

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Meritekniikka

2020

Petteri Heininen

ICON-LUOKAN RISTEILYALUKSEN FERUJEN SIIRTO- JA LIITOSOPERAATIO

Petteri Heininen

ICON-LUOKAN RISTEILYALUKSEN FERUJEN SIIRTO- JA LIITOSOPERAATIO

Opinnäytetyö tehtiin Meyer Turku Oy:n rungon valmistussuunnitteluosastolla. Työn tavoitteena oli selvittää ja koota kelluvien konehuoneyksiköiden siirto- ja liitosoperaatiossa tarvittava tieto yhteen ja laatia niistä toimintaohje. Opinnäytetyössä tarkastellaan operaation vaiheita ja yksityiskohtia kronologisessa järjestyksessä. Työn tavoitteena on selvittää asiat, jotka tulee ottaa huomioon operaation suunnittelussa sekä toteutuksessa, etsiä ongelmat ja ehdottaa niihin ratkaisuja sekä arvioida ja kehittää operaatiota.

Operaatio koostuu useista työvaiheista ja jokaisen vaiheen onnistuminen vaatii huolellista suunnittelua ja tiedonhankintaa. Työ aloitettiin selvittämällä operaation työvaiheet ja niissä käytettävät laitteet. Tieto hankittiin haastatteleamalla telakan työntekijöitä, joilla on tietoa ja kokemusta vastaavien operaatioiden suorittamisesta. Työssä tutkittiin aikaisemmin suoritettuja operaatioita ja niissä ilmenneitä ongelmia.

Lopputuloksena saatiin selville, että operaation työvaiheet sisältävät lukuisia haasteita sekä ongelmia. Ongelmat operaation suoritushetkellä voivat aiheuttaa tapaturmia tai vahinkoa käytettäville laitteistoille. Suurimmat haasteet ovat tiukka aikataulu, talviolosuhteet sekä turvallisuuden takaaminen. Haasteellisuutta lisäävät yhtäaikaisesti suoritettavat työvaiheet, jotka voivat aiheuttaa ongelmia työalueiden, materiaalikuljetusten ja esimerkiksi nostojen suhteen.

Vaikka kaikkia ongelmia ei kyetty ratkaisemaan, niiden ratkaiseminen on helpompaa, kun ne tunnistetaan ajoissa. Ratkaisuja löydettiin esimerkiksi turvallisuuteen sekä sääolosuhteisiin liittyviin ongelmiin.

ASIASANAT:

FERU, runkosuunnittelu, rungonkoonti, telakka, risteilyalus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Naval Architecture and Marine Engineering

2020 | 39 pages, 3 pages in appendices

Petteri Heininen

TRANSPORT AND MARRIAGE OPERATION OF FLOATING ENGINE ROOM UNITS OF ICON CLASS CRUISE SHIP

This thesis was completed at Hull Detail Design department of Meyer Turku Oy. The purpose of this thesis was to determine, compile and present the information needed in the transport and marriage operation of the floating engine room units of Icon-class cruise ship and make it a code of conduct. The thesis addresses the stages and details of the operation in a chronological order. The purpose of this thesis was to discuss and present the issues that should be considered in planning and conducting the operation and to find problems and propose solutions. The aim was to evaluate and develop the operation.

The operation consists of several phrases, and the success of each phrase requires careful planning and acquisition of information. The work began by identifying the phases of the operation and the required equipment. Information was acquired through interviews with the shipyard personnel with expertise and experience of conducting similar operations. The thesis investigated earlier operations and problems encountered.

As a result, it was discovered that the operational phrases of the operation present numerous challenges and problems. The problems at the time of the operation may result in injury or damage to the equipment used. The most significant challenges are tight schedule, winter conditions and the safety of the employees. The challenge is increased by simultaneous work phrases that can cause problems with work areas, material transports and for example, lifting of materials.

Although not all problems could be solved, they are easier to solve if they are detected in time. Solutions were found, for example, to problems related to safety and weather conditions.

KEYWORDS:

FERU, Hull Production, Hull Assembly, Cruise Ship, Shipyard

SISÄLTÖ

SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tausta	8
1.2 Työn tavoitteet	8
1.3 Liitosoperaatioiden taustaa	9
1.4 Rungon rakennustapa	10
1.5 Liitosoperaatioiden historia Turun telakalla	11
1.6 Tarkasteltava alusprojekti	12
2 LAITTEET JA VALMISTELUT	13
2.1 Kelluva konehuoneyksikkö	13
2.2 Rakennusallas	14
2.3 Puskulevyt	16
2.4 Väliaikaiset rakenteet	16
2.5 Siirtolaitteisto	16
2.6 Laitteiston lämmitys	17
2.7 Terveys, turvallisuus ja ympäristö (HSE)	18
2.7.1 Tarvittavat toimenpiteet	18
2.7.2 Operaation riskit	19
2.7.3 Ympäristövaikutukset	20
3 OPERAATION TYÖVAIHEET	21
3.1 Liitosoperaatio	21
3.2 Altaan pukitus	21
3.3 Varustelulaiturissa olevan laivan siirto	22
3.4 Portin aukaisu	24
3.5 FERUjen siirto rakennusaltaaseen	24
3.6 FERUjen kohdistus ja vinssauksen suunnittelu	26
3.7 Altaan tyhjennys ja vinssaus	28
3.8 FERUjen laskeminen pukeille	29
3.9 Mittaukset	29
3.10 Pohjan siivous	29
3.11 Energiat, telineet ja kulkusillat	30

3.12 Siirtolaitteiston koonti	31
3.13 Puskulevyjen irrotus	31
3.14 Väli aikaisten laipoiden ja rakenteiden purku	33
3.15 Siirto-operaatio	33
3.16 FERUjen liittäminen	34
3.17 Operaation viimeistely ja työalueen siivous	34
4 HAASTEET JA KEHITYSEHDOTUKSET	35
4.1 Haasteet	35
4.2 Kehitysehdotukset	35
4.3 Jatkokehitysmahdollisuudet	36
5 YHTEENVETO	37
LÄHTEET	39

LIITTEET

- Liite 1. Pukitus ja siirtosuunnitelma.
 Liite 2. Lohkonsiirtolaitteisto.
 Liite 3. Esimerkki täytetystä Työn turvallisuussuunnitelma -lomakkeesta.

KUVAT

Kuva 1. Silver Spirit -aluksen pidennysoperaatio.	9
Kuva 2. Laivan lohkojako.	10
Kuva 3. Tallink Megastar -aluksen lohko rakennusaltaassa.	11
Kuva 4. Meyer Turun telakka.	12
Kuva 5. NB-1396 Carnival Mardi Gras FERU.	13
Kuva 6. Mein Schiff 2 -alus Meyer Turun rakennusaltaassa.	14
Kuva 7. Pukit, joiden päälle laiva rakennetaan.	15
Kuva 8. Siirtolaitteisto.	17
Kuva 9. Liitosoperaatio.	21
Kuva 10. NB-1394:n FERU siirtolaitteiston päällä.	22
Kuva 11. Laivan sijainti ennen siirtoa.	23
Kuva 12. FERUn uitto laivan ohi.	23
Kuva 13. Rakennusaltaan portti.	24
Kuva 14. Hinaajat siirtävät NB-1396 FERUn rakennusaltaaseen.	25
Kuva 15. Hinaajat tuovat FERUt altaaseen.	25
Kuva 16. FERUt altaan reunassa.	26

Kuva 17. Perän FERU kohdistettuna lopullisessa paikassaan.	26
Kuva 18. Molemmat FERUt kohdistettuina rakennusaltaassa.	27
Kuva 19. Vinssausvaihtoehto 1.	27
Kuva 20. Vinssausvaihtoehto 2.	28
Kuva 21. FERUt altaassa ennen yhdistämistä.	28
Kuva 22. Altaan pohjan siivousta keväällä 2003.	30
Kuva 23. Allasterminaali.	31
Kuva 24. NB-1394 FERUn Puskulevyn irrotus.	32
Kuva 25. Puskulevy nostetaan pois nosturilla.	32
Kuva 26. Väliaikaiset WT-laiiot perän FERUn keulapäädystä.	33
Kuva 27. FERUt yhdistettynä.	34

SANASTO

konsoli	laivan pohjaan asetettava teline, <i>stanchion</i>
osalohko	suurlohkon osa johon kuuluu kansi, laita sekä laipiot, <i>section</i>
paapuuri	laivan vasen puoli, <i>port</i>
suurlohko	osalohkoista koostuva suurempi kokonaisuus, <i>block</i>
tyyrpuuri	laivan oikea puoli, <i>starboard</i>

Lyhenteet

FERU	kelluva konehuoneyksikkö, <i>floating engine room unit</i>
GT	bruttovetoisuus, <i>gross tonnage</i>
HSE	terveys, turvallisuus & ympäristö, <i>health, safety & environment</i>
LNG	nesteytetty maakaasu, <i>liquified natural gas</i>
TTS	työn turvallisuussuunnitelma, <i>job safety analysis form</i>
WT	vesitiivis, <i>watertight</i>

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Meyer Turku Oy:n ja saksalaisen Neptun Werftin yhteistyö mahdollistaa maailman suurimpien ja edistyneimpien risteilyalusten rakentamisen erittäin nopealla aikataulla. Nopea tahti edellyttää FERUn eli kelluvan konehuoneyksikön valmistamisen Neptun Werftin telakalla Saksassa.

Neptun Werft on aikaisemmin valmistanut konehuonemuodulleja Meyer Turku Oy:lle ja Saksan Papenburgissa sijaitsevalle Meyer Werftille. ICON-luokan risteilyaluksen FERUn valmistus ja siirto ovat kuitenkin aivan uutta, koska konehuoneyksikkö tuodaan Turkuun kahdessa osassa aikaisemman yhden osan sijaan. Konehuoneyksikkö lasketaan rakennusaltaseen ja liitetään kiskojen avulla toisiinsa kuivalla maalla. Koska yhteen liitettävät teräsrakennelmat ovat kokoluokaltaan pienen laivan kokoisia, operaatiosta tulee haastava.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja koota yhteen asiat ja yksityiskohdat, jotka tulee ottaa huomioon operaation suunnittelussa ja toteutuksessa. Operaatio koostuu useista työvaiheista ja jokaisen vaiheen onnistuminen vaatii huolellista suunnittelua, tiedonhankintaa sekä sen jakamista operaation kannalta oleellisille henkilöille. Opinnäytetyö pyrkii selvittämään ja esittelemään operaation toimintatavat ja yksityiskohdat pääpiirteittäin.

