



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

NIKLAS YLHÄISI

Laivan putkiesivalmisteiden haas- teet

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN KOULUTUS-
OHJELMA

2021

Tekijä(t) Ylhäisi Niklas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä marraskuu 2021
	Sivumäärä 35 + 5 liitettä	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Laivan putkiesivalmisteiden haasteet		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma, LVI-tekniikka		
<p>Opinnäytetyöni tilaajana on Meyer Turku.</p> <p>Työssä alustetaan ilmanvaihtokoneen sekä lämmitys ja jäähdytyksen toimintaa, joka johtaa putkiesivalmisteisiin. Tavoitteena oli löytää jonkinlaista ratkaisua putkiesivalmisteiden haasteisiin, liittyen niiden asennettavuuteen ja paikkaansa menemiseen.</p> <p>Tekijöitä ongelmaan oli monia ja vähän vaihteli, keneltä asiaa kysyi. Järjestelmän toimintaan ja asennuksiin löytyi ohjeita Meyerin omista standardeista ja dokumenteista, mutta ongelman tutkimiseen toimi parhaiten haastattelut eri osapuolilta.</p> <p>Suoraa ratkaisua ei ongelmaan löytynyt, mutta eri osapuolten näkemykset ja työnkuva tuli esille, joka voi selkeyttää prosessia monille ja näin ollen mahdollisesti kitkeä virheitä prosessissa.</p>		
Avainsanat Ilmanvaihtokonehuone, ilmanvaihtokone, putkiesivalmistepala, lämmitys, jäähdytys		

Author(s) Ylhäisi Niklas	Type of Publication Bachelor's thesis	Date November 2021
	Number of pages 35 + 5 appendices	Language of publication: Finnish
Title of publication The challenges of ship prefabricated pipes		
Degree programme Construction and civil engineerin, HVAC engineering		
<p>The orderer of this thesis is Meyer Turku.</p> <p>The work initates the operation of air handling unit as well as heating and cooling, which leads to prefabricated pipes. The goal was to find some kind of solution to the challenges of prefabricated pipe products, in term of their installability and fit.</p> <p>There were many contributors to the problem and it varied little who was asked. Guidance on the operation and installation of the system was found in Meyer's own standards and documents, but interviews with various parties worked best to investigate to problem.</p> <p>No direct solution to the problem was found, but the views and work of the various parties emerged, which can clarify the process for many and thus potentially eradicate errors in the process.</p>		
Keywords AC-room, air handling unit, prefabricated pipe, heating, cooling		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 LÄMMITYS JA JÄÄHDYTYS (ETU- JA JÄLKILÄMPÖ).....	6
2.1 Toimintaperiaate	6
2.2 Ilmanvaihtokoneen mitoitus ja valinta	7
2.3 Asennustavat	8
2.3.1 Kannakointi	9
2.3.2 Läpiviennit	9
2.4 Materiaalistandardit.....	10
2.4.1 Putket	10
2.5 Linjojen koeponnistukset	11
2.6 Epäkohdat/heikot kohdat.....	11
2.7 Kuvat kaaviot	12
2.8 Toimilaitteet	12
3 ESIVALMISTEPALAT.....	13
3.1 Suunnittelu	13
3.2 Koordinointi	14
3.3 Valmistus	15
3.4 Toimitus telakalle.....	18
3.5 Asennus ja Ongelmat	18
3.5.1 Esimerkkutilanne	19
4 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Turun telakka on perustettu vuonna 1737, jossa on sittemmin toiminut monta laivanrakennusalan yritystä. Vuonna 2014 Meyer Werft osti telakan STX:ltä ja on nykyään Meyer Turku, joka työllistää noin 2000 henkeä. Telakalla valmistetaan loistoristeilijöitä, joka onkin yksi Euroopan johtavista risteilijöiden rakentajista. Sisaryhtiöitä on kolme, joista esimerkiksi yksi on Piikkiö Works, jossa valmistetaan hyttejä. (Meyer Turku www-sivut 2021.)

Meyer Turku toimii opinnäytetyöni tilaajana. Työn tarkoituksena on samalla toimia materiaalina tutustuessa ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin, kun tutkin syitä putkiesivalmisteiden sopimattomuudesta niille suunnitellulle paikoille. Työnsäni etsin mahdollisia parannuskeinoja näiden tilanteiden välttämiseksi.

Materiaaleina sekä lähteinä opinnäytetyön rakentamiseen on toiminut, Meyerin oma tietokanta, kirjallisuus, haastattelut sekä internetistä löydetty tieto.

Sanasto:

EML = Ennen maalausta lohkovaihe

EMS = Ennen maalausta suurlohko

JMS = Jälkeen maalausta suurlohko

AV = alue vaihe

AHU = Ilmanvaihtokone (air handling unit)

AC-HUONE = Ilmanvaihtokonehuone

ETULÄMPÖ = Jäähdytys

JÄLKILÄMPÖ = Lämmitys

LAPIO = Seinä

KANSI = Lattia/katto

LTO = Lämmön talteenotto

2 LÄMMITYS JA JÄÄHDYTYS (ETU- JA JÄLKILÄMPÖ)

Lämpöä ja jäähdytystä voidaan tuottaa sekä jakaa tiloihin monella eri tapaa, kuten vesikiertoisilla pattereilla, sähkölämmityksellä, fancoileilla jne.

Laivalla kuitenkin lämmönjako toteutetaan pääasiassa ilmanvaihdolla.

