

Opinnäytetyö (AMK)

Tekniikka ja liiketoiminta, Teknologiateollisuus

Konetekniikan koulutusohjelma

2021

Niko Saari

LAIVAN ULKOALUEIDEN SÄHKÖLÄPIVIENTIEN SEKÄ SÄHKÖLAITEALUSTOJEN MALLINTAMINEN OIKEA- AIKAISESTI LAIVAN SUUNNITTELUSSA

– case Meyer Turku Oy

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikan koulutusohjelma

2021 | 47 sivua, 1 liitesivu

Niko Saari

LAIVAN ULKOALUEIDEN SÄHKÖLÄPIVIENTIEN SEKÄ SÄHKÖLAITEALUSTOJEN MALLINTAMINEN OIKEA-AIKAISESTI LAIVAN SUUNNITTELUSSA

- case Meyer Turku Oy

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan, kuinka paljon nykyistä kustannustehokkaampaa olisi laivan aluerakentaminen, mikäli sähköläpiviennit ja sähkölaitealustat mallinnettaisiin oikea-aikaisesti. Opinnäytetyössä tutustutaan Meyer Turku Oy:n prosesseihin ja pyritään löytämään ratkaisuja niihin ongelmiin, jotka syntyvät tilanteissa, joissa suunnittelu ei ole ollut oikea-aikaista laivan rakentamisen vaiheeseen nähden.

Työssä tutustutaan laivan rakentamisen tapoihin ja perehdytään siihen, miten nykyaikainen risteilyalus rakennetaan Turun telakalla Suomessa. Lisäksi opinnäytetyössä tarkastellaan Meyer Turku Oy:n organisaatiota ja sen eri osien välistä yhteistoimintaa. Tässä opinnäytetyössä hyödynnetty tutkimusaineisto on kerätty lähinnä haastatteluin.

Tutkimuksen tuloksena on pystytty osoittamaan erilaisia kehityskohteita Meyer Turku Oy:n prosesseissa. Esimerkiksi eri osastojen välistä yhteistyötä kehittämällä olisi mahdollista saavuttaa suuriakin kustannussäästöjä. Myös laivan valmistusprosessin eri vaiheiden uudelleenajoituksilla saattaisi olla merkitystä kustannusten vähentämisessä.

ASIASANAT:

laivan rakennus, risteilyalus, aluerakentaminen, kustannus, kustannustehokkuus, oikea-aikaisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering

2021 | 47 pages, 1 page in appendices

Niko Saari

TIMELY MODELING OF ELECTRICAL PENETRATIONS AND ELECTRICAL EQUIPMENT PLATFORMS IN THE OUTDOOR AREAS OF THE SHIP IN THE SHIP DESIGN

- case Meyer Turku Oy

This thesis examined how much more cost-effective the construction of a ship's areas would be if the electrical penetrations and electrical equipment platforms were modeled in a timely manner. The thesis introduces Meyer Turku Oy's processes and seeks to find solutions to problems that arise in the situations where the design has not been timely in relation to the stage of shipbuilding.

The thesis introduces the ways of building a ship and how to build a modern cruise ship at the Turku shipyard in Finland. In addition, the thesis examines Meyer Turku Oy's organization and the co-operation between its various parts. The research material utilized in this thesis was collected mainly through interviews.

As a result of the research, it has been possible to show various development targets in Meyer Turku Oy's processes. For example, by developing co-operation between different departments it would be possible to achieve even large cost savings. Rescheduling the various stages of the shipbuilding process could also play a role in reducing costs.

KEYWORDS:

ship building, cruise ship, area construction, cost, cost-effectiveness, right-timing

SISÄLTÖ

| | |
|--|-----------|
| KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO | 6 |
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 1.1 Toimeksiantaja | 1 |
| 1.2 Tausta | 3 |
| 1.3 Tavoite | 4 |
| 2 LAIVAN SUUNITTELU | 6 |
| 3 LAIVAN RAKENNUSTAPA | 10 |
| 4 OPINNÄYTETYÖN METODOLOGIA | 13 |
| 5 KONEVARUSTELUOSASTON SISÄINEN YHTEISTYÖ JA VUOROVAIKUTUS | 16 |
| 5.1 Konevarusteluosaston organisaatio | 16 |
| 5.2 Teknisten kansien asennustiimin vastualueet | 16 |
| 5.3 Konevarustelu- ja sähkövarustelutiimit | 20 |
| 5.4 Kommunikointi ja vuorovaikutus eri yksiköiden ja osastojen välillä | 21 |
| 6 NYKYTILA-ANALYYSI | 23 |
| 6.1 Nykytilanne ja tavoitteet | 23 |
| 6.2 Kustannusten synty | 23 |
| 7 YHTEENVETO JA POHDINTA | 36 |
| LÄHTEET | 38 |

LIITTEET

Liite 1. Laskelmat.

KUVAT

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Konttilaivan suurlohko San Diegon telakalla Yhdysvaltain Kaliforniassa. (New York Times, 2021.) | 10 |
| Kuva 2. MARDI GRAS -aluksen FERU saapumassa Turun telakalle. (Shipspotting Turku, 2021.) | 11 |
| Kuva 3. Costa Smeralda -alus pelastusveneineen. (Finnish Maritime Cluster, 2021.) | 24 |
| Kuva 4. Carnival Pride -aluksen laakonki eli kävelysilta. (TWText.com, 2021.) | 25 |
| Kuva 5. Azibod-laitteisto. (ABB Oy, 2021.) | 26 |
| Kuva 6. Uudelleensijoitettu sähköläpivienni Mardi Gras -aluksen venekannella. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 31 |
| Kuva 7. LED-käytävävalaisin. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 35 |
| Kuva 8. Bollard-valaisin. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 36 |
| Kuva 9. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin oikeaoppinen asennus. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 36 |
| Kuva 10. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin väärä asennustapa. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 37 |
| Kuva 11. Poistettava läpivienni laivan kyljessä. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 38 |
| Kuva 12. Purettu ilmanvaihtokanava läpiviennin poiston ajaksi. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 39 |
| Kuva 13. Lämpiviennin poistokohdassa oleva paikka, jonka halkaisija on 300 millimetriä. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 40 |

KUVIOT

| | |
|--|----|
| Kuvio 1. Laivanrakennusprosessi. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 12 |
| Kuvio 2. Suurlohkon kasaaminen. (Meyer Turku Oy, 2021.) | 18 |

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

| Lyhenne | Lyhenteen selitys |
|----------------|---|
| EML | Ennen maalausta -lohkovarustelu |
| EMS | Ennen maalausta -suurlohkovarustelu |
| FERU | Floating engine room unit (kelluva konehuonelohko) |
| JML | Jälkeen maalauksen -lohkovarustelu |
| JMS | Jälkeen maalauksen -suurlohkovarustelu |
| KT | Kokonaistoimittaja |
| Laipiovastuu | Esimerkiksi sisä- ja ulkoalueen erottavaan laipioon hitsattavan läpiviennin reiän tekeminen sekä kiinni hitsaaminen on sisällytetty laipion sisäpuolella olevan urakoisijan urakkaan, samoin suunnitteluun. |
| Laivasopimus | Laivan tilaussopimus |
| LNG | Liquefied natural gas, nesteytetty maakaasu |
| LSA | Life-Saving Appliance, hengenpelastuslaitteisto |
| MES | Marine Evacuation System eli liukumäistä ja pelastuslaitteista muodostuva evakuointijärjestelmä |
| PES | Perussuunnittelu |
| PLM | Product Lifecycle Management eli tuotteen elinkaaren hallinta |
| P-puoli | Laivan vasen puoli perästä katsottuna |
| Rakenneyksikkö | Metallikehikon sisään koottu kokonaisuus esim. ilmastointiputkista |
| S-puoli | Laivan oikea puoli perästä katsottuna |
| VAS | Valmistussuunnittelu |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella, kuinka paljon nykyistä kustannustehokkaampaa olisi laivan aluerakentaminen, mikäli sähköläpiviennit ja sähkölaitealustat mallinnettaisiin oikea-aikaisesti. Oikea-aikaisuudella tarkoitetaan sitä, että tietty asia tapahtuu kokonaisuuden kannalta oikeaan aikaan (Sivistyssanakirja, 2021). Tämän opinnäytetyön yhteydessä termillä tarkoitetaan suunnittelu- ja asennustyön tekemistä oikeaan aikaan lohko- ja suurlohkovaiheessa. Käsittelen lähinnä venekanteen liittyviä epäkohtia, koska olen itse ollut suunnittelemassa kyseistä aluetta ja siihen liittyvät ongelmat ovat minulle tuttuja.

1.1 Toimeksiantaja

Meyer Turku Oy on saksalaisen Meyerin perheen omistama yritys, jonka emoyhtiö on Meyer Werft GmbH. Yhtiö on yli 200 toimintavuotensa aikana kasvanut erääksi maailman suurimmista laivanvalmistajista. Yhtiö on koko toimintansa ajan pyrkinyt myös kehittämään laivojen tekniikkaa ja se olikin ensimmäinen laivanvalmistaja, joka toimitti nesteytettyä maakaasua (LNG, liquefied natural gas) käyttävän risteilijän asiakkaalle vuonna 2018. Meyer Werft GmbH:n laivanrakennustoiminta jakautuu kolmelle eri telakalle, joista kaksi sijaitsevat Saksassa. Papenburgissa, jossa yhtiön toiminta on alkanut 1795, toimii edelleen telakka. Toinen Saksassa sijaitseva telakka on Rostockissa. Ainoa Saksan ulkopuolella oleva yhtiön telakka sijaitsee Suomessa, Turussa. (Meyer Werft GmbH, 2021.)

Turun telakka on ollut vuodesta 2014 lähtien osa Meyer Werft -konsernia. Meyer Turku Oy onkin yksi maailman johtavista risteilyalusten, matkustaja-autolauttojen sekä erikoisalusten valmistajista. Yhtiö tarjoaa asiakkailleen huipputeknologisia ratkaisuja, pitkälle kehitettyjä rakennusprosesseja sekä uusia innovaatioita niin risteilyvarustamoille kuin muillekin laivanomistajille. Yritys työllistää suoraan noin 2 000 henkilöä ja verkostokumppanit mukaan laskettuna noin 30 000 henkeä. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Turun telakan historia alkaa vuodesta 1737, jolloin Turussa on alettu valmistaa puisia aluksia kahden liikemiehen – Esaias Wechterin ja Heinrich Remgean – toimesta. 1800-

luvun puolen välin jälkeen Suomeen rakennettiin kaksi uutta telakkaa: Helsinkiin Hieta-
lahden telakka (1865) ja Turkuun Vulcanin telakka (1898). Pian Vulcanin telakka yhdistyi
Vulcan Ab:n kanssa. Vuonna 1936 Wärtsilä Oyj osti molemmat telakat. Valtion telakka -
nimellä toiminut yritys aloitti kaupallisen laivanrakennuksen 1920-luvulla Turun telakalla.
(Meyer Turku Oy, 2021; Wärtsilä Oyj, 2021.) Suomen meriteollisuus, muun metalliteolli-
suuden ohessa, joutui ennennäkemättömän murroksen kouriin toisen maailmansodan
jälkeen. Suomen valtio yhdisti useita omistamiansa metallitehtaita Valtion metallitehtaat
(VMT, ValMet) -nimisen yhtiön alle sotakorvauksien maksamiseksi. Valmet Oy syntyi
vuonna 1951. (Valmet Oyj, 2021.)