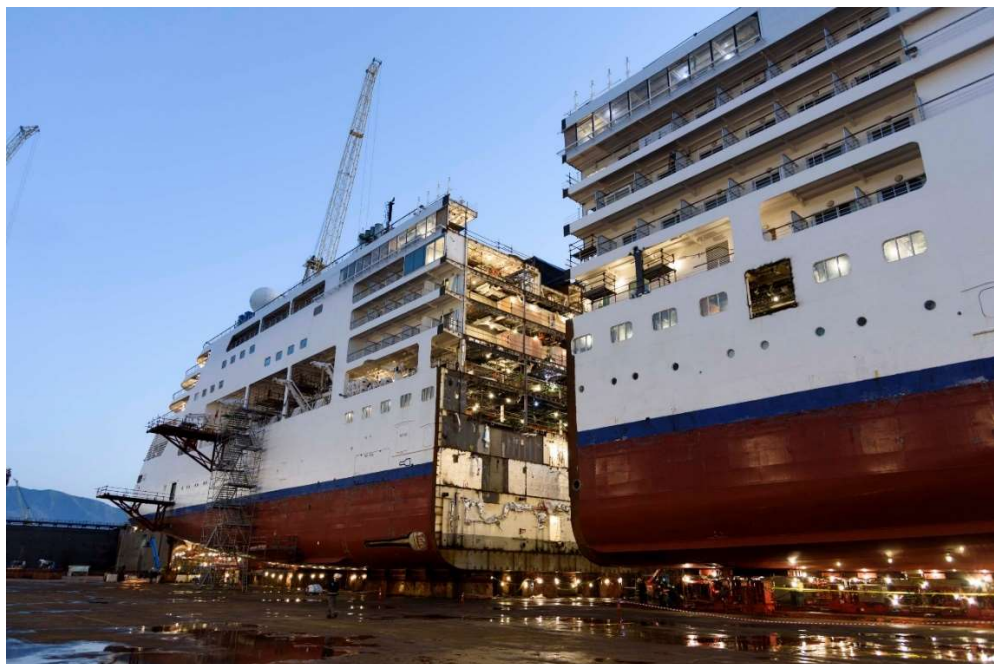
Koska operaation aikataulu on tiukka ja olosuhteet hankalat eli on erityisen tärkeää huolehtia asioiden sujuvuudesta ja ottaa huomioon mahdolliset ongelmakohdat jo suunnitteluvaiheessa. Operaatiossa käsitellään huomattavan isoja, tuhansia tonneja painavia teräsrakennelmia eli pienetkin virheet voivat tulla maksamaan huomattavan paljon aikaa ja rahaa. Työn tavoitteena ei ole ratkaista kaikkia ongelmia, vaan etsiä ja esitellä mahdolliset ongelmakohdat ja esittää niihin ratkaisuehdotuksia, jotta niiden ratkaiseminen olisi tulevaisuudessa helpompaa.

1.3 Liitosoperaatioiden taustaa

Kelluvien konehuoneyksiköiden liitosoperaatioita ei ole aikaisemmin suoritettu, koska rakennustapa on vielä hyvin uusi. Icon 1 -alus on neljäs projekti Turun telakalla, jonka rakennustapa sisältää kelluvan konehuoneyksikön rakentamisen toisella telakalla. Kyseessä on ensimmäinen kerta, kun konehuonemuoduuli kuljetetaan kahdessa osassa ja liitetään rakennusaltaassa.

Vastaavanlaisia operaatioita on kuitenkin suoritettu esimerkiksi laivojen pidennysoperaatioissa. Fincantierin Palermon telakalla tehtiin vuonna 2018 risteilyaluksen pidennys Silversea Cruises -varustamon Silver Spirit -risteilyalukselle (kuva 1). Operaatiossa laiva kuivatelakoitiin ja sen alle koottiin siirtolaitteisto. Tämän jälkeen se katkaistiin keskeltä ja laivan puolikkaat siirrettiin 15,2 metrin päähän toisistaan ja väliin siirrettiin 15 metriä pitkä jatkopala. Laivan pidentämiseen 15 metrillä kului noin 846 tonnia terästä, 110 000 metriä kaapelia sekä 8 000 metriä putkea. Laivan matkustajakapasiteetti kasvoi noin 12 % ja se sai uusia ravintoloita, hyttejä sekä uudistetun kylpyläosaston (Silversea Cruises 2018).

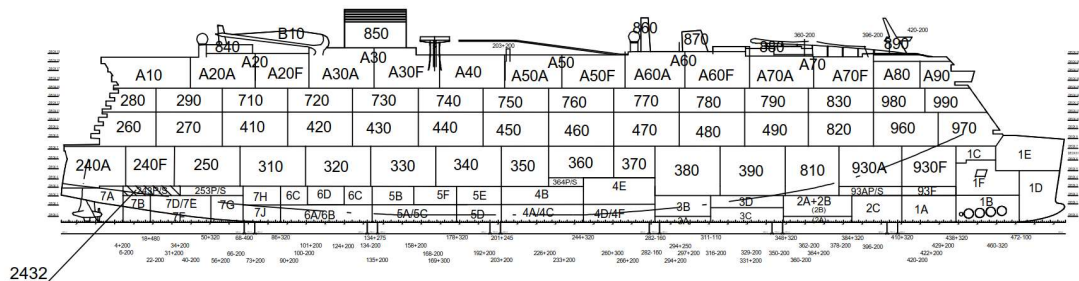
Pidennysoperaatio suoritettiin myös Enchantment of the Seas -alukselle. Laiva katkaistiin ja väliin laitettiin 22 metriä pitkä jatkopala. Suurin haaste operaatiossa oli epätarkkuudet runkorakenteiden mitoissa leikkausrajoilla (Kosomaa 2020).



Kuva 1. Silver Spirit -aluksen pidennysoperaatio (Silversea Cruises 2018).

1.4 Rungon rakennustapa

Laivan runko kootaan lohkoista. Lohkot ovat laivan rungon palasia, jotka kootaan telakalla kokonaiseksi laivaksi. Laivan rakentaminen lohkoina nopeuttaa rakennusprosessia huomattavasti. Lohkot voidaan rakentaa ja varustella telakalla tai alihankkijalla, jolloin työtä pystytään paremmin jakamaan eri paikkoihin. Kaikki työvaiheet, jotka on mahdollista tehdä muualla kuin rakennusaltaassa, pyritään siirtämään muualle. Lohkot pyritään varustelemaan mahdollisimman pitkälle ennen laivaan nostamista, koska varustelu on huomattavasti helpompaa, kun sitä ei joudu tekemään rakennusaltaassa. Laivan lohkojako on esitelty kuvassa 2.



Kuva 2. Laivan lohkojako (Meyer Turku 2020).

Lohko on yleensä noin 4-5 kansivälin korkuinen, kymmeniä metrejä pitkä pala laivaa. Lohko koostuu osalohkoista, jotka kootaan sekä varustellaan ylösalaisin. Osalohkoista koottu lohko siirretään rakennusaltaaseen nosturilla. Lohkot (kuva 3) ovat usein koko laivan levyisiä, mutta suurimmissa laivoissa ja esimerkiksi konetiloissa tai promenadira-kenteisissä laivoissa lohkoja voi olla useampia vierekkäin.



Kuva 3. Tallink Megastar -aluksen lohko rakennusaltaassa (Meyer Turku 2019).

1.5 Liitosoperaatioiden historia Turun telakalla

Meyer Turku Oy on Suomen Turussa sijaitseva telakkayhtiö, joka on erikoistunut suurten risteilyalusten rakentamiseen. Yhtiön omistaa saksalainen Meyer Werft ja sen toimitusjohtajana toimii Tri Jan Meyer. Meyer Turku Oy:llä on yli 2000 työntekijää sekä tuhansia alihankkijoiden työntekijöitä (Meyer Turku 2019).

Turun telakalla (kuva 4) on tehty liitosoperaatioita jo 1970-luvulta asti. Tuolloin rakennettiin kaapelilaiva, jonka keula tehtiin Turussa ja perä Vaasassa. Laivan perä tuotiin Turkuun ja se piti liittää keulaan, mutta se oli 100 mm leveämpi kuin keula. Laivan rakenteisiin jouduttiin tekemään merkittäviä rakenteellisia muutoksia, jotta se saatiin yhdistettyä. Telakalla on tehty myös laivan pidennysoperaatio, jossa laiva katkaistiin ja väliin tehtiin 20 m pitkä jatkopala (Volanen 2020).



Kuva 4. Meyer Turun telakka (Meyer Turku 2018).

1.6 Tarkasteltava alusprojekti

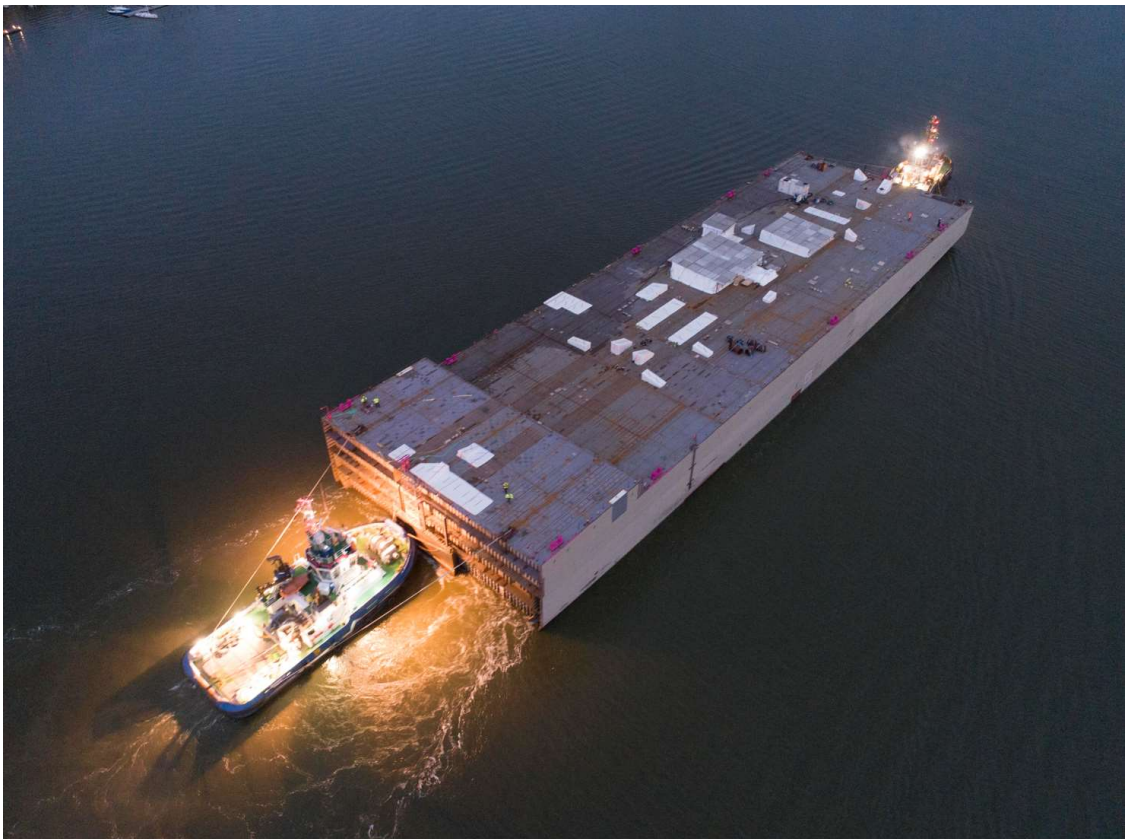
Operaatiossa tarkastellan Royal Caribbean Cruises -varustamon Icon -luokan risteilyaluksen rungonkoontiin liittyvää operaatiota. Icon- luokan aluksia on tilattu Meyer Turku Oy:n telakalta 3 ja ne toimitetaan vuosina 2022, 2024 ja 2025 (Meyer Turku 2019).

Alusten bruttovetoisuus on noin 200 000 GT ja ne käyttävät polttoaineena nesteytettyä maakaasua eli LNG:tä. Laivoihin tulee uusia innovaatioita, kuten polttokennojärjestelmä, joka tuottaa laivaan sähköä energiatehokkaasti ja puhtaasti (Meyer Turku 2019).

2 LAITTEET JA VALMISTELUT

2.1 Kelluva konehuoneyksikkö

Kelluva konehuoneyksikkö eli FERU on laivan kelluva, modularisoitu voimalaitos. FERU on vesitiivis pala laivaa, joka voidaan rakentaa erillään muusta laivasta ja uittaa hinaajien avustuksella telakalle, jossa laiva rakennetaan. Konehuoneen modularisointi mahdollistaa saman laivan rakentamisen kahdella eri telakalla samanaikaisesti, jolloin laivanrakennusprojektin pituus lyhenee merkittävästi. Meyerin Turun telakalla konehuoneen modularisointi mahdollistaa kahden laivan yhtäaikaisen rakentamisen tehokkaasti ja nopeasti. Kun laiva siirretään rakennusaltaasta varustelulaituriin, seuraavan laivan FERU voidaan siirtää altaaseen sen ollessa pitkälle varusteltu. FERUn siirtäminen hinaajien avulla on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. NB-1396 Carnival Mardi Gras FERU (Meyer Turku 2019).