2.1 Toimintaperiaate

Ilmanvaihtokoneissa on lämmitys- sekä jäähdytyspatterit. Chillereillä tuotetaan jäähdytys laivan alaosassa, josta se tuodaan runkoputkistolla paloalueittain aina ylös asti. Matkalla ylös suuret jäähdytyslinjat haarautuvat ilmanvaihtokonehuoneisiin ja rungon viimeiset päät päättyvät yläkannen viimeiseen patteriin.

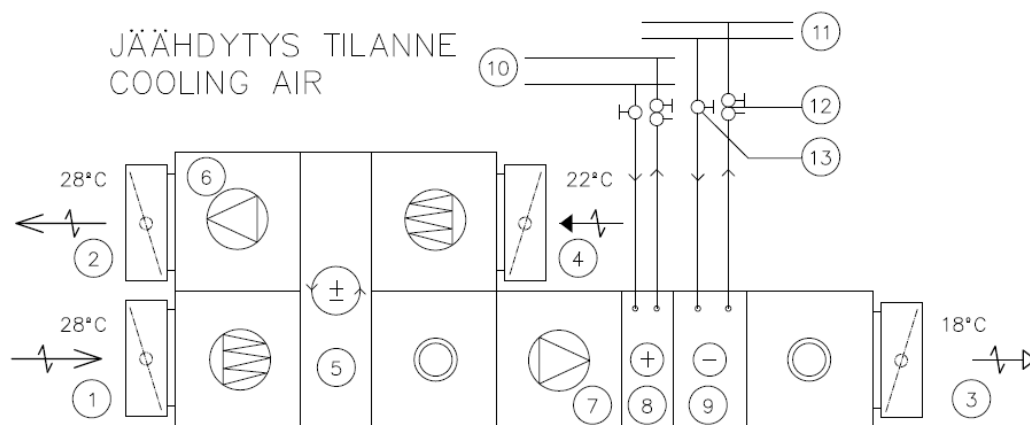
Lämmitys tuodaan rinnalla täysin samalla tavalla, joka taas tuotetaan kaasukäyttöisillä boilereilla.

Putkistoissa virtaa glykoliliuos joka pattereiden jälkeen palaa takaisin joko lämmitettäväksi tai viilennettäväksi riippuen piiristä.

Ilmanvaihtokoneet puhaltavat ulkoilman pattereiden läpi ja vie näin alueille joko lämmintä tai kylmää ilmaa.

Tässä opinnäytetyössä esimerkkinä käytettävässä loistoristeilijässä jäähdytyksessä oli huomattavasti suuremmat tehot, jonka näkee jo pelkästään putkikoissa. Alus lähti Karibian merille, joten lämmityksen tehontarve ei näin ollen ollut kovinkaan suuri.

Alla olevassa kuvassa 1. on esitetty ac-kone kokonaisuudessaan lämmitys- ja jäähdytyslinjojen kanssa. Tilanteessa on hieman havainnollistettu suuntaa antavia ilmavirtojen lämpötiloja jäähdytys tilanteessa.



Kuva 1. Esimerkki ac-kone ja numeroidut komponentit. (Niklas Ylhäisi)

1. Lämmin raitisilma.
2. Lämmin jäteilma.
3. Viilennetty tuloilma alueelle.
4. Lämmennyt poistoilma alueelta.
5. Pyörivä lämmön talteenotto.
6. Poistopuhallin.
7. Tulopuhallin.
8. Lämmityspatteri.
9. Jäähdytyspatteri.
10. Lämmitys runkolinja.
11. Jäähdytys runkolinja.
12. Linjasäätöventtiili.
13. Sulkuventtiili.

2.2 Ilmanvaihtokoneen mitoitus ja valinta

Ilmanvaihtokoneen valinta on tärkeä osa koko ilmastointijärjestelmää. Sen oikealla valinnalla voidaan vaikuttaa pitkälle käyttökohteen viihtyvyyteen, ilman puhtauteen sekä energiatehokkuuteen. (Esa Sandberg, 2016, s.178)

Koneen ilmavirrat ja sitä myöten rungon koko syntyvät palveltavien alueiden suunnittelu ilmamäärien summasta, joka toimii mitoittavana ilmamääränä. (Esa Sandberg, 2016, s.178)

Lämmön talteenottoa valittaessa vaikuttavia tekijöitä on palveltava tila ja esimerkiksi ilman likaisuus, onko erikseen vaatimuksia hygienian suhteen. (Esa Sandberg, 2016, s.179) Jos poistoilma on liian likaista eikä kuitenkaan lämmintä poistoilmaa haluta hukata erillispuhaltimilla lämmön talteenoton ohi, voidaan LTO toteuttaa nestekiertoisella LTO:lla, jolloin ilmavirrat eivät sekoitu keskenään.

Lämmityspatterin valinnassa tarvitaan palveltavien tilojenlämmitystehontarpeet ja mittaettava ulkolämpötila. Valintaohjelmalla saadaan eri vaihtoehdot. Patterissa muuttuu yleensä rivisyys ja lamellijako, joita yhdistelemällä saadaan tapauskohtaisesti oikeanlainen patteri. Veden nopeus suurissa pattereissa vaihtelee 0,2 m/s – 1,5 m/s. (Esa Sandberg, 2016, s.185–186)

Jäähdytysteho saadaan käytännössä samalla tavalla kuin lämmitystarve. Työkaluina käytetään simulointi ja suunnitteluohjelmia. Jäähdytyksessä yleensä kompressorikäyttöisellä vedenjäähdyttimellä lämpötilat ovat tyypillisesti menopuolella 7 astetta ja paluupuolella 12 astetta. Nopeutta 0,4–2,0 m/s. Jos ilman nopeus on liian suuri jäähdytyspatterin lamelliväleihin lähtevät kondensoituneet vesipisarat ilman mukaan. Jos nopeuksia ei saada laskettua, tarvitaan pisaranerotin. Jäähdytyksessä syntyvä kondenssivesi pitää ohjata huolellisesti pois koneesta kondenssiviemäriin. (Esa Sandberg, 2016, s.187–188) Laivalla kondenssivesi otetaan yleensä talteen hyötykäyttöön esimerkiksi pesulan vedeksi.