Wärtsilä Oyj päätti yhdessä Valmet Oyj:n kanssa yhdistää laivanrakennustoimintansa
yhteisomistuksessa olevaan yritykseen vuonna 1986. Tuohon mennessä yritysten tela-
kat olivat toimittaneet yli 2 600 alusta aina puisista höyrylaivoista luksusristeilijöihin ja
ydinkäyttöisiin jäänmurtajiin asti. 1980-luvun lopulta yrityksen toimintaa leimasivat useat
nimenvaihdokset ja fuusiot. Masa-Yards syntyi vuonna 1989 ja norjalainen Kvaerner
ASA tuli mukaan Turun ja Helsingin telakan toimintaan vuonna 1991. Reilua vuosikym-
mentä myöhemmin, vuonna 2002, syntyi Aker Kvaerner Yards. Aker Finnyards puoles-
taan syntyi vuonna 2004 Akerin yhdistettyä suomalaiset telakat yhdeksi yritykseksi. Ko-
realaisen STX Shipbuildingin ostettua Aker Yardsin syntyi STX Europe, jonka Suomen
toiminta tunnettiin nimellä STX Finland. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Suomalainen laivanrakennusala kasvoi nopeasti sotien jälkeen. Sotakorvauksina raken-
nettiin ja toimitettiin Neuvostoliittoon yli 500 erilaista laivaa. Sotakorvausten maksamisen
jälkeen laivoja rakennettiin sarjatuotantona Neuvostoliiton tarpeisiin osana idän kaup-
paa. Ensimmäiset rakennetut alukset olivat varsin yksinkertaisia, esimerkiksi proomuja
ja kuunareita, mutta vuosien varrella kehitys vei enemmän kohti tutkimus- ja matkustaja-
aluksia. 1970-luvulta lähtien suomalaisen telakkateollisuuden asiakaskunta kasvoi myös
länteen päin ja valikoima laajenikin kattamaan enenevässä määrin matkustaja-aluksia ja
autolauttoja. Suomessa on rakennettu useita oman aikakautensa suurimpia risteilyaluk-
sia, esimerkiksi GTS Finnjet ja Oasis of the Seas. (Meyer Turku Oy, 2021; Riimala &
Aarniala, 1994.)

1.2 Tausta

Laivatyyppejä on monenlaisia. Lähes kaikkien ihmisten tunnistamien matkustaja- ja sotalaivojen lisäksi on rahtilaivoja (kuivarahti-, kontti-, ro-ro- ja irtolastialukset) sekä tankkialuksia. Kaikki nämä laivatyyppit ovat ominaisuuksiltaan erilaisia ja ne erotellaan toisistaan usein lastin ja käyttötarkoituksen mukaan. (Räisänen P., 2000: 2-1–2-6.)

Matkustajat muodostavat oman lastiryhmänsä. Itämeren ympäristössä tutuiksi tulleet autolautat edustavat kaikkein moderneinta linjaliikenteen tekniikkaa. Roll on-roll off- eli pyörillä liikkuvan (Räisänen P., 2000: 2-4) lastin kuljettamiseen tarkoitettun rungon päälle on rakennettu huvimaailma, joka on täynnä houkutusia. Asiakkaat saadaan houkuteltua laivaan verovapaalla myynnillä. Muualla maailmassa autolauttojen yleisten tilojen suhde lastitilaan on pienempi kuin Itämerellä nykyään seilaavissa laivoissa. Puhtaasti risteilyihin tarkoitettuja aluksia liikennöi lähinnä Karibian merellä. Nämä alukset on suunniteltu tiettyä asiakasryhmää ajatellen ja ne noudattelevatkin pääasiassa amerikkalaisen asiakaskunnan mieltymyksiä. (Räisänen P., 2000: 2-7.)

Automatkustajalauttojen tehtävänä on niin matkustajien, heidän autojensa kuin muunkin pyörillä liikkuvan rahdin kuljettaminen. Lautat liikennöivät lyhyillä reiteillä ja niiden matkojen pituus onkin useimmissa tapauksissa laskettavissa tunneissa. Lautat ovat kuitenkin nykyään jakautumassa kahteen ryhmään. Toisen ryhmän pääasiallinen tehtävä on kuljettaa lasti mahdollisimman nopeasti määränpäähän. Toiseen ryhmään kuuluvat ne lautat, jotka lastin kuljettamisen lisäksi panostavat enemmän matkustajien viihtyvyyteen ja lähestyvät näin toiminnaltaan enemmän risteilyaluksia. (Levander K. & Sillanpää K., 2000: 18-1.)

Risteilyalukset liittyvät vapaa-ajan viettoon. Risteilyt kestävät useita päiviä ja yleensä laiva palaa matkustajineen lähtösatamaansa. Ensimmäiset vain risteilyihin tarkoitetut matkustaja-alukset rakennettiin 1960-luvun lopussa. Tämän jälkeen risteilylaivojen kehitys on ollut hyvin nopeaa. (Levander K. & Sillanpää K., 2000: 18-1.)

Matkustaja-aluksessa on useita kansia. Kullakin kannella on joko yksi tai useampia toimintoja. Matkustaja-aluksen alimmilla kansilla sijaitsevat laivan toiminnan kannalta tärkeimmät yksiköt eli tankit ja konehuoneet. Automatkustajalautoissa seuraavat kannet on varattu rahdin kuljettamiseen. Risteilyaluksilla henkilökunnan hytit sekä erilaiset toimin-

nalliset tilat, esimerkiksi varastotilat, sijaitsevat usein konehuoneiden yläpuolella. Seuraavilla kansilla sijaitsevat ensimmäiset aluksen matkustajille tarkoitetut hytit. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Laivan vapaa-ajan viettoon tarkoitetut yleiset tilat, esimerkiksi ravintolat, baarit, myymälät sekä viihde-esityksiin varatut tilat sijaitsevat usein ylemmillä kansilla. Näillä kansilla sijaitsevat myös korkeamman hintatason hytit sekä komentosilta. Nykyisissä risteilyaluksissa viihdetarjontaa on runsaasti, mikä näkyy selvästi koko laivan rakenteessa. Ylemmillä kansilla on usein ravintoloita, baareja sekä erilaisia mahdollisuuksia vapaa-ajan viettoon. Ylimmät kannet on varattu matkustajien ulkoilua ja viihtymistä varten. Näiltä kansilta löytyy usein varsinkin risteilyaluksilla erilaisia baareja, uima-altaita sekä ulkoliikuntamahdollisuuksia. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Meyer Turku Oy jakaa suunnittelussaan ja tuotannossaan aluksen kahteen alueeseen, sisä- ja ulkoalueisiin. Sisäalueiksi katsotaan kaikki ne alueet, joihin ei sade- tai roiskuva merivesi pääse. Ulkoalueina pidetään näin ollen esimerkiksi yläkansia, mutta myös hyttien parvekkeita sekä vene- ja ankkurointikansia. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Meyer Turku Oy:n tämän hetkisessä tilanteessa esimerkiksi ulkoalueiden sähköperussuunnittelu tehdään liian myöhään ja tämä aiheuttaa aluerakentamisessa piirustusten uudelleen versioinnin sekä huomattavan määrän lisäkustannuksia asennustyöstä että eripuraa siitä, kenellä on vastuu sähkölaitealustojen ja läpivientien asentamisesta. Lähelläkohtaisesti laipiovastuu on ulkoalueiden sisäpuolella (yleensä alihankkijalla), mutta toistuvasta varustussuunnittelun myöhästymisestä johtuen on läpivientien ja sähkölaitealustojen asentaminen jäänyt Turun telakan tehtäväksi sekä maksettavaksi, vaikka ne ovat sisältyneet alihankkijoiden urakoihin. Aluesuunnittelun myöhästymisen vaikuttaa myös esimerkiksi kaapelireitityksen aikatauluihin. Tätä tutkimusta voidaan hyödyntää kaikkiin laivan ulkoalueisiin. Ulkoalueella tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä kaikkia niitä alueita, jotka ovat sisä- ja ulkotiloja erottavan laipion ulkopuolella.

1.3 Tavoite

Tässä opinnäytetyössä tarkastelen Meyer Turku Oy:n tämänhetkistä rakennustapaa, jossa laiva rakennetaan FERU:n ympärille. FERU-lyhenne tulee englannin kielen sanoista *Floating Engine Room Unit*. Palaan tähän käsitteeseen tarkemmin luvussa 3.

Tarkastelen tässä opinnäytetyössä pääasiassa konevarustelun suunnitteluprosesseja. Opinnäytetyössä sivuan myös sähkösuunnittelua, koska se toimii usein lähtötietona konevarusteluosaston toiminnalle. Hankintaprosesseista tarkastelen sähköpuolen hankintaa, koska suurin osa työhön liittyvistä kysymyksistä koskee nimenomaisesti sähkölaitteiden läpivientejä ja sähkölaitealustoja.

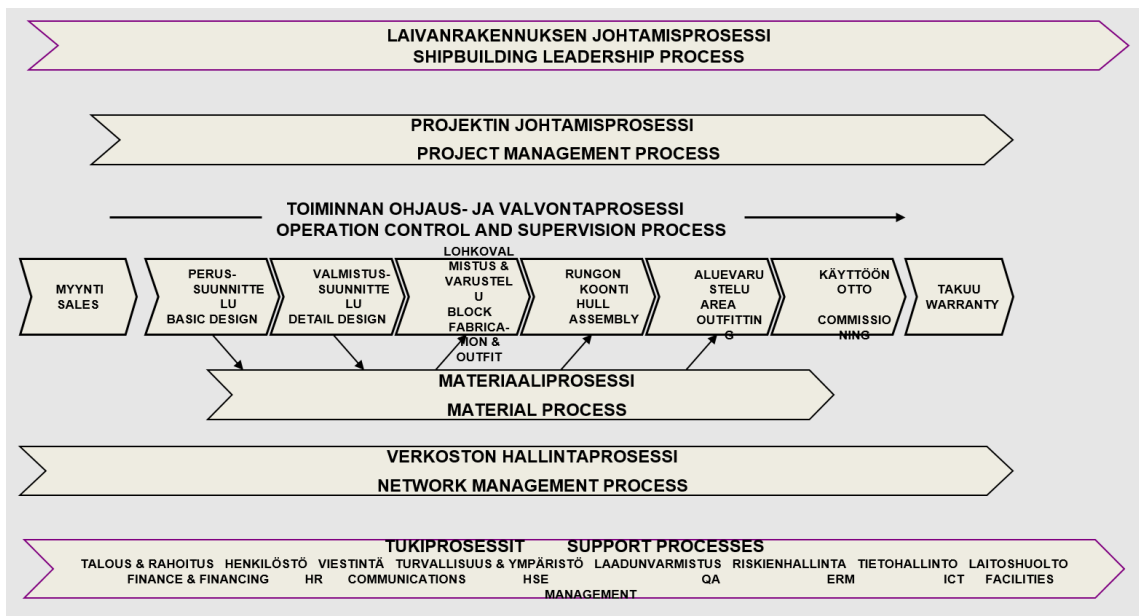
Opinnäytetyöni tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten laivan suunnittelun ajoituksia tulee muuttaa, jotta sähköläpiviennit ja sähkölaitealustat voidaan huomioida konevarustelun suunnitteluprosessissa oikeaan aikaan?
2. Millaisia ovat syntyvät kustannukset, mikäli muutoksia joudutaan tekemään suunnitteluvaiheen jälkeen?

Seuraavissa luvuissa kerron pääpiirteittäin laivan rakennustavasta sekä suunnitteluvaiheista eri näkökulmista. Tämän jälkeen opinnäytetyössä tutustutaan varsinaiseen ongelmaan eli mahdollisiin ajoitusten muuttamisiin tietyissä suunnittelu- ja hankintaprosesseissa. Tässä osiossa tarkastelen myös niitä kustannuksia, joita väärin ajoitetut suunnittelutoimet aiheuttavat, sekä niitä mahdollisia kustannussäästöjä, joita suunnittelun oikea-aikaisuus synnyttää. Nämä kustannustiedot ovat salaisia ja ne löytyvät liitteestä 1. Lopuksi kerron tutkimukseni tuloksista ja mahdollisista johtopäätöksistä.