2.2 Rakennusallas

Meyerin Turun telakalla on 365 metriä pitkä ja 80 metriä leveä rakennusallas (kuva 6) joka mahdollistaa suurimpienkin laivojen rakentamisen kuivalla maalla. Allas tyhjenetään pumpuilla ja täytetään portissa olevien venttiilien avulla. Rakennusaltaaseen menee tunneli, joten sinne on mahdollista ajaa erilaisilla ajoneuvoilla. Rakennusaltaan avattavassa portissa on vesitankit, jotka täytetään vedellä ennen portin avausta (Platan 2019).



Kuva 6. Mein Schiff 2 -alus Meyer Turun rakennusaltaassa.

Laivan rakennetaan rakennusaltaassa pukkien päälle. Pukit ovat satoja tonneja kestäviä betonista ja puusta valmistettuja telineitä, jotka asetetaan altaan pohjalle rakennusaikaisen pukitus suunnitelman mukaisesti. Rakennusvaiheessa käytetään eri pukitus suunnitelmaa kuin myöhemmin tehtävässä kuivatelakoinnissa (Platan 2019).

Rakennusvaiheessa jokainen lohko on tuettava pukeilla, mutta rakennuksen jälkeisissä telakoinneissa riittää kevyempi pukitus. Kuivatelakoinnissa laivoilla on kaksi erilaista pukitus suunnitelmaa, jotta pukkien kohdat laivan pohjassa vaihtelevat. Pukitus suunnitelma tulee tehdä niin, että laivan paino jakautuu pukeille mahdollisimman tasaisesti ja painopiste on keskellä. Pukit tulee sijoittaa kohtaan, joka on tarpeeksi tukeva ja kestää tarvittavan painon. Tavallisesti pukit sijoitetaan samalle linjalle välipohjan palkkilinjan kanssa. Pukkien sijaintien vaihtelu mahdollistaa laivan pohjan maalaamisen niin, että myös pukkien kohdat saadaan maalattua (Platan 2019).

Pukit asetellaan rakennusaltaan pohjalle lasermitoitusmenetelmän avulla. Rakennusaltaassa on koordinaatisto, jonka avulla pukit on helppo asetella erittäin tarkasti. Laivan pukitus suunnitelmaan on merkitty pukituskorkeus, joka vaihtelee pohjan muodon ja pohjalevyn materiaalin vahvuuden mukaan. Laivan pohjassa materiaalin suunta on ulospäin laivan rungosta, jolloin ainevahvuuden vaihtelut aiheuttavat epätasaisuuksia laivan pohjaan. Tyypillisiä paksumpia kohtia ovat keulabulbin alueet, pääkonehuoneen alapuolinen alue sekä pallekölön alue. Ainevahvuuden vaihtelut tulee ottaa huomioon pukkien korkeuden määrittämisessä (Platan 2019).

Pukkien asentaminen laivan alle laivan laskemisen jälkeen ei ole suositeltavaa, koska sitä ei silloin saada aseteltua tarpeeksi tukevasti. Pukki (kuva 7) koostuu jalasta ja sen päällä olevasta, laivan ja pukin väliin tulevasta materiaalista. Pukin ja laivan pohjan väliin laitetaan pala puuta sekä muovia. Oikein valittu puumateriaali tuo pukitukseen joustavuutta ja muovi pitää pohjan maalipinnan siistinä ja auttaa pukin irrotuksessa (Platan 2019).



Kuva 7. Pukit, joiden päälle laiva rakennetaan.

2.3 Puskulevyt

Molempien FERUjen keulaan sekä perään asennetaan puskulevyt (kuva 27). Puskulevyjen tarkoitus on toimia ”puskurina” merikuljetuksen aikana. Hinaajat voivat ajaa kiinni levyyn ja työntää sitä olosuhteiden ollessa haastavat. Puskulevyt koostuvat kaksiosaisesta levystä, pitkittäis-, ja poikittaissuuntaisista tukirakenteista ja kolmesta pitkästä palkista jotka hitsataan kiinni FERUn pätyyn. Rakenteessa on kaksi nostokorvaa, joiden avulla puskulevy nostetaan pois irrotuksen jälkeen (Pinomäki 2019).

Puskulevyjä on käytetty myös laivojen NB-1394 ja NB-1396 FERUissa ja puskulevyn irrotusoperaatio on esitelty luvussa 2.15.

2.4 Väliaikaiset rakenteet

FERUt uitetaan 1 000 kilometrin matka Rostockista Turkuun eli ne tulevat altistumaan kaikille merellä vaikuttaville luonnonvoimille. Tämä tarkoittaa, että FERUjen vesitiiveys ja rakenteellinen kesto on varmistettava (Halonen 2019).

Väliaikaiset tukirakenteet maalataan Neptunilla vaaleanpunaiseksi, jotta ne on helppo erottaa pysyvistä rakenteista. Irto poltetut rakenteet palautetaan takaisin Neptunille, jotta niitä voidaan käyttää uudelleen tulevilla projekteilla (Pinomäki 2019).

2.5 Siirtolaitteisto

Keulan FERUn siirtämisessä käytetään Neptun Werftin lohkonsiirtolaitteistoa (kuva 8). Laitteiston avulla on aikaisemmin siirretty lohkot ja FERUt ulos Neptunin katetusta rakennushallista. Laitteisto kuljetetaan Turkuun konteissa tietä pitkin. Laitteistoa tulee käyttää Neptunilta laitteiston käyttöön perehtyneet henkilöt, joille laitteisto ja sen toiminta on tuttua (Halonen 2019).

Laitteiston toimintaperiaate perustuu typpikäyttöisiin ilmatyynyihin, jotka vähentävät kitkaa ja mahdollistavat suuren massan liikuttamisen kiskoja pitkin. Ilmatyynyn päällä on jalka sekä pöytä, jonka päälle siirrettävä rakenne tulee. Laitteisto toimii hydraulisesti (Halonen 2019).

Laitteistossa on kiskoilla kulkeva kelkka, joka lukitaan paikalleen. Kelkka kiinnittyy jalkaan hydraulisen sylinterin avulla ja kun se paineistetaan, työntää se rakennetta eteenpäin. Tämän jälkeen paineistus vapautetaan sekä kelkan ja kiskojen välinen kiinnitys irrotetaan ja kelkkaa siirretään eteenpäin. Operaatiota toistetaan, kunnes FERUt ovat kiinni toisissaan (Halonen 2019).



Kuva 8. Siirtolaitteisto (Neptun Werft 2018).

2.6 Laitteiston lämmitys

Neptun Werft toimittaa luvussa 2.5 esitellyn siirtolaitteiston. Laitteistoa oli käytetty aikaisemmin talvella ja operaation edetessä oli huomattu, että laitteisto ei toimi optimaalisesti pakkasella ja voi jumiutua aiheuttaen vahinkoa FERUn pohjaan. Icon-aluksen FERUt liitetään toisiinsa tammikuussa, jolloin pakkasen todennäköisyys on suuri ja laitteisto vaatii lämmityksen (Platan 2019).

Lämmitys toteutetaan telineiden, pressujen ja lämmittimien avulla. Raiteiden ympärille kootaan telineet ja niihin kiinnitetään pressut niin, että niistä muodostuu teltta. Teltan sisään laitetaan sähkökäyttöiset puhallinlämmittimet. Lämmityksen hoitaa alihankkija (Pinomäki 2019).

2.7 Terveys, turvallisuus ja ympäristö (HSE)

HSE eli Health, Safety and Environment tarkoittaa kokonaisvaltaista terveellisyydestä, turvallisuudesta ja ympäristöstä huolehtimista. Meyer Turun telakalla on HSE-osasto, joka huolehtii telakan turvallisuudesta ja ympäristön hyvinvoinnista. Telakalla on käytössä lukuisia menetelmiä, joilla turvallisuudesta huolehditaan. HSE osasto tekee viikoittain raportteja telakan turvallisuusasioista. Telakalla on käytössä Meyer EYE -järjestelmä, johon työntekijät voivat ilmoittaa turvallisuushavaintoja tai puutteita.

Operaatiota tai työvaihetta suunniteltaessa tehdään Työn turvallisuussuunnitelma eli TTS. Turvallisuussuunnitelman tavoite on varmistaa työtehtävän turvallinen suorittaminen. TTS tehdään tavanomaista korkeamman työturvallisuusriskin töistä. Suunnitelma laaditaan työnjohdon ja työntekijöiden yhteistyönä ryhmän osaamista ja kokemusta hyödyntäen. Esimerkki täytetystä TTS- lomakkeesta liitteenä (Meyer Turku).

Työn turvallisuussuunnitelmassa analysoidaan kaikki operaation työvaiheet ja niihin liittyvät vaaratekijät. Suunnitelmassa tutkitaan myös olosuhteista aiheutuvat vaarat kuten valaistus, sääolot, melu ja käryt. Suunnitelmaan listataan myös tarvittavat toimenpiteet eri työvaiheissa sekä käytettävät henkilösuojaimet. Työvälineiden ja työtasojen/alueiden turvallisuus on myös käsiteltävä työn turvallisuutta suunniteltaessa. Turvallisuussuunnitelmalomakkeeseen on myös hyvä kirjata kaikki mahdolliset turvallisuuteen liittyvät lisätiedot kuten aikaisemmat ongelmat ja havainnot, jos työ on tehty joskus aikaisemmin.

Operaatio on suuruusluokaltaan merkittävän iso, koska liitettävät kappaleet ovat pienen laivan kokoisia. Operaation kokoluokka ja talviolosuhteet tekevät operaatiosta haasteellisen. Turvallisuusasiat on otettava huomioon operaation suunnittelussa ja turvallisuuden takaaminen vaatii toimenpiteitä Meyerin sekä Neptunin telakoilta.

2.7.1 Tarvittavat toimenpiteet

Valaistus, sammuttimet ja palohälytinvverkko asennetaan molempiin FERUihin jo koontivaiheessa, jotta ne ovat käytettävissä töiden alkaessa. Myös kaiteet asennetaan ennen kuljetuksen aloittamista, jotta turvallinen työskentely voidaan aloittaa heti (Halonen 2019).

FERUjen turvallisuuspuutteiden on oltava tiedossa jo ennen siirtoa, jotta niihin osataan valmistautua, kun FERUt saapuvat Turkuun. FERUille tulee tehdä lähtötarkastus Neptunilla ja saapumistarkastus Turussa. Tarkastuksiin tehdään tarkastuslistat, joilla varmistetaan kaikkien tarkastuskohtien tarkastaminen. Työalueet ja materiaalien sijoitusalueet on oltava tiedossa ennen operaatiota, jotta alueet pysyvät siistinä eivätkä aiheuta vaaratilanteita (Rautalin & Rajamäki 2019).

Operaatiosta tulee tehdä HSE tarkastuslista sekä Työn turvallisuussuunnitelma. Operaation aikana ilmenevät ongelmat ja vaaratilanteet on raportoitava tarkkaan, jotta ne osataan välttää seuraavissa operaatioissa (Rautalin & Rajamäki 2019).

2.7.2 Operaation riskit

Merkittävimpiä riskejä operaatiossa ovat jään ja pakkasen vaikutus, kaiteiden ja valaistuksen puuttuminen, tiedonkulkuongelmat sekä tiukka aikataulu. Operaatiossa on työvaiheita, jotka suoritetaan ilman keskeytyksiä tai taukoja. Työpäivät voivat venyä pitkiksi ja lepoajat saattavat jäädä liian lyhyiksi. Väsyneenä työskentely lisää tapaturma-alttiutta ja on merkittävä turvallisuusriski.

