työvaihe, minkä takia vaihe halutaan mahdollisimman lyhyeksi. (Storch ym. 1995, 296.)

Edellä mainittujen seikkojen takia telakoiden rakennusaltaat on suunniteltu kokoamaan runko vesillelaskukelpoiseksi mahdollisimman nopeasti – nopeammin kuin mitä suurlohkokoonnista valmistuu lohkoja. Tämän takia telakka-alueella täytyy olla tilaa varastoida noin 40–60 % laivan lohkoista ennen rungonkoonnin alkua ja suurlohkokoonnilla resursseja rakentaa loput suurlohkot, laivan koosta ja tyypistä riippuen, 2.5–4 kuukaudessa, jotta voidaan varmistaa runkoon nostojen keskeytymätön edistyminen. (Storch ym. 1995, 296.)

Kuviossa 1 on pihalla varastoitujen suurlohkojen määrä verrattuna rungon kokoamisen valmiuteen.

Kuvio 1. varastoidut suurlohkot verrattuna rungonkoonnin valmiuteen



Koska suurlohkojen varastoinnin tarve muuttuu projektin vaiheen myötä, sen suunnittelu on dynaamista ja vaatii päivittäistä seuranta ja kokonaistilanteen- ja aikataulun päivittämistä. Ennen rungonkoonnin aloittamista suurlohkoille varastointiin varattua tilaa joudutaan rungon edistymisen myötä määrittämään muuhun käyttöön ja jälleen uudelleen määrittää uusien lohkojen valmistuessa. Tärkeää on myös seurata aikatauluja – valmistuvatko lohkot ajallaan, vai onko uhkana jäädä suunnitellusta aikataulusta jälkeen. Suunnittelussa täytyy myös ottaa huomioon jokaisen suurlohkon koko ja paino, koska kaikki suurlohkot eivät mahdu kaikkialle eikä maaperä kestä kaikkialla telakka-alueella painavimpia suurlohkoja. (Storch ym. 1995, 296.)

Suurlohko- ja lohkovarastoinnin suunnitelmassa määritellään nimensä mukaisesti, minne lohkot ja suurlohkot telakan alueella varastoidaan. Suunnitelma tarkistetaan aina sen jälkeen, kun runkoon nostetaan lohko tai suurlohko, mutta vähintään kerran viikossa. Kun kaikki varastointitila on käytössä, pitää rungonrakennuksen aikataulu tarkistaa ja muuttaa tarvittaessa. (Storch ym. 1995, 291.)

Tilan käyttöä pihalla seurataan käsin täytettävällä suunnitelmalla. Siinä on pihan jokainen ruutu, ruudun nimi, mitä ruudussa on, milloin se saapuu ja milloin lähtee.

Suuri osa telakan pinta-alasta on siis varasto, mitä pitäisi katsoa väliaikaisena paikkana varastoida inventaariota ja puskurina toimitusketjun eri osien välissä. Sen ainoa tarkoitus on vastata sisäisen asiakkaan, tässä tapauksessa rungonkoonnin, tarpeeseen saada suurlohkoja oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan kustannustehokkaasti. (Richards 2018, 1.)

## 2.2 Tuotannonohjaus

Laivan rakennus vaatii valtavan määrän raaka-aineita, tuhansittain komponentteja, tuhansien komponenttien valmistuksen, tuhansien osien valmistamisen raaka-aineista ja lopuksi kokoamisen kaikista komponenteista ja osista. Tämän takia tuotannon suunnittelu on erittäin monimutkaista ja hyvin

tarkkaa. Tuotannosuunnittelun tehtävänä on vastata kysymyksiin ”mitä, missä, milloin ja missä järjestyksessä”. Yleissääntönä laivanrakennuksessa voidaan myös pitää, että mitä aikaisemmassa vaiheessa työ tehdään, sitä halvemalla ja turvallisemmin se tehdään. Sen takia voidaan katsoa, että tuotannon suunnittelun tärkein tavoite on tehdä työstä mahdollisimman yksinkertaista ja kaikki tilaisuudet siirtää työtä aikaisempiin työvaiheisiin täytyy hyödyntää tuottavuuden parantamiseksi. Se kuinka hyvin työn suunnittelu onnistuu, riippuu täysin siitä, kuinka hyvin suunnittelu ja tuotanto keskustelevat keskenään perussuunnittelusta aina projektin loppuun saakka. (Storch ym. 1995, 4, 259.)

Tämä aiheuttaa suurta painetta kaikille eri tuotannon osastoille tehdä työtä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, vaikei tekeminen olisi yleissuunnitelmallisesti järkevää. Esimerkiksi lohkon asennetaan lohkovarusteluteltassa eristysvillat, jotka lohkon kuljetuksen aikana kastuvat ja joudutaan vaihtamaan suurlohkokoonnissa.

Laivat, kuten muut yksilöivät tuotteet, ovat uniikkeja ja läpimenoajaltaan pitkiä minkä takia niitä ohjataan projektina (Jacobs ym. 2018, 9).

Projektin toteuttaja on asiakas eli laivan tilaaja. He investoivat projektiin ja sen tuloksena syntyvään tuotteeseen. Odotus investointiprojektilta on merkittävä hyöty, varsinkin jopa yli miljardin maksavissa laivaprojekteissa. Siksi tilaaja valmistautuu projektiin perusteellisilla tavoitemäärittelyillä, toteutettavuusanalyysillä, investointilaskelmilla ja muilla selvityksillä. Asiakas on myös luonnollisesti kiinnostunut seuraamaan projektin etenemistä, mitä varten on tehty oma projektisuunnitelma, nimetty projektipäällikkö ja perustettu oma projektiorganisaatio. (Arto ym. 2006, 17.) Projekteissa päähuolenaiheena on yleensä ajan hallinta suhteessa kustannuksiin ja projektijohdon tavoitteena onkin ylläpitää jatkuvaa kokonaiskuvaa keskeneräisen projektin valmistumispäivämäärästä ja kustannuksista (Jacobs ym. 2018, 9). Prosessin yksittäisten osien aikataulun pystyy tuotannosuunnittelu parhaiten kertomaan.

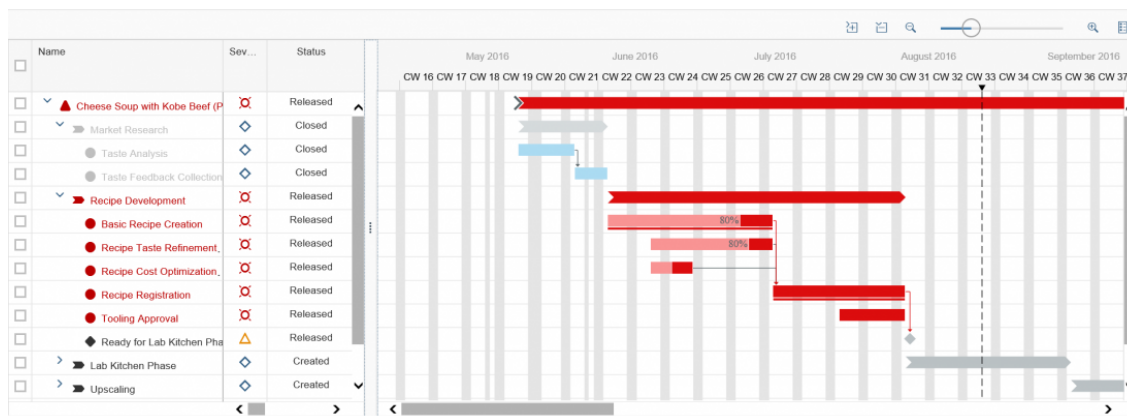
Teollisen tuotannon suunnittelulla on tuotantoympäristön ja sen johtamisjärjestelmien takia hierarkkisesti karkeimmasta yksityiskohtaisimpaan