2 LAIVAN SUUNNITTELU

Laivan suunnitteluprosessi jaetaan normaalisti kolmeen eri vaiheeseen. Nämä ovat projektisuunnittelu eli myyntiprojektivaihe, perussuunnittelu ja valmistussuunnittelu. Projektisuunnittelu tehdään ennen kuin sopimukset laivan valmistuksesta tehdään. Projektivaiheessa luodaan käsitys laivatyyppistä, kuljetuskapasiteetista, nopeudesta, toimintasäteestä ja yleisjärjestelystä. (Kosola P., 2000: 35-1). Perussuunnittelussa määritetään käytettävät koneet, laitteet ja niiden vaatimat putkikoot. Valmistussuunnittelussa rakennetaan 3D-malliin laitteiden, kaapeliratojen, ilmakehien ja putkien lopulliset paikat ja niiden perusteella tehdään piirustuskuviot, joiden avulla laitteet, kaapeliradat, ilmakehät ja putket asennetaan. Kuviossa 1 on nähtävillä laivan suunnitteluprosessin eri vaiheet.



Kuvio 1. Laivanrakennusprosessi. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Projektisuunnittelulla viitataan laivan suunnitteluun ennen laivasopimusta. Projektisuunnittelun tarkoituksena on kerätä tilaajan toimeksiannon mukainen tekninen aineisto tilaajaneuvotteluja ja sopimusta varten. Projektisuunnitteluvaiheessa määritetään yleisjärjestely ja laivan pääominaisuudet asiakkaan vaatimusten ja kokemusperäisen mitoitustietämyksen perusteella. Projektisuunnittelu perustuu projektien myyntisuunnitelman laatimiseen, jossa eritellään kyseisen projektin myyntisuunnitelma ja projektien tärkeysjärjestys. (Skytte M., 2000: 34-1.)

Projektisuunnittelun yleisjärjestelyt ja erilliset tilajärjestelyt pitävät sisällään esimerkiksi hytti-, keittiö-, ravintola- ja ohjaamojärjestelyt. Lisäksi tehdään järjestelmien liitekaaviot esimerkiksi kone-, LVI-, sähkö- ja kansijärjestelmistä sekä erilaisia laskelmia kuten sähköbilanssi-, höyrybilanssi- ja pakotielaskelmat. (Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Valmistettavan laivan tai laivasarjan sopimusaineisto (sopimus ja tekninen erittely liitteineen) sekä säännöt ja määräykset toimivat pohjana **perussuunnittelutyölle**. Perussuunnittelu alkaa, kun laivasopimus on tehty ja tämän vaiheen aikana laivan rungon, tilojen, järjestelmien ja yleisjärjestelyn suunnittelu täytyy hyväksyttävä viranomaisilla, luokituslaitoksella sekä tilaajalla. Myös tärkeimmät materiaalit ja laitteet tulee hyväksyttävä. (Kosola P., 2000: 35-1.)

Perussuunnitteluvaihe kestää joitain kuukausia riippuen laivatyyppistä. Perussuunnitteluvaiheessa määritetään myös rakennustapa, lohko- ja aluejako sekä aikataulu. Lisäksi laaditaan hankintasuunnitelmat ja työpiirustusluettelot sekä tehdään valmistussuunnittelun edellyttämät resurssivaraukset. Perussuunnitteluvaiheen aikana on todella tärkeää, että telakan sisäinen tiedonsiirto kaikkien osastojen välillä toimii jouhevasti. Erityisesti muutosten hallinnat ovat avainasemassa. (Kosola P., 2000: 35-1.)

Perussuunnittelun voidaan katsoa jakautuvan neljään osaan. Nämä ovat tilasuunnittelu, järjestelmäsuunnittelu, rakennesuunnittelu ja muu perussuunnittelu. Lähtökohtana näille toimii projektisuunnittelusta saatu lähtöaineisto. (Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Tilasuunnittelussa määritetään ja tarkennetaan tarvittavat tilat, tilojen käyttötarkoitus, tilojen kapasiteetti sekä tilojen vastuuhenkilö tai -osasto. Näiden tietojen perusteella määritetään tilojen koko, muoto ja sijainti. Tilat mallinnetaan 3D-ohjelmalla laivamalliin. Edellä mainitut toimivat lähtötietona runkosuunnittelulle, tilan geometriavaatimuksille, järjestelmäsuunnittelijoille sekä tilojen käyttötarkoitus- ja sijaintivaatimuksille. (Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Järjestelmäsuunnittelussa määritetään tarvittavat järjestelmät, niiden kuvaus, kapasiteetti, periaatekaaviot sekä toiminta- ja laiteluettelot. Näiden avulla saadaan runkosuunnittelulle lisätietoa, jonka avulla määritetään kuilu- ja reittivaatimukset sekä laitteiden sijoitus- ja painotiedot. (Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Rakennesuunnittelu alkaa rungon pääljuusrakenteiden eli esimerkiksi laipioiden, kansien ja laitojen perusmitoituksella aluksen tulevan lippuvaltion luokituslaitoksen sääntöjen mukaisesti. Aluksen suunnittelussa tulee huomioida myös kansainväliset sopimukset

sekä mahdolliset yksittäisten satamavaltioiden määräykset, jotka vieraan lipun alla liikennöivän aluksenkin on täytettävä. Lähtöaineiston, alustavan muodon ja geometrian avulla mallinnetaan laivan perusgeometria eli kantavat rakenteet, kaari- ja jäykistäjäjako sekä perusmitoitus. (Haatainen P., 2000: 17-11; Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Muuhun suunnitteluun sisältyy teorialaskenta, jossa selvitetään muutosten vaikutusta muun muassa aluksen vakauteen, kuolleeseen painoon ja kapasiteettiin. Aluksen kuollut paino (deadweight tonnage, dwt) tarkoittaa aluksen kantavuutta eli aluksen suurinta mahdollista (esimerkiksi lastin, polttoaineiden ja henkilöiden muodostamaa) yhteispainoa viranomaisten hyväksymän lastimerkin mukaan (Logistiikan maailma, 2021). Lisäksi tehdään hydrodynaamisia laskelmia koskien virtausta, ohjausta ja propulsiota eli voimansiirtoa. Kokonaisturvallisuudessa pohditaan esimerkiksi paloturvallisuutta ja pelastautumis- sekä pakoteitä. (Nurmi J. & Yli-Tolppa J., 2017.)

Perussuunnittelun tuotoksena syntyvät hyväksytyt kaaviot, laskelmat, mallitukset, järjesty- ja luokituspiirustukset, käytettävien komponenttien tekniset määritykset sekä tilaukset. Ennen perussuunnitteluvaiheen loppua pidetään suunnittelukatselmus, jossa todennetaan hankintojen, aikataulujen ja järjestelypiirustusten tilanne. Suunnittelukatselmuksessa kirjataan mahdolliset poikkeamat suunnitelmaan nähden – usein joitain asioita on vailla lopullista hyväksyntää tai muuten avoinna. Tällöin on hyvä tunnistaa poikkeamat ja sopia siitä, miten asiat jatkossa käsitellään. (Kosola P., 2000: 35-1.)

Valmistussuunnittelun tarkoituksena on hyväksytyyn perussuunnitteluaineiston pohjalta laatia esivalmistuksen ja asennustyön tarvitsemat valmistussuunnitelmat sekä hankkia, varata ja kohdistaa kaikki työssä tarvittavat materiaalit (Kosola P., 2000: 36-1). Valmistussuunnittelussa on erilaisia piirustustyyppisiä. Esivalmistepiirustukset pitävät sisällään esimerkiksi putket, putkipaketit, laitealustat, ilmakanaavat, portaat sekä rakenneyksiköt. Lisäksi voidaan tehdä erillinen kuumavarustelupiirustus, jossa näytetään pääsääntöisesti putkiläpivientejä, joiden asennusvaihe on ennen maalausta -lohkovaihe (EML). (Mattila T., 2021.) Kuumavarustelupiirustuksessa näytetään myös sähkölaitteiden kanakointi sekä kaapelitiet (Salminen J., 2021).

Sähkövalmistussuunnittelu saa lähtötiedot sähköperussuunnittelusta. Tuolloin sähkölaitteiden paikat on määritelty jo noin metrin tarkkuudella. Sähkön perussuunnitteluun sisältyvät kaaviot ja materiaalit sekä sähköä käyttävät kuluttajat. Näiden tietojen perusteella tehdään kytkentäpiirustukset. (Salminen J., 2021.)

Konevalmistussuunnitteluosaston tehtävä on tuottaa piirustuskuvia, joiden perusteella valmistetaan putkia ja putkipaketteja sekä asennetaan käyttölaitteita. Tämä osasto on myös vastannut sarjalaivojen eli kahden tai useamman samankaltaisen laivan venekannen piirustuskuvista ja niiden uudelleenversioinneista. Tällaisia laivoja ovat Meyer Turku Oy:n tuotannossa olleet esimerkiksi Costa Smeralda ja Costa Toscana. Konevalmistussuunnittelun tuottamat kuvat toimivat konevarustelun lähtötietona. (Salminen P., 2021.)

3 LAIVAN RAKENNUSTAPA

Laivoja rakennetaan nykyään käytännössä kahdella tavalla. Ensimmäisessä tavassa laivat kootaan lohkoista ja suurlohkoista ilman suurta rakenneyksikköä, jonka ympärille loput laivasta kasataan. (New York Times, 2020.) Kuvassa 1 on konttilaivan suurlohko varusteltavana General Dynamics NASSCO:n telakalla San Diegossa Kaliforniassa.



Kuva 1. Konttilaivan suurlohko San Diegon telakalla Yhdysvaltain Kaliforniassa. (New York Times, 2020.)

Toinen laivanrakennustapa on valmistaa ja osin varustella erillinen suuri lohkokokoinaisuus (esim. FERU), jonka ympärille loput laivasta kasataan. Kuten jo aiemmin tuli

esille, muodostuu lyhenne FERU sanoista *Floating Engine Room Unit*. Nämä kellutettavat konehuoneyksiköt tuottavat nykyisten suurten risteilyalusten tuottaman energian niin hyttien, keittiön, ravintoloiden kuin viihteenkin, mutta myös aluksen välttämättömien toimintojen tarpeisiin. FERU on 140 metriä pitkä, 16 metriä korkea ja jopa 46 metriä leveä. FERUt ilmentävät uutta ympäristöystävällisempää tekniikkaa ja näin risteilyalusten ympäristövaikutusta pyritään pienentämään. Meyer Turku Oy saa rakentamiensa alusten pohjana toimivat FERUt Saksan Rostockista Neptun Werft GmbH:lta. (Neptun Werft GmbH, 2021.)

Meyer Turku Oy:n telakalla laivat rakennetaan FERU:sta (kuva 2), joka pääsääntöisesti valmistetaan Saksassa Neptunin tehtaalla. FERU uitetaan Turun telakalle ja kuiva-altaassa uudet lohkot nostetaan FERU:n päälle. FERU voi olla yhdessä tai kahdessa osassa. Laivojen rakentaminen on modulaarista eli aluksen runko valmistetaan lohkoista, jotka pääsääntöisesti kasataan suuremmiksi suurlohkoiksi ennen rakennusalttaaseen nostoa. Maalaushallin koko vaikuttaa valmistettavan suurlohkon kokoon ja lisäksi lohkon paino vaikuttaa siihen, minkä kokoinen lohko voidaan nostaa paikoilleen. (Mattila T., 2021.)