2.3 Asennustavat

Pääasiallisina putkimateriaaleina käytetään muovi- sekä teräsputkea. Teräsputkia käytetään aina vesirajan alapuolella suuremmasta paineesta johtuen. Ylemmäs tultaessa siirrytään muoviin, joka taas säästää painossa laivan yläosassa.

Johtaja, mekaaninen asennus ja käyttöönotto: Joni Louhi Meyer Turku haastateltu 29.9.2021

Molempia voidaan yhdistää hitsaamalla sekä laippaliitoksilla. Muoviputkissa ”hitsaaminen” on tosin täysin eri prosessi kuin perinteisen teräsputken hitsaaminen. Muoviputkissa naaraspalassa on kaksi napaa, joihin liitetään kaapelit. Putken sisäinen vastuslanka kuumenee ja näin ollen saa palat ”grillautumaan” tai ”paistumaan” yhteen kuten laivalla puhutaan.

2.3.1 Kannakointi

Koska koko laiva on rungoltaan metallia, tulee kaikki kiinnitykset ja kannatukset tehdä hitsaten. Tartunta otetaan rungosta mistä helpoiten se saadaan, joko kannesta tai laipionista, kuitenkin hyvää asennustapaa ja standardeja noudattaen. Kannakkeiden varsinaisesti käytetään 40 mm kulmarautaa, jonka päähän hitsataan kierretanko putkipinnan kiinnitystä varten. Jos lähekkäin on monta hieman kevyempää putkea, voidaan 40 mm kulmaraudasta ottaa lyhyt tai lyhyitä sivuhaaroja pienemmällä kulmaraudalla. Kannakoinnin peruserä on aina sama, mutta lopputulos voi esteettisesti muuttua paljonkin tekijästä riippuen. Vaikka laatua vaaditaan ihan ulkonäöllisestikin, on tärkeintä kuitenkin vahva kannakointi.

Horisontaalisessa asennuksessa kannakevälien tulee täyttää määräyksien minimi välit, jotka vaihtelevat putkivahvuuden mukaan.

2.3.2 Läpiviennit

Läpiviennit ovat laivan rakentamisessa suuressa merkityksessä, eikä kannen tai laipion läpi voi noin vain tehdä reikää ja mennä seuraavaan tilaan. Laipioiden pitää täyttää niille asetetut palomääräykset suunnitelmien mukaan ja olla vesitiiviitä.

Läpivientien paikat on ennalta suunniteltu ja niihin on tarkkaan valittu osat eri putkille ja tilanteisiin.

Kun esimerkiksi JRG-20 menee laipion läpi toiseen tilaan, siihen on tehty jo lohkopaneeliin ennen lohkon kasausta esipoltettu aukko. Lohkon kasausvaiheessa reikiin pyritään asentamaan läpiviennit, mutta joskus (esim. työvoimapulasta johtuen) niitä asennellaan vielä rungossakin. Johtaja, mekaaninen asennus ja käyttöönotto: Joni Louhi Meyer Turku haastateltu 29.9.2021

Ikävimmässä tapauksessa huonon kommunikoinnin tai esimerkiksi putkireitin uudelleen suunnittelun myötä voidaan joutua polttoleikkaamaan ja asentamaan läpivientejä melkein valmiisiin ac-konehuoneisiin.

Asennusvaiheessa putki on suhteessa läpivientiaukkoon pieni, joten putken ja holkin väliin jää tilaa. Holkkiin asennetaan Roxtec läpivienti. Läpivientikappale on sylinterin muotoinen ja, jotta se saadaan asennettua putken ollessa jo paikalla, saadaan se

halkaistua pystysuunnassa kahtia. Päätykappaleesta ruuveja kiristämällä vastakappaleet rutistavat kumin ja näin ollen koko läpivienti kiristyy.

2.4 Materiaalistandardit

Lämmitysjärjestelmän pystyy rakentamaan monestakin eri materiaalivaihtoehdosta. Laivalla kuten muuallakin rakentamisessa, mutta erityisesti laivalla säännökset ovat tarkkoja ja tarkkaan valvottuja. Säädösten tarkkaan valvominen perustuu ihan laivan kokemaan rasitukseen merenkäynnissä, jossa sään ääriolosuhteita rasittavat laivaa aivan eri tavalla, kun taas esimerkiksi paikallaan pysyviä rakennuksia. Risteilijän on myös täytettävä sen vierailevien maiden standardit sekä meriturvallisuusvaatimukset (SOLAS) jonka on allekirjoittanut 159 maata.

Telakka määrittelee järjestelmissä käytettävät materiaalit. Luokituslaitos toimii ulkopuolisena valvojana, jonka tarkistuksen ja hyväksynnän jälkeen saadaan vakuutukset voimaan.

Johtaja, mekaaninen asennus ja käyttöönotto: Joni Louhi Meyer Turku haastateltu 29.9.2021

2.4.1 Putket

Linjoissa käytetään pääasiallisesti kahta materiaalia. Muoviputkea sekä ”mustaa” rautaputkea. Molemmat materiaalit ovat ns. helposti muokattavissa, jos esivalmiste ei mene paikoilleen. Muoviputkissa on käytössä vielä kahta eri laatua, JRG-sanipex putkea pienemmissä linjoissa ja PE-putkea suuremmissa linjoissa.