järjestetyt työkalut. Ylimpänä on master production schedule (MPS). MPS määrittää, mitä tuotteita on tehtävä tulevaisuudessa, jotta ennusteet ja/tai konkreettiset tilaukset täytetään. Seuraavana on material resource planning (MRP), jonka tehtävänä on "räjäyttää" MPS:n määrittämät tuotteet ja listata mitä materiaaleja ja komponentteja tuotanto suunnitelman toteuttaakseen tarvitsee. MRP:stä saatavilla tiedoilla pystytään tekemään tarkka työasemakohtainen suunnitelma. Tässä suunnitelmassa täytyy näkyä jokapäiväisetkin asiat, kuten työn aloitus ja valmistuminen sekä mahdolliset laiterikot, työntekijöiden poissaolot ja muut ongelmatilanteet. Tarkka aikataulusuunnitelma on usein saatavilla reaaliaikaisena ERP-järjestelmästä. Heti saatavilla oleva ja todenmukainen data on erityisen tärkeää monimutkaisille tuotantoprosesseille ja projektijohdolle, missä vaaditaan nopeaa reagointia muuttuviin määriin, suunnitelmiin tai aikatauluihin. Jotkin yritykset ovat onnistuneet integroimaan MRP:n mahdollistaman lähestymistavan projektinhallinnan ongelmien hoitoon. Tämä on varsinkin tehokasta suunnittelun ja tuotannon kokonaisuuden suunnittelussa ja hallinnassa. (Jacobs ym. 2018, 6–7, 9.)

Yritykset, jotka tuottavat yksityiskohtaisia materiaalisuunnitelmia MRP:n pohjalta pystyvät luomaan yksityiskohtaisia kapasiteettisuunnitelmia capacity requirement planning (CRP) -tekniikalla. Sen tuottamat yksityiskohtaiset ja ajan mukaan vaiheistetut materiaalisuunnitelmat muodostavat perustan aikapohjaisen tilavaatimuksen laskennalle. CRP:n käyttämää dataa on keskeneräisen työn määrä, materiaalin reititys, saapumiskuittaukset ja suunnitellut materiaalityötilaukset. Tekniikan tuottamalla informaatiolla voidaan päätellä koneiden kuormitus ja henkilöstön tarve seuraavasta muutamasta viikosta aina vuoteen (Jacobs ym. 2018, 302.)

Telakalla käytössä oleva SAP ERP -järjestelmä sisältää kaikki edellä mainitut työkalut. Tuotannon suunnittelussa käytetään pääasiassa ERP:n Gantt-kaavionäkymää, josta esimerkki kuvassa 1.





Kuva 1. SAP Gantt-kaavionäkymä (SAP 2021).

Risteilylaivojen rakennus eroaa useista muista teollisuudenaloista, siten ettei yhtäkään laivaa tehdä varastoon. Laivaa aletaan suunnitella heti myyntiprosessin alussa (ks. luku 2.1.). Tilaaja ja valmistaja suunnittelevat ensin mitä halutaan ja sen jälkeen valmistaja valmistaa tuotteen ostetuista materiaaleista osista ja komponenteista. Kirjallisuudessa tätä tuotantotapaa kutsutaan nimellä engineer-to-order (ETO) (Jacobs ym. 2018, 43). Tavan suurin poikkeavuus 'tavallisempiin' on, että esimerkiksi suksitehdas keskittyy vastaamaan tarpeeseen jo hyllystä löytyvällä tuotteella, eli päätavoite on ennustaa tulevaa kysyntää ja valmistaa etukäteen mahdollisimman tarkasti kysyntää vastaava määrä tuotteita. Kun taas ETO-ympäristössä pitää suunnitteluresurssi olla valmiina käytettäväksi, sillä koskaan ei voi olla varma mitä asiakas tällä kertaa haluaa valmistettavan. Siispä vain suunnitteluresurssi tarvitsee reserviä, jotta suunnittelu voi alkaa kauan ennen tuotannon aloitusta.

Käytännön laivanrakennuksessa ETO-ympäristö tarkoittaa, ettei esimerkiksi kaikki lohkotuotannon tarpeet ole tiedossa, ennen kuin valmistussuunnittelu saa työnsä valmiiksi noin kuukausi ennen tuotantovaiheen aloitusta.

### 2.3 Tuotannonkehitys

Telakan piha-alueella on kaksi asiakasta. Ensinnä seuraava rungonrakennuksen työvaihe, mille pihalla oleva tuote on varastossa valmiina

vastaamaan heidän tarpeeseensa ja toisaalta varustelu, jolle piha-alue luo arvoa lisäävän työn edellytykset antamalla tuotantotilaa. Pihan kaksoisroolin takia kappaleessa käydään tuotannon kehittämistä arvoa lisäävän työn ja varastointitoiminnan kehityksen kautta.

### 2.3.1 Varastoinnin kehitys

Fyysisen varaston hallinnan 6 peruseriaatetta ovat (Richards 2018, 53)

- tarkkuus
- kulujen hallinta
- siisteys
- tehokkuus
- turvallisuus
- turvatoimet.

Turvatoimet on ulkoistettu telakan osalta vartiointiyritykselle ja olettamuksena on, ettei telakan porttien sisäpuolella ole asiattomia henkilöitä.

Richardsin (2018, 53) mukaan varaston hallinnassa pitäisi keskittyä mittaamaan neljää eri osa-aluetta, jotka ovat

- luotettavuus
- joustavuus
- kulut
- resurssien käyttöaste.

Luotettavuus sisältää ajallaan olevan toimituksen, tarpeen täyttöasteen ja tarkkuuden. Joustavuutta kuvaa tilausyökin aika, sillä se sisältää kaikki asiakastilauksen prosessista, kuten miten tilauksen toimittamisen aloitus hoidetaan, onko tarvittava tuote varastossa, ja lopuksi, kuinka nopeasti tilaus voidaan toimittaa asiakkaalle. (Richards 2018, 366.)

Laivanrakennuksessa joustavuutta on vaikea mitata edellä mainitulla mittarilla, koska prosessissa tilaukset ovat heti tuotannon alkaessa tiedossa ja kun muutoksia suunnitelmiin tulee, on vastaamista vaikea mitata.

Huolimatta mitattavuudesta nykypäivän nopeasti liikkuvassa varastoympäristössä täytyy olla joustava, reagoida nopeasti kiireellisiin pyyntöihin ja helposti vaihtaa prioriteetteja. Monet eri tehtävät vaativat valvomista, suorittamista ja joiden aikamääreet luovat stressiä ja paineita. Varaston hoidossa vaaditaan myös laajaa osaamista kaikista yrityksen osa-alueista ja käytännöistä. (Richards 2018, 72.)

Kulujen mittari on niiden prosentuaalinen osuus myynnistä ja tuottavuus vastaan tehdyt tunnit. Resurssien käyttöastetta voi tarkkailla, sillä miten tehokkaasti tiloja, kuljetuslaitteita, henkilöstöä ja varastointivälineitä käytetään. Tilojen käyttöastetta mitataan normaalisti lattiatilan käyttöasteella. Realistisemmän kuvan käytöstä antaa kuitenkin tilan kuutiometrien käyttö. Jotkin yritykset seuraavat lavojen määrää verrattuna lavapaikkojen määrään. (Richards 2018, 366.)