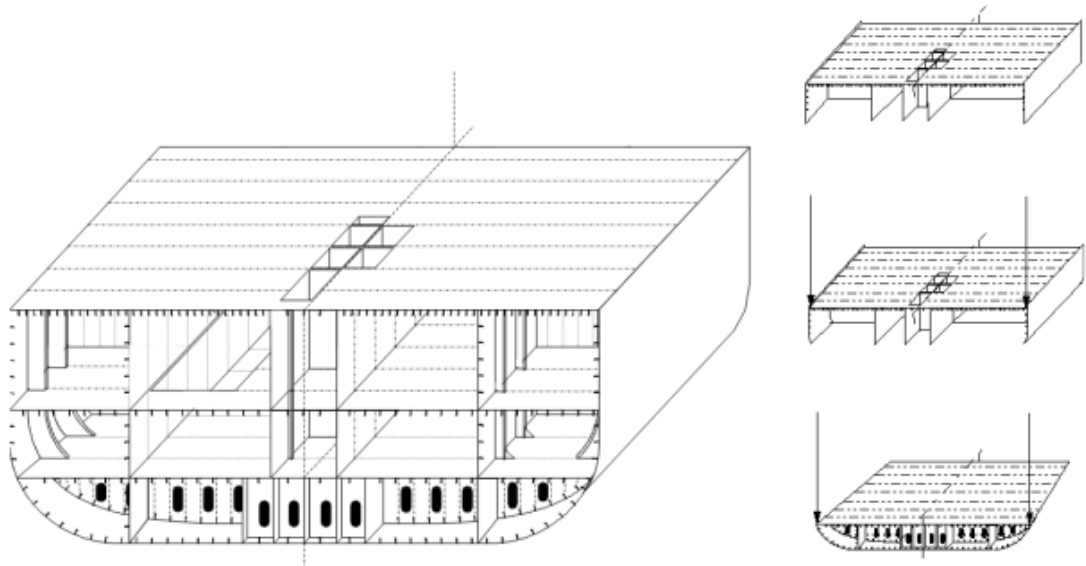


Kuva 2. MARDI GRAS -aluksen FERU saapumassa Turun telakalle. (Shipspotting Turku, 2019.)

Lohko on yleensä pienempi kokonaisuus johtuen sen painosta. Pohjassa olevat lohkot ovat usein niin painavia, ettei niitä voida valmistaa suurlohkoiksi. Suuri paino muodostuu pohjan paksusta raudasta, kaksoispohjasta ja suuresta määrästä putkia sekä joistain käyttölaitteista, esimerkiksi pumpuista. Lohkot kuumavarustellaan eli niihin hitsataan

mahdollisimman paljon putkia ja läpivientejä paikoilleen. Tämän jälkeen lohko maalataan osittain tai kokonaan riippuen siitä, yhdistetäänkö se toiseen lohkoon suurlohkoksi vai ei. (Mattila T., 2021.)

Konehuoneesta alkaen tuotetaan useimmiten suurlohkoja, koska niiden rakenteet ovat kevyempiä ja kuumavarusteltuja putkia sekä muita laitteita on vähemmän kuin konehuoneen lohkoissa. Suurlohkojen perustetyöt ajoittuvat EMS- eli ennen maalausta -suurlohkovaiheeseen. JMS- eli jälkeen maalauksen tapahtuvassa suurlohkovaiheessa asennetaan laivoihin esimerkiksi eristeet. Aluevaiheen varustelu alkaa, kun lohkot ja suurlohkot on rakennusaltaassa hitsattu paikalleen. (Mattila T., 2021.) Kuviossa 2 havainnollistetaan suurlohkon kasaamista.



Kuvio 2. Suurlohkon kasaaminen. (Meyer Turku Oy, 2021.)

4 OPINNÄYTETYÖN METODOLOGIA

Metodologia on oppi tieteen järkevistä menetelmistä eli se tarkastelee käytetyn aineiston keruu- ja analyysimetodin järkeä. Metodologia asettaa sääntöjä siitä, miten joitain väliaineita eli metodeja käytetään, jotta saavutetaan asetettu päämäärä. Metodien avulla perustellaan tutkimuksessa syntynyt tieto, mutta metodologian avulla tarkastellaan, onko perustelu eli käytetty menetelmä järkvy. Tutkimuksen metodologian avulla kyetään ymmärtämään, miten ja millaisia käsitteitä todellisuuden hahmottamiseen on käytetty, jotta tutkimuksen tulokseksi on saatu tieteellistä tietoa. (Haaparanta L. & Niiluoto I., 1986: 30–34; Tuomi J. & Sarajärvi A., 2018: 15.)

Suomalaisessa tutkimusmaailmassa on käsitteitä laadulliset, pehmeät ja kvalitatiiviset menetelmät käytetty toistensa synonyymeinä. Laadullinen ja kvalitatiivinen menetelmä on ymmärrettävissä aineiston ja analyysin muodon kuvaukseksi, joka ei ole numeerinen, vaan sanallinen. Aineistoon on mahdollista soveltaa eri lukutapoja. Siihen voi soveltaa myös numeerisia eli kvantitatiivisia lukutapoja, joten kvalitatiivisen tutkimuksen käyttövoima pohjautuu pitkälti sen suhteeseen kvantitatiiviseen tutkimukseen. (Eskola J. & Suoranta J., 1998: 11.)

Aineistoa käsitellään laadullisessa tutkimuksessa usein kokonaisuutena. Kvalitatiivinen analyysi vaatii absoluuttisuutta. Parhaimmillaan laadullisessa tutkimuksessa tutkimussuunnitelma elää tutkimusprosessin mukana, jotta kyetään saavuttamaan ilmiöiden prosessiluonne. Tutkimuksen eri vaiheiden – aineistonkeruun, analyysin, tulkinnan ja raportoinnin – yhteen kietoutuminen korostuu avoimen tutkimussuunnitelman myötä. Kvantitatiivisesta tutkimuksesta poiketen laadullisen tutkimuksen tutkimusprosessia ei ole helppo jakaa eri vaiheisiin. Tulkinta on mukana koko tutkimusprosessissa ja onkin mahdollista, että tutkimusongelmaa joudutaan tarkistamaan tutkimuksen edetessä. (Eskola J. & Suoranta J., 1998: 13; Alasuutari P., 2011: 30–31.) Tutkimuksessani olen keskittynyt saamani tiedon sisältöön ja sen tulkitsemiseen. Eri henkilöiltä saamani tiedot ovat poikenneet hyvinkin paljon toisistaan. Tutkimuksen kuluessa olen kuitenkin käsitellyt eri lähteistä saamaani tietoa osana kokonaisuutta, en erillisinä ja toisiinsa liittymättöminä osina. Alkuperäinen tutkimussuunnitelmani muuttui ja tarkentui tutkimusprosessin edetessä.

Tutkittavien tapausten määrän vähäisyys on laadulliselle tutkimukselle ominaista. Tästä huolimatta tutkimus tehdään mahdollisimman perustellusti. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa lähdetään usein liikkeelle ilman ennakoasettamuksia tai määritelmiä. Aineistolähtöisestä analyysistä puhutaan kvalitatiivisessa tutkimuksessa. Tämä tarkoittaa pelkistetyimmillään teorian rakentamista empiirisestä aineistosta lähtien. (Eskola J. & Suoranta J., 1998: 86; 111–113; Tuomi J. & Sarajärvi A., 2018: 72–73; 80.) Tutkimuksessani on ollut mukana verrattain pieni tutkimusaineistoa. Olen siitä huolimatta pyrkinyt tutkimusta tehdessäni luomaan mahdollisimman kattavan katsauksen saamani tietoaineiston sisältöön. Tutkimussuunnitelmani muuttuminen ja tarkentuminen tutkimusprosessin aikana synnytti tarpeen teoriaosuuden tarkentamiseen tutkimusprosessin jo alettua.

Sisällönanalyysia on mahdollista käyttää kaikissa laadullisissa tutkimuksissa. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena ei ole ilmiön tilastollinen yleistäminen, vaan pyrkimys esimerkiksi tietyn ilmiön kuvaamiseen tai toiminnan ymmärtämiseen. Laadullisen aineiston tutkimuksen ja analyysin tarkoituksena on saada aineistoa selkeämmäksi. Tällä tavoin halutaan saada tutkittavasta asiasta uutta tietoa. Tarkoituksena on tiivistää kerätty aineisto, mutta säilyttää analyysisissa saatu informaatio. (Eskola J. & Suoranta J., 1998: 100; Tuomi J. & Sarajärvi A., 2018: 88–91.) Tutkimuksessani tarkoitukseni on ollut perehtyä Meyer Turku Oy:n prosessien oikea-aikaisuuteen ja siihen, millaisia kustannussäästöjä olisi mahdollista saavuttaa eri prosessien oikea-aikaistamisella. Saamani tieto on ollut hyvin hajanaista, mutta olen pyrkinyt luomaan selkeän kokonaisuuden, jota olisi mahdollista käyttää jatkossa yrityksen prosessien kehittämisen pohjana.

Tutkimusmenetelmien luotettavuutta tulkitaan validiteetin ja reliabiliteetin käsitteiden avulla. Validiteetti kuvaa sitä, onko tutkimuksessa tutkittu asiaa, jota on ollut tarkoitus tutkia. Reliabiliteetti puolestaan kertoo siitä, ovatko tutkimustulokset toistettavissa. Vaikka nämä käsitteet ovat syntyneet kvantitatiivisen tutkimuksen piirissä, voidaan niiden käyttöä laajentaa myös kvalitatiivisen tutkimuksen pariin. Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuuden arviointi tapahtuu arvioimalla tutkimusprosessin luotettavuutta ja luotettavuuden kriteeri on itse tutkija. (Eskola J. & Suoranta J., 1998: 152–153; Tuomi J. & Sarajärvi A., 2018: 118–120.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa luotettavuutta mitataan kolmella kriteerillä. Uskottavuutta pohdittaessa tutkijan on varmistettava, vastaavatko hänen käsitteellistyksensä ja tulkinsa tulkittavien käsityksiä. Myös tutkimustulosten siirrettävyys on mahdollista tietyn edellytyksin, vaikka yleisesti yleistä ei pidetä mahdollisina. Tutkimuksen varmuutta on mahdollista lisätä huomioimalla myös sellaiset ennakkoehdot, joita ei voida ennustaa.

Vahvistuvuus puolestaan tarkoittaa tutkijan tekemien tulkintojen saamaa tukea toisista vastaavista tutkimuksista, jotka ovat tutkineet samoja asioita. (Eskola J. & Suoranta A., 1998: 153.)

Olen tutkinut tutkimuksessani asiaa, jota siinä on ollut tarkoituskin tutkia. Tutkimuksessani saamani tulokset olisivat myös mahdollisesti toistettavissa toisessa vastaavassa tutkimuksessa. Tutkimukseni tulokset vastaavat hyvin pitkälti niitä ajatuksia, joita tutkimukseeni osallistuneilla henkilöillä on Meyer Turku Oy:n toiminnasta ja sen prosessien kehittämisestä. En kuitenkaan usko, että tutkimustulokset olisivat välttämättä siirrettävissä. Varmuutta tutkimukseen olisi mahdollista löytää muista samalla alalla ja samankaltaisissa yhteiskunnissa, esimerkiksi Saksassa, toimivista yrityksistä tehdyistä tutkimuksista.

5 KONEVARUSTELUOSASTON SISÄINEN YHTEISTYÖ JA VUOROVAIKUTUS

5.1 Konevarusteluosaston organisaatio

Konevarusteluosasto on jaettu useampaan yksikköön ja toimintoon. Konevarusteluosaston alaisuuteen kuuluu kone- ja kansivarustelusuunnitteluyksikkö, konealueiden sähkövarusteluyksikkö ja lisäksi varsinainen varusteluosasto, joka jakautuu kolmeen osaan. Osat ovat teknisten kansien asennustiimi, konealueiden asennustiimi ja telakan alueella toimiva putkipaja. Putkipajan työnä on rakentaa laivan rakennuksessa käytettäviä putkiesivalmisteita. Laivan rakennuksessa käytettyjä putkia valmistetaan myös alihankintoina Suomessa. FERUihin tarkoitetut putket valmistetaan Meyer Werft Pipe Machining Center -yksikössä Pabenburgissa, Saksassa. (Kokkonen A., 2021; Meyer Turku, 2021.)

5.2 Teknisten kansien asennustiimin vastuualueet

Laiva on jo suunnitteluvaiheessa jaettu eri alueisiin. Aluerakentaminen tarkoittaa näin ollen jonkin tietyn ennakolta määritellyn osan rakentamista. Aluerakentaminen alkaa vasta siinä vaiheessa, kun lohkot on nostettu paikoilleen laivan runkoon. Aluerakentamiseen kuuluvat esimerkiksi eristystyöt, metallityöt sekä kanavien ja putkien asentaminen alueelle. Myös esimerkiksi ilmastoinnin asentaminen kuuluu aluerakentamisen piiriin. Toimistotiloiksi suunnitelluissa tiloissa aluerakentamiseen kuuluu myös esimerkiksi katujen ja lattioiden asennustyöt kokonaisuudessaan. Myös koneiden ja laitteiden asentaminen kuuluu aluerakentamisen piiriin. (Kokkonen A., 2021.)