Osien vaihto ei vaadi suuria ponnisteluja. Kulmia ja jatkoja on helppo katkoa ja jatkaa uusilla paloilla.

Rautaputki taas vaatii ammattitaitoisen hitsarin ja silmää uuden palan luomiseen. Joissakin tilanteissa voidaan joutua mutkittelemaan ahtaissa paikoissa ja putki pitää koostaa pienistä paloista sekä ns. avaruuskulmista.

2.5 Linjojen koeponnistukset

Koeponnistuksia tehdään yleensä kaksi. Ensimmäinen suoritetaan paineilmalla minimoidakseen vahingot, joita vesi saattaisi aiheuttaa. Paineilmaa käytettäessä vuotokohtia löytää helposti ”soopaamalla”, eli suihkepullolla saippuavettä suihkuttamalla putkistojen päälle. Laippoja jää usein liian löysälle tai liitoskohtia on hitsattu huonosti, joten on aina hyvä suorittaa ensimmäinen painekoe ilmalla.

Kun järjestelmä pitää paineilmaa voidaan siirtyä veden kanssa suoritettavaan painetestiin. Linja täytetään vedellä ja paineet pyritään nostamaan 12 baariin. Paineet annetaan olla 12 h, jonka jälkeen järjestelmä on hyväksytty liittämään isompaan runkoon ja järjestelmä voidaan ottaa kiertoon, jos päärunko on jo otettu käyttöön.

Iv-koneiden patterit ovat jo tehtaalla painetestattu, mutta otetaan silti aina mukaan testiin, sillä muuten putken pätkä jäisi patterin ja sulkuventtiilin välistä testaamatta. Jos patteri vuotaa painetestissä ei urakoitsija ole siitä vastuussa, ellei ole mennyt koskemaan koneen sisäisiin liitoksiin.

2.6 Epäkohdat/heikot kohdat

Itse esivalmistepaloissa on harvoin laadullisia virheitä esimerkiksi hitsaussaumojen vuotoja, sillä niitä koeponnistetaan tai kuvataan saumaoja läpivalaisulla ennen lähettämistä asiakkaalle. (pipecloud www-sivut 2021.) Kaikessa on toleranssit, mutta ei mitoissakaan suuria virheitä ole, kun robotit tekevät työn.

Kun taas esivalmisteiden muokkauksessa asentajien toimesta heikkoja kohtia ovat usein liitoskohdat ihan kaikissa materiaaleissa ja kytkentämenetelmissä. Laipoissa voi usein jäädä epähuomiossa tekemättä jälkikiristys tai kiristystä ollenkaan. Paikan päällä hitsatuissa putkissa sauman laatu vaihtelee ihan tekijän mukaan ja voi monesti jäädä pienen pieni reikä kuonan alle, joka johtaa vuotoon. Hyvänkin näköinen sauma voi vuotaa.

2.7 Kuvat kaaviot

Periaatekuvasta käy ilmi sen pääperiaatteet ja tiedot, kuten pattereiden tehot, virtaukset, putkikoot, venttiileiden paikat sekä ac-huone ja sen koneet.

Ac-huoneen asennuskuvissa näkyy kaikki tekniikka kuten kuvassa 10. on esitetty. Kuvia on kuitenkin eritelty jokaista ammattiryhmää varten omaksi kuvaksi esim. sähkö, ilmanvaihto, putket jne. Kuvissa esivalmistepalat on numeroitu, jonka myötä oikeat palat asennetaan oikeaan paikkaan.

Kaikista putkiesivalmisteista tehdään esivalmistekuva, joka lisätään myös hyväksynnän jälkeen telakan kronodociin.

Kappaleen kuvia ei julkaista sillä ne ovat tilaajan salaista materiaalia.

2.8 Toimilaitteet

Molemmissa linjoissa, jäähdytys- sekä lämmityslinjoissa on moottoritoimiset linjasäätöventtiilit. Automatiikka ohjaa linjasäätöjä aina tehontarpeen mukaan.

Aina toimilaitteiden sijoitus ei ole ihanteellinen tai lainkaan toimiva tulevia säätöjä tai huoltoja ajatellen. Laippoja on käännettävä tai pahimmassa tapauksessa jopa putkilinjoja muutettava, jotta toimilaitte saadaan hyväksytyyn paikkaan.

3 ESIVALMISTEPALAT

3.1 Suunnittelu

Perussuunnittelussa tehdään niin sanotusti karkeasti suunnitelmat järjestelmistä. Suunnitelmat ovat hyvin viivamaisia kaavioita, joista käy ilmi järjestelmän palvelevat alueet, putkimateriaalit, tehot sekä venttiilityypit.

Tarkemmassa, rakenteellisessa suunnittelussa ei enää vaikuteta esimerkiksi materiaaleihin vaan suunnitellaan kaikki tekniikka mahtumaan ja kulkemaan määräyksiä noudattaen.

Suomessa eniten käytetty sovellus suunnitteluun on CADMATIC.

Koko laiva suunnitellaan yhteen yhteiseen malliin, johon kaikki suunnittelijat tekevät työtä ympäri maailmaa. Näin suunnittelijat näkevät muidenkin alueiden edistymisen ja mahdolliset muutokset reaaliajassa. Malliin tehty työ päivittyy muille nähtäväksi noin 15 minuutissa. Runko päivittyy kerran viikossa.

Kun konehuone on suunniteltu valmiiksi, käy esivalmistepalojen kuvat vielä läpi hyväksytyksen, jonka jälkeen ne lisätään kronoon ja lähtevät valmistukseen vaiheistettusti, miten rakentaminen on koordinoitu etenemään.

