

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka, Konetekniikka

2022

Antti Riipinen

Ilmastointihuoneen suunnittelun parantaminen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka, Konetekniikka

2022 | 37 sivua

Antti Riipinen

Ilmastointihuoneen suunnittelun parantaminen

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kyselytutkimuksen avulla selvittää ilmastointihuoneen suunnittelussa esiintyviä laadullisia puutteita sekä esittää ratkaisuehdotuksia näihin puutteisiin. Opinnäytetyö toteutettiin Meyer Turku Oy:n hotellivarustelun TAO-osastolle.

Työn teoriaosuudessa selvitettiin mitä laadulla tarkoitetaan. Lisäksi teoriaosuudessa käytiin läpi laivanrakennuksen, sekä ilmastointihuoneiden keskeisimmät suunnittelu- ja rakentamistavat.

Työ toteutettiin Webropol-nettikyselylomakkeella. Kyselyn haastateltavat koostuivat Meyer Turku Oy:n ilmastointihuoneiden varusteluun kuuluvista toimihenkilöistä, sekä suunnittelutoimistojen toimihenkilöistä.

Työssä havaittiin ja esitettiin useita laatuun vaikuttavia seikkoja suunnittelussa ja varustelussa. Lisäksi opinnäytetyön lopussa esitettiin ratkaisuehdotuksia laadun parantamiseksi. Ehdotuksiksi esitettiin muun muassa viestinnän lisäämistä suunnittelun ja varustelun välillä, ja perehdytyksen syventämistä kokemattomammille suunnittelijoille laivanrakennuksesta.

Asiasanat:

Laivanrakennus, kyselytutkimukset, laadullinen tutkimus, laivan varustelu,
telakka

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2022 | 37 pages

Antti Riipinen

Improving the design of AC rooms

Abstract

The aim of this thesis was to find out the qualitative shortcomings in the design of the AC room with the help of a survey, and to present solutions to them. The thesis was commissioned by Meyer Turku Oy's Hotel outfitting TAO department.

In the theoretical part of the work, the meaning of quality was clarified. In addition, the theoretical part covered the most essential design and construction methods of shipbuilding and AC rooms.

The work was carried out using the Webropol online questionnaire. The interviewees consisted of employees involved in the construction of Meyer Turku Oy's AC rooms, as well as employees of design offices.

The work highlighted several aspects that affect quality in design, as well as how they affect outfitting. As a result, building up communication and familiarizing ship building in practice were presented as suggestions.

Keywords:

Shipbuilding, survey, qualitative research, ship outfitting, shipyard

Sisältö

Käytetyt lyhenteet ja sanasto	7
1 Johdanto	8
1.1 Opinnäytetyön tavoitteet	8
1.2 Toimeksiantajan tausta	8
2 Risteilyaluksen suunnittelun eri vaiheet	10
2.1 Risteilyaluksen suunnitteluvaiheet	10
2.2 Ilmastointihuoneen suunnittelu risteilyaluksessa	12
2.3 Risteilyaluksen rakentamistapa	13
2.4 Ilmastointihuoneen rakentamistapa	16
3 Laatu	18
3.1 Laatu yleisesti	18
3.2 Laatu risteilyalusten kokonaistoimituksessa	20
3.3 Laatuvirheet ja niiden dokumentointi laivanrakennuksessa	23
4 Kyselytutkimus	24
4.1 Kyselytutkimuksen suoritustapa	24
5 Tutkimuksen tulokset havaituista laatuvirheistä laivan ilmastointihuoneissa	25
5.1 Laatukysely tuotantoon	25
5.2 Laatukysely suunnittelijoille	30
5.3 Kehitysehdotukset	32
6 Yhteenveto ja pohdinta	35
Lähteet	36

Kuvat

Kuva 1. Ylösalaisin koottu lohko lohkovaiheessa	14
Kuva 2. Lohko käännetään oikeinpäin lohkovaiheessa	14
Kuva 3. Suurlohkon koonti	15
Kuva 4. Tuotannossa kulunut tuntimäärä puutteen selvittämisessä	25

Kuva 5. Suunnitteluun käytetty aika puutteen korjauksessa	26
Kuva 6. Käytetty aika eri asennusalueilla	26
Kuva 7. Työn keskeytyminen tuotannossa puutteen takia	27
Kuva 8. Havainnot huolellisuudesta	28
Kuva 9. Havainnot kokemuksesta	28
Kuva 10. Puutteita	29
Kuva 11. Suunnittelussa havainnoituja puutteita 1	30
Kuva 12. Suunnittelussa havainnoituja puutteita 2	30
Kuva 13. Suunnittelun oma laadunvalvonta	31
Kuva 14. Laadunvarmistuksessa havaitut haasteet laadussa	31
Kuva 15. Kehitysehdotuksia 1	32
Kuva 16. Kehitysehdotuksia 2	33

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

SOLAS	Kansainvälinen meriturvallisuutta käsittelevä sopimus
Laipio	Tulen ja veden kestävä seinä laivan sisällä
Kansi	Laivan rakenneosana, joka toimii lattiana ja jakaa aluksen päällekkäisiksi tiloiksi
Varustelu	Aluksen sisustuksen ja toiminnallisten laitteiden asennus lohkojen sisällä
LVI	Lämpö, vesi ja ilmastointi
Työkuva	Pohjapiirustus ja asennuskuva varusteltavasta tilasta ja asennettavista materiaaleista
VAS	Varustelusuunnittelu
TAO	Technical Accomodation

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimii Meyer Turku Oy. Työn tavoitteena on selvittää kyselytutkimuksen avulla laadun merkitys ilmastointihuoneen suunnittelussa. Kyselyjen perusteella nostetaan lähempään tarkasteluun yleisimmät suunnittelusta johtuvat haasteet ilmastointihuoneiden varusteluvaiheissa. Lisäksi edellä mainituille haasteille etsitään kehitysehdotuksia.

Toimiva ja luotettava ilmastointi on perusedellytyksiä risteilyalusten rakentamisessa, joten huoneiden suunnittelussa ja rakentamisessa on ennakoitava mahdollisimman paljon mahdollisesti yksityiskohtia. Puutteellinen panostus laatuun suunnittelussa aiheuttaa laivan varusteluvaiheessa ajallisia ja taloudellisia menetyksiä, pahimmassa tapauksessa koko laivan luovutus voi myöhästyä.

Tässä työssä käydään läpi esimerkkejä puutteellisen laadun aiheuttamista tilanteista kvalitatiivisista haastatteluista saadun tiedon perusteella. Lisäksi materiaalina toimii Meyer Turun oma suunnittelun ohjeistusmateriaali, Meyer Turun tietokanta sekä laatuun liittyvä tutkimuskirjallisuus.

1.2 Toimeksiantajan tausta

Meyerin perheen omistama Meyer Turku Oy on yksi Euroopan johtavista laivanrakennusyriyksistä. Turun telakka perustettiin vuonna 1737, ja tänä päivänä sen toimitusjohtajana toimii Tim Meyer.

Vuosien saatossa telakalta on valmistunut yli 1300 uutta alusta eri asiakkaille ympäri maailmaa. Nykyään Meyer Turku on erikoistunut rakentamaan risteilyaluksia, autolauttoja sekä muita erikoisaluksia. Lisäksi yhtiö on

erikoistunut tarjoamaan huipputeknologisia ratkaisuja ja innovaatioita risteilyvarustamoille ja muille vastaaville yhtiöille.

Meyer Turulla on useita tytäryrityksiä varustelun apuna. Yrityksiin kuuluvat hyttejä esivalmistava Piikkiö Works Oy Piikkiössä, telakalla sijaitseva Shipbuilding Completion Oy, jonka toimenä on tarjota avaimet käteen periaatteella kattavia ratkaisuja laivan yleisiin tiloihin, sekä suunnitteluyritys Technology design and engineering ENG´nD Oy joka tarjoaa suunnittelua laivanrakennukseen.