SOLAS eli Safety of the Life at Sea -sopimus on kansainvälinen yleissopimus, joka koskee meriturvallisuutta. Sopimus takaa, että niissä maissa, jotka ovat sopimuksen allekirjoittaneet, rekisteröidyt laivat täyttävät tietyt minimivaatimukset koskien niin laivan rakennetta, välineistöä kuin sen toimintaakin. Sopimuksen on allekirjoittanut 159 valtiota, joiden lipun alla liikennöi noin 99 prosenttia kaikista maailman kauppa-aluksista. (Kansainvälinen merenkulkujärjestö, 2014: V; Natova, 2005.)

SOLAS-sopimusta ja siihen tehtyjä muutoksia hallinnoi IMO eli International Maritime Organization. Ensimmäinen SOLAS-sopimus solmittiin RMS Titanicin onnettomuuden jälkeen. Sopimukseen on tehty useita lisäyksiä ja muutoksia vuosien mittaan. Sen katsotaan edelleen olevan kaikkein tärkein kauppa-alusten turvallisuutta koskeva sopimus. (IMO, 2021; Kansainvälinen merenkulkujärjestö, 2014: V; Wärtsilä, 2021.)

Teknisten kansien asennustiimit vastaavat teknisten kansialueiden rakentamisesta. Tekniset kansialueet ovat laivan operointiin liittyviä kansia. Näitä ovat esimerkiksi venekansi ja vinssikannet. Lisäksi tiimin vastuualueeseen kuuluvat muun muassa komentosillan, SRtP-ohjaamon ja tutkamasto-alueen rakentaminen. (Kokkonen A., 2021.)

Vaikka merenkulku ja sen turvallisuus on kehittynyt paljon ensimmäisen SOLAS-sopimuksen version jälkeen, osoittivat Costa Concordia -aluksen onnettomuus ja Carnival Triumph -aluksen tulipalo, että merenkulku ei ole vielä täysin turvallista. Vuoden 2010 kesällä SOLAS-sopimuksen lisäys Safe Return to Port- eli SRtP-ohjaamon pakollisuudesta muuttikin merenkulkua astetta turvallisemmaksi. SRtP-ohjaamon tarkoituksena on, että onnettomuuden sattuessa laivan elintärkeät toiminnot ovat edelleen käytettävissä ja laiva pystytään ohjaamaan lähimpään satamaan tarvittaessa ilman ulkopuolista apua. (Wärtsilä, 2021.) Kuten edellä jo tuotiin esiin, myös SRtP-ohjaamon rakentaminen kuuluu teknisten kansien asennustiimin vastuulle (Kokkonen A., 2021).

Asennustiimin vastuulla on myös esimerkiksi tutkamastojen varustelu sekä window washing -laitteiston, jonka avulla laivan tuhannet ikkunat päästään ulkopuolelta turvallisesti pesemään, asentaminen ja käyttöönotto. Life-Saving Appliances (LSA) -järjestelmät ovat myös tärkeä osa laivan turvallisuutta. Niihin kuuluvat esimerkiksi pelastusveneet sekä MES- eli Marine Evacuation System -asema. Kuvassa 3 on nähtävissä Costa Smeralda -aluksen pelastusveneet. Myös LSA-järjestelmien asentaminen ja käyttöönotto kuuluvat teknisten kansien asennustiimin vastuulle. Tiimin vastuualueeseen kuuluvat myös LSA-järjestelmien myyntitilaisuudet. (Kokkonen A., 2021.)



Kuva 3. Costa Smeralda -alus pelastusveneineen. (Finnish Maritime Cluster, 2021.)

Laivan ulkokyljessä sijaitsevat laitaportit kuuluvat systeeminä kansivarustelulle. Laitaportteihin lukeutuu muun muassa luotsiportti, jota laivan luotsi käyttää noustessaan alukseen sekä poistuessaan siitä. Myös laivan matkustajat nousevat yleensä laivaan tätä tarkoitusta varten olevasta laitaportista. Myös laivan bunkrausta eli sen tankkausta (TEPA-termipankki, 2021) varten laivasta löytyy oma laitaportti. Myös proviantti- eli ruoka-aine- ja ruokavarastoalueille vievät laivassa omat laitaportit. Myös laivan koneteiloille löytyvät omat service-portit laivasta. (Kokkonen A., 2021.)

Myös laivan nosturit (service crane) kuuluvat systeeminä kansivarustelulle. Suurissa risteilijöissä on usein toistakymmentä nosturia. Nosturien määrä riippuu hieman aluksesta. Nostureita käytetään esimerkiksi matkatavaroiden käsittelyyn sekä bunkraamiseen. Myös maihinnousuun tarkoitettu laakonki eli kävelysilta (kuvassa 4) nostetaan paikoilleen omalla nosturillaan (ganvey crane). (Kokkonen A., 2021.)



Kuva 4. Carnival Pride -aluksen laakonki eli kävelysilta. (TWText.com, 2021.)

Uima-allashuoneen konehuoneessa sijaitsevat esimerkiksi uima-allasalueen altaiden pumpput ja puhdistimet. Sen aluerakentamien on Meyer Turku Oy:ssä siirtynyt teknisten kansien varusteluosaston piiriin vasta viime aikoina. Aiemmin alue on kuulunut technical accommodation outfitting -osastolle. (Kokkonen A., 2021.)

Laivan pesulatilojen rakentaminen kuuluu myös teknisten kansien varusteluosaston vastuulle. Perinteisesti näiden alueiden rakentaminen on toteutettu kokonaistoimituksena, mikä tarkoittaa, että niiden rakentaminen ja asennustyöt kuuluvat kokonaisuudessaan alihankintasopimusten piiriin. Meyer Turku Oy ei näin ollen rakenna eikä asenna itse näitä alueita. (Kokkonen A., 2021.)

Meyer Turku Oy:n oma henkilökunta vastaa teknisten kansien rakentamisesta, käyttöönotosta ja tarkastuksista sekä laivan luovutuksesta tilaajalle. Meyer Turku Oy käyttää omaa henkilökuntaansa asennustöihin aina, kun se on resurssien puolesta mahdollista. Mikäli omaa henkilökuntaa ei ole riittävästi taikka heidän aikansa ei riitä asennustyöhön, ulkoistetaan työ alihankkijoille. Asennustöihin on myös mahdollista käyttää telakan omaa runkotootanto-osaston henkilökuntaa, mikäli heillä on ylimääräisiä resursseja. Runkotootanto-osastolle ei makseta heidän resurssiensa lainaamisesta, vaan kustannusten jakaminen tapahtuu budjettisiirtana. Työtunteja siis lisätään toisalle, kun taas toisaalla ne vähenevät. (Kokkonen A., 2021.)

5.3 Konevarustelu- ja sähkövarustelutiimit

Kaikkien konealueiden aluerakentaminen kuuluu **konevarustelutiimien** vastuualueeseen.

Konevarustelutiimit vastaavat esimerkiksi vesien käsittelyyn tarkoitettujen laitteistojen asentamisesta. Laivassa saadaan makeaa vettä käänteisosmoosin (reverse osmosis, RO) avulla. Laivan juomavettä varastoidaan suurissa tankeissa. Myös harmaanveden ja mustan veden käsittelyyn tarkoitettujen laitteistojen asentaminen kuuluu konevarustelutiimeille. Laivan jätevedet kerätään tankkeihin, jotka tyhjennetään satamissa. (Ojanen P., 2021.)

Konevarustelutiimin asennusvastuulle kuuluvat myös painolastitankit. Lisäksi LNG-tankit, polttonestesäiliöt ja öljysäiliöt ovat konevarustelutiimin asennusvastuulla. Laivasta löytyy myös omat alueensa jätteen käsittelyä varten. Näiden alueiden laitteistot eli inseneraattorit kuuluvat konevarustelutiimin asennettaviksi. (Ojanen P., 2021.)

Laivan propulsio- eli voimansiirtojärjestelmä koostuu monista erillisistä yksiköistä. Kaikkien näiden laitteistojen asennuksesta vastaavat konevarustelutiimit. Heidän vastuulleen kuuluvat myös hätägeneraattoreiden, azibod-huoneiden ja keulapotkurien asennukset. (Ojanen P., 2021.) Kuvassa 5 on nähtävillä azibod-laitteisto.



Kuva 5. Azibod-laitteisto. (ABB Oy, 2021.)

Konevarustelutiimien rakennus- ja asennusvastuulle on kuulunut myös pakoputkikuilun rakentaminen. Tämän alueen rakentaminen on kuitenkin nykyään ulkoistettu kokonaistoimittajalle. (Ojanen P., 2021.)

Vuoden 2021 alusta konealueiden **sähkövarustelu**yksikkö erotettiin hotelliosaston sähkövarustelu

yksiköstä. Konealueiden sähkövarustelusta on vastuussa useita eri tiimejä, joiden henkilömäärä vaihtelee hieman. Nämä tiimit palvelevat pääasiassa teknisten kansien tarpeita. Yksikön pääasiallinen tehtävä on kuitenkin työn johtaminen, mutta sen tehtäviin kuuluu myös aluksen käyttöönottoon ja laiturikokeisiin liittyviä tehtäviä. Yksikön vastuualueelle kuuluvista tehtävistä yksikkö huolehtii itse noin kahdestakymmenestä (20) prosentista työtehtävistä. Noin kymmenes vastuualueen tehtävistä ulkoistetaan kokonaistoimituksina toisille toimijoille, kun taas valtaosa eli noin seitsemänkymmentä (70) prosenttia toteutetaan alihankintoina. Osaston työtehtävät koostuvat niin kaapelien vetämisistä, kytkentätöistä kuin käyttöönoton tehtävistä. Hotelliosaston sähkövarusteluyksikön sähköasentajat toimivat pääasiassa käyttöönottoon liittyvissä tehtävissä. (Lehtilä J., 2021.)

5.4 Kommunikointi ja vuorovaikutus eri yksiköiden ja osastojen välillä

Vuorovaikutus ihmisten välillä muodostuu sanallisesta, mutta myös sanattomasta viestinnästä. Sanoista rakentuva puhe tai kirjoitus on verbaalista eli sanallista viestintää, kun taas nonverbaalista eli sanatonta viestintää ovat esimerkiksi ilmeet ja eleet. Erilaisia viestinnän keinoja käyttämällä ihmiset lähettävät toisilleen viestejä tiedostaen, mutta myös tiedostamattaan. (Lohtaja-Ahonen S. & Kaihovirta M., 2012: 11.)

Yhteisöviestintä tarkoittaa kaikkea viestintää, joka tapahtuu yhteisön sisällä, mutta myös yhteisön ja sen ulkopuolisen maailman välillä. Yhteisöviestintä koostuu niin vuorovaikutteisesta viestinnästä, jossa viesti kulkee kahden osapuolen – viestinnän lähettäjän ja vastaanottajan – välillä, kuin yhteisön tiedottamisesta, joka puolestaan on yksisuuntaista. (Lohtaja-Ahonen S. & Kaihovirta M., 2012: 11–12.)

Viestinnällä on suuri merkitys yhteisön toimivuuden kannalta. Hyvin hoidettu ja toimiva viestintä on yhteisölle keskeinen voimavara. Viestinnän tehtävänä onkin mahdollistaa yhteisön muu toiminta. Viestinnässä onnistuminen edellyttää, että viestinnän suunnittelu on kytketty organisaation strategiseen suunnitteluun ja viestinnän vastuuhenkilöt ovat

päättämässä yhteisön keskeisistä asioista yhdessä muiden yhteisön avainhenkilöiden kanssa. Jotta viestintä on tarkoituksenmukaista, tulee sen päätarkoitus ja keskeiset tehtävät määritellä. Viestinnän onnistumiseksi eri toimijoiden yhteistyö on tärkeää. (Kortetjärvi-Nurmi S. & Murtola K., 2015: 9.)