Alueilla tehdään työn edetessä jatkuvasti muutoksia. Tyypillisiä muutoksia ovat baari ja ravintola-alueet. Yhden alueen muutokset vaikuttavat usein myös viereisten alueiden tekniikkaan. Muutoksien tullessa päivitetään ne malliin ja suunnitelmat revisioidaan. Uusista revisioista tehdään urakoitsijoille taas uudet asennuskuvat.

Suunnittelijan saatua oma alue valmiiksi ja dokumentit hyväksytyiksi, mallin tarkastelu luonnollisesti vähenee siltä osin. Jos viereisellä alueella tapahtuu muutos ja se revisioidaan, tulee tämän suunnittelijan informoida asiasta eteenpäin. Suoraan sähköpostilla viereisen alueen suunnittelijalle tai telakan suunnittelun koordinaattorin kautta. Jos informaatio ei kulje alueiden välillä, voi tuotantoon lähteä esivalmisteita, jotka ovat jo suunnitelmissa muuttuneet eivätkä näin ollen voi sopia enää paikkaansa.

Toimitusjohtaja: Tero Väihkönen Deseco haastateltu 16.6.2021

3.2 Koordinointi

Koordinoinnin työ on tärkeässä roolissa telakalla. Esivalmistepalat eivät vain ilmesty telakan porteista itsestään vaan vaaditaan tarkkaa suunnittelua ja työtä, jotta saadaan kaikki toimimaan porrastetusti ja saapumaan oikeaan aikaan. Myöhässä saapuvat osat ovat selvästi huono asia ja jossain on tehty virhe, mutta liian aikaisinkin saapuva esivalmistepala ei ole hyvä asia. Telakalla lojuvat osat voivat hukkua tai vaurioitua puutteellisessa säilytyksessä ja joudutaan tilaamaan uusi.

Ennen tuotannon aloittamista tehdään ”handshake”, jossa suunnittelijat esittelevät tuotannolle 3D-mallista käsiteltävän alueen ja katsotaan mitä esivalmisteita halutaan minnekin huoneeseen. Tästä kahden viikon kuluttua esivalmisteiden tuotanto alkaa ja esivalmistekuvat löytyvät kronosta. Siihen asti on aikaa vielä vaikuttaa asioihin. Tämä kaikkia tapahtuu aina 8 viikkoa ennen jonkin vaiheen alkamista, esimerkiksi lohko- tai aluevaiheen.

Esivalmistekuvanippuja lähetetään pajoille tuotantoon, joista sitten tarjotaan hinta painon mukaan.

Eri värit kertovat eri ajankohdan rakentamisesta, esimerkiksi kuvassa 21. beige osat moduulin rakentamisvaiheessa, punaiset kun moduuli asennetaan suurlokkoon, vihreät lohkovaiheessa ja siniset aluevaiheessa.

Mitään toistaan tärkeämpää asiaa ei ole sillä, jos yksikin vaihe tehdään väärin tai jää välistä ei millään muulla ole enää väliä. Näitä voi olla esimerkiksi putkipaja unohtanut maalin esivalmisteesta, suunnittelija määrittänyt vahingossa liian ohuen seinämävahvuuden putkeen tai esivalmisteohjauksessa tilattu liian aikaisin osa telakalle ja se häviää. Kaikki edellä mainitut virheet johtavat esivalmisteen uudelleen tilaamiseen ja ajan hukkaamiseen.

On tärkeää myös saada tuotantopalautetta eri rakentamisen vaiheista, jos esivalmiste ei sovi paikalleen. Näin saadaan työn alla olevan laivan lisäksi virhe korjattua myös seuraavaan mahdollisesti samanlaiseen laivaan eikä sama virhe toistuisi.

Detalji koordinaattori: Pekka Puranen Meyer Turku haastateltu 4.10.2021

3.3 Valmistus

Suomessa on useampi yritys, joka on erikoistunut putkien valmistukseen teollisuuteen ja telakalle. Suureen risteilijään voi mennä noin 70 000 putkiesivalmistetta. Jokainen esivalmiste on uniikki eikä toisen vastaavanlaisen järjestelmän putkiosa sovi toisen paikalle. Tästä syystä suunnittelu ja valmistus tarvitsee erityistä huolellisuutta toteutuksessa. (ardor www-sivut 2021.)

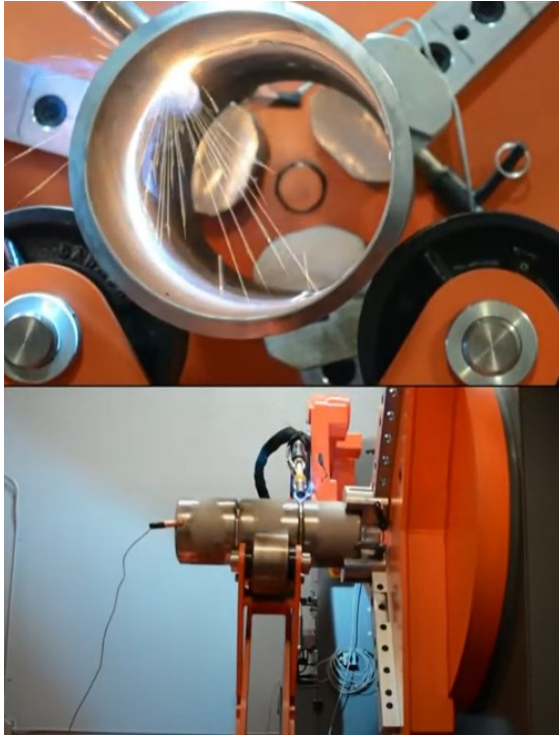
Esivalmistepajoilla käytetään huippuluokan koneita sekä työkaluja palojen työstöön. Putkia taivutetaan ja hitsataan.