Varaston käyttöasteen ylittäessä 86 % alkaa tuottavuus ja turvallisuus eksponentiaalisesti heikentyä jokaisen lisäprosenttiyksikön myötä. Täysin reaaliaikaisesti ja tarkasti hallinnoidut varastot kokeneella varastotiimillä saattavat pystyä toimimaan 90 % käyttöasteella. Kuitenkin sääntönä tuottavuus heikkenee huomattavasti, kun tila on vähissä. Kriisiytyneessä tilanteessa on materiaalin koordinointi ensin pois varastosta ja sen jälkeen uuden materiaalin tuonti sisään tärkeintä, sillä muuten muodostuu suuria pullonkauloja. (Richards 2018, 366.)

Jotta asiakkaalle pystytään tuottamaan tämän tarvitsemaa palvelua, täytyy ensinnä ymmärtää asiakkaan vaatimukset ja toisaalta palvelun tuottaman yrityksen ja varaston rajoitteet. Kun varaston suorituskyky tunnetaan, tunnetaan myös sen rajoitteet. Suorituskyky on laaja termi, joka kattaa kokonaisuutena sekä taloudellisen-, että toiminnallisen puolen. Korkean suorituskyvyn varasto-operaatioista Richards (2018, 367) käyttää seuraavia kriteereitä:

- korkean laadun operaatiot eivät haaskaa aikaa tekemällä asioita uudestaan, eivätkä sisäiset asiakkaat koe häiriötä puutteellisesta palvelusta
- nopeat operaatiot varmistavat nopean läpimenoajan tilauksille
- luotettavat operaatiot toimittavat tarkalleen siten, miten on suunniteltu. Se poistaa kalliit häiriöt ja mahdollistaa ympärillä tapahtuvien mikro-operaatioiden toteutumisen tehokkaasti.
- joustavat operaatiot mukautuvat muuttuvaan toimintaympäristöön nopeasti ja häiritsemättä muita toimintoja
- alhaisten kustannusten operaatiot johtavat korkeampaan voittoon ja mahdollistavat yrityksen tuotteen myymisen kilpailukykyisellä hinnalla.

Kun suorituskykyä mitataan, on tärkeää ymmärtää aina ottaa huomioon ainakin kaksi asiaa (Richards. 2018, 367.)

- Kuinka suoriudutaan asiakkaalle tärkeimmästä asiasta, eli kuinka monta täydellistä toimitusta on tehty verrattuna tilausten määrään
- Kuinka suoriudutaan varastolle tärkeimmästä asiasta, eli kuinka kustannustehokkaasti toimitaan.

Ajallaan lähetettyjen toimitusten kaava on

$$\frac{\textit{Tilaaajan toiveiden mukaan tehdyt toimitukset} \cdot 100}{\textit{Kaikki vastaanotetut toimitustilaukset}}$$

Warehousing Education and Research Council, WERC pitää parhaana viitearvona vähintään 99,9 % lukua ja mediaanituloksena 99,0 %

Yhdysvalloissa 12 eniten käytettyä mittaria suorituskyvyn mittaamisessa ovat (Richards. 2018, 376.):

- keskimääräinen varastotilan käyttö
- tilauksen tarkkuus, eli onko lähetetty oikeaa materiaalia oikea määrä
- varastotilan korkein käyttöaste
- osa-aikainen työvoima verrattuna kokoaikaiseen
- ylityötunnit verrattuna kokonaistyötunteihin

- vuokratyövoima verrattuna kokonaistyövoimaan
- tilauksen lähtövalmius ajallaan
- muihin kuin omiin töihin koulutuksen omaavan työvoiman prosentuaalinen osuus
- varastotilanteen tarkkuus
- ilman vaurioita saapuneiden lähetysten osuus.

### 2.3.2 Lean

Lean-valmistuksen syntypaikka on Japani, missä ennen toista maailmansotaa perustetun Toyota Motor Corporationin päätuotantoinsinööri Taiichi Ohno sai tehtäväkseen nostaa yrityksen tuottavuutta. Ongelmana yrityksellä oli pääoman lähes täydellinen puuttuminen ja vanhentunut konekanta. Ohnon piti siis keksiä toimenpiteitä, millä saatiin tehtyä enemmän vähemmällä. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Lean-ajattelun perimmäinen tarkoitus on tehdä operaatioista siistejä ja virtaviivaisia sekä poistaa arvoa lisäämättömät prosessit. Kaikenlainen odottelu on yksi isoimmista ja kalleimmista hukista. Yksi teoria on, että piilossa oleva hukka on vastuussa 80 %:sta menetetyistä ajasta, mutta siihen käytetään vain 20 % johdon ongelmanratkaisun ajasta. (Richards 2018, 63, 66.)

Lean-tuotantoa lähdetään tehostamaan kahdeksan aikahukan, japaniksi muda, eliminoinnin kautta:

Kuljetus – ihmisten, tuotteiden, informaation ja laitteiden turha liikkuminen

Varastointi – erilaisten osien, palojen ja dokumentaation varastointi ennen tarvetta, tai vanhentuneiden kappaleiden säilytys

Siirtyminen – kiertäminen, käännökset, kurottelu, nostelu otettaessa kappaleita

Odottaminen – pullonkaulat prosessissa

Ylituotanto – liiallinen varastointi

Yliprosessointi – turhien työvaiheiden suorittaminen

Virheet – hukka-aika mikä menee virheiden korjaamisessa

Hyödyntämätön potentiaali – työntekijöiden taitojen huono hyödyntäminen, mukaan lukien, ettei lainata tekijöitä muihin toimintoihin tarvittaessa. (Richards 2018, 67.)

5S on Leanin osana oleva menetelmä, jonka avulla voi vastata tilan ahtauteen, suuriin varastoihin, epäjärjestykseen, pitkiin selvittelyaikoihin ja pitkään läpimenoaikaan työn hoidossa. Se on viisiportainen Japanista lähtöisin oleva työympäristön organisointimenetelmä, jonka avulla oma työpiste organisoidaan toimivaksi. Menetelmä on usein väärin ymmärretty ja sitä on pidetty siivousohjelmalla tai lyhytaikaisena parannusohjelmalla. Oikein toteutettuna 5S on kuitenkin jokapäiväinen omaan työhön kuuluva toimintamalli. Sen tarkoituksena on lyhentää läpimenoaikaa ja saada virtaus nopeammaksi. (Väisänen 2013.)

Nimensä mukaan 5S:ssä on viisi, japanin kielen sanoista tulevaa eri osaa:

Seiri, eli lajittelu keskittyy poistamaan kaikki tarpeettoman asiat työalueelta. Se voi tarkoittaa vanhentunutta ja vahingoittunutta varastoitua materiaalia, ylimääräisiä esineitä, viallisia laitteita, rikkiäisiä lavoja, pakkausjätettä ynnä muuta roskaa. Se voi myös tarkoittaa ylimääräistä liikkumista ja ylimääräisiä liikkeitä työalueen sisällä.

Seiton, eli järjestäminen keskittyy tehokkaaseen esineiden sijoittamiseen, kuten sijaintien merkitsemiseen ja usein käytetyn tavaran laittamiseen helposti saataville. Tilaa pitäisi varata laitteiden ja kuljetusvälineiden säilytykseen, kun ne eivät ole käytössä. Alueella tulee olla selkeät ohjeviitat, jottei aikaa kulu etsimiseen. Periaatteena on, että kaikella tavaralla pitää olla käyttötarkoitus ja säilytystila lähellä käyttöpaikkaa.