Riskejä liittyy myös laitteistoon ja työvälineisiin. FERUt kohdistetaan altaan tyhjennyksen aikana jännityksessä olevilla vaijereilla, jotka liikkuvat FERUjen mukana ja aiheuttavat turvallisuusriskin. Siirtolaitteisto sisältää tyypeä ja paineistettuja letkuja, jotka saattavat aiheuttaa vaaratilanteita. Operaatiossa irrotetaan ja nostetaan suuria teräsrakenteita kuten puskulevyt sekä väliaikaiset laipiot. Suurien rakenteiden irrottamiseen ja nostamiseen liittyy riskejä, joita voivat olla esimerkiksi rakenteen putoaminen tai kaatuminen (Rautalin & Rajamäki 2019).

Operaatiossa suoritetaan useita työvaiheita samanaikaisesti. Rungonkoonti aloitetaan ennen yhteen liittämistä eli kommunikoinnin ja yhteistyön on toimittava. FERUt sisältävät konetiloja, joissa kommunikointilaitteiden signaali voi olla heikko, mikä voi aiheuttaa ongelmia tai vaaratilanteita (Rautalin & Rajamäki 2019).

Siirtolaitteiston jumittuminen voi aiheuttaa vaurioita siirrettävän rakenteen pohjaan. Jos ilmatyyny jää jumiin se vääntää pöydän vinoon ja vaurioittaa rakennetta. Altaan pohja saattaa myös olla liukas lumen ja jään vaikutuksesta (Halonen 2019).

2.7.3 Ympäristövaikutukset

Telakan toiminnoista on tehty ympäristöriskien arviointeja, joissa merkittävimiksi riskeiksi on arvioitu energiankulutus, materiaalihävikki, lähialueiden roskaantuminen sekä kemikaalien varastointi (Meyer Turku 2018. Vastuullisuusraportti).

Operaatiossa käytetään väliaikaisia tukirakenteita, joita hyödynnetään useissa eri projekteissa. Väliaikaiset osat maalataan vaaleanpunaisiksi, jotta ne osataan heti tunnistaa palautettaviksi osiksi. Osat kerätään valmiiksi merkatulle alueelle, josta ne siirretään takaisin Saksaan ja varastoidaan seuraavaa projektia varten (Pinomäki 2019).

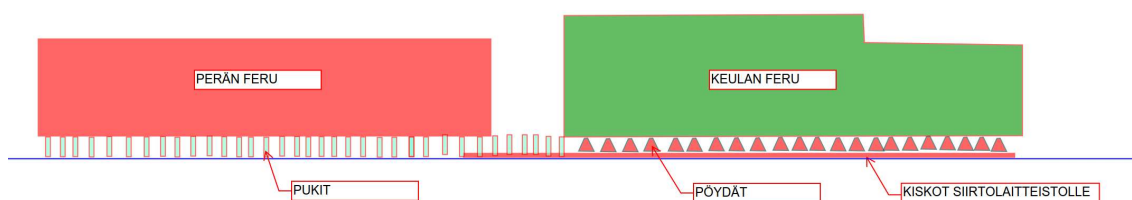
Operaatiossa syntyvät roskat lajitellaan ja niiden kanssa toimitaan telakan kierrätysmenetelmien mukaisesti. Rakennusallas on puhdistettava huolellisesti, koska sen täyttyessä vedellä roskat ja altaan pohjassa olevat aineet pääsevät vapaasti kulkeutumaan veteen.

Telakalla syntyy paljon jätettä ja vuonna 2018 kaikesta jätteestä 66 % ohjautui hyötykäyttöön ja 32% energiaksi. Kaatopaikalle päätyi vain 2% kaikesta jätteestä (Meyer Turku 2018. Vastuullisuusraportti).

3 OPERAATION TYÖVAIHEET

3.1 Liitosoperaatio

Operaation tavoitteena on liittää yhteen kaksi kelluvaa konehuoneyksikköä (kuva 9) Turun telakan rakennusaltaassa. FERUt uitetaan altaaseen, allas tyhjennetään ja FERUt lasketaan altaan pohjalle noin 10 metrin etäisyydelle toisistaan. Keulan FERUn alle rakennetaan siirtolaitteisto, jonka avulla se siirretään kiinni perän FERUun ja kiinnitetään hitsaamalla (Halonen 2019).



Kuva 9. Liitosoperaatio.

3.2 Altaan pukitus

Ensimmäinen työvaihe on rakennusaltan pukitus. Rakennusallas pukitetaan rakennusaikaisen pukitus suunnitelman (liite 1) mukaisesti ennen operaation alkua. Perän FERU lasketaan lopulliselle paikalleen ja sille tehdään heti lopullinen rakennusaikainen pukitus. Keulan FERUn alle kootaan siirtolaitteisto altaan tyhjentämisen jälkeen, eli ennen lopullista rakennusaikaista pukitusta tulee tehdä väliaikainen pukitus. Laivan pohjan kaarevuuden vuoksi pohjan ja siirtolaitteiston pöytien väliin tulee tehdä metalliset konsolit (kuva 10). Rakennusallas on esitelty luvussa 2.2 (Platan 2019).

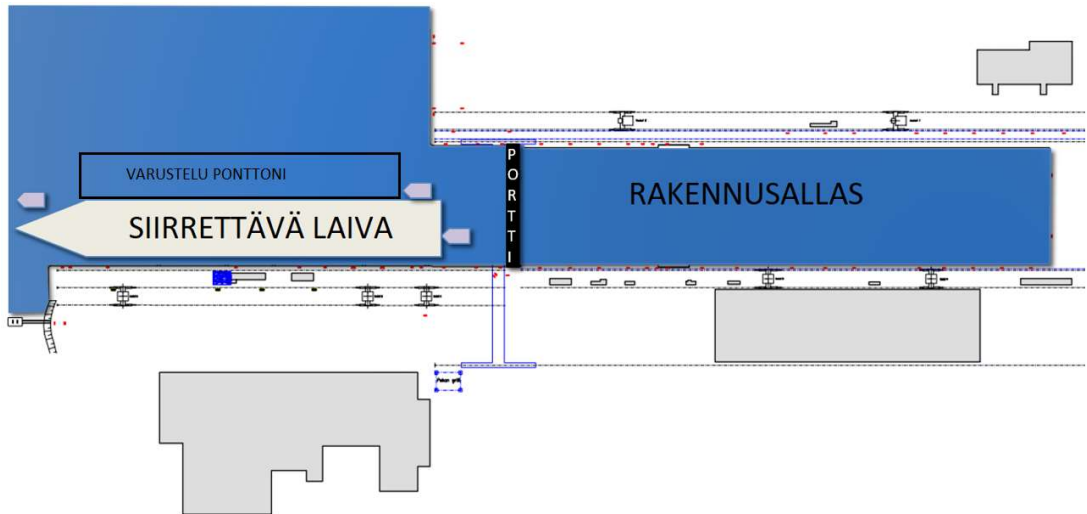
Pukituksen suunnittelussa tulee selvittää pohjan kestävyys sekä tarvittavien konsolien sekä siirtolaitteiston pöytien määrä (Platan 2019).



Kuva 10. NB-1394:n FERU siirtolaitteiston päällä (Meyer Turku).

3.3 Varustelulaiturissa olevan laivan siirto

Varustelulaituri sijaitsee rakennusaltaan portin edessä ja laiturissa oleva laiva joudutaan siirtämään pois laiturista FERUjen altaaseen siirtämisen ajaksi. Varustelulaiturissa olevan laivan meren puoleisessa kyljessä on varusteluponttoni (kuva 11), joka mahdollistaa tavaran nostamisen laivaan myös meren puolelta. Ponttoni tulee siirtää pois ennen laivan siirtämistä, jonka jälkeen energioita ja tavaraa saadaan laivaan ainoastaan laiturin puolelta, jolloin varustelu hidastuu. Ponttoni siirretään varustelulaiturin pätyyn (Lindholm 2020).



Kuva 11. Laivan sijainti ennen siirtoa.

Työskentely laivassa keskeytetään ja se siirretään eteenpäin ennalta määriteltyyn paikkaan (kuva 12) ja kiinnitetään hyvin. Siirrossa on otettava huomioon tuuliolosuhteet. Laivan tuulipinta-ala on suuri ja äkilliset tuulenpuuskat voivat liikuttaa laivaa. Laiva siirretään takaisin varustelulaituriin, kun molemmat FERUt ovat altaassa ja altaan portti on suljettu (Lindholm 2020).



Kuva 12. FERUn uitto laivan ohi.

3.4 Portin aukaisu

Rakennusaltaan portti avataan ennen FERUjen saapumista. Portissa olevat vesitankit pumpataan tyhjiksi, jolloin portista tulee kelluva. Portti (kuva 13) uitetaan sille varattuun paikkaan (kuva 14) ja kiinnitetään vajereilla laituriin. Jos FERUt sijoitetaan ennen altaaseen siirtämistä laiturin päätyyn, tulee portti sijoittaa toiseen paikkaan (Volanen 2020).

FERUt ovat niin leveitä, ettei portin jättäminen altaan sisään ole suositeltavaa. Porttiin ei saa kiinnittää mitään ja laivat sekä FERUt on pidettävä 5 metrin turvaetäisyydellä siitä (Volanen 2020).



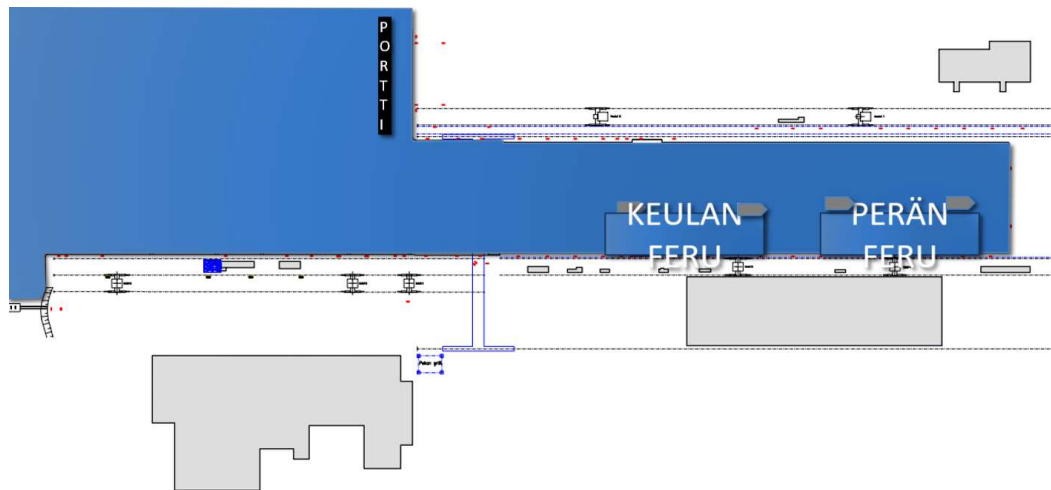
Kuva 13. Rakennusaltaan portti.

3.5 FERUjen siirto rakennusaltaaseen

FERUt siirretään aluksi rakennusaltaan reunaan. Perän FERU siirretään altaaseen ensin ja kiinnitetään altaan telakan puoleiseen reunaan keula altaan portin suuntaan. Tämän jälkeen keulan FERU siirretään perän FERUn eteen sopivan etäisyyden päähän, molempien keulat portille päin. Kun molemmat FERUt on kiinnitetty altaan reunaan (kuva 16), hinaajat poistuvat altaasta ja altaan portti suljetaan. FERUjen siirto altaaseen on esitetty kuvassa 14 (Halonen 2019).