Meyer Turun telakalla työskentelee nykyisin noin 2000 työntekijää ja on yksi tärkeimmistä työllistäjistä paitsi Lounais-Suomen alueella, myös eri puolilla Suomea meriklusterin ansiosta. Klusterissa vaikuttavat kaikki merialan ja merenkulkuun liittyvät teknologiatoimittajat, koulutusorganisaatiot sekä valmistava teollisuus, muodostaen näin ollen erittäin kattavan verkoston. (Meyer Turku, 2021)

2 Risteilyaluksen suunnittelun eri vaiheet

2.1 Risteilyaluksen suunnitteluvaiheet

Laivan suunnittelussa käytetään suunnitteluspiraalia. Tämä tarkoittaa käytännössä suunnittelun kokonaisprosessia. Ensimmäisenä luodaan vähintään karkeat suunnitelmat, tehtävän lähtökohdat ja päämittojen alustavat määritelmät. Iterointiaskeleiden kasvaessa projektin kohteet tarkentuvat, kunnes lopulta ollaan spiraalin keskellä ja voidaan aloittaa yksityiskohtien suunnittelu. Spiraalia käytetään siis projektin lähtökohtien määrittelyyn.

Jotta laivan suunnittelu voidaan aloittaa, tarvitaan tilaajalta erittely. Erittelystä tarkoitetaan tilaajan määrittelyä siitä, millaista laivaa ollaan rakentamassa. Aivan jokaista kohtaa laivassa ei pystytä määrittelemään ennalta, joten erittelystä keskitytään määrittelemään tiettyjä toimintoja, kuten lasti- tai henkilömäärä laivassa, laivan nopeus, pituus tai vaikkapa korkeus. Suunnittelun tarkentuessa myös erittelyt tarkentuvat, jotta niitä voidaan käyttää pohjana laivan rakentamisessa tarvittavien sopimusten luonnissa, sekä dokumentointina laivan rakennuksesta. (Meyer Turku, 2011 d)

Suunnitteluvaiheet voidaan jakaa viiteen osa-alueeseen: tuotekehitys, projektisuunnittelu, perussuunnittelu, koordinaatiosuunnittelu ja jatkosuunnittelu.

Tuotekehitys

Suunnitteluvaiheista tuotekehitys koskee lähes jokaista laivaa, oli kyse sarjalaivasta, yksittäisestä aluksesta, tai kokonaan uudentyyppistä. Tuotekehityksessä ajatuksena on kehittää uudentyyppisiä kokonaisuuksia, konsepteja tai järjestelyjä. Kaikissa kehityskohteissa tavoitteena on joko tehostaa ja parantaa rakentamisen laatua tai tarjota asiakkaalle jotain uutta lisäarvoa tuottavaa, kuten vaikkapa jotain risteilyaluksissa ennen näkemätöntä.

Oman lisänsä tuotekehitykseen tuo myös SOLAS, joka voi edellyttää päivityksen jälkeen muutoksia muun muassa aluksen rakenteisiin.

Projektisuunnittelu

Projektisuunnittelussa määritellään suunnittelun lähtökohdat ja rakennettavan aluksen päätiedot. Yhtenä tärkeänä tavoitteena projektisuunnittelussa on, laskea luotettavasti laivan hinta.

Projektin vaativuustaso ja sitovuus riippuu siitä, kuinka tarkkaan kustannukset määritellään ja kuinka paljon tehdään suunnitteluaineistoa. Yleensä projektien vaativuus kasvaa tarjouskierrosten edetessä. (Meyer Turku Oy, 2011 g)

Perussuunnittelu

Perussuunnittelussa laiva suunnitellaan niin pitkälle, että voidaan arvioida laivan toimivan sen valmistuttua. Perussuunnittelussa tehdään seuraavat suunnitelmat: pohjapiirustukset tärkeimmistä tiloista, lujuuslaskut ja luokituskuvat, järjestelmiä kuvaavat kaaviot (LVI, sähkö, koneisto), sekä muut laskelmat aineistojen tuottamiseksi. Nämä suunnitelmat on hyväksyttävä etukäteen luokituslaitoksella, viranomaisilla ja varustamolla. (Meyer Turku Oy, 2011 f)

Koordinaatiosuunnittelu

Koordinaatiosuunnittelussa koordinoidaan eri alueiden suunnittelu siten, että vältetään yhteentörmäyksiltä jatkosuunnittelussa. Esimerkiksi kuilujen ja käytävien kattoihin tulevat putket, ilmakehanavat ja kaapeliradat ovat tarkastelun kohteena. Kun tässä vaiheessa on varmistuttu, ettei eri alueiden välillä ole yhteentörmäyksiä, voidaan siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (Meyer Turku Oy, 2011 b)

Jatkosuunnittelu

Jatkosuunnittelu tunnetaan myös nimellä työkuvasuunnittelu. Tässä vaiheessa tehdään eri alueiden yksityiskohtaista suunnittelua ja määritellään materiaallistat. Pohjana jatkosuunnittelulle toimii hyväksytty perussuunnitteluaineisto. Jatkosuunnittelussa tehdään työkuvat laivanrakennuksen eri vaiheille, sillä nykyisen mallin mukaisesti laivan varustelu aloitetaan jo lohkovaiheessa ajan säästämiseksi. Laivan varustelu lohkovaiheessa mahdollistaa sen, että vaikeisiin kohteisiin on helpompi asentaa esimerkiksi ilmastointikanavia, kun laiva on osissa. (Meyer Turku Oy, 2011 a)

2.2 Ilmastointihuoneen suunnittelu risteilyaluksessa

Ilmastointihuoneen suunnittelun kaari noudattaa samaa kaavaa risteilyaluksen suunnittelun kanssa. Suunnitteluun kuuluu kolme päätasoa, projektivaihe, perussuunnittelu ja työkuvasuunnittelu.

Projektivaiheessa eri iterointiaskeleissa varataan tilat kanavistoille, puhaltimille ja ilmastointikoneille puhallinhuoneissa, sekä tilat kuiluille. Tässä vaiheessa myös määritellään karkeasti, minne ilmastointihuone sijoittuu laivassa ja mitä alueita se mahdollisesti palvelee tulevaisuudessa.

Perussuunnittelussa ensimmäisenä määritellään ilmastointikaaviot ja periaatekuvat, eli kaaviot, joista käy ilmi puhallinhuoneista lähtevän ja tulevan ilman kulku laivassa. Periaatekuvasta käy ilmi ilmastointilaitteet ja se, mitä alueita laitteet palvelevat. Periaatekuvaan merkitään myös ilmastointikanavien kannalta oleellimmat säätölaitteet, muun muassa savu- ja sulkupellit sekä ilmanvaihtoon liittyvät puhaltimet, jotka eivät ole varsinaisia ilmastointilaitteita. Näiden kaavioiden avulla pystytään määrittelemään eri alueiden vaatimat ilmamäärät. Ilmamäärälaskelmien ansiosta pystytään tarkentamaan periaatekuvien laitteistoja sekä laitteiden käyttämiä kapasiteetteja.

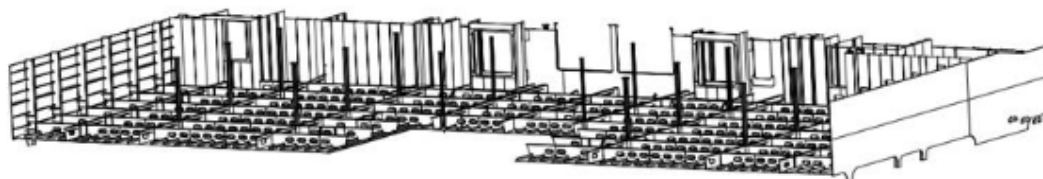
Ilmastointihuoneet tarvitsevat myös järjestelykuvat, joista selviää viereiset alueet ja se, miten ilmastointihuone sijoittuu tarkemmin laivaan. Lopuksi kun ilmastointihuoneen paikka ja palveltavat alueet ovat selvillä, suunnitellaan ilmastoinnille läpiviennit laipioihin. Tiedot läpivienneistä välitetään mahdollisimman pian valmistumisen jälkeen runkotuotannolle, joka polttaa reiät valmiiksi lohkoihin.