Meyer Turku Oy:llä haastattelemini henkilöiden mukaan sähkövalmistussuunnittelu-yksikkö ei kuulu konevarusteluosaston alaisuuteen. Osa haastattelemistani henkilöistä on sitä mieltä, että kyseisen suunnittelu-yksikön kommunikointi toisten suunnitteluosastojen kanssa ei toimi kovinkaan hyvin. Heidän mielestään myöskään varusteluosastojen kanssa kommunikointi ei suju ongelmitta. Asia on kuitenkin kehittymässä parempaan suuntaan viime vuosien henkilöstömuutosten myötä. Uusien, nuorien työntekijöiden lisääntyminen Meyer Turku Oy:n organisaatiossa on lisännyt merkittävästi osastojen välistä kommunikointia ja parantanut vuorovaikutusta. Kuitenkin edelleen pääasiallinen kommunikointitapa on soittaminen, vaikka nykytekniikka tarjoaa useita vaihtoehtoisia kommunikointitapoja. Ongelmia aiheuttaa monesti se, että aina ei kyetä hahmottamaan kokonaisuutta, vaan työskennellään ikään kuin ”laput silmillä” keskittyen ainoastaan omaan tai oman yksikön tehtävään. (Salminen J., 2021.)

Sähkövalmistussuunnittelu-yksikön lisäksi tiedustelin näkemyksiä yhteistyön ja kommunikoinnin toimivuudesta myös konealueiden sähkövarustelu-yksiköstä. Kyseisessä yksikössä yhteistyö ja vuorovaikutus muiden yksiköiden sekä osastojen kanssa koetaan hyväksi ja toimivaksi. Sen sijaan yleisen tiedottamisen toivottaisiin parantuvan. (Lehtilä J., 2021.)

Saamistani vastauksista voitaneen ajatella, että Meyer Turku Oy:n eri osastoille saattaisi olla vielä parannettavaa sisäisessä viestinnässä. Eri yksiköiden ja osastojen välinen toimivampi vuorovaikutus ja sitä kautta tiiviimpi yhteistyö voisi tuoda merkittäviä hyötyjä yrityksen toimintaan. Näin toimien saattaisi syntyä myös kustannussäästöjä, koska osastot tietäisivät, mitä toisilla osastoilla on niin sanotusti ”työn alla”. Myös tiedottamista voisi olla syytä tehostaa, jotta tieto yrityksen sisällä ja myös sen ulkopuolelle kulkisi paremmin.

6 NYKYTILA-ANALYYSI

6.1 Nykytilanne ja tavoitteet

Alusten rakentamiseen liittyvistä läpivienneistä ja niiden oikea-aikaisuudesta on käyty Meyer Turku Oy:ssä keskustelua jo pidempään. Oikea-aikaisuuden ongelmista ja vääristä ajoittumisista syntyneistä kustannuksista on herätty keskustelemaan enemmän Costa Smeralda -risteilyaluksen varustussuunnittelun siirryttyä aluevaiheen kuvien tekemiseen. Sähköperussuunnittelun piirustukset, joissa esitetään alueittain sähkölaitteiden ja -alustojen aiotut paikat, ovat tulleet myöhässä. PLM-ryhmä on keskustellut asiasta niin ryhmän sisäisesti kuin sähköosaston systeemivastuullisten kanssa, mutta myös keski johdon kanssa. (Salminen J., 2021.) Aloittaessani opinnäytetyöni kirjoittamista loppuvuodesta 2020 oli ongelmaan jo havahduttu ja siitä oli käyty jo paljonkin keskustelua. Toivottavaa olisi, että ongelman laajuus tulisi paremmin eri toimijoiden tietoon tämän opinnäytetyön myötä.

Tulevaisuudessa pyrkimyksenä on muuttaa sähköperussuunnittelun aikataulua hieman aikaisemmaksi. Näin sähkövarustussuunnittelu saa tehtyä tarvittavat piirustukset ajoissa. Piirustukset toimivat lähtötietona konevarustussuunnitteluun ja näin sähkölaittealustat ja -läpiviennit pystyttäisiin asentamaan oikea-aikaisesti. Tavoite olisi, että sähkön perussuunnitteluvaiheessa ilmenneet ongelmat olisi korjattu vuoden 2021 loppupuolelta lähtien rakenteilla olevan Icon-alussarjan kohdalla. (Salminen J., 2021.)

6.2 Kustannusten synty

Jotta voidaan ymmärtää, mistä myöhästymiset johtuvat, täytyy tarkastella piirustusten aikatauluja. Piirustuskuvilla on tietty ajoitus, johon mennessä niiden pitää olla julkaistuja. Ihannetilanteessa kuvaan ei tarvitse tämän jälkeen tehdä muutoksia eli versiointia. (Salminen J., 2021.)

Esimerkkinä virheellisestä ajoituksesta voidaan tarkastella Costa Smeralda -aluksen area outfit 070U -kuvaa, joka kuvastaa venekantta. Kyseisen kuvan ensimmäinen versio on julkaistu kronodoc-järjestelmään 27.8.2018. Valaistusta ja elektronisia laitteita koskeva lighting and electrical equipment -kuva puolestaan on julkaistu 11.10.2019. Tämän kuvan perusteella mallinnetaan valaisimet, kaiuttimien kiinnitysraudat, laipioläpiviennit

sekä suuri määrä muita sähkölaitteita Cadmatic-ohjelman avulla rakenteilla olevaan laivaan. Edellä mainitut varusteet on lisätty aluevaiheen kuvaan ja niitä varten olevat sähköläpiviennit on lisätty lohkovaiheen kuviin. Tämä on kuitenkin väärä vaihe lisätä kyseisiä laitteita, koska ihannetilanteessa kaikki hitsausta vaativat tuotteet kuten läpiviennit ja kaiuttimien sekä sähkölaitteiden, esimerkiksi valaisimien kiinnitysraudat tulisi kiinnittää jo lohkovaiheessa ennen maalausta (EML). Ensimmäinen lohkovaiheen kuva Costa Smeralda -aluksen venekantta koskien on julkaistu 11.01.2018 eli melkein kaksi vuotta ennen lighting and electrical equipment -kuvan julkaisua, joka toimii lähtötietona sähköläpivientien sijoittelussa 3D-malliin ja piirustuskuviin. (Kronodoc, 2021.) Oikea-aikaisuuden kannalta lighting and electrical equipment -kuvan tulisi olla julkaistu ensimmäisenä mainituista kuvista. Koska tämä kuva toimii sähköläpivientien sijoittelun lähtötietona, tulisi tämän kuvan pohjalta laatia niin lohkokuva kuin aluevaihekuvakin.

Osan oikea-aikaisuuden ongelmaa on aiheuttanut myös sarjalaivojen eli platform-mallin kopiointi. Jokaisesta laivasta tehdään oma 3D-malli Cadmatic-ohjelmalla. Saksalaisten suunnittelema AIDAnova-alus toimi prototyypinä kahdelle Costa Cruises -varustamon alukselle, joista ensimmäinen kantaa nimeä Costa Smeralda. Lisäksi Costa Smeraldan malli kopioitiin kahteen Carnival Cruise Linesin alukseen, joihin tehtiin joitain arkkitehtuurisia ja teknisiä muutoksia. Alkujaan mallina toiminut AIDAnova-alus on suunniteltu Saksassa käyttäen Catia-ohjelmaa. Ongelmia on syntynyt, kun tämä alkuperäinen malli on siirretty uusia laivoja suunniteltaessa Cadmatic-ohjelmaan. Koska suunnittelu on tapahtunut eri ohjelmissa, ei tiedon siirto ohjelmien välillä ole ollut ongelmaton. Cadmatic-ohjelmaan siirretyissä mallissa on saattanut olla puutteita esimerkiksi joissain objekteissa taikka niitä on ollut liikaa. (Takala K., 2021.) Ratkaisuna tämänkaltaisiin ongelmiin voitaneen pitää ajatusta siitä, että suunnittelu tapahtuisi samalla ohjelmalla. Tämä lieoneekin mahdollista tulevaisuudessa, koska koko konsernin mallintaminen tullaan yhdenmukaistamaan.

Jos esimerkiksi läpivienti joudutaan poistamaan ja sijoittamaan uudelleen, siitä syntyy merkittävä kustannus. Nämä kustannukset ovat nähtävissä taulukossa 1 (liite 1). Joissain tapauksissa läpiviennin lisäksi joudutaan uusimaan myös läpiviennin sisällä oleva kumitiiviste. Näiden kumitiivisteiden hintoja on nähtävillä taulukossa 2 (liite 1). Kustannukset jakautuvat hieman tapauskohtaisesti, mutta käytännössä läpiviennin irrotus, vanhan reiän paikkaaminen hitsaamalla, uuden reiän tekeminen sekä uuden läpiviennin hit-

saaminen kuuluvat varusteluosastoille. Uuden maalipinnan kustannukset menevät runkotuotanto-osastolle, koska maalaustoiminnot kuuluvat heidän vastuulleen. Jos seinäeristeitä täytyy purkaa ja asentaa uudelleen, ohjautuvat niiden kustannukset tapauskohtaisesti joko sisäalueesta vastaavalle alihankkijayritykselle taikka hyttiosastolle. (Kokkonen A., 2021.) Kuvassa 6 on nähtävissä Mardi Gras -aluksen venekannella sijaitseva uudelleensijoitettu sähköläpivienti.



Kuva 6. Uudelleensijoitettu sähköläpivienti Mardi Gras -aluksen venekannella. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Sähköjärjestelmien hankinta toteutetaan projektikohtaisesti ja se voi pitää sisällään yhden laivan tai kokonaisen laivasarjan. Hankinnat pyritään tekemään samoihin aikoihin kuin laivasopimus, mutta niitä tehdään myös myöhemmissä vaiheissa. Pääjärjestelmä on mahdollista hankkia jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Osa järjestelmistä vaatii enemmän suunnittelua eikä niitä ole mahdollista ostaa kovin aikaisessa vaiheessa. On myös mahdollista, että joitain asioita on unohtunut tai järjestelmä ei enää vastaakaan sitä, mitä alun perin on tilattu, koska toimittajan tuote on muuttunut tilauksen teon jälkeen. Esimerkiksi varusteluvaiheessa huomattavat ongelmat tuotteissa tai järjestelmissä ilmoitetaan systeemivastaavalle, joka tekee ratkaisun siitä, muutetaanko koko systeemi vai vain osia siitä. (Nyström J., 2020.)

Ennen hankintojen tekemistä saadaan laivan tilaajalta Makers-lista, joka kuuluu laivasopimukseen ja pitää sisällään tiedon niistä valmistajista, joilta hankinnat tehdään. Tilaaja on voinut jo valmiiksi määrittää käytettävien laitteiden ominaisuuksia, jotta ne ovat käytötarkoitukseen sopivia ja täyttävät sen maan, jonka lipun alla laiva tulee liikennöimään, lain ja luokituslaitoksen säännöt. Käytännössä kaikki yleisimmät laite-toimittajat ovat jo valmiiksi Makers-listalla, mutta on mahdollista käyttää myös muita, kunhan siitä tilaajan kanssa erikseen sovitaan. Makers-lista ei kuitenkaan kata kaikkia järjestelmiä, ainoastaan osan niistä. (Nyström J., 2020.)

Tarjousvaiheessa ainakin Makers-listan toimittajilta kysytään tarjous, jonka lisäksi voidaan kysyä listan ulkopuolisilta toimittajilta, mikäli tiedetään, että heillä on laadukkaita ja tarkoitukseen sopivia tuotteita. Haasteita hankintaan aiheuttaa se, minkä maan lipun alla laiva tulee liikennöimään. Myös muut tahot asettavat laivoille rajoituksia ja vaatimuksia. Erilaisia rajoituksia ja vaatimuksia asettavat esimerkiksi erilaiset kansainväliset järjestöt. Ongelmat korostuvat esimerkiksi tilanteissa, joissa hankinnat on voitu tehdä esimerkiksi viiteen laivaan ja yhden maan lipun alla liikennöivään alukseen tarvitaankin tietty määrä kameroita ja toisen maan lipun alla liikennöivään alukseen tarvitaankin kaksi kertaa sama määrä kameroita. Tätä ei aina ole mahdollista ennakoita, paljonko tuotteita todellisuudessa tarvitaan. (Nyström J., 2020.)