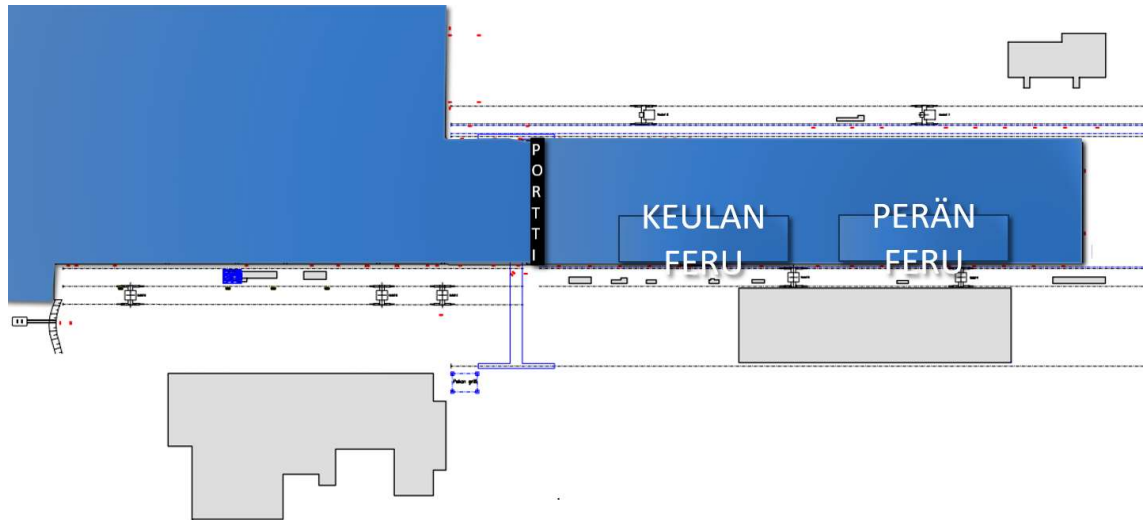


Kuva 14. Hinaajat siirtävät NB-1396 FERUn rakennusaltaaseen (Meyer Turku 2019).



Kuva 15. Hinaajat tuovat FERUt altaaseen.

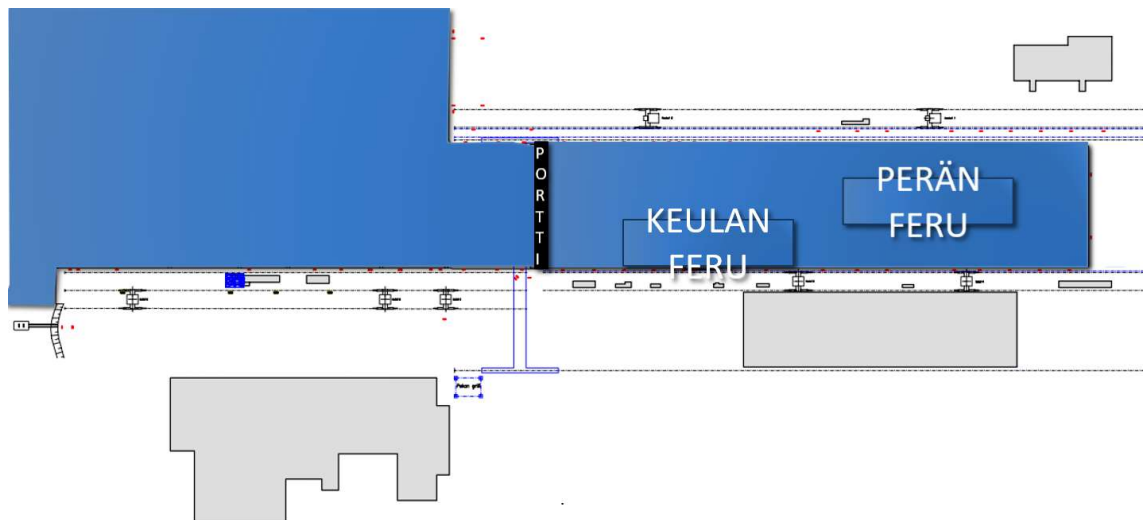
Kun FERUt on kiinnitetty altaan reunaan (kuva 16), aloitetaan vinsien asennus. Vinsien paikat tulee suunnitella niin, että FERUja voidaan liikuttaa haluttuihin suuntiin ja vajerien liikeradat pysyvät vapaina (Pinomäki 2019).



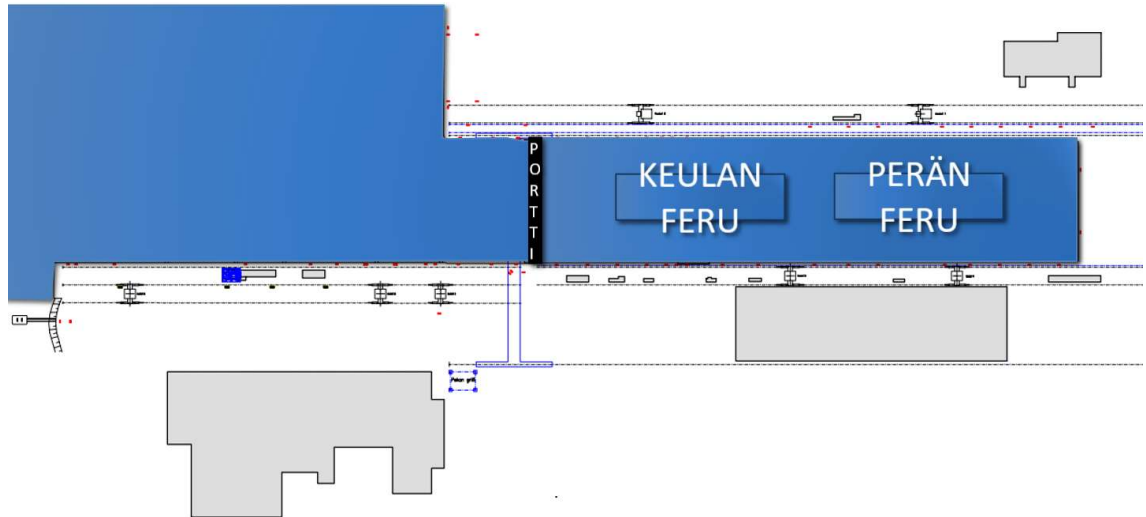
Kuva 16. FERUt altaan reunassa.

3.6 FERUjen kohdistus ja vinssauksen suunnittelu

FERUt siirretään altaan reunasta oikeille paikoilleen vaijerien avulla. Perän FERU siirretään lopulliselle paikalleen ensin (kuva 17). Molempiin kiinnitetään vaijerit ja ne pidetään niiden avulla oikeilla paikoillaan altaan tyhjennyksen ajan. FERUjen suuntaa antavat paikat rakennusaltaassa on esitetty kuvassa 18 (Halonen 2020).

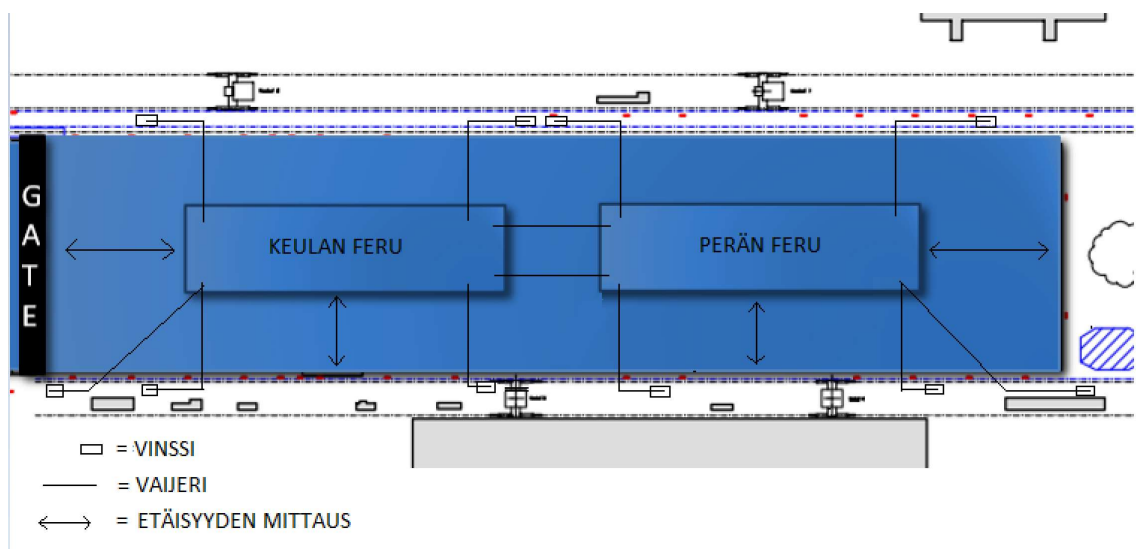


Kuva 17. Perän FERU kohdistettuna lopullisessa paikassaan.

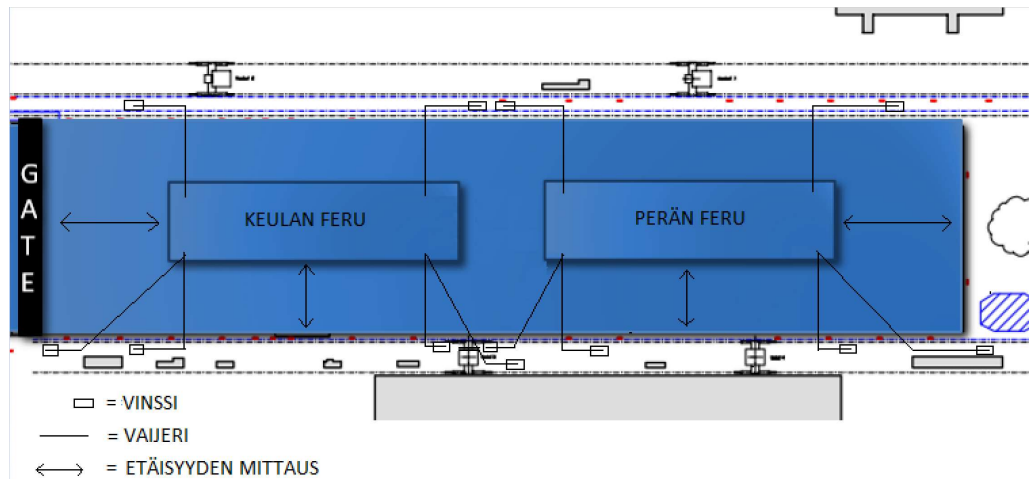


Kuva 18. Molemmat FERUt kohdistettuina rakennusaltaassa.

Operaatiossa tarvitaan noin 10 vinssiä. FERUt tulee tukea niin, että jokainen liikkumis- suunta on tuettuna. Ne voidaan myös yhdistää vaijereilla, jolloin niiden etäisyys pysyy samana. Kuvassa 19 on esitetty mahdollinen vinssaustapa, jossa FERUt on yhdistetty vaijereilla. FERUt voidaan myös vinssata yhdistämättä toisiinsa, jolloin ne vaativat yh- det vaijerit lisää tukemaan niitä pituussuunnassa (kuva 20). FERUt kohdistetaan mit- taamalla niiden etäisyydet altaan perältä, portilta sekä sivulta. Mittauskohdat on esitetty kuvissa 16 ja 17 (Volanen 2020).



Kuva 19. Vinssausvaihtoehto 1.

