

Veini Arponeva

ALUKSEN KIINNITYKSEN JA KIINNITYSVÄLINEIDEN  
TARKASTELU RAUMAN TELAKALLA VARUSTELULAITURI  
NELJÄLLÄ

Merenkulun koulutusohjelma

Merikapteeni

2021

# ALUKSEN KIINNITYKSEN JA KIINNITYSVÄLINEIDEN TARKASTELU RAUMAN TELAKALLA VARUSTELULAITURI NELJÄLLÄ

Arponeva, Veini

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Merikapteenin koulutusohjelma

Maaliskuu 2021

Ohjaaja: Teränen, Jarmo (SAMK) Kaskinen, Timo (Production Manager, RMC)

Sivumäärä: 36

Liitteitä: -

Asiasanat: aluksen kiinnitys, telakka, laituri, RMC, mooring

---

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella laivan kiinnitystä ja kiinnityslaitteita Rauman telakalla. Työn tilaajana on Rauma Marine Constructions Oy (RMC). Työn teoriaosuudessa käsiteltiin aluksen kiinnitystä, kiinnityslaitteita ja meteorologiaa. Tutkimuksessa tarkasteltiin Tallink My Star aluksen kiinnityslaitteita.

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada varmistus varustelulaiturilla vierailevien alusten turvallisesta kiinnityksestä ja kiinnityksen pitävyydestä. Toisena tavoitteena oli selvittää varustelulaiturilla vaikuttavien sääolosuhteiden merkitys aluksen kiinnityksen ja kiinnityksen pitävyyteen.

Työssä perehdyttiin aluksen kiinnitykseen, kiinnityslaitteisiin ja niiden vaatimuksiin. Mooring-järjestelmän asentamista ja vaikutusta runkosuunnitteluun käydään läpi pin-tapuolisesti. Tutkimuksessa selvitettiin tuulen ja vedenkorkeuden vaihtelun merkitystä aluksen kiinnitykseen. Selvityksen pohjalta pystyttiin tekemään arvio aluksen kiinnitykseen vaikuttavista tekijöistä Rauman telakan varustelulaituri neljällä.

Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta aluksen kiinnityksen vaativan miehistöltä sujuvaa yhteistyötä. Työtä voidaan käyttää tulevaisuudessa pohjana aluksen kiinnitystä suunniteltaessa varustelulaituri neljällä.

Tutkimuksen tuloksena saatiin vahvistus seikoista, jotka vaikuttavat aluksen kiinnityksen pitävyyteen. Jotta voidaan varmistua aluksen laiturissa pysymisestä, varustelulaituri neljällä aluksen kiinnityksestä vastaavan henkilön tulee olla tietoinen kaikista kiinnitykseen vaikuttavista seikoista ja muutoksista. Työ toimii oppaana merenkulusta ja aluksen kiinnityksestä kiinnostuneille alan opiskelijoille.

# INSPECTION OF THE VESSEL MOORING AND MOORING-EQUIPMENTS AT RAUMA MARINE CONSTRUCTIONS OUTFITTING BERTH

Arponeva, Veini

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Maritime Management, Sea Captain

MARCH 2021

Supervisor: Teränen, Jarmo (SAMK) Kaskinen, Timo (Production Manager, RMC)

Number of pages: 36

Appendices: -

Keywords: mooring, shipyard, quay, RMC

---

The topic of the thesis was to examine the ship's mooring and mooring equipment at Rauma shipyard. The client of the work is Rauma Marine Constructions Oy (RMC). The theoretical part of the work dealt with ship mooring, mooring-equipment and meteorology. Thesis examined the mooring-equipments of the Tallink My Star.

The aim of the thesis was to obtain confirmation of the safe mooring and tightness of mooring while vessel visiting the shipyard. Another goal was to find out the significance of the weather conditions affecting outfitting berth for the ship's mooring and mooring.

The work focused on the ship's mooring, mooring equipment and their requirements. The installation of the mooring-system and its effect on the hull design reviewed superficially. Study investigated the significance of wind and water level variations in vessel mooring. Based on the results it was possible to make assessment the factors affecting the ship's mooring at the Rauma shipyards outfitting berth number four.