Lisäksi ongelmia aiheuttaa se, että laivasarjan laivojen väli voi olla pitkä, esimerkiksi kymmenenkin vuotta, ja sopimukset on tehty ennen ensimmäisen laivan suunnittelua. Mikäli tilaaja haluaa vaihtaa jo ennalta sovitun järjestelmän, tekevät he telakalle ROM:in (request of modification) ja telakan hankkija laskee uuden tarjouksen, joka palautetaan tilaajalle. Mikäli tilaaja hyväksyy uuden kokonaisuuden ja muutoksen hinnan, tehdään muutoksesta AOM (agreement of modification). Voikin olla, että sarjan viimeistä laivaa

tehtäessä ei esimerkiksi alkuperäisen sopimuksen mukaisia kameroita enää valmisteta ja suunniteltujen tuotteiden tilalle tulee etsiä uudet. (Nyström J., 2020.)

Meyer Turku Oy:n telakalla kehitetään jatkuvasti materiaalin hankintaprosesseja. Näin pyritään vähentämään hävikkiä sekä parantamaan oikea-aikaisuutta. Hankkija tekee tilaukset systeemeittäin, mistä johtuen ne ovat melko suuria kokonaisuuksia. Esimerkiksi CCTV-järjestelmän kameroita voidaan ostaa tietyllä summalla eikä hankkija ole välttämättä tietoinen kaikista pakettiin sisältyvistä osista, esimerkiksi millaiset asennusjalat kameroiden mukana toimitetaan. Tämä johtaa siihen, että komponentteja joudutaan ostamaan lisää, kun asennuspiirustuksia tehtäessä huomataankin jalkojen toimimattomuus kameran sijoituspaikkaan. Vaihtoehtoisesti on mahdollista suunnitella itse esivalmisteet, jotka telakan oma tuotanto valmistaa. (Nyström J., 2020.)

Hankintojen ajankohtaa voidaan tarkastella myös oikea-aikaisuuden näkökulmasta. Kuten edellä tuli jo esille, saattaa sopimuksen elinkaari olla hyvinkin pitkä. Jo yhdenkin laivan kohdalla puhutaan useammasta vuodesta, saati sitten niissä sopimuksissa, jotka kattavat useamman laivan. Materiaalien hankintojen kannalta voisi olla järkevää tarkastella hankintaprosessia aina projektikohtaisesti eikä sopimuskohtaisesti. On mahdollista, että tuote, jota hankitaan sopimuksen alussa suuri määrä kattamaan esimerkiksi koko kolmen laivan sarjan, ei sovikaan enää viimeiseen laivaan, koska siihen tehdään parannuksia, joita kahdessa ensimmäisessä laivassa ei ole osattu huomioida. On myös mahdollista, että alkujaan on tilattu liian pieni määrä tiettyä hyödykettä koko laivasarjaa ajatellen. Mikäli tietyn tuotteen valmistus on lopetettu ennen sarjan viimeisen laivan varustelua, joudutaankin turvautumaan uuteen toimittajaan eikä kaikkia jo aiemmin hankittuja tuotteita voida hyödyntää rakenteilla olevassa aluksessa. Näissä molemmissa esimerkeissä projektikohtaisista hankinnoista olisi suuri taloudellinen hyöty. Mikäli hankinnat tehtäisiin erikseen kutakin projektia varten, olisi mahdollista oppia mahdollisista aiemmista virheistä eikä hyödykkeitä jäisi käyttämättä.

Esimerkkejä muutoskohteista ja ylimääräisestä työstä

Matkustaja-alusta rakennettaessa jaetaan laiva kahteen päätoimintoryhmään. Näitä ovat hotellitoiminnot ja laivatoiminnot. Hotellitoimintojen tärkeimmät osat ovat matkustajien hytit, ravintolat, baarit ja myymälät. Myös käytävät, aulat, portaikot ja hissit kuuluvat hotellitoimintoihin, samoin automatkustajalautassa autokansi. Myös esimerkiksi laivan

yleisien tilojen yhteydessä sijaitsevat toimisto- ja varastotilat kuuluvat useimmiten hotelitoiminnon alaisuuteen. Erilaiset taustatoiminnot, kuten konealueella sijaitsevat toimisto- ja varastotilat, eivät pääasiassa kuulu hotellitoimintojen piiriin. (Levander K. & Sillanpää K., 2000: 18-12.)

Laivatoiminnoilla tarkoitetaan laivaosan tuottamaa energiaa, toimittamaa vettä sekä huolehtimaa ilmastointia. Näiden toimintojen lisäksi laivaosan tehtävänä on kantaa hotelliosaa sekä kuljettaa se turvallisesti lähtöpisteestä määränpäähänsä koneistonsa avulla. Laivaosaan kuuluviksi määritellään myös erilaiset tankit sekä kuivatilat. (Levander K. & Sillanpää K., 2000: 18-12.) Seuraavaksi esittelen muutamia Meyer Turku Oy:ssä tehtyjä muutostöitä, jotka ovat kuuluneet laivaosan vastuulle.

Mardi Gras -aluksen venekannelle kopioitiin Costa Smeralda -aluksen 3D-mallista suuri määrä alueella olleita läpivientejä ja muita objekteja. Osa alihankkijoista oli jo laivan keulapuolelle ehtinyt asentaa käytävävalaisimien läpiviennit ennen tarvittavien asennuskuvien julkaisemista. Vanhassa valaisimessa oli kaksi läpivientä jokaista valaisinta kohden. Valaisimen malli päätettiin laivan tilaajan toimesta muuttaa loisteputkivalaisimesta LED-valaisimeen (kuva 7), jonka asentamiseen vaaditaan vain yksi läpivienti. Läpivientejä poistettiin joitain kappaleita, mutta tarkkaa määrää ei saatu tietoon kustannuksen selvittämiseksi.



Kuva 7. LED-käytävävalaisin. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Costa Toscana -aluksen venekannelle asennettujen Bollard-valaisimien (kuva 8) läpiviennit oli asennettu liian aikaisin alihankkijoiden toimesta eikä tieto siitä, miten läpivienti tulee hitsata paikoilleen, saavuttanut tekijöitä. Kuvassa 9 on nähtävillä Bollard-valaisimen sähköläpiviennin oikeaoppinen asennustapa, kun taas kuvassa 10 näkyy väärä asennustapa.



Kuva 8. Bollard-valaisin. (Meyer Turku Oy, 2021.)



Kuva 9. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin oikeaoppinen asennus. (Meyer Turku Oy, 2021.)



Kuva 10. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin väärä asennustapa. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Mikäli korjaustöiden purku- ja asennustyöt vaativat eristyksen uusimista, maksaa hotellisuunnittelu yleensä vain vaihdettavan lämpöeristeen, kun muut kustannukset kuuluvat laivaosan vastuulle. Eristeen tyyppi voi vaihdella alueittain. Eristeen tyyppi vaikuttaa luonnollisesti myös sen hintaan. Erilaisten eristeiden hintoja on nähtävissä taulukossa 3 (liite 1). Mikäli korjaustyöt vaativat eristyksen purkua, tulee kustannustekijöinä huomioida myös työn määrä. Eristystä ei useinkaan saa korjattua helposti, vaan se vaatii enemmän työtunteja, koska esimerkiksi laipiot tulee kiertää. (Puustinen P., 2021.)

Esimerkiksi Costa Toscanan venekannelle lisättiin 100 kpl SLR31-läpivientejä, koska suunnitteluvaiheessa ei tiedetty, millainen valaisin venekannelle tulee ja minkälainen läpivienti sille tarvitaan. Tämän johdosta läpivienneille porattiin reiät ja hitsattiin läpiviennit laipioon kiinni. Arvioitu työaika oli 2,5 tuntia jokaista läpivientä kohden. Työn kokonaiskustannukset on laskettu taulukossa 4 (liite 1). Maalauksesta syntyneitä kustannuksia ei ole huomioitu.

Toisena esimerkkinä voidaan tarkastella myös Costa Toscana -aluksella tehtyjä muutostöitä. Alukselle tehtiin muutostyö tarpeettomien läpivientien poistamiseksi toukokuussa

2021. Kyseiset läpiviennit oli lisätty laivaan piirustuskuvien mukaisesti. Piirustus vastasi kuitenkin laivasarjan edellistä alusta. Costa Toscana -aluksessa kameran paikka muuttui ja läpiviennit päädyttiin poistamaan tarpeettomina. Kuvassa 11 on yksi näistä poistetuista läpivienneistä. Jotta läpiviennit oli mahdollista poistaa, jouduttiin purkamaan ilmanvaihtokanavia laivan molemmilta puolilta. Puretun ilmanvaihtokanavan voi nähdä kuvassa 12. Lisäksi eristeet jouduttiin poistamaan ja uusimaan. Läpivientien poistokohtiin leikattiin halkaisijaltaan 300 millimetrin reiät, joihin hitsattiin paikkapalat ja viimeisenä toimenpiteenä täytyi suljettu reikä maalata. Kuvassa 13 on nähtävillä läpivientin peittämiseksi tehty paikkalappu. Oman haasteensa sekä lisäkustannuksen maalaamiseen toi työn sijainti, joka oli kannella 6 ja laivan ulkolaidassa. Arvioitu työaika tähän työhön oli 24 henkilötyötuntia. Työn kokonaiskustannukset ovat nähtävissä taulukossa 5 (liite 1).



Kuva 11. Poistettava läpivienti laivan kyljessä. (Meyer Turku Oy, 2021.)



Kuva 12. Purettu ilmanvaihtokanava läpiviennin poiston ajaksi. (Meyer Turku Oy, 2021.)



Kuva 13. Läpiviennin poistokohdassa oleva paikka, jonka halkaisija on 300 millimetriä. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Aluerakentamisen vaiheessa tehtävät muutokset ovat suuri kustannus. Muutosten tekemiseksi pitää asennustiimin kiivetä laivaan. Oman vaikeutensa tässä tuottaa se, että työntekijöiden tulee olla asianmukaisesti varustautuneita. Heillä tulee olla metallityöhön tarvittavat varusteet. Lisäksi työn eteneminen on hidasta, koska laivan muutenkin ahtaahkot käytävät ovat täynnä telineitä, kaasuletkuja ja sähköjohtoja. Lisäkustannuksia syntyy usein myös siitä, että osa laivan pinnoista saattaa olla jo maalattu. Näissä tapauksissa maalipinta tulee poistaa ja pinta tulee työsuorituksen jälkeen maalata uudestaan. (Salminen J., 2021.)

Kustannusten syntymisessä tulee ottaa huomioon myös alihankinta- ja kokonaistoimitussopimusten vaikutus kustannuksiin. Alihankkijat tekevät aina Meyer Turku Oy:n kanssa sopimuksen. Sopimuksissa määritetään monia asioita, esimerkiksi:

- sopimuksen osapuolet,

- sopimuksen hinta,
- aikataulu,
- tehtävät työt,
- sopimussakko toimituksen myöhästyessä sekä
- vastuut ja velvollisuudet.

Lisäksi sopimuksissa määritetään korvaus sellaisista muutostöistä, jotka tehdään alueelle, jota sopimus koskee, sen jälkeen, kun alue on saatu valmiiksi, tai jos muutostyötä ei ole sisällytetty sopimukseen. (Meyer Turku Oy, 2021.)

Tehdyistä sopimuksista huolimatta aluerakentamisvaiheessa tehtävät muutokset ja korjaukset lankeavat lähes poikkeuksetta Meyer Turku Oy:n maksettavaksi. Usein kokonaistoimittaja, jonka olisi pitänyt kiinnittää läpiviennit laipioon, on jo saanut alueensa valmiiksi. Näin ollen kokonaistoimittaja ei useinkaan katso olevansa velvollinen osallistumaan kustannuksiin. (Salminen J., 2021.)