Työkuvasuunnittelussa suunnitellaan ilmastointihuoneet yksityiskohtaisesti ja siten, että ne voidaan valmistaa loppuun asti annettujen työkuviin perusteella. Työkuvia valmistetaan useampia eri varusteluvaiheeseen, alkaen lohkovaiheesta ja päättyen aluevaiheen loppuun. Työjärjestyksen määrittely on tässä vaiheessa erittäin tärkeää, sillä kaikkea materiaalia ei pystytä kokonsa takia asentamaan enää siinä vaiheessa, kun lohkot on liitetty yhteen. Tässä suunnitteluvaiheessa määritellään käytettävät materiaalit ja materiaalmäärät, sekä luodaan työkuvan perusteella osaluettelo huoneessa käytetyistä materiaaleista. Työkuvista tulee käydä ilmi putkiston, kierresauma- ja suorakaidekanavien, ilmastointilaitteiden sekä erilaisten eristysten sijainti ilmastointihuoneessa. Suorakaidekanavat, sekä suuret putkikokonaisuudet pyritään suunnittelemaan esivalmisteiksi, jotta asentaminen helpottuisi. Isompia kokonaisuuksia voi myös niputtaa alukseen tai lohkoon nostettaviksi moduuleiksi, jolloin asennusaikaa pystytään nopeuttamaan. (Meyer Turku Oy, 2011 e)

2.3 Risteilyaluksen rakentamistapa

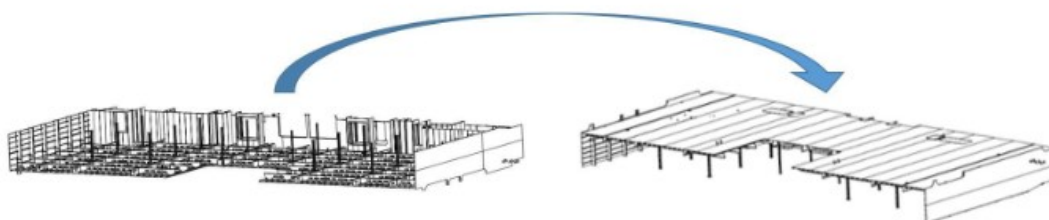
Risteilyaluksen rakentaminen alkaa osavalmistuksesta. Piirustusten perusteella tarkoitukseen sopivasta teräksestä leikataan, nykyisin useimmiten laserilla, sopivat palat lohkojen rakentamista varten.

Lohkot kootaan hallissa valmiiksi ylösalaisin. Tässä vaiheessa alkaa myös lohkovarustelu. Lohkoihin lisätään myös jäykisteet laipioihin ja kansiin. Kaikki osat liitetään toisiinsa hitsaamalla. Käytettävissä olevia hitsaustekniikoita on useita.



Kuva 1. Ylösalaisin koottu lohko lohkovaiheessa

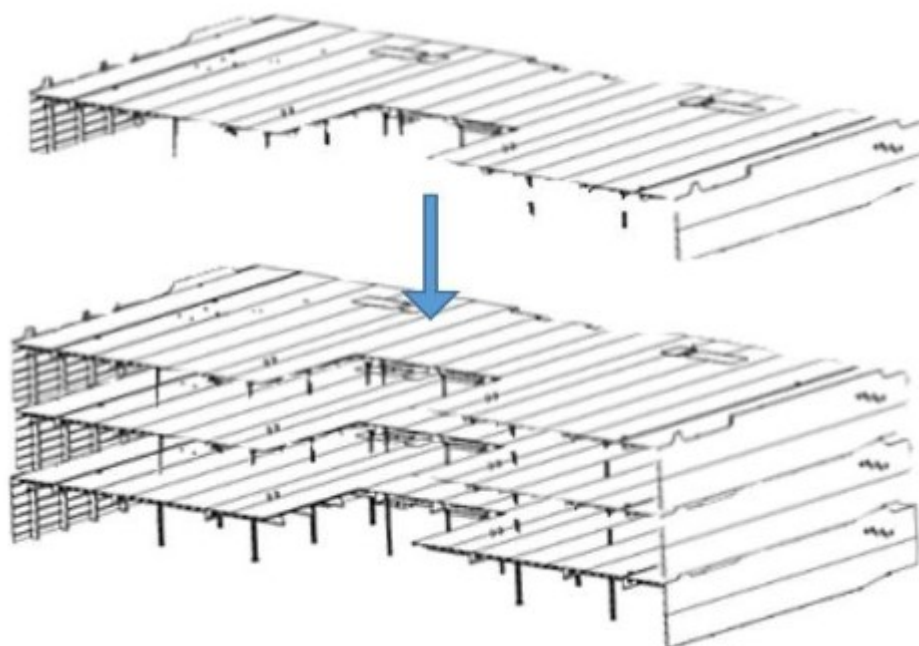
Ylösalaisin kootut lohkot käännetään oikein päin lohkojen yhteen liittämistä varten.



Kuva 2. Lohko käännetään oikeinpäin lohkovaiheessa

Oikeinpäin käännettyistä lohkoista kootaan suurlohkoon tulevia lohkoja, jotka käyvät maalattavana ja jotka sen jälkeen kootaan suurlohkoiksi. Lohkovarustelu jatkuu koko tämän ajan ja lohkot pyritään varustelemaan mahdollisimman pitkälle tässä vaiheessa, pois lukien lohkojen saumakohdat, joita ei pystytä varustelemaan tässä vaiheessa. Tässä vaiheessa varustelussa painotetaan niitä osia ja kokonaisuuksia, joita on mahdotonta tai hyvin vaikea saada laivaan rungon koonnin jälkeen.

Telakoilla, joilla on riittävä kapasiteetti pukkinostureissa lohkojen nostamiseen, voivat myös koota suurlohkoista niin sanottuja maksilohkoja ennen rungon koontia. Käytännössä kahdesta tai useammasta suurlohkosta kootaan tätäkin suurempi lohkokokonaisuus, joka siirretään runkoon kiinni hitsattavaksi.



Kuva 3. Suurlohkon koonti

Kun riittävä määrä lohkoja on saatu valmistettua, voidaan aloittaa rungonkoonti. Rungonkoonti alkaa kölilohkon laskemisella rakennusaltaaseen. Kölilohkossa sijaitsee aluksen päämoottorit ja generaattorit. Suurlohkoja nostetaan rakennusaltaaseen järjestyksessä. Lohkojen paikat mitataan tarkasti ja lohkot hitsataan yhteen. Runko kootaan lohkoista pyramidimaisesti, jolloin alus valmistuu kolmeen suuntaan yhtä aikaa. Kaikki suuret ja raskaat koneet ja laitteet nostetaan lohkoihin ja runkoon viimeistään tässä vaiheessa. Lohkovarustelua jatketaan rungon valmistumiseen ja vesille laskemiseen saakka. (Meyer Turku Oy, 2011 c)

Vesillelaskun jälkeen lohkovarustelu on valmis ja rakentamisessa siirrytään aluevaiheeseen, jolloin aletaan rakentamaan ja viimeistelemään yleisiä alueita. Teknisten tilojen rakentaminen jatkuu aluevaiheessa laivan saumakohtissa sekä järjestelmien yhteen liittämässä. Aluevaiheen edetessä kohti loppuaan eri alueilla siirrytään viimeistelyyn ja käyttöönottoon. Viimeisin rakennusvaihe ennen luovutusta on kaikkien järjestelmien yhteinen testaus, eli merikoe.

2.4 Ilmastointihuoneen rakentamistapa

Ilmastointihuoneen rakentaminen seuraa lohkovarustelua. Jokaisessa vaiheessa on oma työpiirustuksensa, josta ilmenee, mitä osia asennetaan minnekin kussakin lohkossa tai alueessa.

Varustelu lohkovaiheessa ennen koontia pitää yleensä sisällään läpivientien hitsauksen, sekä kattoon asennettavien putkien ja kanavien asentamisen. Kattoon asennettavien osien asentaminen paikalleen on tässä vaiheessa kaikkein helpointa, sillä lohko on ylösalaisin. Tässä vaiheessa pyritään myös tekemään sellaisia tulitöitä, joiden suorittaminen maalauksen jälkeen tuottaisi jälkien siivoamisessa lisätyötä, esim. tikkaiden hitsaus tai ilmastointikoneiden alustojen hitsaus.

Varustelu lohkokoonnin aikana ennen maalausta pitää sisällään sellaisten läpivientien ja raskaiden kanavaosien asentamista, joita ei pystytä asentamaan ennen lohkojen saumojen yhteen hitsausta. Lisäksi sellaiset osat, jotka halutaan maalata rungon maalauksen yhteydessä, asennetaan tässä vaiheessa.