As the result of the thesis, it is possible to state that the mooring of the ship requires smooth cooperation from the crew. In the future, the work can be used as a basis for designing the mooring at the outfitting berth.

As result of the investigation, strengthened the perception of the things that affect the strength of the vessel's mooring. To make sure that the vessel does not detach from the berth. The person responsible for the mooring must be aware of all matters and changes affecting the mooring. Thesis work serves as a guide for students interested in maritime industry and mooring the vessel.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SANASTO JA LYHENTEET.....	6
3	RAUMA MARINE CONSTRUCTIONS .....	7
3.1	Rauman telakan historia.....	7
3.2	Rauma Marine Constructions Oy (RMC).....	8
4	ALUKSEN KIINNITYS JA KIINNITYSLAITTEISTO.....	11
4.1	Aluksen kiinnitys .....	11
4.1.1	Kiinnitysköydet .....	12
4.1.2	Mooring-järjestelmä .....	13
4.2	Aluksen kiinnityksen valmistelu.....	14
4.2.1	Aluksen kiinnitys.....	15
4.2.2	Aluksen kiinnityksestä aiheutuvat voimat.....	15
5	RAUMAN TELAKKA VARUSTELULAITURI NELJÄ .....	16
5.1	Rauman telakka varustelulaituri neljä.....	16
5.1.1	Törmäyssuojat	17
5.1.2	Pollarit	18
5.1.3	Nosturit	18
6	ALUKSEN KIINNITTÄMISEEN VAIKUTTAVAT OLOSUHTEET VARUSTELULAITURILLA .....	20
6.1	Tuuli.....	20
6.2	Vedenkorkeus .....	22
7	CASE TALLINK MY STAR.....	24
7.1	Tallink My Star .....	24
7.2	Aluksen tekniset tiedot.....	24
7.3	Tallink My Star Mooring-järjestelmä .....	24
7.4	Järjestelmän nimelliskuorma .....	25
7.4.1	Taajuusmuuttaja .....	26
7.4.2	Järjestelmän asentaminen kannelle ja vaikutus rakennesuunnitteluun.....	27
7.4.3	Kiinnitysköydet .....	29
7.5	Tuulipinta-alan vaikutukset .....	29
8	TULOKSET JA YHTEENVETO .....	33
	LÄHTEET.....	35
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella laivan kiinnitystä ja kiinnityslaitteita Rauman telakalla. Työn tilaajana on Rauma Marine Constructions Oy (RMC). RMC:llä oli ongelma aluksen kiinnityksen pitävyyden varmistuksen kanssa varustelulaituri neljällä. Opinnäytetyön aihe on vahvasti sidoksissa kirjoittajan työtehtävien kanssa Rauma Marine Constructionin palveluksessa.

Opinnäyte antaa lukijalle johdatuksen Rauma Marine Constructionin toimintatapoihin, historiaan ja lähitulevaisuuteen. Työssä tutustutaan aluksen kiinnitykseen, kiinnityslaitteisiin ja kiinnitysköysiin. Aluksen kiinnitystä ja kiinnitysolosuhteita käydään läpi työssä sääolosuhteiden ja niiden vaikutusten osalta. Pääpaino oli varustelulaituri neljän vaatimuksissa.

Työssä perehdytään Raumalla rakenteilla olevan Tallink My Star-aluksen mooring-laitteistoon ja pyritään löytämään tuloksia, joilla voidaan tulevaisuudessa varmistaa aluksen turvallinen kiinnitys Rauman telakalla varustelulaituri neljällä. Työn osia voidaan käyttää pohjatietona RMC:n tulevien uudisrakenteiden varusteluvaiheen kiinnitystä suunniteltaessa.

Työssä käytettiin lähteinä Merikapteenin tutkinto-ohjelmassa käytettyjä oppikirjoja, tekstilähteitä ja internet-sivuja. Kirjalähteinä työssä käytettiin rakennusinsinööriliiton julkaisuja sekä teknistä laivanrakennuksesta koskevia teoksia. RMC:n sisäistä suunnitteluaineistoa hyödynnettiin laajasti tutkimuksessa.