Seiso, eli puhdistaminen tulee edellisten vaiheiden jälkeen. Ylläpito alkaa, kun kaikki turha tavara on poistettu ja tarpeellisella on paikka. Täytyy varmistaa, ettei tilanne ala luisua takaisin vanhaan. Alueet puhdistetaan perinpohjaisesti ja

niiden siivoaminen aikataulutetaan, esimerkiksi aina vuoron päätteeksi, ja jaetaan selkeästi vastuu alueiden puhtaanapidosta. Työntekijät ovat ylpeitä puhtaasta työalueesta ja puhtailla työpaikoilla on tapana olla tehokkaampia. Pitää myös muistaa mahdollistaa puhtaanapito riittävillä välineillä ja roska-astioilla.

Seiketsu, eli standardointi hakee nimensä mukaisesti jokaiselle työalueelle luotavaa standardia. Työvaiheet tulee kerrata tekijöiden kanssa ja sen jälkeen koota, dokumentoida ja asettaa esille parhaat toimintatavat työpaikalla. Ohjeiden tulee olla mahdollisimman yksinkertaisia ja helppoja ymmärtää ja esimerkiksi valokuvia kannattaa hyödyntää. (Richards 2018, 67.)

Shitsuke, eli sitoutuminen on vaikein, mutta samalla arvokkain osa menetelmästä, koska jos tämä ei toteudu, niin kaikki aiemmin tehty työ on turhaa (Väisänen 2013). Sitoutumisella varmistetaan jatkuva kehitys ja se, että aiemmissa kohdissa tehdyistä muutoksista tulee rutiini (Richards 2018, 67). Sitoutumista voidaan luoda esimerkiksi palkitsemalla standardissa pysymistä ja/tai pääsemällä tehokkuustavoitteisiin.

5S tiivistettynä on menetelmä millä luodaan järjestyksessä oleva virtaus ja organisoitu työympäristö ja poistetaan hukkaa. Siinä on kaksi vaihetta (Richards 2018, 67)

- hankkiudu eroon kaikesta turhasta
- luo järjestelmä missä kaikelle on paikkansa ja kaikkea pidetään paikallaan.

Eliyahu Goldratt esittää kirjassaan The Goal (1984) kapeikkoajattelun periaatteen. Sen mukaan jokaisella operaatiolla on kapeikko, joka estää optimaalisen toiminnan – ketjun heikoin lenkki. Se pitää tunnistaa ja muuttaa työtapoja sen päihittämiseksi. (Richards 2018, 71).

Kirjassa esitetään 5 askelta ongelman parantamiseksi (Goldratt 1984. 347)

1. Tunnista järjestelmän pullonkaulat

2. Päätä miten hyödyntää se, eli kuinka saada mahdollisimman suuri hyöty nykytilasta
3. Alista kaikki muu hyödyntämään pullonkaulaa, eli kaikki muu tuotanto marssii sen tahtiin.
4. Kasvata pullonkauloja, esimerkiksi ottamalla käyttöön vanhoja tuotantolaitteita nykyisten lisäksi.
5. Jos aiempien askeleiden toimilla on poistettu pullonkaula, niin palaa takaisin 1. askeleeseen, koska järjestelmässä on aina jokin pullonkaula.

Pullonkaulan poistamisella haetaan parempaa virtausta. Virtaus tarkoittaa, että tuotannon eri osien tavarat liikkuvat. Kun inventaario ei liiku, se kertyy ja kertyminen lisää tilantarvetta. Intuitiivinen tapa saavuttaa parempi virtaus on rajoittaa tilaa mihin tavarat voivat kertyä. (Goldratt 1984. 341.)

Virtauksen neljä käsitettä on (Goldratt 1984. 347):

1. Virtauksen, tai läpimenoaikojen parantaminen on jokaisen yksittäisen toiminnon päätavoite.
2. Tämä päätavoite pitää kääntää käytännönläheiseksi mekanismiksi, mikä ohjaa milloin toiminnon pitää lopettaa tuotanto. Tuotanto voidaan joutua lopettamaan, jottei tuoteta enemmän, kuin seuraava vaihe pystyy käsittelemään. Yhdysvaltalainen Henry Ford käytti tilaa rajoitteena, kun taas Leanistä tuttu japanilainen Ohno käytti tavarain määrää.
3. Toiminnon tehokkuutta ei pidä seurata vaan koko tuotannon virtausta
4. Keskitetty prosessi, millä tasapainottaa virtausta, pitää olla toiminnassa.

Tuotannossa on aina mukana sattuma, eli tuotanto ei koskaan voi olla täysin samaa, vaan siinä esiintyy satunnaisvaihtelua. Esimerkkinä edellinen vaihe onnistuu sattuman kautta huomattavasti normaalia paremmin, mutta sinua seuraava vaihe ei vedä normaalisti. Se johtaa siihen, että sisään on tulossa normaalia enemmän ja ulos lähtee normaalia vähemmän, eli virtaus huononee.

Virtausta voidaan parantaa mm. rajoittamalla materiaalin vapautus edellisestä työvaiheesta vain, kun puskuri sallii sen. Esimerkiksi aikapohjainen puskuri, missä toiminnolla on varastossa puolen läpimenoajan tarve. Puskurien käyttö



parantaa aikatauluissa pysymistä huomattavasti, pienentää läpimenoaikaa puolella ja työstettävänä oleva materiaali vähenee alle puoleen siitä, jos edellinen työvaihe ei pysäyttäisi koskaan. (Goldratt 1984. 357.)

### 3 Piha-alueen kehittäminen

Meyerin Turun telakan piha-alue on laaja sekä käsitteenä, että fyysisesti. Se on noin 140 000 m<sup>2</sup> laajuinen alue, eli yli 10 % koko telakka-alueesta. Jokainen laivanrakennuksen vaihe liittyy pihaan. Joko sieltä tulee tuote, tai sinne viedään valmis tuote. Sen takia kehitysehdotuksetkin koskevat montaa eri osa-aluetta, mutta kaikkien tavoite on sama, eli parantaa virtausta ja työnteon edellytyksiä.

Osio on jaettu ohjaukseen- ja aikataulutukseen liittyviin ehdotuksiin ja pohdintoihin sekä itse fyysiseen pihaan. Aikataulutuksella tässä yhteydessä tarkoitetaan yksittäisen tuotteen aikataulua päivä- ja aktiviteettitasolla ja kuinka se jaetaan tekijöille. Ohjauksella tarkoitetaan koko projektin ohjausta, eli miten tilaa käytetään, mitä asioita projektin eri vaiheissa tehdään ja kuinka paljon asioita voi kerrallaan tapahtua. Piha-kappaleessa keskitytään pihalla olevien fyysisten asioiden kehittämiseen.

#### 3.1 Aikataulutus

Aiemmissa laivaprojekteissa aikataulut muuttuivat eri syiden takia useasti ja nopeasti. Luonnollisesti jos työvaihe ei pääse aloittamaan töitä aikataulussa se ei tarvitse tekijöitäkään alkuperäisessä aikataulussa.

Esimerkkinä jos edellisen vaiheen aikataulu myöhästyy ja varustelua seuraava vaihe ei pysty joustamaan rungonkoonnin aikataulun takia on silloin varusteluvaiheen pakko joustaa. Pahimmillaan aiemmissa projekteissa varusteluun käytettävissä oleva aika on pysynyt ennallaan vain puolessa lohkoista ja suurlohkoista. Pahimmillaan aikataulu on kutistunut jo siinä vaiheessa, kun tekijät ovat jo saapuneet ulkomailta Suomeen, eikä korvaavaa työtä välttämättä heti löydy. Tekijät ovat siis jo paikalla, mutta he eivät pääse tekemään töitä aiheuttaen rahallista hukkaa ja turhaa odottelua.