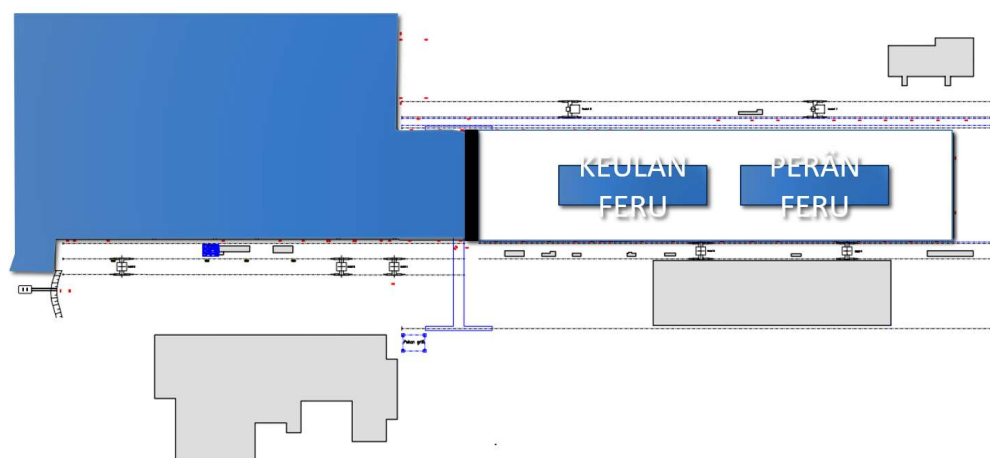


Kuva 20. Vinssausvaihtoehto 2.

3.7 Altaan tyhjennys ja vinssaus

FERUjen ollessa oikeilla paikoillaan ja vaijereihin kiinnitettyinä, altaasta aletaan tyhjentää pumpuilla. Tyhjennys kestää tunteja ja FERUa pyritään pitämään koko tyhjennyksen ajan oikeilla paikoillaan. Osa vaijereista pidetään koko laskuoperaation ajan jännityksessä, mutta lopulliseen paikkaansa FERUt mitoitetaan vasta altaan tyhjennyksen loppuvaiheessa (Pinomäki 2019).

Altaan tyhjennys kestää noin 10 tuntia. Vaijerien FERUjen puoliset päät liikkuvat niiden mukana altaan pohjalle jännityksessä ja ne voivat aiheuttaa vaaratilanteita. Sukeltajat tarkastavat portin ennen altaan tyhjennystä. Kuvassa 21 on esitetty FERUjen paikat altaassa ennen yhdistämistä. (Pinomäki 2019).



Kuva 21. FERUt altaassa ennen yhdistämistä.

3.8 FERUjen laskeminen pukeille

FERUt on painotettu niin, että perän FERU ui noin 20 cm syvemmällä kuin keulan. Tämän ansiosta se voidaan laskea pukeille keulan kelluessa. FERUissa on yhteensä 3 vesitankkia valmiina käytettäväksi, jos niiden syväyksiä pitää muuttaa. Veden laskemisen aikana tulee tehdä tarkat mittaukset, joilla varmistetaan, että FERUt ovat oikeilla paikoillaan (Halonen 2019).

Altaaseen voidaan tarvittaessa ottaa lisää vettä, jotta laskemista voidaan yrittää uudelleen, jos FERUja ei saada haluttuihin kohtiin. Laskuoperaatio suoritetaan niin monta kertaa, että FERUt ovat oikeilla paikoillaan. Ennen pukeille laskemista sukeltajat tarkistavat erikseen jokaisen pukin, jotta väliin ei jää mitään ylimääräistä, kuten uppotukkeja tai jäätä. Sukeltajat varmistavat myös, että pukit ovat pystyssä eivätkä ole kaatuneet (Halonen 2019).

3.9 Mittaukset

FERUista tulee tehdä mittasuunnitelma, jonka avulla FERUt mitoitetaan oikeaan kohtaan. Mitoituksessa toimitaan samalla tavalla kuin aikaisempien FERUjen kohdalla, eli siinä hyödynnetään rakennusaltaan koordinaatistoa ja referenssipisteitä (Enroth 2019).

Mittauksissa voitaisiin käyttää hyödyksi nykyteknologiaa esimerkiksi vedenalaisten kameroiden muodossa (Enroth 2019).

3.10 Pohjan siivous

Kun allas on tyhjenetty, sen pohja on siivottava ennen kuin työskentelyä voidaan aloittaa. Rakennusaltaan pohjalle viedään harjakoneet, jotka puhdistavat pohjan. Altaan pohjalle jää kaloja ja roskia, jotka tulee kerätä pois (Halonen 2019).

Jos altaassa on jäätä, se kerätään puskutraktorin avulla. Jos jäätä on runsaasti (kuva 22), siivouksessa tulee kiire ja se tulee suorittaa nopeasti. Nopea siivous ei välttämättä ole mahdollista, jos jäätä on todella paljon (Halonen 2019).

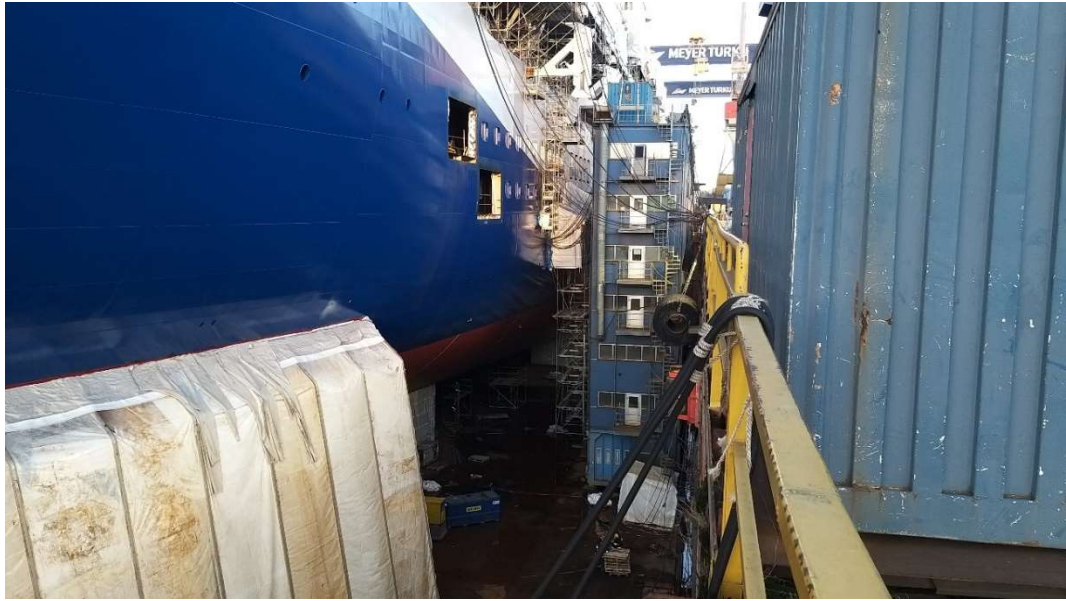


Kuva 22. Altaan pohjan siivousta keväällä 2003.

3.11 Energiat, telineet ja kulkusillat

Telineet ovat tärkeä osa operaatiota ja niiden koonti on aloitettava heti pohjan siivouksen jälkeen, jotta työskentely voidaan aloittaa. Puskulevyn ja väliaikaisten laipioiden taakse asennetaan telineet jo Neptunilla, jotta irrotusoperaatio pääsee alkamaan heti. Telineitä tarvitaan lohkorajoille sekä puskulevyjen ympärille. FERUjen väliin tulevat telineet tulee kuitenkin purkaa ennen yhteen liittämistä (Pinomäki 2019).

FERUihin asennetaan kulkusillat, jotta niihin pääsee kulkemaan altaan reunalta. Valaistus asennetaan valmiiksi Neptunilla ja energiat asennetaan heti telineiden ja kulkusiltojen asentamisen jälkeen. Rakennusaltaan hissi ja allasterminaali (kuva 23) asennetaan samanaikaisesti telineiden kanssa. Allasterminaali on konteista koostuva korkea rakennus, joka asennetaan rakennusaltaaseen. Allasterminaaleissa on varastoja, taukotiloja sekä verstaas (Pinomäki 2019).



Kuva 23. Allasterminaali.

3.12 Siirtolaitteiston koonti

Siirtolaitteiston kokoaminen aloitetaan samaan aikaan puskulevyjen ja väliaikaisten rakenteiden irrotuksen kanssa. Koontivaiheen aikana rakennusaltaassa on käynnissä useita työvaiheita, eli muut työvaiheet on otettava huomioon esimerkiksi materiaalikuljetusten suunnittelussa. Laitteiston koonnin hoitaa alihankkijayritys (Halonen 2019).

3.13 Puskulevyjen irrotus

Puskulevyjen irrotus aloitetaan heti kun se on mahdollista. Rakenteen taakse kootaan telineet jo Neptunilla, jotta purkutyöt päästään aloittamaan heti, kun kulkusillat on saatu asennettua. Puskulevy kiinnitetään nosturiin nostokorvista ennen irrottamista. Puskulevyn takana olevat H-palkit poltetaan irti FERUn rakenteista. Irrottaminen aloitetaan ylhäältä ylimmän kannen tasosta. Kun puskulevy on irrotettu, se nostetaan pois nosturilla (kuva 25). Irrotusoperaatio on vaarallinen toimenpide, ja se tulee suorittaa huolellisesti (Pinomäki 2019).

Jos puskulevyä siirretään metri FERUsta ulospäin, olisi mahdollista käyttää hitsauskoria, jolla rakennetta päästäisiin polttamaan irti ilman telineitä. Tämä aiheuttaisi kuitenkin muita ongelmia kuten tukirakenteiden riittämättömyyttä (Pinomäki 2019).



Kuva 24. NB-1394 FERUn Puskulevyn irrotus (Meyer Turku 2019).

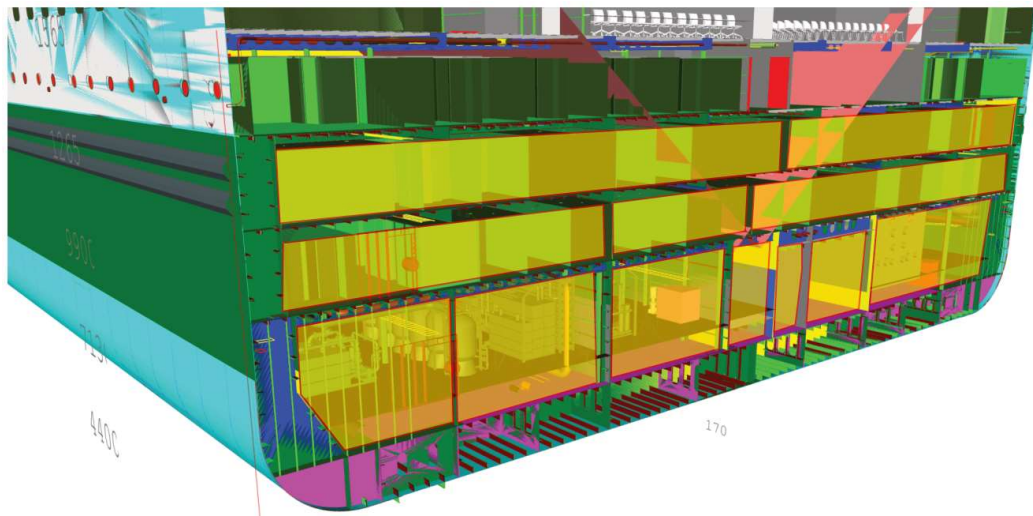


Kuva 25. Puskulevy nostetaan pois nosturilla (Meyer Turku 2019).

3.14 Väli aikaisten laipioiden ja rakenteiden purku

Väli aikaisten vesitiiviiden laipioiden ja rakenteiden purku aloitetaan samanaikaisesti pus-kulevyjen irrotuksen kanssa. Jokaista laipiota aletaan polttaa irti heti kulkusiltojen asen-tamisen jälkeen. Laiiot poltetaan irti FERUn sisäpuolelta (Pinomäki 2019).