Varustelu lohkokoonnin aikana maalauksen jälkeen pitää sisällään mahdollisimman paljon kanavien ja putkistojen asennusta. Tässä vaiheessa lohkon sisälle nostetaan myös ilmastointikoneet, puhaltimet, sekä muut sähkölaitteet. Lisäksi sellaiset suuret ja raskaat osat, joiden asentamisen lohkoraja saattaa estää nostetaan lohkoon sisään tässä vaiheessa.

Rungonkoonnin jälkeen monet osista on käytännössä mahdotonta saada sisään ilmastointihuoneen oviaukoista.

Rungonkoonnin aikana ilmastointihuoneisiin ja -kuiluihin nostetaan mahdolliset modulaariset kokonaisuudet. Suuria kokonaisuuksia kanavista ja putkistoista, varsinkin ilmastointikuiluissa, valmistetaan etukäteen valmiiksi moduuleiksi asennuksen nopeuttamiseksi ahtaissa tai vaikeapääsyisissä tiloissa.

Rungonkoonnin edettyä tarpeeksi pitkälle, voidaan aloittaa aluevaiheen varustelu myös ilmastointihuoneissa ja kuiluissa. Varustelu aloitetaan yleensä heti, kun rungonkoonnissa on saatu hitsattua lohkojen saumat yhteen ja ne on

saatu onnistuneesti myytyä tilaajalle. Aluevarustelussa asennetaan kaikki ne kokonaisuudet, joiden asentamisen runkosaumat estivät lohkovarustelussa. Lisäksi tilojen toiminnallisuuden käyttöön saattaminen aloitetaan ja ilmastointia aletaan säätämään ja testaamaan heti sen ollessa mahdollista. Samalla myös aloitetaan tilojen eristys, sekä viimeistely. Aluevarustelu jatkuu ilmastointihuoneissa, sekä kuiluissa siihen saakka, kunnes viimeisetkin osiot on hyväksytty tilaajan puolesta. (Meyer Turku Oy, 2011 h)

3 Laatu

3.1 Laatu yleisesti

Laatua ei voi määritellä yksiselitteisesti. Laadun määritelmä riippuu siitä mitä vaatimuksia tahdotaan täyttää ja miten kohteen ominaisuudet toteutuvat vaatimusten mukaan. Laatu voidaan käsittää subjektiivisesti, mutta sitä voidaan myös mitata objektiivisesti. (Jussila & Anttila, 2016)

- Tuoteperusteiset määritelmät

Laatu on tuotteen mitattavia ominaisuuksia. Laatu on muun muassa nopeus, tehokkuus ja-, kultapitoisuus. Mitattavissa olevien ominaisuuksien eroista syntyy laatueroja. Laatu on myös mahdollista tarkastella objektiivisesti. Esimerkiksi korkeampi laatu merkitsee korkeampia kustannuksia, jolloin tämän tyyppiseen laatuksitteeseen yhdistyy silloin hinta ja kustannukset. Eli tällöin korkealaatuisesta tuotteesta voidaan samasta syystä pyytää perustellusti myös korkeampaa hintaa. Markkinoinnin parissa toimiessa laatu käsitetään tähän tapaan.

- Tuotantoperusteiset määritelmät

Laadun saavuttamiseksi vaatimusten tulee täytyä. Perinteiseen laatutekniikkaan kuuluu tuotteiden valmistaminen ennalta määriteltyjen spesifikaatioiden ja muiden sopimusten mukaisesti, sekä mahdollisten valmistusvirheiden estämisessä. Tuotannossa laatu voidaan käsittää myös virheettömyysasteena, eli se aste millä tuote tai tuotteet täyttävät asetetut vaatimukset. Tuotannossa laatu on helposti havaittavissa ja mitattavissa oleva suure. Hyväksyttävissä oleva laatutaso tai täydellinen virheettömyys ovat siis tuotannon toimintaohjeena. Tuotantokustannusten karkaaminen voidaan ehkäistä tekemällä kaikki työt kerralla oikein.

Juranin (Juran, 1988) mukaan voidaan erottaa kaksi tapausta:

Small Quality, jossa tavoitteena on tuotteen valmistaminen spesifikaatioiden mukaan ja jossa kiinnitetään huomio enemmän tuotteen ympärille, sekä sen laatuun ja Big Quality, jossa tavoitteena on asiakkaan saaman laatuvaikutelman ylläpito ja kehitys, sekä tuotteen toimitus sopimuksen vaatimalla tavalla.

- Rahalliset arvoperusteiset määritelmät

Laatu on kohteen käyttöarvo. Tuote hankitaan esimerkiksi henkilökohtaisen tyydytyksen aikaansaamiseksi tai muihin vastaaviin syihin vedoten. Tuotteen laatu aikaansaadaan jalostusarvosta, eli siitä arvonnäistä mikä syntyy valmistuksen yhteydessä. Tuotteen arvonnäistä tulee vasta tuotteesta maksettavaa hintaa, eli vaihdanta-arvoa. Eräs esimerkki on vaikkapa raakakulta ja miten sen muokkaaminen näyttäväksi koruksi nostaa raaka-aineen hintaa. Laatu on käyttöarvon ja hinnan suhde.

- Reaalitaloudelliset arvoperusteiset määritelmät

Laatu käsitteenä on mitattavissa ainoastaan subjektiivisesti, sillä se on sidottu asiakkaan ja käyttäjän tarpeisiin ja mikä muuttuu myös ajallisesti. Laatu on se hyöty, millä tuote tyydyttää ostajan odotukset ja piilevät tarpeet tuotteen eliniän aikana, riippumatta tuotteen vaihdanta-arvosta. Ohjeena tuotantotoimintaan on asiakkaiden tunteminen ja heidän aitojen ja piilevien tarpeiden tyydyttäminen ennakkoon, sekä valmistaa tuote näin saatujen spesifikaatioiden mukaisesti. Laadun ei tarvitse silti merkitä korkeita tuotantokustannuksia. Laatu ohjaa asiakkaat ja heidän toiveiden huomioiminen sekä näihin reagoiminen.

- Heuristiset ja myyttiset määritelmät

Laadun mittaaminen on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta. Laatu käsitetään luksuksena tai erinomaisena hyvyytenä. Laatu tiedetään yleisesti, mutta sen määrittelemisen on vaikeaa. Perustana on havaittavissa olevat ideat, joten laatu käsitettä tuodaan paljon esille mainonnassa ja excellence-yritysten toiminnassa. Laatu saa sellaisia käsitteitä kuin esimerkiksi erinomainen ja ylivertainen.

Laadun kehitystasot ja määritelmät ovat kulkeneet käsi kädessä teollisen kehityksen mukana. Esiteollisesta ajasta 1800-luvun lopulle laatuun ei panostettu yhtä paljon kuin tuottavuuteen. Teollisuus on keskittynyt tuottamaan sellaisia tuotteita, joita vielä esiteollisena aikana tehtiin käsitöinä, yhä nopeammin ja yhdenmukaisemmin. Teollisuuden työntekijöiden funktio on toimia tehokkaammin ja rakentaa teollista infraa. Laadun standardeja ei tunnettu.

1800-luvun lopulta toiseen maailmansotaan asti, teollisuus keskittyi edelleen tehokkuuteen, mutta lisäksi oli tullut yhteneväiset standardit, joilla voitiin tasata sekä mitata laatua. Hävikin muodostumista alettiin huomioida enemmän, mikä synnytti taloudellisen laadun mittareita. Sähköistyminen alkoi tehostaa teollista tuotantoa.

Toisesta maailmansodasta 1990-luvun puoliväliin, laatuun panostettiin entistä enemmän, sillä laatu oli käytännössä välttämättömyys liiketoiminnalle. Laatua parantavia keksintöjä olivat: jatkuvan parantamisen malli (Lean), kriteeristö standardoimisen toimintatavoille (ISO), tietokoneet, robotiikka, sekä viestintä ja tietotekniikka, jotka lisäävät työntekijöiden tehokkuutta.