Koneet tekevät nykyään suurimman työn, joka takaa työn laadulle tarkkuutta.

Taivutuksessa käytetään mm. CNC-taivutuskonetta. Koneita pidetään helppo käyttöisenä ja erittäin nopeana. (vossi www-sivut 2021.), (leinolatgroup www-sivut 2021.)

Hitsauksessa käytetään pyörivää hitsikonetta, jossa putki on sorvin tavalla kiinni istukassa ja pyörii. Mig-hitsi tekee saumaa putken pyöriessä ja konetta käyttävä asentaja säätelee prosessia ohjauspaneelilta.

Nykyään on myös palvelu pipecloud, joka käyttää pcf formaattia ja mahdollistaa suuremman massavalmistuksen. Tuotannon vaiheita pystyy seuraamaan reaaliajassa verkossa. Esivalmistekuvat ovat sähköisessä muodossa, joten niitä on vaivatonta muokata tarvittaessa. Tämä metodi vähentää työtunteja ja tehostaa tuotantoa 20–50 %. (pipecloud www-sivut 2021.)



Kuva 22. Esivalmisteen hitsaus ohjelmoidulla laitteella. (industrial solution&innovation 2021.)



Kuva 23. Hitsauskoneen ohjauspaneeli. (industrial solution&innovation 2021)

3.4 Toimitus telakalle

Toimituksen saapuessa telakalle varasto kirjaa osan MARS varastonhallintaohjelmaan. Ohjelmasta saadaan tehtyä keräilypyyntö alueille.

Johtaja, mekaaninen asennus ja käyttöönotto: Joni Louhi Meyer Turku haastateltu 29.9.2021

3.5 Asennus ja Ongelmat

Syitä miksi esivalmisteet eivät mene paikalleen on monta eikä ole yksiselitteinen. Syyt vaihtelevat varmasti keneltä kysyy.

Suunnittelussa on voinut tulla mittavirheitä ja valmisteet voivat olla liian lyhyitä sekä liitoskohtia laipioissa tai kansissa mahdottomissa paikoissa.

Myös asentajaperäisiä virheitä tehdään, joihin liittyy useimmiten esimerkiksi muoviputkiliitosten asennukset väärillä työkaluilla ja väännetään kierteet rikki ilman momenttia. Muoviputkiliitoksia saatetaan myös ”paistaa” huonosti, jolloin putken sisäinen vastus ei kuumenna liitosta riittävästi ja jää väljäksi.

Putkihitsaukset taas vaativat hyvää hitsaria sekä työn suorituksen jälkeen koeponnistuksen ja laaduntarkastuksen, joka ei aina tilanteesta riippuen ole mahdollista.

Putkiesivalmisteita voidaan ja voitaisiin tehdä enemmänkin paikan päällä uudelleen, jos alihankkijoilla olisi välttämättömiä putkitaivuttimia raskaille rautaputkille. Tämä säästäisi suunnitteluvaiheen ja ulkopuolisen tuotannon eli aikaa. Telakalla on oma putkipaja, jossa on nämä kaikki työkalut, mutta on tietysti selvää, että paja olisi ruuhkautunut, jos sitä annettaisiin kaikkien käyttöä. Loppukiireessä pajalle saattaa päästä, jos viivästys johtuu esim. tilaajasta.

Vaikeammat ja monimutkaisemmat osat lähtevät aina takaisin suunnittelijalle. Paikalle, johon putki halutaan, otetaan uudet mitat, linjanumero, valokuvat kohdasta, oma luonnos palasta ja lähetetään suunnittelijalle sähköpostilla.

Prosessi ottaa aikaa. Suunnittelija lähettää urakoitsijalle uuden ehdotuksen työstä, jonka jälkeen hyväksytty pala lähtee valmistajalle. Putkiesivalmisteen saapumisessa telakalle voi kestää pitkäänkin valmistajan ruuhkasta riippuen aina muutamasta päivästä viikkoihin.

Paljon pystyttäisiin ehkäisemään turhaa työtä kommunikoimalla. Ac-konehuoneiden viereiset sisustusalueet määrittelevät pitkälti konehuoneista lähtevän tekniikan paikkaa. Sisustusalueella saattaa esimerkiksi olla heti jokin hieno kattoelementti, jonka läpi ei voi mennä putkilla. Suunnitelmat voivat muuttua alueilla ja esimerkiksi läpivientien paikat näin ollen muuttua. Suunnittelijoiden keskinäinen kommunikointi rajapintojen välillä on todella tärkeää.

Työnjohtaja: Ari Riiheläinen R&M haastateltu 18.3.2021

3.5.1 Esimerkkitalanne

Seuraavassa kuvasarjassa on havainne aikaisemmissa kappaleissa mainitusta ongelmasta, miten jokin esivalmiste ei sovi paikalleen ja mitä sille on tässä tilanteessa tehty. 3D mallista on piilotettu taustalta t-palkki, jonka läpi jäähdytyslinjan putket olivat tarkoitus mennä. T-palkissa on isoja reikiä, joiden läpi tekniikkaa saadaan kulkemaan eikä alitukseita tarvitse tehdä. T-palkin lävistyskohta on vähän ennen 90 asteen käännöksiä alaspäin.