On myös tilanteita, joissa muutostarve ei johdu suunnittelumateriaalin myöhästymisestä. Tällöin syynä muutostyölle saattaa olla esimerkiksi merikokeen aikana huomattu epäkohta. Mikäli koeajon aikana huomataan esimerkiksi tärisävä kamera, tulee kameran jalka tai sijainti suunnitella uudelleen. Tällaisia muutoksia ei luonnollisestikaan pystytä ennakoimaan, mutta myös niistä syntyy lisäkustannuksia. (Salminen J., 2021.)

Tarkasteltaessa alihankintasopimusten vaikutusta kustannusten syntyymiseen, herää kysymys, olisiko kustannuksien kertymistä mahdollista pienentää esimerkiksi alihankintasopimuksia täsmentämällä. Mikäli alihankintasopimuksissa määriteltäisiin vastuut hyvin tarkasti, voisiko sillä olla merkitystä kustannusten jakautumiseen Meyer Turku Oy:n ja sen alihankkijoiden välillä?

Kaikkiin muutostöihin ei luonnollisestikaan ole mahdollista varautua. Laivan rakentaminen on pitkä ja aikaa vievä prosessi, jonka aikana tulee esiin monenlaisia kehityskohteita ja –ehdotuksia sekä käytännössäkin huomattuja paranneltavia osioita. Olisi kuitenkin tärkeää toimia koko projektissa oikea-aikaisesti, koska siten olisi mahdollista saada aikaan kustannussäästöjä.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen avulla halusin selvittää, miten laivan suunnittelun ajoituksia tulisi muuttaa, jotta sähköläpiviennit ja -laitealustat voitaisiin huomioida konevarustelun suunnitteluprosessissa oikeaan aikaan. Saadakseni mahdollisimman tarkan ja luotettavan, mutta myös mahdollisimman kattavan vastauksen kysymykseeni, olen ollut asiasta yhteydessä moneen eri henkilöön Meyer Turku Oy:ssä. Kaikki henkilöt, joita olen asian tiimoilta haastatellut, ovat yksimielisiä siitä, että sähköperussuunnittelun ja sähkösuunnittelun aineistoa pitäisi aikaistaa. Näin venekannella ja muilla ulkokansialueilla olisi mahdollista kone- ja kansivarustelun näkökulmasta suunnitella tarvittava varustelu jo lohkovaiheen kuvissa.

Suunnittelun ja varustelun myöhästymisestä johtuvat kustannukset ovat aina projekti-kohtaisia. Eri aluksissa syntyy virheitä eri paikoissa. Yhdistävä tekijä on kuitenkin alueelle tehtävien sähkölaite- ja valaisinkuvien myöhästymisen. Sähkölaite- ja valaisinkuvat toimivat lähtötietona kone- ja kansivarusteluosastojen venekannen piirustuskuvien ja 3D-mallin tekemiselle. Sähkölaite- ja valaisinkuvien tulisi valmistua oikeaan aikaan, jotta niitä voitaisiin hyödyntää paremmin laivan suunnitteluprosessissa. Mikäli näiden kuvien valmistumista olisi mahdollista aikaistaa huomattavasti, toisi se mukanaan merkittäviä kustannussäästöjä.

Toinen tutkimuskysymyksen koski niitä kustannuksia, jotka syntyvät tilanteissa, joissa muutoksia joudutaan tekemään vasta suunnitteluvaiheen jälkeen. Kalleimpia korjauksia ja muutoksia ovat aluerakennusvaiheessa tehtävät muutokset ja korjaukset. Tämänkaltaisista muutos- ja korjaustöistä aiheutuneet kustannukset jäävät lähes poikkeuksetta Turun telakan maksettavaksi. On myös mahdollista, että muutostarve syntyy esimerkiksi Meyer Turku Oy:n henkilökunnan havaintojen pohjalta. Näissä tilanteissa muutostöistä johtuneet kustannukset jäävät luonnollisesti Meyer Turku Oy:n katettaviksi. Tarkasteluni pohjalta uskon, että muutostöiden tekeminen vasta suunnitteluvaiheen jälkeen aiheuttaa merkittäviä kustannuksia. Näin ollen myös kustannussäästöt olisivat huomattavia, mikäli muutostyöt tehtäisiin varhaisemmassa rakentamisen vaiheessa. Lähtökohtaisesti ohje-
nuorana voitaneen pitää sitä, että syntyvät lisäkustannukset muutostöistä ovat sitä pienempiä, mitä aiemmin muutostarve havaitaan.

Opinnäytetyön tekeminen on ollut yhtä aikaa antoisaa ja haastavaa. Henkilöt, joita olen työtä varten haastatellut, ovat olleet miellyttäviä ja heidän kanssaan on saatu hyviä keskusteluja aikaiseksi niin laivan rakentamisesta yleisellä tasolla kuin niistä tietyistä spesifeistä aiheistakin, joista olen juuri heitä lähestynyt. Samalla keskustelujen lomasta on korostunut näkemys siitä, että kauan laivanrakennuksen parissa työskennelleet ihmiset ovat tärkeitä henkilöitä Meyer Turku Oy:n telakalla. Käytännön kokemuksesta ei oikein pysty kirjoista oppimaan, vaan tekemällä virheitä ja korjaamalla niitä. Suullisen materiaalin saaminen onkin ollut helppoa, mutta kirjallisen materiaalin saaminen työn tekemiseksi on ollut ajoittain hankalaa.

Mielestäni opinnäytetyöni onnistui hyvin. Koen, että olen saanut arvokasta tietoa nykyaikaisesta laivan rakennuksen prosessista niin yleisellä tasolla kuin Meyer Turku Oy:n toiminnankin tasolla. Saatuani tutkimusongelmiani koskevissa kysymyksissä riittävän määrän materiaalia koen, että pääsin hyvin tutustumaan Meyer Turku Oy:n prosessien oikea-aikaisuuden ongelmiin ja etsimään niihin ratkaisuja. Opinnäytetyötäni voidaan jatkossa käyttää prosessien kehittämisen ja oikea-aikaistamisen pohjana.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

Painetut lähteet

Alasuutari, P., 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Vastapaino, Tampere.

Eskola, J. & Suoranta, J., 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Lapin yliopisto, Rovaniemi.

Haaparanta, L. & Niiniluoto, I., 2016. Johdatus tieteelliseen ajatteluun. Gaudeamus, Helsinki.

Haatainen, P., 2000. Yleiset säännöt, ohjeet ja standardit laivatekniikassa. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Kansainvälinen merenkulkujärjestö, 2014. SOLAS: consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988: articles, annex and certificates. International Maritime Organization, London, UK.

Kortetjärvi-Nurmi, S. & Murtola, K., 2015. Areena: yritysviestinnän käsikirja. Edita, Helsinki.

Kosola, P., 2000. Perussuunnittelu. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Kosola, P., 2000. Valmistussuunnittelu. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Levander, K. & Sillanpää, K., 2000. Matkustaja-alukset. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Lohtaja-Ahonen, S. & Kaihovirta, M. 2012. Tehoa työelämän viestintään. Talentum, Helsinki.

Riimala, E. & Aarniala, J., 1994. Navis Fennica: Suomen merenkulun historia. Osa 2, höyryveneistä uiviin loistohotelleihin. WSOY, Porvoo.

Räisänen, P., 2000. Laivatyytit ja niiden ominaispiirteet. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Skytte, M., 2000. Projektisuunnittelu. Teoksessa *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja* (toim. Räisänen P.). Turun ammattikorkeakoulu, Turku.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A., 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki.

Painamattomat lähteet

International Maritime Organization, 2021. Maritime Safety. Viitattu 12.5.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/default.aspx>.

Meyer Turku Oy, 2021. Meyer Turku lyhyesti. Viitattu 8.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/about_the_shipyard_1/about_the_shipyard.jsp.

Meyer Turku Oy, 2021. Yrityksen historia. Viitattu 8.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/company_history/company_history.jsp.

Meyer Werft GmbH, 2021. About Meyer Werft. Viitattu 20.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://www.meyerwerft.de/en/company/we_are_the_meyer_werft/index.jsp.

Neptun Werft GmbH, 2021. Floating Engine Room Unit. Viitattu 9.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa https://www.neptunwerft.de/en/products/floating_engine_room_units/index.jsp.

Natova, A., 2005. Implications of the United Nations Convention on the Law of the Sea for IMO. Viitattu 25.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.un.org/>.

Sivistyssanakirja, 2021. Viitattu 20.5.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.suomisanakirja.fi/oikea-aikainen>.

TEPA-Termipankki, 2021. Viitattu 18.5.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/bunkraus>.

The New York Times, 2021. How giant ships are built. Viitattu 17.3.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.nytimes.com/interactive/2020/06/17/business/economy/how-container-ships-are-built.html>.

Valmet Oyj, 2021. Historia. Viitattu 9.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/historia/>.

Wärtsilä Oyj, 2021. History. Viitattu 9.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.wartsila.com/about/history>.

Wärtsilä Oyj, 2021. Safe Return to Port (SRtP). Viitattu 25.4.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa [https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/safe-return-to-port-\(srtp\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/safe-return-to-port-(srtp)).

Henkilölähteet

Kokkonen, A. Haastattelu 05/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Kulma, M. Haastattelu 04/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Lehtilä, J. Haastattelu 06/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Mattila, T. Haastattelu 01/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Nyström, J. Haastattelu 11/2020. Meyer Turku Oy, Turku.

Ojanen, P. Haastattelu 04/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Salminen, J. haastattelu 05/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Salminen, P. haastattelu 05/2021. Meyer Turku Oy, Turku.

Muut lähteet

Meyer Turku Oy, 2021. Kronodoc-tietojärjestelmä. Viitattu 9.12.2020-25.5.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Organisaatiokaavio. Viitattu 6.5.2021.

Nurmi, J. & Yli-Tolppa, J. 2017. Laivasuunnittelijoiden koulutus. Laivasuunnittelun prosessista. Luentokalvot. Meyer Turku Oy: Konesuunnittelu, Turku.

Kuvalähteet

ABB Oy, 2019. ABB laajentaa Azipod-järjestelmän tehoaluetta lautoille ja matkustaja-autolautoille sopivaksi. Viitattu 28.5.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://new.abb.com/news/fi/detail/25268/abb-laajentaa-azipodr-jarjestelman-tehoaluetta-lautoille-ja-matkustaja-autolautoille-sopivaksi>.

Chernoff, A. 2021. Viitattu 16.3.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.twtext.com/article/1250264264150925312.

Finnish Maritime Cluster, 2021. Costa Smeralda delivered from Meyer Turku shipyard. Viitattu 6.6.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://fmc-yearbook.com/shipyard/costa-smeralda-delivered-from-meyer-turku-shipyard/>.

Meyer Turku Oy, 2021. Bollard-valaisin. Viitattu 28.4.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin oikeaoppinen asennus. Viitattu 28.4.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Bollard-valaisimen sähköläpiviennin väärä asennustapa. Viitattu 29.4.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Laivanrakennusprosessi. Koulutusmateriaali. Viitattu 8.1.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. LED-käytävävalaisin. Viitattu 26.4.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Kuva 13. Läpiviennin poistokohdassa oleva paikka, jonka halkaisija on 300 millimetriä. Viitattu 15.5.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Poistettava läpivienti laivan kyljessä. Viitattu 14.5.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Purettu ilmanvaihtokanava läpiviennin poiston ajaksi. Viitattu 15.5.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Suurlohkon kasaaminen. Koulutusmateriaali. Viitattu 15.1.2021.

Meyer Turku Oy, 2021. Uudelleensijoitettu sähköläpivienti Mardi Gras -aluksen venekannella. Viitattu 16.5.2021.

The New York Times 2021. How giant ships are built. Viitattu 17.3.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.nytimes.com/interactive/2020/06/17/business/economy/how-container-ships-are-built.html>.

Shipspotting Turku 2019. Mardi Gras Floating Engine Room Unit. Valokuva. Viitattu 1.2.2021. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.shipspottingturku.fi/alustyyppi/floating-engine-room-unit/.