1990-luvun puolivälistä nykyhetkeen työntekijöiden painopiste on siirtynyt suorittavasta tasosta suunnitteluun. Kokonaisia prosesseja automatisoidaan. Koneet oppivat itse säätämään prosessia ja tuotantolinjoja. Ihmisiä tarvitaan lähinnä sellaisissa vaiheissa ja tilanteissa, joissa kone ei kykene suoriutumaan samasta tehtävästä kuin ihminen. Laadun painopiste lähenee nollavirheistä tuotantoa. (Pesonen, 2020)

3.2 Laatu risteilyalusten kokonaistoimituksessa

Meyer Turun telakalla suunnittelun laadun ylläpidosta vastaavat kunkin osaston suunnittelukoordinaattorit. Suunnittelukoordinaattoreita on jokaisella suunnittelutasolla sekä jokaisella osastolla, jotka osallistuvat laivan valmistukseen ja varusteluun. Koordinaattoreiden toimenkuvaan kuuluu huolehtia ajantasaisesta suunnittelijoiden ohjeistuksesta, valvoa suunnitelmien

valmistumista aikataulun mukaisesti sekä tarkastaa suunnitelmat ja piirustukset, jotta ne vastaavat haluttua.

Ilmastointihuoneen detail design-suunnittelussa valmistuskoordinaattori toimittaa suunnittelutoimistolle täytettävän listan asioista, jotka asennuskuvasta tulee löytyä.

Laadunhallinnan apuna Meyer Turun telakalla käytetään kansainvälisen standardoimisjärjestön ISO-standardeja, joista on sertifikaatit seuraavista:

- ISO 9000:2015 pitää sisällään laadunhallintajärjestelmät, perusteet ja sanastot. Tämän standardin ydinsisältöä on laadunhallinnan keskeiset periaatteet ja se ketkä niitä soveltavat ja miten niitä sovelletaan.
- ISO 3834-2:2005 on standardi hitsauksesta, sekä hitsauksen laatuvaatimuksista konepajoissa ja asennuspaikalla.
- Iso 14001 on ympäristöjohtamisen standardi. Tässä standardissa esitetään muun muassa ympäristöjärjestelmät, ympäristömerkinnät, elinkaariarviointi, kasvihuonekaasupäästöjen hallinta, sekä ympäristöauditoinnit ja -tarkastukset.
- ISO 45001 on työterveyden ja työturvallisuusjohtamisen standardi, jossa määritellään vähimmäisvaatimus työturvallisuudelle. Tämän standardin avulla telakan tavoitteena on vähentää työtaturmia, sekä lisätä työntekijöiden työterveyttä ja työssäjaksamista.

Laadun ylläpitoon laivansuunnittelussa, valmistuksessa ja varustelussa on lisäksi luotu laatustandardien pohjalta dokumentteja, joista käy yksityiskohtaisesti selville työtavat, prosessit ja materiaalit. Nämä dokumentit ovat standardoitu telakalle, mutta niitä voidaan tarvittaessa muokata tekniikan kehittyessä, standardien tai materiaalien muuttuessa tai yhteistyökumppaneiden vaihtuessa.

Meyer Turun telakalla on käytössä seuraavia ohjeita ja standardeja:

- Prosessiohjeet

Ylätason ohjeita, jotka kuvaavat laivanrakennusprosessin sekä sen hallinto- ja tukiprosessit.

- Organisaatiosäännöt
Dokumentteja tai ohjeita, jotka ovat tuotteesta riippumattomia
- Työohjeet
Yksityiskohtaisia ohjeistuksia, jotka sisältävät kaikki tarpeelliset tiedot vaatimuksista ja työtavoista työn tekijää varten
- Testi ohjeet
Yksityiskohtaisia ohjeistuksia siitä, miten testitoimenpiteitä suoritetaan.
- Lisädokumentit
Sisältävät lisätietoja olemassa oleviin ohjeisiin tai dokumentteihin tai sellaisia tietoja, jotka eivät liity muihin dokumenttityyppeihin.
- Hitsausmenetelmän määrittelyt
Dokumentti, joka sisältää kaiken informaation hitsauksen suorittamista varten
- Standardit

Materiaalistandardi, joka kuvaa telakalla käytettävän standardimateriaalin

Työstandardit, jotka kuvaavat tuotteen lopputuloksen ja ohjaavat materiastandardeilla kuvattujen materiaalien käyttöä

- Projektikohtaiset ohjeet
Jokaisella laivaprojektilla on kansio ja vakioitu kansiorakenne
Projektiohjeet sisältävät kaikki ohjeistukset, jotka ovat määriteltä laivakohtaisesti
Tärkeimpiä dokumentteja ovat muun muassa GA, sertifikaatit ja manuaalit, piirustukset, alue- ja lohkojakopiirustukset, laskelmat, koeohjelmat sekä projektikohtaiset toimintaohjeet

3.3 Laatuvirheet ja niiden dokumentointi laivanrakennuksessa

Laatuvirheet suunnittelussa voivat aiheuttaa tuotannossa lisäkustannuksia, tai pahimmassa tapauksessa viivästyksiä lopputuotteen luovutuksessa.

Laivanrakennuksessa suunnittelun laatuvirheet ovat usein rakenteellisia puutteita, joiden korjaus varusteluvaiheessa tuo ennakoimattomia aikataulumuutoksia.

Rungonkoonnin ja varustelun laatuvirheet ovat yleisesti standardista poikkeavien materiaalien käyttö tai standardista poikkeavia työtapoja. Kaikkia metalli- ja tultöitä valvotaan, jotta niiden lopputulokset vastaavat asetettuja vaatimuksia.

4 Kyselytutkimus

4.1 Kyselytutkimuksen suoritustapa

Kyselytutkimuksen aineiston käsittelyyn valittiin laadullinen tutkimus. Opinnäytetyön oli saada vastauksia laadullisiin ongelmiin, niin tuotannossa kuin suunnittelussakin. Lisäksi haastateltavien vähäisen määrän takia, tutkimukseen ei olisi ollut riittävää otantaa.

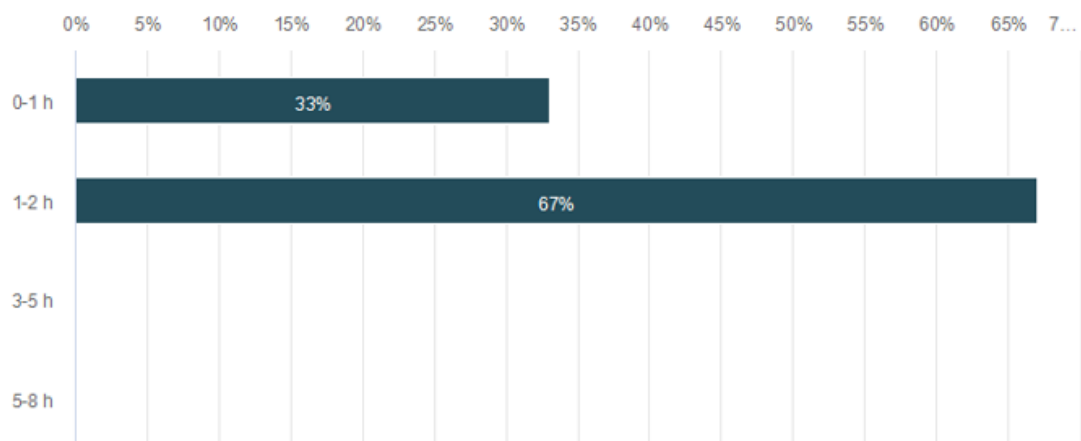
Kyselytutkimuksia laadittiin kaksi toisistaan poikkeavaa kummallekin haastatteluryhmälle varustelun toimihenkilöille ja suunnittelijoille. Kyselytutkimus suoritettiin täysin anonyyminä. Henkilöt, joille kyselyt lähetettiin, olivat tiedossa, mutta heistä ei jäänyt tutkimukseen tai kyselyalustaan tietoja, joiden perusteella yksittäiset vastaukset olivat yhdistettävissä tiettyyn henkilöön.

Haastateltavat kyselytutkimukseen valittiin Meyer Turun varustelun toimihenkilöistä, sekä suunnittelutoimistojen suunnittelijoista, jotka ovat olleet laivanrakennusprojekteissa Costa Smeralda laivan varustelusta lähtien. Toimihenkilöt ovat toimineet laivaprojekteissa TAO-osaston työnjohdollisissa tehtävissä. Suunnittelijoiden vastuualueena on ollut valmistaa valmistussuunnittelu-kuvia sekä esivalmiste- ja asennuspiirustuksia. Henkilöt kyselyyn kartoitettiin yhteistyössä Meyer Turun opinnäytetyön valvojan kanssa.