## 2 SANASTO JA LYHENTEET

BALLAST	Painolasti, Painolastitankki on laivassa tai muussa vettä pitävässä kelluvassa rakenteessa oleva osasto, jota käytetään painolastina aluksen vakauden aikaansaamiseksi
CG	Center of Gravity, Painopiste
FENDER	Laiturin tai aluksen törmäyssuoja
GT	Gross Tonnage, Bruttovetoisuus, kuvaa aluksen tilavuutta
KASTLIINA	Heittoliina, jolla kiinnitysköysi toimitetaan haluttuun kohteeseen
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
RMC	Rauma Marine Constructions Oy
MOORING	Englanninkielinen sana, joka viittaa laivan kiinnitykseen
MOORING-LINE	Kiinnitysköysi
SILMÄ/ÖÖGA	Kiinnitysköyden lenkki, jolla köysi kiinnitetään pollariin
THD-arvo	Total Harmonic Distortion, Harmoninen kokonaissärö, ilmaisee puhtaan signaalin harmonisten komponenttien voimakkuuden perustaajuisen aallon voimakkuuden suhteen
KLYYSSI	Silmäke, jonka läpi kiinnitysköydet pujotetaan. Sijaitsee aluksen partaassa

### 3 RAUMA MARINE CONSTRUCTIONS

#### 3.1 Rauman telakan historia

Rauman kaupungin laivanrakennuksen perinteet ulottuvat 1500-luvulle. Merenkulku kaupungin satamassa oli vilkasta erityisesti purjelaivakaudella 1800-luvulla. Kyseisellä vuosisadalla telakalla rakennettiin useita erilaisia purjealuksia kauppalaivaston käyttöön. (Rauma Marine Constructions Oy:n [www-sivut](#) 2021.)

Ensimmäinen nykyisellä telakan alueella laivoja rakentanut yhtiö oli Rauma-Raahe Oy, jonka toiminta alkoi vuonna 1945 kuunareiden rakentamisella sotakorvaukseksi Neuvostoliittoon. Rauma-Raahe Oy:n jälkeen telakan alueella on toiminut useita muita yrityksiä. Näitä ovat aikajärjestyksessä:

1952 – 1991 Rauma-Repola Oy

1991 – 1998 Finnyards Oy

1998 – 2008 Aker Finnyards Oy

2008 – 2014 STX Finland

Vuodesta 2014 lähtien Rauman telakan toimintaa on harjoittanut verkostoyritys Rauma Marine Constructions Oy.

(Hollming Oy:n [www-sivut](#) 2021; Rauma Marine Constructionin Oy:n [www-sivut](#) 2021.)

### 3.2 Rauma Marine Constructions Oy (RMC)



Kuva 1. Rauma Marine Constructions (RMC) Logo (RMC:n www-sivut 2020).

Nykyinen telakan alueella toimiva verkostoyritys on Rauma Marine Constructions Oy (RMC), jonka toiminta alkoi vuodesta 2014. Yhtiö on kokonaisuudessaan suomalaisomisteinen. RMC:n toiminta perustuu verkostomaiseen malliin, jonka rakenne perustuu kumppanuuksiin meriteollisuusverkoston kanssa. Kumppanuuksista RMC koostaa jokaiselle laivaprojektille oman asiantuntijaryhmän. RMC:n johdon alaisuudessa on projektinhallinta, talous ja laadunvalvonta. (RMC:n www-sivut 2021.)

RMC on sopinut 30 vuoden vuokrasopimuksen Rauman kaupungin kanssa Seaside Industry Parkin telakka-alueen osista, sisältäen käyttöoikeuden osaan alueen kiinteistöistä sekä irtaimistosta. RMC toimii Seaside Industry Parkissa veturiyrityksenä ja sillä on oikeus toimia alueen ainoana laivanrakennusta harjoittavana yrityksenä.

RMC on erikoistunut rakentamaan ja huoltamaan monitoimijäänmurtajia, sekä auto- ja matkustaja-autolauttoja. Tämän lisäksi RMC:llä on kyky rakentaa sotalaivoja Suomen armeijan ja rajavartiolaitoksen käyttöön. Erikoistuneisuus välittyi RMC:n toteuttamissa projekteissa. Vuonna 2018 valmistui RMC:n ensimmäinen uudisrakennus: Hammershus-niminen matkustaja-autolautta tanskalaiselle Molslinjenille.





Kuva 2. Molslinjen Hammerhus. (RMC:n www-sivut 2020).