Periaate- ja asennuskuvista näkee mihin palat asennetaan ja minkä numeroisia ne ovat. Jo ensimmäinen ongelma ilmeni ennen kuin ensimmäistäkään putkea oli yritetty paikalleen. Ilmanvaihtokoneen patterilähdöt olivat tehtaalta tullessa väärin päin. Kuten 3D mallista varsin hyvin huomaa, on toinen lähtö toista pidempi. Näin isot putket mahduttavat vieretysten eikä laipat ota kiinni toisiinsa. Patteri on tehtaalla paineistettu ja taikut annettu liitoksille eikä niihin mielellään kosketa. Kiire on kova ja loppupeleissä patteri tulee kuitenkin linjan paineistukseen mukaan ja liitoksien pitävyys todetaan näin uudestaan pitäväksi.

Lähdöt käännettiin keskenään ja putkia sovitettiin paikoilleen. Nämä eivät kuitenkaan sopineet paikalleen ja ottivat t-palkin reunasta 5–10 senttiä kiinni. Palkin aukon suurenus ei ole mahdollista rungon vahvuuden kustannuksella. Koska putket vaativat pieniä heittoa suuntaan ja toiseen, olivat näiden mittaaminen suunnittelijalle haastavaa eikä palat olisi varmuudella sopineet paikalleen. Alihankkijalla oli hyvä ja ammattitaitoinen hitsari, joka sovitteli pala kerrallaan putkiosaa kooten hepeillä paikoilleen. Valmiin muotoinen putkiosa hitsattiin alhaalla telakan tiloissa kuntoon ja painetettiin.

Vaikka osien korjaus oli ns. ”askartelua” ja aikaa vievää, voitti se 3 päivän työllä varmasti yli viikon kestävän esivalmisteen suunnittelun ja tuotannon taas telakalle.

Lämpötila-antureiden, tyhjennys ja ilmausyhteiden putket eivät enää olleet alkuperäisissä paikoissa, mutta toimivat aivan samoin uusissa paikoissaan eivätkä vieneet tilaa muilta asennuksilta.

Kappaleen kuvia ei julkaista sillä ne ovat tilaajan salaista materiaalia.

4 YHTEENVETO

Laiva on kokonaisuudessaan valtava kompleksi. Kaikki vaikuttavat kaikkeen eikä ongelmilta voida tietenkään täysin välttyä. Osapuolia rakentamisessa on monta ja näin ollen kommunikointi on erittäin tärkeässä roolissa.

Yksittäistä syytä esivalmisteen paikkaansa menemättömyyteen ei ole.

Suunnittelussa kuten asennuksessakin tehdään virheitä. Telakan suunnittelun koordinoinnissa tarvitaan ammattitaitoinen henkilö ja rajapinnoista pitää olla perillä.

Jotta ongelmaa saadaan lievitettyä pitää ac-huoneiden työnjohtajien entistä enemmän kommunikoida viereisten alueiden työnjohtajien kanssa.

Suunnittelijat kehittyvät tietysti työtä tehdessään ja ne niin sanotut mahdottomat asennukset jäävät pois, mutta kuten työnjohtajienkin, myös heidänkin pitää saada informaatio kulkemaan eri alueiden suunnittelijoiden välillä.

Henkilö, joka koordinoi telakalla tätä linkkiä kaikkien eri osapuolen välillä on erittäin tärkeässä roolissa.

Täyttä ratkaisua ei tähän ongelmaan ole, mutta esimerkiksi suunnittelussa suurempi alue yhden toimiston työstämänä voisi vähentää kommunikaatiokatkoksia ja sitä kautta helpottaa tilannetta. Suunnittelutoimistoilla on tietenkin rajallinen kapasiteetti eikä koko laivaa tai mahdottoman suurta aluetta voi yksi toimisto suunnitella.

Koska laivat ovat aina erilaisia, putkiosien standardisointi ei ole vaihtoehto, vaikka se olisikin ihanteellista, että aina laiva toisensa jälkeen konehuoneisiin tilattaisiin samat putkiosat.

Myös materiaaleissa voisi innovatiivinen tuotekehittely tuoda helpotusta tilanteeseen esimerkiksi jonkinlaisilla kääntyvillä ja pyörivillä nivelillä varustettuja putkiosia. Tämä taas vaatii paljon työtunteja ja kapasiteettiä tuotekehittelyyn. Kuka tähän osaan haluaisi tarttua on oma projektinsa.

Kova kiire ja kireät aikataulut selkeästi altistavat virheille. Lisää aikaa suunnitteluun voisi tuoda helpotusta, mutta pitkittää taas projektia. Kuitenkin koko rakentamisen tärkeimpänä ja avainasemassa olevana asiana pidän kommunikointia ja informaation kulkua sujuvasti osapuolelta toiselle.

LÄHTEET

ANNEX1. (2012). Typical cabin corridor installation design and installation guideline

Ardor www-sivut 2021. Viitattu 15.3.2021. <https://ardor.fi/palvelut/putkiesivalmisteen/>

Industrial solution&innovation. (13.3.2017). RotoWeld 3.0 6 Sch 80 CS Full Weld [video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Y3_LEUSD27I

Leinolatgroup www-sivut 2021. Viitattu 19.3.2021 <https://www.leinolatgroup.fi/fi/uwira/tuotteet-ja-palvelut/putket>

Louhi, J. (29.9.2021). Haastattelu Meyer Turku Mekaanisen asennuksen ja käyttöönoton päällikön Joni Louhen kanssa.