Korjauksena tilanteeseen pitäisi pysyä aikataulussa. Aina se ei kuitenkaan ole mahdollista esimerkiksi sodan tai pandemian takia. Ennalta-arvaamattomissa tilanteissa tiedonkulku mahdollisimman aikaisessa vaiheessa korostuu.

Ensinnä ERP-järjestelmässä täytyy pitää aikataulut mahdollisimman ajan tasalla ja reagoida nopeasti yllättäviin asioihin aikataulussa.

Toisaalta tiedon löytäminen kymmenien tuhansien aktiviteettien keskeltä on vaikeaa. Siksi nykyisen PowerBI-raportin yhteyteen tulee tehdä selkeä lista mikä vertailee aina 24 tunnin välein tiettyjä aktiviteetteja ja listaa muuttuneet. Tällä toimintaan tulisi lisätä läpinäkyvyyttä ja tekijät pystyvät ennakoimaan tulevaa huomattavasti helpommin. Lisää PowerBI-raportista ja tiedonkulusta myöhemmin tässä kappaleessa.

Aikataulumuutokset ennen ja jälkeen lohkon saapumisen aiheuttaa myös materiaalin tuomista turhaan lohkolle tai suurlohkolle. Kun aikataulu lyhenee, ei ehditä asentamaan kaikkea sitä mikä on alun perin suunniteltu. On siis keräilty materiaali varastolla turhaan ja kuljetettu lohkon viereen turhaan. Lohkon lähtiessä seuraavaan vaiheeseen materiaalin seuraava etappi pitää selvittää ja myös kuljettaa sinne – jälleen turhaan.

Esimerkkinä suurlohkoon on suunniteltu asentaa 20 päivässä suuri osakokonaisuus, joka tarvitsee asennuksen aikana paljon tilaa, materiaalia ja työkaluja. Jos kyseinen suurlohko on kuitenkin menettänyt työaikaa erillisessä varusteluvaiheessa 15 päivää, se myöhästyttää työn tekemisen aluevaiheeseen rakennusaltaaseen, missä ei ole enää riittävästi tilaa työn kustannustehokkaaseen suorittamiseen, koska suurlohko ei ole enää ulkotiloissa. Sen takia sinne ei myöskään pystytä helposti tuomaan työkaluja ja materiaaleja. Lopputuloksena työn tekemiseen menee enemmän aikaa, rahaa ja resursseja.

Lohkon tai suurlohkon paikan vaihtuminen aiheuttaa myös materiaalien menemistä väärään paikkaan. Varustelualueella tarvittavat materiaalit keräillään varastolla ennen lohkon saapumista ja toimitetaan alkuperäiseen ruutuun. Ruudulla tarkoitetaan pihalla olevaa 23 x 30 m, numerosarjalla nimettyä aluetta,

minne lohko- tai suurlohko toimitetaan. Joskus ruutu kuitenkin vaihtuu keräilypyynnön lähettämisen jälkeen, milloin alkuperäinen osoite on väärä ja materiaalit toimitetaan eri paikkaan kuin lohko mihin ne asennetaan.

Varsinkin ruuhka-aikaan tilanne kärjistyy. Lohkojen ja suurlohkojen määränpäässä pihalla on usein jo toinen lohko. Jos sen lohkon aikatauluun tulee muutos johtaa se paikan muuttumiseen pahimmillaan usealle eri lohkolle ja riski materiaalien toimittamiseen väärälle paikalle kasvaa huomattavasti.

Siksi pitäisi suunnitella jokaiselle lohkolle kuljetuspäivä. Lohko kuljetetaan lohkonkoonnin janan viimeisenä päivänä ja sen jälkeen tyhjä päivä, milloin lohkon rakennetaan kulut ja materiaalit kuljetetaan jo valmiiksi työn aloitusta varten. EMV:n jana alkaa tyhjän päivän jälkeen ja kesto on etukäteen suunniteltu riittävän pitkäksi. Minimiaika on 5 arkipäivää, koska lohkon saapuessa menee keskimäärin kaksi päivää, että lohkoissa voi aloittaa työt ja viimeinen päivä menee lohkon kuljetuskuntoon saattamisessa.

Tulevissa projekteissa myös aikataulutiedon kulun pitää olla parempi. Telakalla tieto lohkojen ja suurlohkojen sijainneista jaetaan käyttäen kolmea toisistaan riippumatonta reittiä: Sähköpostitse jaettavan excel-pohjaisen suunnitelman kautta ja automaattisesti SAP:sta tiedon saavan PowerBI-raportin kautta.

Kummankin dataa ylläpitää sama taho, mutta data voi olla silti eri koska sen lähteet ovat toisistaan riippumattomia ja kumpaakin ylläpidetään käsin. Tieto myös levitetään eri reittejä. Sähköpostin saajat eivät ole sama joukko keillä on lukuoikeus PowerBI-raporttiin. Kaksi täysin erillistä tiedonjakoreittiä aiheuttaa pahimmillaan sen, että toinen joukko tekee päätöksiään eri informaation pohjalta kuin toinen.

Näiden kahden väylän lisäksi on vielä raskaslogistiikan työjohtajien sähköpostitse lähettämät listat, joissa on edellisen päivän suoritettut raskaslogistiikan operaatiot ja tulevat suunnitellut operaatiot. Raskaslogistiikan operaatiot perustuvat tuotannosuunnittelijoiden tekemiin tilauksiin SAP:ssa, eli dataa ylläpitää samat tahot kuin kahdessa edellisessäkin, mutta data ei

keskustele muun datan kanssa vaan kaikkea ylläpidetään käsin. Myös sähköpostin saajat ovat eri kuin edellisissä tavoissa.

Korjauksena pitäisi yksinkertaisesti päästä eroon kaikista muista väylistä paitsi yhdestä. Todennäköisesti paras väylä levittää tietoa aikatauluista on PowerBI -raportti, koska sinne data tulee suoraan ERP-järjestelmästä ja siellä voidaan luoda lisätoiminnallisuutta verrattain yksinkertaisesti.

### 3.2 Logistiikka

Icon 1 -projektissa piha-alue oli ääriään myöten täynnä lohkoja ja suurlohkoja. Pihan täyttöaste saavutti pahimmillaan 130 %, mikä johti lohkojen sijoittamiseen ovien eteen, kulkureiteille ja muihin tuotannon virtausta häiritseviin paikkoihin. Virtauksen häirinnän lisäksi raskaslogistiikalle syntyi paljon turhaa työtä, koska joissain tapauksissa ennen kuin lohko voitiin kuljettaa, täytyi toinen lohko siirtää pois tieltä. Ylimääräiset siirrot yhdistettynä jokaisen tuotanto-osaston täyteen tuotantoon aiheutti telakan raskaslogistiikan resurssien loppumisen.

Telakan raskaslogistiikka käyttää, jos ei uniikkeja, niin erittäin harvinaisia laitteita. Lohkot ja suurlohkot kulkevat kentällä lohkokuljetusvaunulla, joita telakalla on yksi kappale. Kuljetusvaunut valmistetaan tilauksesta ja toimitusaika on n. 2,5 vuotta. Lohkot ja suurlohkot nostetaan kahdella pukkinosturilla, toisen nostokapasiteetti on 600 t ja toisen 1200 t.