Vuoden 2021 aikana RMC saattaa valmiiksi Wasalinen käyttöön tulevan matkustaja-autolautta Aurora Botnian, joka aloittaa liikennöinnin Vaasa – Uumaja välillä.



Kuva 3. Wasaline Aurora Botnia. (RMC:n www-sivut 2020).

Rauma Marine Constructions luovuttaa Tallink My Star-aluksen vuoden vaihteessa 2021-2022. My Star aloittaa liikennöinnin Helsinki – Tallinna välillä vuoden 2022 kuussa.



Kuva 4. Tallink My Star. (RMC:n www-sivut 2021).

Vuosien 2022 – 2025 välillä RMC Oy ja RMC Defence Oy rakentaa neljä monitoimikorvettia. Projekti tunnetaan Laivue 2020–hankkeena. Taistelujärjestelmän aluksiin toimittaa ruotsalainen Saab AB. Tulevan alusluokan operatiivinen valmius on tarkoitus saavuttaa vuoteen 2028 mennessä.



Kuva 5. Laivue – 2020 Konseptikuva (Puolustusvoimat www-sivut 2021).

## 4 ALUKSEN KIINNITYS JA KIINNITYSLAITTEISTO

### 4.1 Aluksen kiinnitys

Laivan kiinnittäminen laituriin kuuluu merenkulun perusteisiin. Kiinnittämiseen osallistuu lähes koko miehistö. Kansi- ja konepäällystö vastaavat osastojensa alaisen toiminnan johtamisesta alusta kiinnittäessä. Ennen kiinnitysoperaation suorittamista on tehtävä tehokas riskinarviointi ottaen huomioon aluksen ominaisuudet, tyyppi, koko, syväys ja vallitsevat sääolosuhteet. Aluksen käsittelyn ja ohjaamisen perustana toimii kattava tietopohja siitä, miten operoinnin alainen alus käyttäytyy. Keskeisiä ohjailuun vaikuttavia tekijöitä ovat aluksen massa sekä ohjailuominaisuudet (Britannia P&I [www-sivut.](#))

Aluksen kiinnitystä suunniteltaessa on hyvä asennoitua niin, että jokainen kiinnitys on ainutlaatuinen, missä tulee huomioida vallitsevat olosuhteet. Huomion arvoisia seikkoja ovat: aluksen mittasuhteet ja rakenne, telakalla uudisrakenteen rakenne ja muoto muuttuvat rakennusvaiheen mukaisesti. Voimalähteen ominaisuudet, eli telakkateollisuudessa aluksen pää- sekä apukoneiden luotettavuus. Kiinnitystä suunnitellessa tulee arvioida koneiden ja ohjauslaitteiden toimintavarmuus. Vaikeat virtaus- ja tuuliolosuhteet tulee huomioida asiaankuuluvalla vakavuudella. (Piira & Haavisto 2008, 61.)

Aluksen lähestyessä laituria, vahdissa oleva vahtimies vastaa kiinnitykseen osallistuvan miehistön herätyksestä. Alusta kiinnittäessä komentosillan toiminnoista vastaa aluksen päällikkö ja yliperämies. Perän kiinnittämiseen johtaa 1. perämies apunaan pursimies ja puolimatruusi. Keulan kiinnityksen johtaa 2. perämies apunaan matruusi ja puolimatruusi. Kokoonpano saattaa vaihdella aluksen sekä miehistön koon mukaisesti. (Piira & Haavisto 2008, 61.)