Telineet laipioiden taakse kootaan valmiiksi Neptunilla. Väli aikaiset WT-laiiot sijaitsevat kaarella 173 perän FERUn keulapäädyssä (kuva 26). Muissa päädyissä on luonnolliset vesitiiviit laiiot eikä niitä irroteta (Pinomäki 2019).

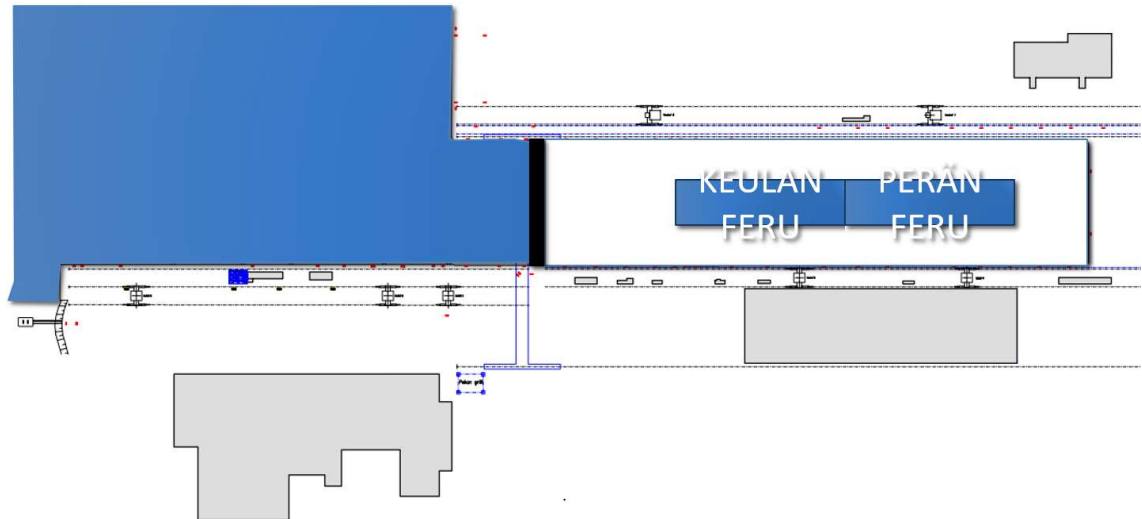


Kuva 26. Väli aikaiset WT-laiiot perän FERUn keulapäädyssä.

3.15 Siirto-operaatio

Varsinaisessa liitosoperaatiossa keulan FERU siirretään siirtolaitteiston avulla kiinni pe-rän FERUun (kuva 27). Siirto-operaation suorittaa alihankkijayritys ja Meyer Turun teh-tävänä on huolehtia kiskojen ympäristön suojauksesta, mahdollisesta lämmityksestä sekä tukimateriaaleista (Halonen 2019).

Operaatiota tulee valvoa laitteiston jumiutumisen tai ongelmatilanteiden varalta. Siirto-laitteiston jumiutuminen esimerkiksi jään vaikutuksesta voi vahingoittaa FERUn pohjaa (Halonen 2019).



Kuva 27. FERUt yhdistettynä.

3.16 FERUjen liittäminen

Kun FERUt on tuotu yhteen, ne hitsataan kiinni toisiinsa. Lohkorajojen mittatarkkuuden tulee olla ehdottoman tarkka ja FERUjen on sovittava yhteen täydellisesti. Operaation onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että FERUt sopivat yhteen niin kuin on suunniteltu, koska aikaa lohkorajojen työstämiseen ei ole (Enroth 2019).

Lohkorajojen mitoitus ja työstö tehdään valmiiksi Neptunilla. FERUjen valmistusta on valvottava ja mitoitus tulee tarkastaa jo ennen siirtoa. Neptun Werffin tulee olla tietoinen mittatarkkuuden tärkeydestä (Enroth 2019).

3.17 Operaation viimeistely ja työalueen siivous

Kun varsinainen siirto-operaatio on ohi, siirtolaitteisto ja operaatiossa käytetyt välineet siivotaan pois rakennusaltaasta. Neptunille palautettavat väliaikaiset rakenteet sekä sieltä lainatut telineet kerätään ennalta merkityille alueille ja kuljetetaan takaisin Saksaan. Työalue siivotaan ja valmistellaan rungonkoonnin aloittamista varten.

4 HAASTEET JA KEHITYSEHDOTUKSET

4.1 Haasteet

Operaation tiukka aikataulu, sääolosuhteet ja kommunikoinnin toimivuus ovat merkittävimmät haasteet. Haasteena on pitkä välimatka Turun ja Rostockin telakoiden välillä sekä mahdollinen kielimuuri. Kommunikoinnin telakoiden välillä on toimittava, koska jokaista yksittäistä asiaa FERUjen rakennusvaiheessa ei pystytä tarkistamaan tai valvomaan Meyer Turun toimesta. Neptunin on ymmärrettävä FERUille asetetut vaatimukset ja valvottava niiden toteutumista.

Haasteena on myös useiden työvaiheiden suorittaminen yhtäaikaaisesti. Tällöin on tärkeää, että kommunikointi toimii ja työvaiheet on suunniteltu huolellisesti ennen työn aloittamista.

4.2 Kehitysehdotukset

Tärkeimmät kehityskohteet ovat tiedonkulun ja raportoinnin kehittäminen. Telakalla on tehty jo useampi laiva, joiden FERU on tuotu Saksasta, mutta operaatioiden ongelmista ei ole kunnollisia raportteja.

Telakan varustelulaituri sijaitsee rakennusaltaan portin edessä, jolloin kulku altaaseen ei ole mahdollista, jos varustelulaiturissa on laiva. Varustelulaituri olisi hyvä sijoittaa paikkaan, jossa se ei estäisi kulkua altaaseen. Tällöin laivan varustelu ei keskeytyisi ja aikataulut voitaisiin järjestää joustavammin ja tehokkaammin. Laivan siirto on itsessään kallis operaatio ja työn teon keskeyttäminen on vielä kalliimpaa.

Jos työssä esiteltyä liitosoperaatiota ei syystä tai toisesta pystytä suorittamaan, on hyvä miettiä valmiiksi vaihtoehtoisia tapoja suorittaa operaatio. Yksi vaihtoehto olisi laskea FERU talleille ja uittaa yhteen käyttäen vähäistä vesimäärää. Väliaikaiset laipiot voitaisiin purkaa niin, että alareunaan jää juuri sen verran vesitiivistä laipiota, että keulan FERU voitaisiin uittaa kiinni perän FERUun ottamalla altaaseen pieni määrä vettä. FERUn väliaikaiset WT-laipiot on suunniteltu kestävämmän kovempaan merenkäyntiin, mutta rakennusaltassa riittäisi matalat WT-laipiot. FERUn kanteen voitaisiin tehdä työaukko, josta laipiot saadaan ulos.

4.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

Icon-luokan risteilyaluksia on tilattu Turun telakalta 3, joten operaatio tullaan suorittamaan 3 kertaa. Toimintatapoja tulisi kehittää aikaisempien kokemusten perusteella, jotta haasteet ja ongelmakohdat ovat etukäteen tiedossa ja niihin osataan varautua. Operaatiosta vastaavien henkilöiden tulisi kirjoittaa raportit, joista selviää, missä onnistuttiin ja missä ei. Opinnäytetyötä tulisi käyttää hyödyksi operaation suunnittelussa ja työssä esitettyihin ongelmiin tulisi aktiivisesti etsiä ratkaisuja.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyö on kohdistettu operaation suunnittelijoille ja suorittajille, jotta työvaiheet ja huomioon otettavat asiat olisivat selvillä ennen operaation suorittamista. Työssä etsittiin mahdollisia ongelmakohtia, jotta ne tunnistetaan ja pystytään ratkaisemaan ajoissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja esitellä operaation työvaiheet ja koota niistä toimintaohje sekä analysoida rakennusprosessia ja etsiä kehityskohteita. Työssä keskityttiin operaation kannalta olennaisiin asioihin ja epäolennaiset asiat käsiteltiin lyhyemmin.

Työssä esiteltiin operaation työvaiheet aikajärjestyksessä sekä käsiteltiin työvaiheiden ongelmakohdat ja ehdotettiin niihin ratkaisuja. Työ alkoi työvaiheiden ja laitteiden tutkimisella. Operaation kannalta oleellimmat laitteet ovat FERUt ja siirtolaitteisto, jonka avulla ne liitetään toisiinsa. Operaatio alkaa rakennusaltaan pukituksella, jonka jälkeen allas täytetään, portin edessä oleva laiva siirretään ja portti avataan. Tämän jälkeen FERUt kiinnitetään rakennusaltaan telakan puoleiseen reunaan. Hinaajat poistuvat altaasta ja portti suljetaan. FERUihin asennetaan vinssit ja ne kohdistetaan vinssien ja vaijerien avulla oikeisiin kohtiin rakennusaltaan keskelle. Kohdistuksen jälkeen allas tyhjennetään ja FERUt lasketaan pukeille. Altaan tyhjennyksen jälkeen se siivotaan ja telineiden sekä kulkusillan asennus aloitetaan. Kun telineet ja kulkusillat ovat paikallaan, aloitetaan siirtolaitteiston koonti, väliaikaisten laipioiden sekä puskulevyjen irrotus. Edellä mainittujen vaiheiden jälkeen suoritetaan FERUjen yhdistäminen.

Turvallisuus otetaan Meyer Turun telakalla hyvin vakavasti ja työssä on tarkasteltu operaation turvallisuusriskejä ja vaadittavia toimenpiteitä. Turvallisuuspuutteiden tunnistaminen ja tapaturmien ennaltaehkäisy on isoissa ja haastavissa operaatioissa todella tärkeää. Kun työtä tehdään väsyneenä ja kiireessä haastavissa talviolosuhteissa, tapaturmien riski nousee merkittävästi.

Lopputuloksena saatiin selville, että yksinkertaisiltakin kuulostavat työvaiheet voivat todellisuudessa sisältää lukuisia ongelmia, jotka ilman huolellista suunnittelua tulisivat vastaan operaation suoritushetkellä. Osa ongelmista saattaisi aiheuttaa suurta vahinkoa tai operaation keskeyttämisen. Jos esimerkiksi pukkeja ei altaan tyhjennysvaiheessa tarkisteta sukeltajan toimesta ja välissä on jotakin mikä ei sinne kuulu, voivat aiheutuneet vahingot olla suuret. Toisena esimerkkinä on siirtolaitteiston toimivuus pakkasella. Jos laite

ei toimikkaan pakkasen takia operaation suoritushetkellä ja jumiutuu, voi se aiheuttaa pohjan tai laitteiston hajoamisen ja operaation keskeytymisen.

Opinnäytetyöstä tuli hyvä ja tarpeellinen toimintaohje työssä esiteltyyn operaatioon. Työtä voidaan käyttää operaation suunnittelun ja suorittamisen lisäksi myös myöhemmin tehtävään jälkianalysointiin. Operaatio on tarkoitus suorittaa useita kertoja, jolloin ongelmien raportoinnin ja analysoinnin tärkeys korostuu.

LÄHTEET

Haastattelut

Enroth, Kimmo. Meyer Turku Oy. Haastattelu 21.10.2019.

Halonen, Sami. Runkopäällikkö NB-1400 ICON. Meyer Turku Oy. Haastattelu 27.9.2019.

Kosomaa, Lauri. Turun Ammattikorkeakoulu. Haastattelu 25.02.2020

Lindholm, Tony. Meyer Turku Oy. Haastattelu 10.1.2020

Pinomäki, Ilkka. Tuotantoinsinööri, Meyer Turku Oy. Haastattelut 04.10.2019 & 27.9.2019.