Laivakohtaisista kuljetusmääristä ei ole vielä tilastoja, mutta kuljetusten suuruusluokkaa voidaan arvioida määrittämällä normaalitapaukset, mitkä pitää sisällään ainakin suurimman osan kuljetuksista. Kaikki lohkot millä on EMV-jaksot ja kaikki JMS-jaksolliset suurlohkot lasketaan normaalitapauksiksi, koska ne kattavat suurimman osan kaikista pihalle tulevista kohteista ja niillä kuljetusten määrä on vakio. ICON-luokan laivoissa on 183 suurlohkoa ja 371 lohkoa mitkä ovat normaalitapauksia.

Lohkoissa normaalitapaukset rakennetaan, tuodaan varusteltavaksi ja viedään suurlohkokoontiin käännettäväksi, eli siis 2 kuljetusta per lohko, joka tekee yhteensä 742 kuljetuskertaa lohkovaunulla.

Lohkoja tulee ulos pihalle varusteltavaksi neljästä paikasta: lohkoitehtaan kahdesta päädyistä, nostopaikalta 134 ja kombi 3:sta. Kuljetus suuntaa yhteen kahdesta eri lohkovarustelualueesta. Alueet ovat varustelulaiturin lähellä olevat nosturittomat lohkovarusteluun tarkoitettut pressuteltat ja keskellä pihaa sijaitsevat uudet nosturilliset lohkovarustelun pressuteltat. Suurlohkokoontiin menevät lohkot viedään kaikki pukkinosturin kääntöpaikalle. Kaikki edellä mainitut alueet ovat kaikki suhteellisen lähellä toisiaan, paitsi vanhat lohkovarusteluteltat.

Suurlohkoissa normaalitapaukset rakennetaan, kuljetetaan pihalle varastoon odottamaan maalauspaikan vapautumista, kuljetetaan maalaukseen, kuljetetaan varusteltavaksi ja lopuksi kuljetetaan nostopaikalle, mikä tekee 4 kuljetusta per suurlohko eli yhteensä 732 kuljetusta.

Suurlohkot tulevat suurlohkokoonnista aina pukkinosturin nostamana. Merenpuolimmainen nostopaikka on 162 ja lohkojenkin kääntämiseen käytetty 134 toisessa päässä telakkaa. Merta lähinnä olevan nostopaikan välittömässä läheisyydessä ei ole yhtäkään suurlohkoille sopivaa paikkaa mikä ei ole jo suurlohkokoonnin käytössä.

Etäisyyksien puolesta normaaleille lohkoille pisin matka pihalla on 1126 m Microsoft Bing-karttapalvelussa mitattuna. Tällöin lohko tuodaan 10-hallin päädyistä ja viedään teltaan 439. Normaalilla suurlohkolla pisin matka tekee 1026 m keulan nostopaikalta 162 väistöalueen ruutuun 583.

Yksi ehdotus telakan pohjaratkaisun muuttamiseen on, jos siihen halutaan investoida, kahden alueen muuttaminen. 500-alueella oleva kunnossapidon rakennus P51 puretaan ja toiminnot siirretään esimerkiksi Raisionlahden viereen rakennettavaan uuteen rakennukseen, lehtitaloon ja blue industry park-alueelle. Rakennuksen poistolla saadaan tilaa viidelle samanlaiselle teltalle kuin nyt on 450-alueella, suurempi ja leveämpi reitti telakan pääväylältä nostopaikalle ja yksi ulkopaikka esim. bufferikäyttöön. Teltat rakentamalla menetetään 9 suurlohkojen ulkovarustelupaikkaa.

Ehdotuksen toisessa osassa puretaan vanhat pressuteltat. Telttoissa ei ole nosturia, suljettavia ovia päädyissä ja ne ovat oviaukoiltaan kapeampia kuin uudet hallit. Niiden oviaukoista mahtuu sisään vain 60 % Iconin lohkoista, kun taas uudempiin telttoihin mahtuu 96 % Iconin lohkoista. Suurlohkoja mahtuu telttojen paikalle 10 kpl siten, että kaikkia voidaan varustella ja liikuttaa ilman vaikutuksia muuhun tuotantoon.

Tekemällä molemmat ehdotetut muutokset saadaan yksi suurlohkovarusteluun soveltuva ulkopaikka ja 10 tehokkaan työskentelyn mahdollistavaa lohkovarustelupaikkaa lisää ja lohkovarusteluun tuotavan lohkon pisin mahdollinen matka olisi n. 760 metriä.

Normaalien suurlohkojen osalta ei uudessa ehdotuksessa saavuteta matkan osalta etua, vaan isoin uudistus on keulan nostopaikan vieressä olevat suurlohkopaikat. Niihin voidaan kuormittaa vieressä olevalta nostopaikalta runkoon nostettavat suurlohkot ja vähentää suurlohkon valmistusketjun matkaa telakan alueella huomattavasti.

Keskittämällä ehdotuksen mukaisesti lohkovarustelu tiukemmin rajatulle alueelle säästyy polttoainetta, varustelun materiaalikuljetukset voidaan hoitaa tehokkaammin ja tuotannon suunnittelu helpottuu, kun kaikki teltat ovat samankokoisia ja jokaisessa on nosturit.

### 3.3 Kuormitus

Tehokkainkin tuotanto menettää tehonsa, kun tuotantotila ylikuormitetaan. Samoin myös telakan piha-alue. Kun kaikki ruudut ovat täynnä, missään ei ole tilaa materiaaleilla, eikä niiden nostoilte lohkoihin ja suurlohkoihin. Kun lohko lähtee, on samana päivänä tulossa jo seuraava, mikä heikentää siivousta. Pahimmillaan edellisen lohkon materiaalia jää ruutuun, eikä niitä siivota pois. Se aiheuttaa materiaalihukkaa ja lisäkustannuksia.

Hukkaa alkaa tapahtua, kun paikoista yli 86 % on käytössä. Piha-alueella se tarkoittaa sitä että, kun lohkoja on 16 tai enemmän ja suurlohkoja 42 tai

enemmän, alkaa tuotannon teho laskemaan. Nykyisillä ennusteilla pienessä ja helpossa MS 7:ssä lohkovarustelu pyörii n. 5 kk tehottomasti paikkojen niukkuuden takia ja suurlohkot n. 2 kk. Icon 1:n ylikuorma kesti n. 6 kk ja seuraavien Iconien karkean tason suunnitelmassa Icon 2 on vähintään yhtä haastava kuin Icon 1 ja Icon 3:n ennuste on ylikuormalla käytännössä koko projektin ajan.

Ainoa vaikutuskeino on joko lisätä paikkoja niin, että vihreän viivan ylle mennään vähemmän tai venyttää koko laivaprojektin aikatauluja pidemmiksi.

Usein edellisessä laivaprojektissa lohkolle oli määrätty pihalla paikka, mutta lohkon saapuessa lohkoavunur työntekijät huomasivat, ettei lohko mahtunut määrättyyn paikkaan, tai lohkokossa tehtävä työ vaatii nosturin. Ruuhka-aikaan turha lohkon uudelleensijoitus vie jo valmiiksi rajattuja raskaslogistiikan resursseja ja pahimmillaan isoja töitä jouduttiin siirtämään seuraavaan työvaiheeseen, mikä on tiettyjen asennustöiden kohdalla moninkertaisesti kalliimpaa ja vaarallisempaa.