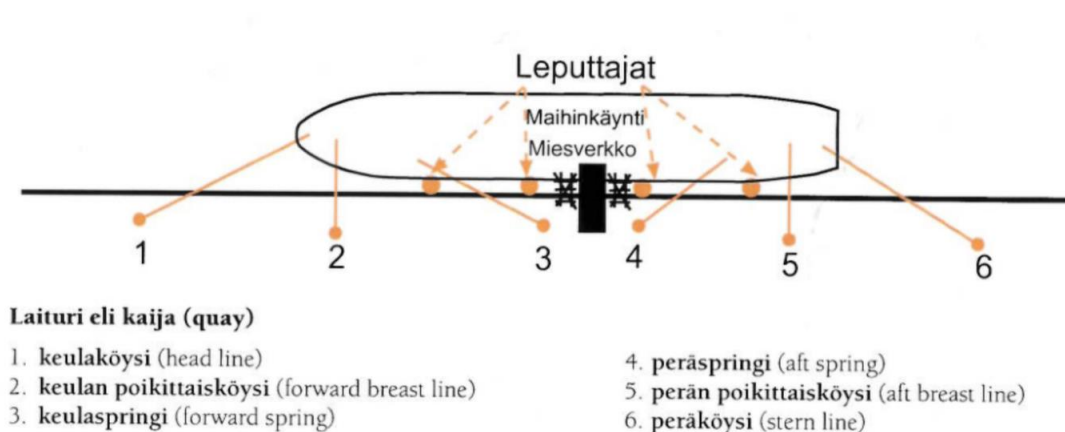
#### 4.1.1 Kiinnitysköydet

Sekamiehityksen vuoksi suomalaisilla aluksilla käytetään työkielenä tavallisesti englantia, jolloin kiinnitysköysistä puhuttaessa käytetään termiä ”mooring-line(s)”. Kiinnitysköysillä alus kiinnitetään laituriin, toiseen alukseen tai muuhun haluttuun kohteeseen.

Tavallisimpia kiinnitysköysien materiaaleja ovat manilla, nylon, polyesteri, polypropyleeni ja teräsvaijeri. Kiinnitysköyden päässä on tavallisesti lenkki, jota kutsutaan silmäksi. Lenkin koko luodaan joko pleissaamalla tai muuta kiinnitysmenetelmää apuna käyttäen lukitsemalla köyden silmä haluttuun mittaan. Kiinnitysköyden silmää käyttämällä köysi pujotetaan pollariin (Kuva 8).

Aluksen kiinnitysköysiä valittaessa tulee niiden vetolujuus mitoittaa kestämään aluksen aiheuttamat voimat kuormitustilanteissa. Näitä tilanteita aiheuttavat esimerkiksi sääolosuhteiden muutokset sekä lastioperaatiot. Telakkateollisuudessa kuormitustilanteita kiinnityslaitteisiin aiheuttaa painopisteen muutokset. Tästä operatiivinen esimerkki ballast-tankkien koeajot.

Suomalaisessa merenkulussa huomioitavat sääolosuhteiden muutokset liittyvät tuulen suuntaan ja nopeuteen sekä vedenkorkeuden vaihteluun. Vedenkorkeuden vaihtelun aiheuttaa Suomessa tuuli, ilmanpaine sekä jääolosuhteet. (Ilmatieteenlaitos www-sivut 2021.)



Kuva 6. Kiinnitysköysien vetosuunnat ja köysien nimet (Piira & Haavisto 2008, 61).