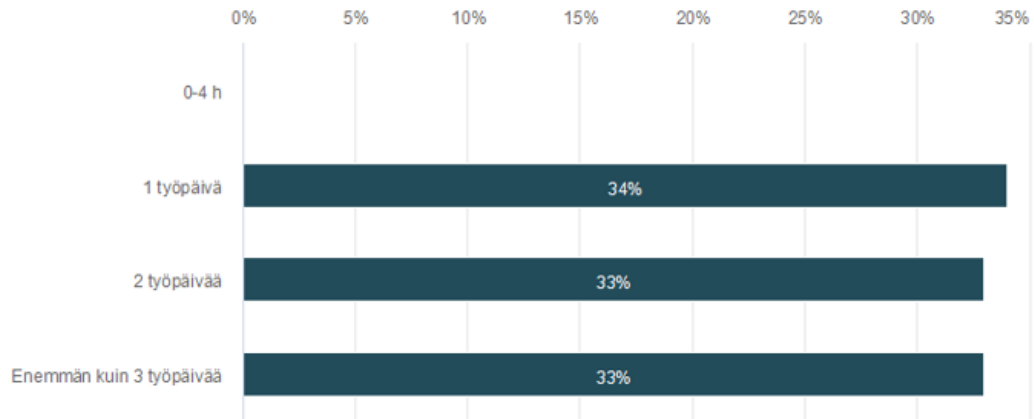
5 Tutkimuksen tulokset havaituista laatuvirheistä laivan ilmastointihuoneissa

5.1 Laatumääritys tuotantoon

Vastausten perusteella saa selkeän kuvan, miten paljon yksittäiset laatu puutteet ja korjaukset vaativat lisää aikaa varustelulta. Lisätöiden määrä ilmastointihuoneissa ja ilmastointikuiluissa per tila on tunnista yli neljään kymmeneen tuntiin, riippuen huoneen tai kuilun koosta ja puutteen vakavuudesta. Tilanteen ratkaisuun kuluvat tunnit jakautuvat siten, että vastuussa oleva telakan edustaja käyttää ongelman selvittämiseen ja eteenpäin viemiseen tunnista kahteen tuntiin, minkä jälkeen ratkaisua ongelmaan suunnittelulta voi joutua odottamaan 1–3 päivää, tai joskus jopa pidempäänkin.



Kuva 4. Tuotannossa kulunut tuntimäärä puutteen selvittämisessä



Kuva 5. Suunnitteluun käytetty aika puutteen korjauksessa

Ongelman haastavuuden mukaan ratkaisuehdotuksen jälkeen kuluu vielä huomattava määrä aikaa siihen, miten ratkaisu saadaan vietyä käytäntöön.

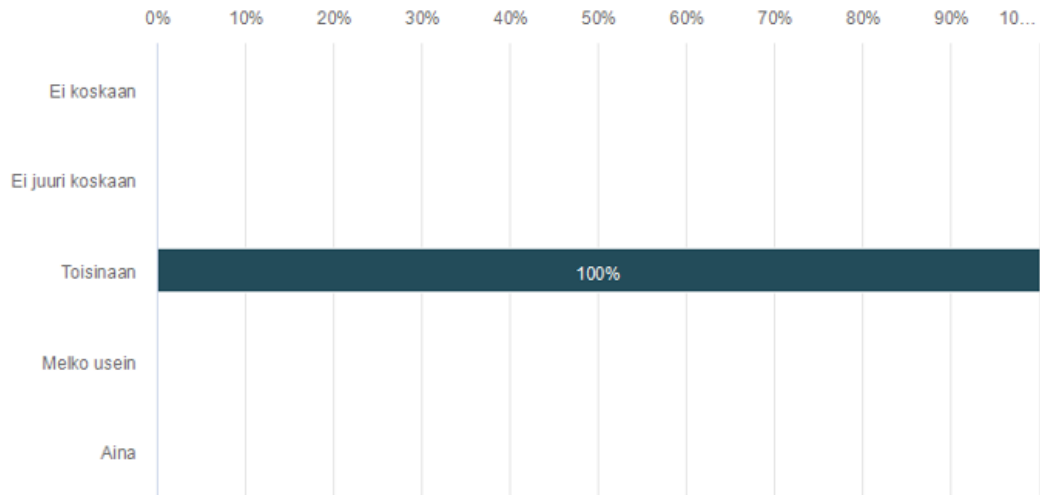
	0h	1-10h	10-20h	20-30h	30-40h	40-
HT71	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%
AC37A	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Muu ilmastointihuone	0,0%	33,4%	0,0%	0,0%	33,3%	33,3%
Muu kuilu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%

Kuva 6. Käytetty aika eri asennusalueilla

Yksinkertaisimmillaan ratkaisu voi olla kanavan uudelleen reitittäminen, tai läpiviennin muokkaus, jolloin materiaalia on saatavilla varastossa ja käytännön asennustyö vie vain muutamia tunteja. Pahimmillaan taas voi edessä olla kokonaan uusien esivalmisteiden valmistus tai tilaus, jolloin aikaa pelkästään esivalmisteen saamiseen voi kulua päivistä viikkoihin.

Positiivisena puolena kyselyssä nousi esiin se, ettei kukaan vastaajista kokenut tilanteiden pysäyttävän alueen rakentamista kokonaan kovinkaan usein. Lisäksi

varustelua voidaan usein jatkaa muussa kohteessa, jos asentaminen ensimmäisessä kohteessa on estynyt.



Kuva 7. Työn keskeytyminen tuotannossa puutteen takia

Valmisteilla olevissa risteilyaluksissa on noin 46 ilmastointihuonetta ja 14 ilmastointikuilua. Jos olettaa keskimääräisten huomiota vaativien laatuongelmien ratkaisun vievän noin 4–80 tuntia per alue, saadaan yksinkertaisella matematiikalla kokonaistuntimääräksi 240–4800 tuntia ylimääräistä työtä. Kokonaismäärä voi olla myös huomattavasti suurempi, sillä alueet, joilla varustelua tehdään, ovat yleensä suhteellisen kookkaita.

Vastausten perusteella yksi eniten haasteita lisääväksi kohdaksi koettiin huolellisuuspuutteet piirustuksissa. Näihin kuuluu muun muassa puutteellinen peruskuvan tuntemus asennuskuvia ja 3D-malleja luotaessa, väärän materiaalin käyttö esivalmisteissa ja mittojen puute asennuskuvissa.

Vastaukset
Mittojen puute Oikea aikainen jaksotus (johtuu huonosta suunnittelusta) esim. läpivientejä on vielä av-vaiheen kuvissa
1. Peilikuvina saapuneet väärät kanavat. Näiden korjaaminen yleisesti on työlästä, mutta nopeampaa kuin uuden materiaalin tilaaminen. 2. Puutteelliset kuvat. Materiaalia väärin sijoitettu tai puuttuu täysin kuvan osaluettelosta. 3. Peruskaavion tarkastus jäänyt välistä. Yleensä tähän liittyvät virheet johtavat puutteellisiin tai väärin rakennettuihin systeemeihin, joiden korjaaminen voi olla hankalaa tai soveltamalla korjattavissa mutta silti aikaa vievää.
Koitetaan esittää liikaa asioita kuvassa. Mitoitusten puuttuminen. Osanumerointi välillä puutteellista

Kuva 8. Havainnot huolellisuudesta

Myös suunnittelijoiden kokemattomuus koettiin ongelmalliseksi. Tämä ilmeni muun muassa virheellisenä asennuskuvan ajoituksena, esimerkiksi läpivientiaukkoja oli lisätty aluevaiheen varusteluun lohkovaiheen sijaan.

Vastaukset
045F huoneesta osista läpivienneistä puuttui mittoja AC-koneen paikan mitat puuttuivat
1. L1395 HT71 P-puoli kansi 17–16 äänenvaimenninongelma. Kanavaan oli piirretty äänenvaimenninpala, joka ei olisi mahtunut sille piirretylle alueelle, joka oli kannella 17, samassa tilassa kuin AC-huone. Myöhemmän selvityksen jälkeen selvisi, että tämä oli piirretty väärin ja tarkoitettu kannelle 16. Ennestään liian suuri komponentin siirtäminen myöhäisessä vaiheessa toiseen ahtaaseen paikkaan oli työlästä ja hidasta.
2. L1395 HT71 P-puoli kannet 7–15 kanavan materiaali Eräaseen isoon ohutlevy kanavaan oli tehty materiaalivirhe. Kanava oli piirretty olemaan pitkältä matkalta sinkattua terästä, kun tämä olisi kuulunut olla ruostumatonta terästä.
Kulkeminen huoltokohteille huonoa tai kokonaan suunnittelematta. Suuttimien paikat huonosti suunniteltu. Huolto kohteet sijoitettu kuilun perälle. Välillä esivalmisteet on tehty väärin.