Lohkojen sijoitusongelmaan auttaisi automaattinen tarkistus, joko ERP-tasolla tai erillisellä Excelillä onko lohko sopiva määrättyyn paikkaan. Tarkistuksen luomiseen tarvitaan ensin tieto minkä kokoisia lohkot ovat eri työvaiheissa. Tällä hetkellä tätä tietoa ei ole telakalla saatavissa. Heti kun lohkon koko on tiedossa, on se saatava listalle tai tietokantaan ylös, muuten virheitä tulee tapahtumaan joka laivassa. Työn toteuttamisongelmaan auttaisi jo lista alueista laivassa, minne tulee paksulevykanavaa. Listan avulla olisi aina tarkistettavissa tarvitseeko lohko saada nosturin alle ja työt pystyttäisiin suorittamaan kustannustehokkaammin.

Icon-projektissa tapahtui myös ylituotantoa pihaa edeltävässä vaiheessa. Tuotanto jäi jättämälle ja kun jättämän syystä selvittiin, ryhdyttiin sitä ottamaan kiinni. Työvaiheesta seuraava vaihe oli piha-alueella, eli kesken tuotantoa edeltävä vaihe alkoi tuottaa pihalle niin nopeasti kuin pystyi. Jotta piha pystyy prosessoimaan sinne tulevan tuotteen, tarvitaan kolme asiaa: materiaalit, tekijät ja tilaa. Jo projektia suunnitellessa tiedettiin, että piha tulee olemaan aivan



äärirajoilla tilan suhteen ja jo valmiiksi huonoa tilannetta huononnettiin tuomalla pihalle ylikuormaa. Lopputuloksena tilan loputtua työstöaikaa jouduttiin joissakin tilanteissa vähentämään. Jättämän takia tuotanto oli jäljessä aikataulusta, mikä taas aiheutti pihaa seuraavan vaiheen tarpeen tuotteelle ennen kuin se oli valmis.

Tilanteessa olisi pitänyt yhdessä sopia milloin pihalla on varaa ottaa suunniteltua enemmän lohkoja vastaan ja hallitusti mennä ylituotannolle. Nyt tilanteessa katsottiin vain yhtä linkkiä koko valtavassa ketjussa ja tehtiin päätöksiä tyhjiössä katsomatta projektia kokonaisuutena.

Laivanrakennusprosessissa on monta eri työvaihetta ja jokaisessa niissä tehdään jotain arvoa lisäävää työtä, paitsi varastointivaiheissa. Kappaleessa 2.1.3. on mainittu suurlohkojen varastoinnin tarpeellisuus suurlohkokoonnin ja rungonkoonnin vauhtieron takia. Trendinä laivanrakennuksessa Turussa on ollut tehdä isompia kokonaisuuksia, joita nostetaan runkoon, eli niin kutsuttuja maxilohkoja. Ne ovat kahden toisiinsa yhdistetyn suurlohkon kokonaisuuksia, joiden korkeus on jopa 9 kansiväliä.

Tarkoituksena on ollut ajaa rakennusaltaassa vietettävää aikaa alaspäin – mitä vähemmän nostoja ja rakennusaltaassa hitsattavaa saumaa, sitä nopeammin laiva saadaan uitettua ulos varustelulaituriin ja sitä nopeammin seuraavan laivan rungon kasaus voidaan aloittaa. Telakan kokonaisvirtauksen kannalta tämä on huono vaihtoehto, sillä mitä isompia kokonaisuuksia nostetaan altaaseen ja mitä nopeammaksi rakennusaltaassa vietetty aika hiotaan, sitä enemmän tarvitaan valmista tuotetta mitä nostaa heti kun edellinen laiva lasketaan vesille.

Jos haluttaisiin optimoida rungonkoontia virtauksen kannalta, pitäisi mennä päinvastaiseen suuntaan. Nostetaan pienempiä kokonaisuuksia rakennusaltaaseen pidemmällä aikavälillä. Käytännössä siis tarvittaisiin toinen rakennusallas mihin nostaa suurlohkoja heti JMS-vaiheen jälkeen, tai aloittaa uusi projekti niin paljon myöhemmin, että allas on tyhjänä huomattavasti aiemmassa vaiheessa kuin nykyään.

Lohkoissa tilanne on paljon yksinkertaisempi. Niiden VAR-vaihe on olemassa vain sen takia, että lohkonkoonnista valmistuu lohkoja ennen kuin niitä tarvitaan, tai koska ei luoteta aikatauluissa pysymiseen. Samanlainen aikabufferi on myös suurlohkokoonnin ja maalauksen välissä. Virtauksen kannalta huomattavasti tehokkaampaa olisi olla maalauksen, eli tuotannon pullonkaulan, imuohjauksessa. Maalaukseen valmistuisi suurlohkoja/lohkoja tarpeeseen ja lohkot/suurlohkot varusteltaisiin tarpeeseen. Joka työvaiheen välissä tulisi olla puskurissa tuotetta tasaamaan luonnollista työn tehokkuuden vaihtelua. Ei siis katsottaisi enää yksittäisten tuotantovaiheiden tehokkuutta, vaan koko tuotantoketjun ja annettaisiin hitaimman määrätä tahti.

Isona osana kuormitusta ja sen kehittämistä on tilan käyttö. Koko telakan alueiden käyttöä pitää tarkastella kriittisesti. On mietittävä, mikä telakan pinta-alasta on tuotannolle tärkeintä ja mikä vähemmän tärkeää. Tärkeimpänä alueena pidettiin pukkinosturin alaista aluetta, koska siellä pystytään palvelemaan käytännössä mitä tahansa rungonrakennuksen ja varustelun tarpeita. Alueen laajentaminen on myös kaikkein kalleinta, koska pukki-, ja pilkkinnosturit ovat erittäin kalliita ja katetut Kombihallit ovat myös kalliita. Pitäisikö siis korostetulta alueelta ottaa pois kaikki, mikä ei suoraan palvele tilakriittisimpiä vaiheita? Esimerkiksi purkamalla siirtokatoshalli saadaan lisää suur- ja maxilohkojen kokoamiseen, varusteluun, varastointiin ja runkoon nostoon soveltuvia paikkoja. Jos verkon karttapalveluista tarkastelee Meyer Turun tärkeimpien kilpailijoiden Chantier de l'Atlantiquen ja Fincantierin risteilijätelakoita, ei niiden pukkinosturin alaisella alueella ole mitään muuta kuin suurlohkoja ja muuta pukkinosturilla nostettavaa materiaalia.

Jos koko pukkinosturin alainen alue pystyttäisiin vapauttamaan suurlohkojen ja muiden runkoon nousevien tuotteiden käyttöön, voitaisiin esimerkiksi Maxilohkoja alkaa kokoamaan aikaisemmin ja varastoida pukin alla. Sillä saataisiin varastointipainetta pois pihalta. Jos viisi maxilohkoa kasattaisiin ja varastoitaisiin ennen rungonkoonnin alkua, olisi pihan kuorma huomattavasti pienempi. Pihalla varastoitaisiin 10 suurlohkoa vähemmän. Tarvittavat viisi paikkaa saadaan, kun siirtokatoshalli puretaan.

### 3.4 Piha

Telakalla on erittäin paljon materiaalia ja rakennelmia ”mitä saattaa joskus tarvita”. Jotta Icon-sarjasta selvittää, täytyy telakan kaikki tila ottaa hyötykäyttöön ja hankkiutua eroon kaikesta turhasta. Muutosvastarinta on suurta ja esimerkiksi vanhoja kuljetustukia purkamiseen on vaikeaa saada lupaa. H-palkki, mistä kuljetustuet hitsataan, on materiaalina kallista ja niitä on myös vaivalloista rakentaa. Siksi on selvitettävä tukirakenteiden standardointia ja modularisointia. Jokaisen laivan vedenalainen osa on uniikki ja sen takia tukien korkeudet ja sijainnit ovat eri joka laivassa. Onko mahdollista siirtyä laivakohtaisista uniikkeista H-palkeista hitsaamalla kasatuista tukirakenteista helposti kasattaviin ja purettaviin modulaarisiin malleihin? Modularisoimalla tukirakenteet pystytään säästämään tilaa, kun ei ole enää suuria hitsattuja rakenteita vaan tukia voidaan aina purkaa käytön jälkeen ja varastoida. Rahaa säästyy, kun ei tarvitse rakentaa uniikkikappaleita ja aikaa säästetään, kun voidaan nopeastikin tehdä tarvittavia tukia tarvittaessa ilman tuotannon pysäyttämistä.