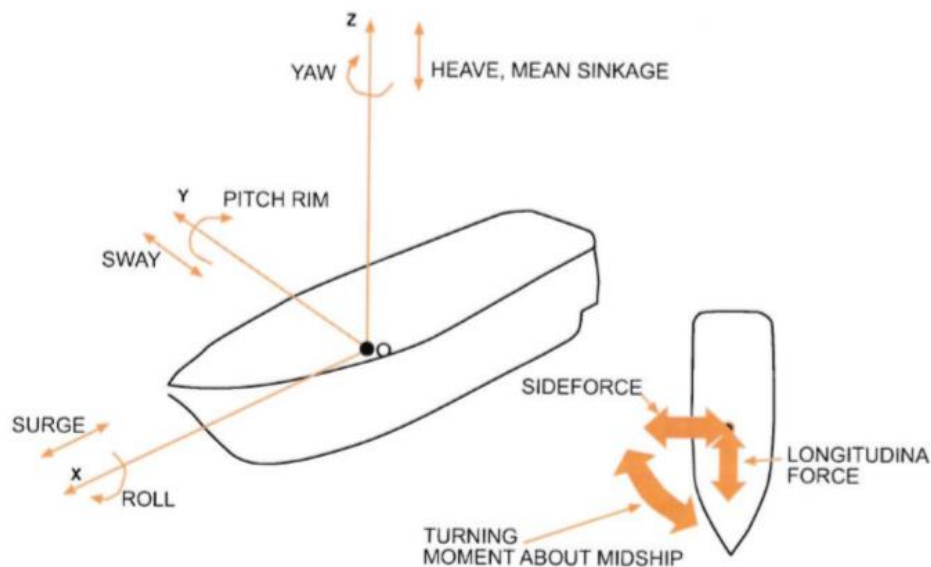
#### 4.1.2 Mooring-järjestelmä

Englanninkielisellä sanalla ”mooring” tarkoitetaan MOT-sanakirjan mukaan laivan kiinnitystä tai ankkurointia. Merenkulussa englanninkielinen sana on vakiintunut yleiseksi termiksi, jolla tarkoitetaan laivan kiinnitystä.

Laivan kiinnitykseen ja ankkurointiin erikoistunutta laitteistoa kutsutaan mooring-laitteistoksi. Mooring-laitteet on sijoitettu pääasiallisesti laivan keula- ja peräalueelle. Aluksen kiinnitystä tarkasteltaessa mooring-laitteen pääosia ovat vinssi, rumpu, jarru, ohjaimet, silmäkkeet sekä käyttömoottori. Kiinnityslaitteet on tarkastettava säännöllisesti ja mahdolliset viat on korjattava nopeasti. Kaikkien rullien ja ohjainten tulee toimia sujuvasti ja kaikkien kiinnitysköysien on oltava hyvässä kunnossa, jotta voidaan varmistua aluksen turvallisesta kiinnittämisestä. (Britannia P&I www-sivut.)

Kiinnitysvintturit toimivat joko sähkövirralla tai hydraulikalla. Köydet ovat asennettuina ja käyttövalmiina vinssien rummuilla. Vinttureiden akselin päässä on nokka, johon tarvittava lisäköysi voidaan kiristää.

Laivaa kiinnittäessä mooring-laitteiston tehtävä on kiristää kiinnitysköysi halutulle etäisyydelle ja kireydelle sekä pitää alus kiinnitettynä laiturissa. Tärkeimmät voimat, jotka vaikuttavat kiinnitettyyn alukseen ovat tuulen suunta ja nopeus sekä veden virtaus. Voimat kyetään jakamaan aluksen pituus- ja poikittaissuuntaiseen voimaan: surge ja sway (Kuva 7). Tämän lisäksi tulee huomioida pystyakseliin nähden kääntävä momentti: yaw ja roll (Kuva 7).



Kuva 7. Aluksen liikkeet ja rungon kierto (Piira & Haavisto 2008, 92).

Kiinnityslaitteistojen tarve ja ominaisuudet määräytyvät aluksen suunnitellun operoinnin mukaan. Joillakin toimijoilla, kuten satamilla ja kanavilla, on olemassa vaatimuksia mooring-järjestelmän ominaisuuksille sekä suorituskyvyille. Vaatimuksia järjestelmän kyvyille asettaa luokituslaitos.

#### 4.2 Aluksen kiinnityksen valmistelu

Laivan kiinnitys alustetaan valmistelemalla kiinnitysköydet ja koilaamalla heittoliinat valmiiksi. Heittoliinoista käytetään yleisesti tunnettua termiä kastliina. Kiinnitysköydet tulee valmistella kannelle tarkkaavaisesti, millä pyritään välttämään turvallisuusriskejä. Kiristyessään köydet aiheuttavat huomattavan tapaturmavaaran. Kiinnityksessä käytettävien köysien silmät pujotetaan klyysseista läpi ja nostetaan köyden silmät käyttövalmiiksi kannelle. Kannen päällä olevien köysien päältä ei tule liikkua kiinnitysoperaation aikana. (Piira & Haavisto 2008, 61.)

#### 4.2.1 Aluksen kiinnitys

Aluksen ollessa heittoetäisyyden päässä laiturista kastliina heitetään maihin. Aluksen lähestyessä laituria keula edellä, toimitetaan keulasta spring ja perästä peräköysi. Köydet kiinnitetään halutulle kireydelle vintturia apuna käyttäen. Vintturilla köysi kiristetään, haluttu kireys lukitaan vintturin rummun jarrulla, jonka jälkeen vintturin rumpu voidaan koplata irti. Lisäköysiä varten koplataan vinssien nokat kiinni. Lopuksi toimitetaan suunnitelman mukaisesti tarvittavat köydet rantaan ja kiristetään nämä halutulle kireydelle. Köysien kireyttä tarkasteltaessa tulee huomioida paikalliset olosuhteet sekä toimenpiteet laivalla, kuten lastioperaatiot.