Kuva 9. Havainnot kokemuksesta

Asennuskuvat olivat myös niin ikään piirretty liian täysiksi, eli yhdellä sivulla oli niin paljon asennettavaa materiaalia, että yksityiskohtien seuraaminen vaikeutui. Lisäksi kanavia ja putkia oli piirretty liian lähelle toisiaan, jolloin eristäminen vaikeutui huomattavasti. Myös huoltoon liittyvät lisäykset koettiin puutteellisiksi, kuten puuttuvina huoltoluukkuina ja liian ahtaina huoltoväylinä.

Vastaukset
L1395 037A AC-huoneen varmaan yhdessäkään sähköisessä säätö- taikka palopeltien esivalmisteissa ei ollut huoltoluukkuja suunniteltu. Jolloin näiden toimilaitteiden viereen on myöhemmin joutunut lisätyönä teettämään huoltoluukut.
Putket ja kanavat törmäävät toisiin, jolloin eristäminen mahdotonta. Välillä esivalmisteet on tehty väärin. Huoltokohteet suunniteltu huonosti.

Kuva 10. Puutteita

5.2 Laatukysely suunnittelijoille

Suunnittelulta saaduista vastauksista käy ilmi, että suurin osa varustelun kyselystä saaduista laadullisista ongelmista on jo suunnittelun tiedossa. Joten haasteeksi muodostuu pikemminkin se, miten näitä tilanteita pystytään ratkomaan.

Vastaukset
Esivalmistekuva: Mitta puuttuu Asennuskuva: osa puuttuu osaluettelosta, tai jokin osa ei sovi
Esivalmistekuvissa joskus joku mitta puuttuu tai on epäselvä, mutta on melko harvinaisia. Asennuskuvissa mitoitus on suurempi ongelma, joko niitä puuttuu tai mitoitetaan väärästä paikasta, esim. mitoitetaan putkea sprinklersuuttimesta. Yksi esimerkki, tehdään likkauksista liian isoja, voi olla jopa kuusi kantta korkea näkymä, sitä on hankala lukea ja tarvitset kaikki 10–20 sivua vaikka asentaa vain yhdelle kannelle.
Osaluettelo (MARS) on puutteellinen.

Kuva 11. Suunnittelussa havainnoituja puutteita 1

Vastaukset
jos huone on lähtökohtaisesti suunniteltu hieman "erikoisesti" jo laivaan 394, josta sitten ongelmat siirtyvät 395. Kun ongelmat tulevat esille, ei siinä vaiheessa ole enää mahdollista aloittaa huonetta suunnittelemaan alusta. Suunnittelussa sitten korjataan se mikä on mahdollista korjata. Siksi on erittäin tärkeää panostaa protolaivan suunnitteluun, koska muuten ongelmat seuraavat koko laivasarjan -> taloudellinen tappio suurenee merkittävästi
Läpiviennit näytetään väärässä kuvassa.

Kuva 12. Suunnittelussa havainnoituja puutteita 2

Suunnittelutoimistoilla on pyritty vaikuttamaan laatuun parantavasti, muun muassa luomalla tarkastuslistoja eri suunnitelmista ja täyttämällä näitä työn edetessä, sekä täyttämällä telakan antama tarkastuslista ennen kuvan

luovutusta. Lisäksi yleensä joku kokeneemmista suunnittelijoista keskustelee ja käy läpi suunnittelutiimin kanssa eri asennustapoja ja järjestyksiä, eli käytännössä perehdyttää vähemmän kokeneita työhön.

Vastaukset
Suunnittelija keskustelee tiimin jäsenien kanssa asennustavoista, näkemyksistä kaavioihin tai työohjeisiin, tai siihen miten on ennen tehty
Piirustukset tarkastetaan perusteellisesti ennen tuotantoon antoa suunnittelutoimiston sisäisellä tarkastuksella (suunnitteluyrityksen sisäinen tarkastuslista).
Tämän lisäksi suunnittelija täyttää tilaajayrityksen tarkastuslistan, joka liitetään kuvan julkaisun yhteyteen.

Kuva 13. Suunnittelun oma laadunvalvonta

Haasteeksi suunnittelutoimiston edustajat kokevat sen, että kuvien laatimista varten on puutteellisesti ennakkotietoa saatavilla, keskusteluyhteys korjauksista ei ole sujuva, suunnittelijoilta puuttuu riittävä kokemus suunnittelusta. Yleisesti ottaen saadut tiedot koettiin kuitenkin riittäviksi muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Vastaukset
Tämä riippuu paljon suunnittelijan kokemuksesta. olisi hyvä ottaa huomioon, että aina ei voi olla suunnittelijoita, joilla on yli 5 v. kokemus juuri tiettyyn aluetyyppiin. Eli toisille on riittävät ja toisille ei.
Yleensä on.
Yleensä kyllä, mutta joskus Virtauskaavioissa on joskus puutteita, jotka vaikuttavat suoraan kuvien sisältöön (esim. puutteellisia kaavioita). Lisäksi suunnittelu on useaan otteeseen pyytänyt telakalta tietoa, joka on unohdettu antaa/selvittää. Kun kuvat tehdään puutteellisin tiedoin, tulee väkisinkin virheitä.

Kuva 14. Laadunvarmistuksessa havaitut haasteet laadussa

Laadun parantamiseksi saatiin muutamia ehdotuksia. Suunnittelijat toivoivat parempaa kommunikointia telakan kanssa sekä telakan osallistumista kuvien tarkastamiseen.

5.3 Kehitysehdotukset

Teoriaosuudessa esiteltiin erilaisia laadun määritelmiä. Kun tarkastelee nykytilannetta kyselyn vastausten pohjalta, laatuvaatimukset eivät täyty tuotanto- ja tuoteperusteisesti erilaisten teoriaosuudessa määriteltyjen laatumääritelmien mukaisesti. Käytännössä telakka ei pysty pyrittäyn laatuun varustelussa, eikä myöskään suunnittelussa, kun kyse on piirustuksista. Telakan kannalta vaillinaiset piirustukset lisäävät kustannuksia ja varusteluun käytettyä aikaa. Suunnittelutoimistot taas eivät pysty toimittamaan nollavirheistä materiaalia telakan käyttöön ilman kunnollista palautetta telakalta. Kuten molempien ryhmien vastauksien perusteella voidaan todeta, haasteena laadulle ei kuitenkaan ole ongelmatilanteiden havaitseminen vaan pikemminkin se, miten niihin reagoidaan. Vastauksista oli havaittavissa myös nykytilanteen haasteellisuutta, parannuksia tilanteeseen oli toivottu.

Vastaukset
mallin ja kuvien läpikäyntiä monen eri henkilön taholta. Menee tunteja enemmän -> alueen suunnittelu maksaa enemmän. Jos hintavaikutus halutaan alemmas, silloin tarkastustyö tulee tehdä asiakkaan puolelta. Onko tähän osaamista ja resursseja, yleensä ei ole.
Alueiden/piirustusten valmistuessa tulisi alueittain pitää Lessons Learned-tilaisuuksia suunnittelutoimiston ja alueen rakentajien kanssa, jotta tulevaisuudessa vältettäisiin samat virheet. Näitä ei ole suunnittelutoimiston pyynnöistä huolimatta ehditty pitämään.

Kuva 15. Kehitysehdotuksia 1

Laadun parantamiseksi nykyisessä tilanteessa on olemassa useampia vaihtoehtoja. Ensimmäisenä on hyvä huomioida, ettei laadun nykyiseen tilanteeseen ole yhtä selkeää syytä, vaan se on kehittynyt useamman erilaisen tilanteen pohjalta pidemmän ajan kuluessa. Myöskin vastuu tilanteen parantamiseen, on kaikilla osapuolilla. Näistä syistä ratkaisuehdotukset tulevat vaatimaan sekä sitoutumista että aikaa.