Modularisointiajattelu voidaan laajentaa myös nykyisiin kuljetustukiin. Nykyisellään useasti joudutaan hitsaamaan nostokorvia ja erimittaisia pystypalkkeja ja käytön jälkeen polttoleikkaamaan irti, mutta jos korvat ja pystytuet kiinnitetään hitsaamalla, säästyy jälleen rahaa ja aikaa.

Edellisissä kappaleissa mainittuihin materiaaliongelmiin helpottavana ratkaisuna on ruutujen yhteyteen merkattava selkeästi tilat, minne roskat ja roska-astiat kuuluvat ja minne varustelussa käytettävä materiaali menee. Telakan sisällä on oltava erilliset selkeästi merkatut tilat missä lohkovarustelu tapahtuu, suurlohkovarustelu ja –varastointi tapahtuu ja missä tuet, tunkit, moduulit, ennakkokeräilyt, roska-astiat ja kaikki muu laivanrakennuksessa tarvittava tavara varastoidaan.

Käytännössä toteutuminen vaatii, ettei telakan piha-aluetta kuormiteta suunnitellusti liian täyteen. Jos jokaisella mahdollisella paikalla on lohkoja, ei tilaa toimivalle logistiikalle jää.

## 4 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli antaa selkeät työkalut ja toimet, joilla Meyer Turun telakan pihan toimintaa voidaan alkaa kehittää tehokkaammaksi ja taloudellisemmaksi. Opinnäytetyössä on ehdotuksia toimista ja luotavista työkaluista, millä piha-alueita pystyy kehittämään Lean-teoriaan pohjautuen. Telakalla on käynnissä Meyer Transformation -projekti, minkä tarkoituksena on kehittää koko telakan tuotantoa ja sen puitteissa monet tässä työssä ehdotetuista toimista ollaan jo toteuttamassa.

Ehdotukset syntyivät tutkimalla tuotannonkehityksen teoriaa ja vertaamalla sitä Meyer Turun tuotantoon. Lähdemateriaalina on ollut kirjallisia lähteitä ja verkkolähteitä sekä julkisesta, että yrityksen sisäisestä verkosta. Telakan tuotanto on tullut läheisesti tutuksi tuotannonsuunnittelijan työssä.

Työn jokaisella ehdotuksella on mahdollisuus vaikuttaa positiivisesti tuotantoon ja esimerkiksi muutokset aikataulun väljyyteen aikatauluttamalla kuljetuspäivätyövaiheiden väliin on toteutettavissa ilman investointeja. Myös aikataulujen tiedon parempi levittäminen PowerBI-raporteilla on erittäin helposti nykyisin toteutettavissa. Myös yleisesti tuotannon suunnitteluun liittyviä muutoksia pystytään tekemään ilman investointeja.

Kuitenkin suurin piha-alueeseen vaikuttava toimi on telakan pohjasuunnitelman kehitys paremmin tuotantoa palvelevaksi. Monia suunnitelmia telakka-alueen kehittämiseksi on tehty, mutta vielä mitään isoja muutoksia ei ole toteutettu.

Työn kirjoitushetkellä Icon 2:n tuotanto on pian alkamassa ja jo nyt on näkyvissä, kuinka vaikea laivasta on tulossa tilankäytön suhteen. Työssä luetellut, pohjasuunnitelmaan liittymättömät, toimet ja työkalut ovatkin investointeina hyvin halpoja, mutta vaikutuksiltaan melko mitättömiä verrattuna suurempiin ja kalliimpiin rakennus- ja purkutöihin.

## Lähteet

- Artto, K; Martinsuo, M; Kujala, J. 2006. Projektiliiketoiminta. 2. Painos. Helsinki: WSOY
- Cruise Industry News. 2019. Costa Smeralda Delivery Delayed Again, Now December. Viitattu 22.11.2021. <https://www.cruiseindustrynews.com/cruise-news/21809-costa-smeralda-delivery-delayed-again-now-december.html>
- DNV GL. 2021. ALLURE OF THE SEAS. Viitattu 4.11.2021. <https://vesselregister.dnv.com/VesselRegister/vesseldetails.html?vesselid=28329>
- Giese, M. 2020. COVID-19 impacts on global cruise industry. KPMG Blog, 23.7.2020. Viitattu 4.11.2021. <https://home.kpmg/xx/en/blogs/home/posts/2020/07/covid-19-impacts-on-global-cruise-industry.html>.
- Goldratt, E. 1986,2014. The Goal: a process of ongoing improvement. 4. Painos. Great Barrington: The North River Press Publishing Corporation.
- Hjelt, Yrjö 2014. Loistopäivä Turulle – telakan kauppa ja kaksi uutta laivatilausta varmistuivat. YLE uutiset, 19.9.2014. Viitattu 15.10.2021. <https://yle.fi/uutiset/3-7481160>.
- IMO 1969. International Convention on Tonnage Measurement of Ships - Annex I - Regulation 3.
- Ito, H.; Hanaoka, S.; Kawasaki, T. 2020. The cruise industry and the COVID-19 outbreak. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives Volume 5. Viitattu 3.11.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7254010/pdf/main.pdf>.
- Jacobs, R.; Berry, W.; Whybark, D.; Vollmann, T. 2018. Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management; The CPIM Reference. 2. Painos. New York: McGraw-Hill Education.
- Meyer Turku Oy 2021. MEYER TURKU lyhyesti. Viitattu 15.10.2021. [https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku\\_com/shipyard/company/about\\_the\\_shipyard\\_1/about\\_the\\_shipyard.jsp](https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/about_the_shipyard_1/about_the_shipyard.jsp).

Nurmi, J. 2014. Laivanrakennusprosessi. Yhteenvetoa b-tason prosessikuvauksista. Viitattu 16.8.2022. Saatavilla Meyer Turun Sharepointista. <https://kompassi.meyerturku.fi/EHRM/Documents/Ty%C3%B6suhteen%20aloi tus/LAIVANRAKENNUSPROSESSI%20%20PEREHDYTYS.pptx>

Quality Knowhow Karjalainen Oy. Kirjoitusvuosi tuntematon. Leanin historiaa. Viitattu 25.8.2022 <https://sixsigma.fi/leanin-historia/>

Richards, G. 2018. Warehouse management – A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 3. Painos. Lontoo: KoganPage.

SAP 2021. Gantt Chart. Viitattu 5.12.2022. <https://experience.sap.com/fiori-design-web/gantt-chart/>

Storch, R.; Hammon, C.; Bunch, H. & Moore, R. 1995. Ship production. 2. Painos. Centreville: Cornell maritime press.

Väisänen, J. 2013. Viiden ässän kehitystyökalu. Viitattu 25.8.2022. <https://sixsigma.fi/5s-kehitystyokalu/#:~:text=5S%20on%20alun%20perin%20japanilainen,avulla%20oma%20ty%C3%B6piste%20organisoidaan%20toimivaksi>.

WERC 2021. About Us. Viitattu 24.8.2021. <https://werc.org/page/about>