#### 4.2.2 Aluksen kiinnityksestä aiheutuvat voimat

Laivan kiinnittäminen laituriiin aiheuttaa kuormittavia voimia alukselle sekä laiturille. Kiinnittäessä alus aiheuttaa hetkellisesti suuren törmäysvoiman, joka saattaa vahingoittaa alusta sekä laiturirakenteita.

Kosketusvoima aiheutuu kahden kappaleen kontaktista toisiinsa. Aluksen kiinnityksessä kosketusvoiman kappaleet ovat aluksen runko sekä laiturin rakenteet. Tulokulma määrittää kuinka laajalle alueelle alukseen ja laituriiin kosketusvoima vaikuttaa.

Liike-energia yhtälöstä johdetulla kaavalla (Kaava 1), voidaan kuvata törmäysvoiman suuruus.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = k \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Kaava 1. Liike-energia

E = energia

m = aluksen massa

v = rantautumisnopeus kohtisuoraa laituria vasten

$$k = k_1 \cdot k_2$$

$k_1 = 2$ , kun aluksen uppouman suuruinen vesimassa liikkuu aluksen mukana

$k_2 = 0,25$ , isku kaukana laivan painopisteestä  $k_2 = 1$ , kun isku osuu tihtaalityyppiseen laituriin, lähelle laivan painopistettä. (RIL 123, 245; Böös 2010, 22.)

## 5 RAUMAN TELAKKA VARUSTELULAITURI NELJÄ

### 5.1 Rauman telakka varustelulaituri neljä

Laituri on laivojen tueksi suunniteltu vesirakennelma, jota käytetään aluksen kiinnittämiseen niiden vieraillessa esimerkiksi satamassa tai telakalla. Laiturit kytetään jakamaan niiden käyttötarkoituksen ja rakennetyypin mukaisesti.

Rauman telakalla varustelulaituri neljälle saapuneet alukset ovat nimeen viitaten varusteluvaiheessa. Ennen siirtymistä varustelulaituriin aluksen on suoriuduttava onnistuneesti vesillelaskusta. Varustelulaituri neljällä aluksen kansi-, kone-, sähkö-, sisustus- ja putkiasennukset saatetaan loppuun. Laiva alustetaan asennustöiden valmistuksessa merikoeajoja ja käyttöönottoja varten.

Rakennesuunnittelussa tulee huomioida laiturin käyttötarkoitus ja kiinnitettävien aluksien ominaisuudet. Kiinnityslaitteiden ja rakenteiden tulee kestää olosuhteiden aiheuttamat voimat. Kuormitusta aiheuttaa sääolosuhteet, joista merkittävimpiä ovat tuuli ja vedenkorkeuden vaihtelu.

Rauman telakan varustelulaituri toimii sijoituspaikkana varusteluvaiheessa oleville aluksille. Lisäksi laituri toimii rahdin purkulaiturina telakalla vieraileville aluksille. Tyypillisin varustelulaituri neljällä purettava lasti on lohkoitehtaan käyttöön tulevat teräslevyt. Valmiit ulkomailta toimitettavat lohkot puretaan tyypillisesti laituri numero kuudella (Kuva 9).



### 5.1.1 Törmäyssuojat

Laituri suojataan aluksen aiheuttamilta voimilta törmäyssuojilla. Törmäyssuojat suojaavat myös aluksen rakenteita. Materiaalina törmäyssuojien valmistuksessa käytetään yleisesti kumia. Puolestaan historiassa yleisenä materiaalina käytettiin puuta. Törmäyssuojista käytetään englanninkielestä tulevaa sanaa fender. Varustelulaituri neljällä fenderit (Kuva 7) kiinnitetään laituriin vaijerilla, joka lukitaan halutulle sijainnille sakkeleita apuna käyttäen. Vaihtoehtoisesti törmäyssuojat voidaan kiinnittää laituriin kiinteästi pulteilla. (RIL 236, 19.) Varustelulaituri neljälle on sijoitettu törmäyssuojia 15 metrin välein 6 kappaletta (Kuva7).