Asennuskuvien pohjalta luotujen osaluetteloiden laadun parantamiseen tulee käyttää hyväksi havaittua tapaa suunnittelun ohjeistamisessa siitä, mitä

osaluettelossa tulee olla. Asennus- ja esivalmistekuvien ohjeistuksen käyttöä myös jatketaan. Ohjeistuksen apuna käytettävää tarkastuslistaa tulee päivittää tarpeen vaatiessa. Lisäksi suunnittelutoimistojen kanssa käydyissä neuvotteluissa, tulisi käydä läpi jokaisen uuden laivan kohdalla kaikki uudet ohjeistukset ja se, miten ne viedään eteenpäin suunnittelijoille.

Vastaukset
Jotkut JMS-vaiheen kuvat ovat aika "täyteen" laitettuja, ovat siis vaikea lukuisia ja aikaa vieviä.
Tarkkuutta ja huolellisuutta lisäämällä osaluetteloihin laatua saisi parannettua, puutteelliset listat yllättävät yleensä vasta tuotannossa. Asennuskuvia saisi yleisesti paranneltua, siten että varsinkin isojen alueiden kuvissa tekee jokaiselle vaiheelle oman sivun. Suunnitteluvaiheessa jo, kun tarkistaisi että ensimmäisenä tulee luonnollisesti asentaa hitsattava materiaali, mutta samaan aikaan on huomioitava, että tiloja ei rakenneta umpeen liian aikaisin.
Leikkauksien laatu välillä huono. Mitoitus välillä puutteellinen.

Kuva 16. Kehitysehdotuksia 2

Kuten eräessä vastauksessa mainittiin, tulee jokaisen laivan valmistumisen jälkeen ottaa käyttöön koontipalaveri varustelun ja suunnittelutoimiston välillä. Tässä käydään läpi onnistumiset ja haasteita tuottaneet tilanteet suunnittelussa sekä varustelussa. Jotta koontipalaveri olisi mahdollisimman hyödyllinen, varustelun tulisi kirjata jokainen laatuun vaikuttanut seikka, sekä ilmoittaa niistä suunnittelutoimistolle. Mikäli näin toimittaisiin, voitaisiin laatua parantaa huomattavasti ja yllättäviä lisäkuluja välttää erityisesti silloin, kun kyseessä on sarjalaivat. Kun suunnittelutoimisto saa tietoonsa korjausta vaativat kohteet tarpeeksi ajoissa, seuraavan laivan kopiesa eivät samat virheet enää toistu. Koontipalaverit ovat myös erinomainen tilaisuus parantaa viestintää ja ymmärrystä alihankkijoiden ja telakan välillä.

Yleisesti ottaen Meyer Turun puolelta suunnittelun laadussa VAS-koordinointi on erittäin tärkeää. Onnistuneen ja oikea aikaisen suunnittelun takaamiseksi

VAS-koordinointiin tulisi varata tarpeeksi resursseja sekä varmistaa, että koordinoija on riittävän perehdytetty toimenkuvaansa. VAS-koordinointi kuitenkin välittää tiedon suunnittelutoimistoille siitä, milloin ja missä tarvitaan mittoja ja läpivientejä tai miten täysi asennuskuva voi olla niin, että se on kuitenkin edelleen luettavissa ja seurattavissa. VAS-koordinaattori välittää tietoa myös suunnittelutoimistosta perussuunnitteluun, joten koordinointi on merkittävä tiedonvälittäjä. Lisäksi riittämätön resursointi VAS-koordinoinnissa syö tehokkuutta asennus- ja esivalmistekuvien tarkastamisesta.

Lopuksi ehdotetaan, miten suunnittelijoiden kokemustasoa ja tietämystä voi kasvattaa yksinkertaisesti. Mahdollisuuksien mukaan suunnittelijoita, varsinkin nuoria ja kokemattomia tulisi kutsua tutustumaan Meyer Turun telakkaan ja tuotantoprosessiin. Tämä tarkoittaisi käytännössä päivän tai parin käyttöä siihen, että suunnittelijat tutustuisivat telakka-alueeseen ja laivassa tapahtuvaan lohko- ja aluevarusteluun. Suunnitteluohjelma tietokoneen ruudulla vääristää aina hieman mittasuhteita siitä, mitä ne todellisuudessa ovat. Näin suunnittelijat pääsisivät näkemään omin silmin mitä fyysisiä rajoitteita alueilla on ja miten ne vaikuttavat varustelussa, sekä miten tilaa voisi käyttää parhaiten. Lisäksi samalla on mahdollista käydä keskusteluja varustelun henkilökunnan kanssa asennusten ajoituksista ja fyysisistä rajoitteista.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kyselytutkimuksen avulla, minkälaisia haasteita varustelulle tuottaa laadullisesti puutteelliset suunnittelupiirustukset. Lisäksi näille haasteille etsittiin toteutettavissa olevia ratkaisuja, joiden pohjalta voitaisiin vähentää varustelun kustannuksia, sekä parantaa käytettävissä olevien esivalmiste- ja asennuskuvien laatua jatkossa.

Työn toteutettiin keräämällä tietoa laivanrakennuksen teoriasta ja laadun teoriasta sekä laatimalla kyselytutkimus aiheesta. Teoriaosuudessa esiteltiin risteilyalusten suunnittelun, rungonkoonnin, sekä ilmastointihuoneiden varustelun periaatteet. Näihin pääosa materiaalista löytyi Meyer Turun sisäisestä verkosta, intranetistä. Laadusta ja laadun teoriasta materiaalia etsittiin erilaisista aiheita käsittelevistä artikkeleista ja julkaisuista. Lisäksi Turun AMK:lta saadut luentomateriaalit toimivat erinomaisena tukena laadun teoriaan perehdyttäessä. Itse kyselytutkimus toteutettiin selainpohjaisella Webropol-kyselyohjelmalla. Haastateltavat henkilöt rajattiin kattamaan Meyer Turun toimihenkilöitä, joilla todettiin olevan riittävä kokemuspohja Meyer Turun nykyisistä laivaprojekteista. Suunnittelutoimistojen haastateltavat henkilöt rajattiin samoin kriteerein. Kysymykset rajattiin koskemaan ilmastointihuoneita sekä -kuiluja ja niiden varustelussa havaittuja ongelmatilanteita. Haastattelut toteutettiin anonymisti.

Saaduista vastauksista sai hyvän kuvan varustelun ja suunnittelun kohtaamista ongelmista sekä siitä, mitä kehitysehdotuksia kummallakin osapuolella oli. Tehdyt havainnot vahvistivat myös itse tekemiäni havaintoja varustelussa ja suunnittelussa. Vastaukset olivat perusteellisia, ja niiden perusteella oli vaivatonta analysoida nykyistä varustelun varustelussa, sekä pohtia mahdollisia parannusehdotuksia.

Lähteet

Juran, J., 1988. Planning for quality. Teoksessa: s.l.:s.n.

Jussila, K. & Anttila, J., 2016. *Mitä laatu on?*. [Online]

Available at: <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

[Haettu 20 2 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 a. *Meyer Turku Intranet, Jatkosuunnittelu*. [Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 b. *Meyer Turku Intranet, Koordinaatiosuunnittelu*.

[Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 c. *Meyer Turku Intranet, Laivan koonti*. [Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 e. *Meyer Turku Intranet, LVI-suunnittelun työprosessi*.

[Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 f. *Meyer Turku Intranet, Perussuunnittelu*. [Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 g. *Meyer Turku Intranet, Projektisuunnittelu*. [Online]

Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)

[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku Oy, 2011 h. *Meyer Turku Intranet, Varustelusuunnittelu*. [Online]
Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)
[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku, 2011 d. *Meyer Turku Intranet, Laivan suunnittelu*. [Online]
Available at: [Meyer Turku Intranet, vaatii tunnuksen](#)
[Haettu 4 4 2022].

Meyer Turku, 2021. [Online]

Available at:

https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/about_the_shipyard_1/about_the_shipyard.jsp

[Haettu 4 4 2022].

Pesonen, M., 2020. *Lean Six Sigma*. [Online]

Available at: <https://sixsigmafi.test.cchoosing.fi/laatu-4-0-ja-sen-vaatimukset-organisaatiolle/>

[Haettu 20 2 2022].

SFS Suomen standardoimisliitto, 2022. *SFS Suomen standardoimisliitto*.

[Online]

Available at: <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

[Haettu 20 2 2022].