Platan, Vesa. Meyer Turku Oy. Haastattelu 14.10.2019.

Rajamäki, Ari. HSE-Asiantuntija. Meyer Turku Oy. Haastattelu 14.11.2019.

Rautalin, Hanna. HSE-Insinööri. Meyer Turku Oy. Haastattelu 14.11.2019.

Volanen, Pentti. Meyer Turku Oy. Haastattelu 14.1.2020

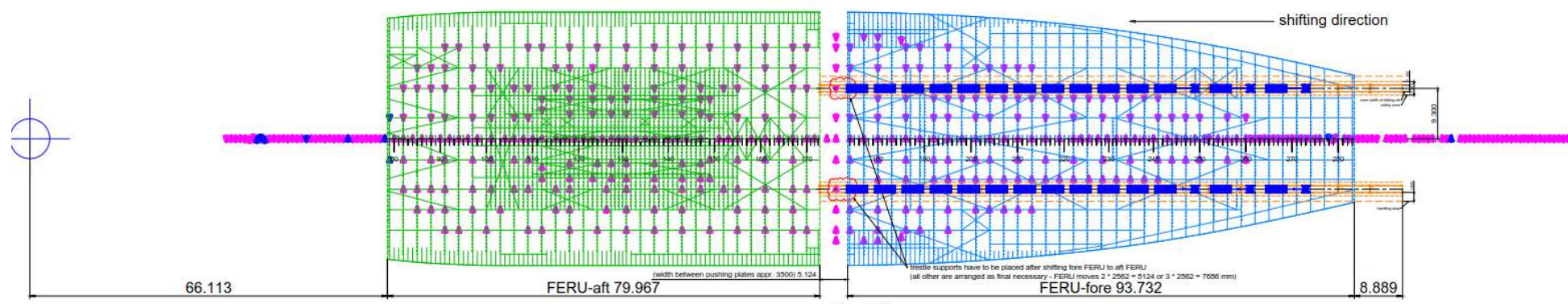
Internet

Meyer Turku Oy 2019. Innovaatiota ja teknologiaa. Viitattu 3.10.2019 https://www.meyer-turku.fi/fi/meyerturku_com/index.jsp

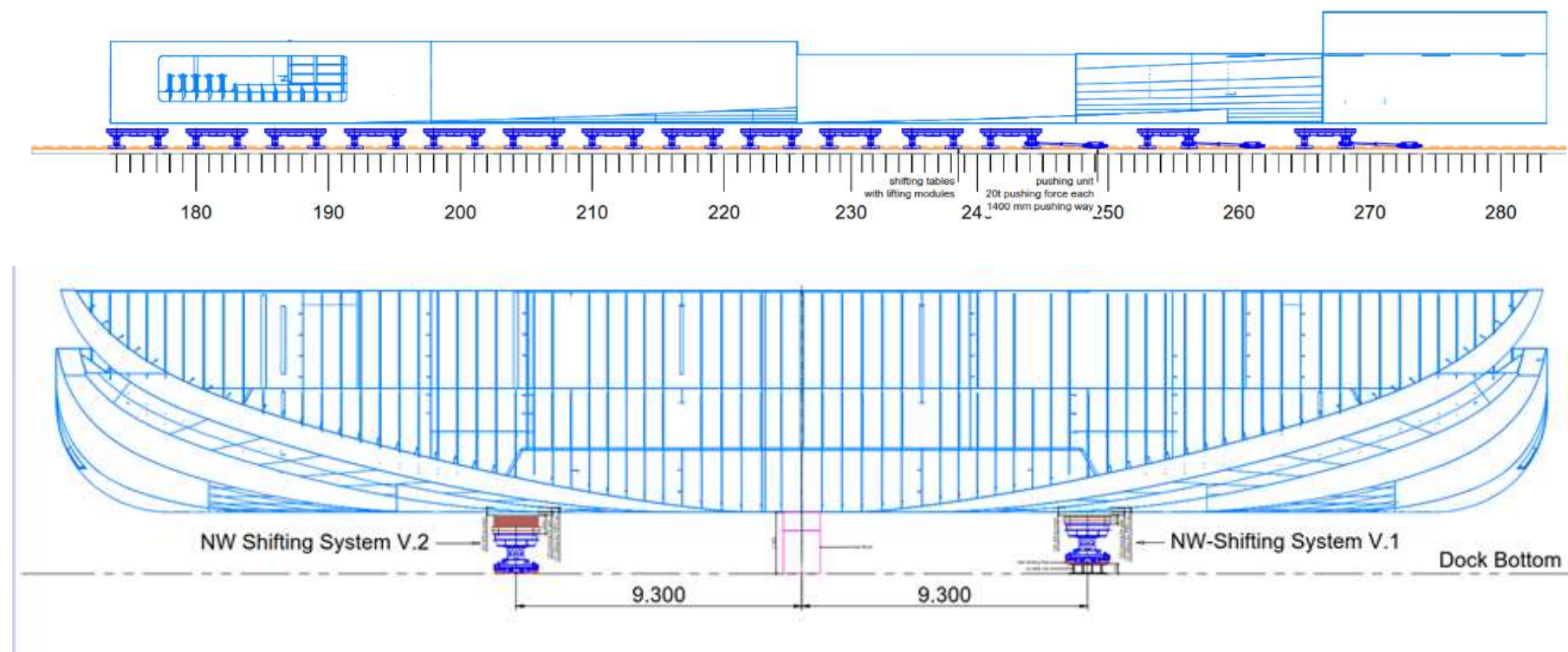
Meyer Turku 2018. Vastuullisuusraportti. https://www.meyerturku.fi/media/pdfs/pdf/Meyer_Vastuullisuusraportti_2018..pdf

Silversea Cruises 2018. Cut in two: the lengthening process of silversea's silver spirit begins at fincantieri shipyard in palermo. Viitattu 3.02.2020 <https://www.silversea.com/other-resources/press-releases/2018/march/cut-in-two--the-lengthening-process-of-silverseas-silver-spirit.html>

Liite 1. Pukitus- ja siirtosuunnitelma.



Liite 2. Lohkonsiirtolaitteisto



Liite 3. Esimerkki täytetystä TTS-lomakkeesta.

Työn turvallisuussuunnitelma (TTS)

Q.TKLLC.Z.004 rev. 1

Työn turvallisuussuunnitelma tehdään yhdessä työnjohtajan ja työntekijöiden kanssa ennen työn aloittamista. Suunnitelma tehdään erikseen määrättyissä tapauksissa. Ohjeet kaantopuolella.

Suunnitelma laadittu (pvm): 16.3.2018	Työnjohtaja: JARKKO MÄKI / LEVATOR OY
Tehtävä työ, paikka ja suunniteltu toteutusaikataulu: 4. Nosturin nokkapuomin ja vetopuomin asennus ja lasku. 18.3.2018 itäpäivä	
Arviointiryhmän osallistajat: Jarkko Mäki, Pekka Rautanen, Ari Rajamäki, Pentti Volanen, Mikko Kaskela	
<p>Luettele kaikki työvaiheet ja niihin liittyvät vaaratekijät:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pukkinosturin kiinnitys nokkapuomin nostopisteisiin. (Putoamissuojaus) - Mobiilinnosturin kiinnitys vetopuomiin vetopuomin kulkutietä. (Putoamissuojaus) - Mobiilin tassujen alle jäävän maaperän kantavuus varmistettava - Jään poisto tassujen alta - Nosto aloitetaan nostamalla pukkinosturilla nokkapuomia, niin että vetopuomi seuraa perässä, kun on saatu vetopuomi oikeaan kulmaan, kirstetään mobiilinnosturia, niin että se kantaa vetopuomin painon. n. 9 tonnia. (Kommunikointi tärkeää mobiilin ja pukkinosturin johtajan välillä, alue eristettävä ja varmistettava vartiointi, minimi 4 kpl) - Aloitetaan yhteisnosto ja nostetaan niin ylös, että saadaan ajettua 4. nosturi nostopaikalle. Tässä joudutaan kääntämään 4. nosturin puomia hiukan. (4. nosturissa oltava tarkkailijat vastapainon luona ja pääpuomissa antamassa ohjeita) - Nokkapuomin asennus pääpuomin hahloihin. (Oltava ohjaamassa pääpuomin tasolla, kommunikointi tärkeää ja putoamissuojaus pakollinen. Meyerin ohjauksessa) - Vetopuomin ohjaaminen hahloonsa kallistamalla nokkapuomia pukkinosturin toisella koukulla. (Nosturien ohjaus tapahtuu Levatorin toimesta, putoamissuojaus pakollinen, kommunikointi nosturien välillä tärkeää. Ylimääräinen radioliikenne pois) - Telkien asennus vetopuomiin. (Putoamissuojaus pakollinen) - Nosturien irrotus puomeista nostokorin avulla ja vetopuomin tasolta. (Putoamissuojaus pakollinen) - Kansien asennus nokkapuomin niveliin nostokorista ja nokkapuomin tasolta. (Putoamissuojaus pakollinen) - 	
Olosuhteista aiheutuvat vaarat (esim. valaistus, sääolot, melu ja käryt): Tuuliolosuhteet (ennuste on hyvä), Valon riittävyys, oltava valmiista ennen pimeää.	
Tarvittavat toimenpiteet (ennen työn aloittamista, sen aikana tai työn jälkeen): Alueen eristys ja eristyksen valvonta. (Alhaalla jatkuva vartiointi, myös laivan kulkutien valvonta) Pukkinosturin ylärajan ohitus. (valvonta oltava pukkinosturin vaunussa, köysikierrosten laskemiseen) Kommunikoinen varmistus (Radioiden toiminta)	
Käytettävät henkilönsuojaimet ja työssä tarvittavien työvälineiden ja työtasojen turvallisuus: Putoamissuojaus, kypärä, talvivaatetus.	

Työn turvallisuussuunnitelma (TTS)

Q.TKLLC.Z.004 rev. 1

<p>Muuta: Työvaihe on tehty kerran toisinpäin, eli puomit on irrotettu vastaavalla tavalla. Tähän työhön, on kuitenkin tehty muutoksia, joilla pyritään parantamaan turvallisuutta ja vähentämään riskejä. Näitä parannuksia ovat, suurempi mobiilinnosturi (300t vs. 250t), mobiilinnosturin sijoitusta parannetaan, jotta poikittaisliikkeeltä välttyään.</p> <p>Työnjakoa on selkeytetty, Meyer vastaa nokkapuomin asentamisesta hahloihin ja nostosta siihen asti, Levator ottaa tämän jälkeen ohjat ja ohjaa vetopuomin paikoilleen.</p> <p>Ennen työn aloittamista suunnitelma käydään kaikkien osallistujien kesken läpi ja varmistetaan työnjako ja kunkin henkilön tehtävät.</p>	
Onko työhön liittyvät suunnitelmat ja ohjeet käyty läpi?	<input type="checkbox"/>
Onko tämä turvallisuussuunnitelma käyty läpi kaikkien työtä aloittavien työntekijöiden kanssa?	<input type="checkbox"/>
Muuta?	<input type="checkbox"/>
Sitoutuminen turvalliseen työhön:	
Työnjohtajan nimi ja puhelinnumero	Työntekijöiden edustajan nimi ja puhelinnumero
Nimenselvennys ja osasto / yrityksen nimi	Nimenselvennys ja osasto / yrityksen nimi
Kaikki osallistajat sitoutuvat tämän työtehtävän turvalliseen toteuttamiseen. Työnjohtaja vastaa sovittujen asioiden toteutuksesta.	
Levator Oy osallistajat:	
<p>Jarkko Mäki Henry Holm Tommi Hiitunen Joonas Timonen Arvo Parviainen</p>	