Meyerturku www-sivut 2021. Viitattu 2.3.2021. https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/about_the_shipyard_1/about_the_shipyard.jsp

Pipecloud www-sivut 2021. Viitattu 6.10.2021 <https://pipecloud.fi/phases/welding/>

Pipecloud, (7.1.2021). Smart efficiency for pipe prefabricates with Pipecloud [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WGixKKg6Ums>

Puranen, P. (4.10.2021). Haastattelu Meyer Turku Detalji koordinaattorin Pekka Purasen kanssa.

Riiheläinen, A. (18.3.2021). Haastattelu R&M Työnjohtajan Ari Riiheläisen kanssa.

Sandberg, Esa, (2016). Ilmastointilaitoksen mitoitus osa2. Talotekniikka-Julkaisut Oy

Vossi www-sivut 2021. Viitattu 19.3.2021 <https://www.vossi.fi/valmistajat/macri/>

Väihkönen, T. (16.6.2021). Haastattelu Deseco Toimitusjohtajan Tero Väihkösen kanssa.

HAASTATTELU ARI RIIHELÄINEN, R&M

1. Onko jotain yleistä syytä miksi esivalmisteet eivät saattaisi enää telakalle tullaessa sopia laivaan?
2. Onko mahdollista kommunikointia parantamalla ehkäistä muuttuvia asennuksia, jotka johtavat esivalmistepalojen uudelleen suunnitteluun?
3. Kuinka paljon pystytään tekemään paikan päällä osille muokkauksia?
4. Mikä asennuksessa voi mennä pieleen?
5. Onko asentajat tarvittavan ammattitaitoisia?
6. Kuinka usein viereinen alue vaikuttaa ac-huoneeseen?
7. Tuleeko muutoksista informaatiota?
8. Ovatko materiaalit muokattavia?
9. Onko suunnitelmat asennettavia?
10. Johtuuko mielestäsi usein suunnittelusta?

(Kysymykset keskustelun aloittajia, käyty paljon täydentäviä kysymyksiä läpi)

HAASTATTELU TERO VÄIHKÖNEN, DESECO

- Mitä suunnitteluohjelmaa käytätte?
- Tehdäänkö ac-huone yhteen tiedostoon ja siirretään malliin?
- Kuinka paljon väkeä töissä?
- Millaisia taustoja suunnittelijoilla?
- Onko konehuoneen suunnitteluun pätevyysvaatimuksia? Työkokemusta/referenssejä
- Millainen aikataulu suurin piirtein konehuoneen suunnittelussa?
- Kuinka usein palavereja viereisten alueiden suunnittelijoiden kanssa?
- Kuinka helposti tulee/saadaan tieto viereisen alueen muutoksista, joka vaikuttaa ac-konehuoneen putkilinjoihin – läpivienteihin?
- Suunnitelmissa saattaa kuulemma olla mahdottomia putkivetoja, läpivientejä, mutkia jne. asennusnäkökulmasta. Johtuuko tilan puutteesta/suunnittelijan kokemattomuudesta asennustöistä vai mikä voi mahdollisesti johtaa tähän?
- Pystyttekö hyödyntämään edellisen laivan suunnitelmia toisessa projektissa esim. Carnival ja Costa2?
- Valitsetteko itse putkimateriaalit järjestelmään, joka parhaiten siihen soveltuu vai määrääkö tilaaja/joku muu materiaalit?

- Meneekö revisiot heti pankkiin ja siitä urakoitsijalle?
- Mikä teidän mielestänne saattaisi johtaa siihen, ettei esivalmiste mene paikkaansa?
- Kuinka paljon esivalmisteita tulee takaisin suunnittelupöydälle?

(Kysymykset keskustelun aloittajia, käyty paljon täydentäviä kysymyksiä läpi)

HAASTATTELU JONI LOUHI, MEYER TURKU

1. Millä eri järjestelmillä laivalla toteutetaan lämmönjakoa?
2. Miksi lämmitys ja jäähdytys linjoissa käytetään kahta eri putkimateriaalia?
3. Miksi läpiviennit ovat suuressa merkityksessä laivalla?
4. Miksi laivalla on erityisen tiukat säädökset?
5. Mikä on luokituslaitoksen rooli?

(Kysymykset keskustelun aloittajia, käyty paljon täydentäviä kysymyksiä läpi)

HAASTATTELU PEKKA PURANEN, MEYER TURKU

1. Mikä työn kuvasi on ja mitä se pitää sisällään?
2. Miten esivalmistepalan kulku suunnittelijalta meyerille kronodociin menee ja mitä otetaan huomioon hyväksyttämävaiheessa?
3. Miten esivalmisteiden jaksottaminen tapahtuu. -saapuminen telakalle oikeaan aikaan?
4. Kuinka paljon olet suunnittelijoiden kanssa tekemisissä? Entä työnjohtajien?
5. Onko työsi (karkeasti) niin sanotusti linkki suunnittelun ja asennuksen välillä? (Saadaan siis pala suunnittelupöydältä telakalle)
6. Mitkä asiat tärkeitä? (jotain erityisesti avainasemassa olevia asioita onnistuneeseen projektiin?)
7. Laivalla lämmitysjärjestelmien materiaalit on ennalta määrätty ja tarkkaan valvottu, osaatko sanoa jotain esimerkkiä miksi?
8. Mikä mielestäsi voisi olla yksi syy (tai useampi) miksi esivalmiste ei sovi sille tarkoitetulle paikalle? Syitä on monia mutta mikä sinulle tulisi mieleen?
9. Onko jotain selkeää paikkaa, joka ontuu ja voitaisiin kehittää ja korjata asioita parempaan suuntaan? (teidän tai muiden osapuolten tekemisessä)

(Kysymykset keskustelun aloittajia, käyty paljon täydentäviä kysymyksiä läpi)

Salatun tiedon määrä, 15 sivua.