Kuva 7. RMC Varustelulaiturin Törmäyssuoja (Veini Arponeva 2020).

Fenderin (Kuva 7) puu osien huoltovälinä pidetään 1-3 vuotta. Väli on riippuvainen osien luontaisesta kulumisesta. Samalla kun fenderi tarkastetaan, kiinnitetään huomiota fenderin kiinnityspultteihin ja sakkeleihin. Tarpeen vaatiessa vaihdetaan pultit sekä sakkelit tai korjataan vanhat kiinnityskomponentit hitsaamalla.

### 5.1.2 Pollarit

Kiinnitystä varten laituri on varustettu 13 kiinnityspollarilla. Pollareiden etäisyys toisistaan määräytyy vedensyvyyden ja alustyypin mukaan. (RIL 236, 2006, 19.)

Pollariin on kirjattu luvut 10 ja 170 (Kuva 8). Luku 10 kuvaa pollarin järjestysnumeroa laiturissa. Luku 170 kuvaa matkaa kyseiseltä pollarilta laiturin päähän. Metrilukemaa ja järjestysnumeroa käytetään hyväksi aluksen kiinnityspaikkaa suunnitellessa.

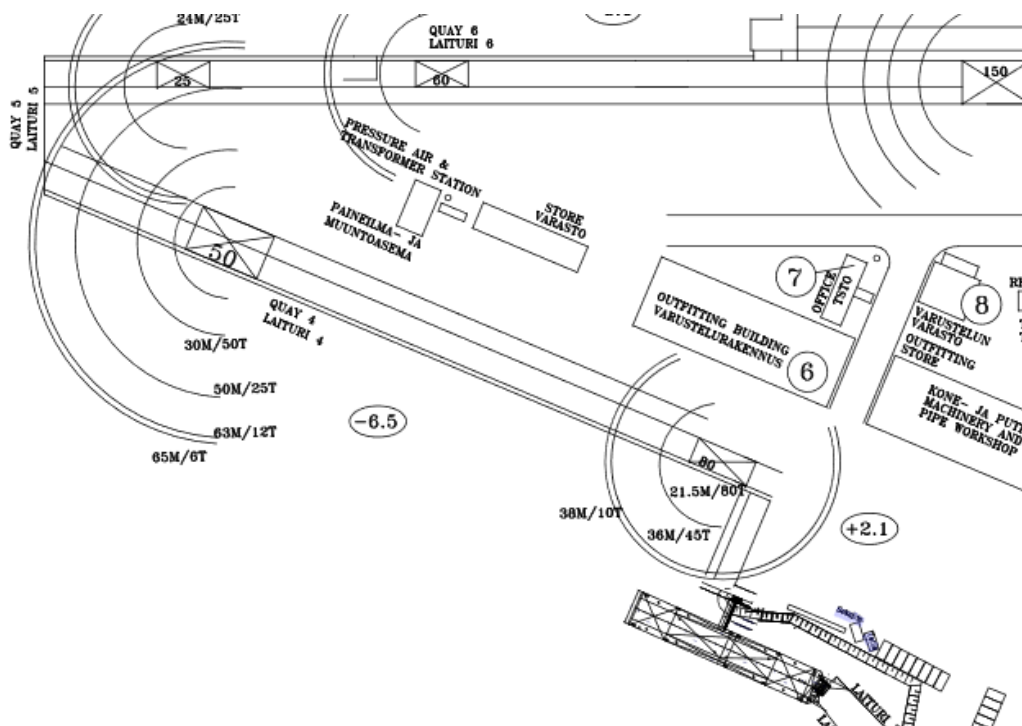


Kuva 8. RMC Varustelulaituri neljän pollari (Veini Arponeva 2020).

### 5.1.3 Nosturit

Rauman telakan varustelulaituri neljällä varustelutuotannon apuna toimii kaksi 150t nosturia. Kuormankantokyky voidaan ilmaista tonnimitreinä, joka kertoo nosturin suurimman sallitun momentin. Toinen tapa ilmoittaa kuormankantokyky on maksimikuorma, joka on riippuvainen nostolaitteen mitoituksista.

Alla olevasta kuvasta voidaan päätellä, että mitä lähempänä nosturin CG:tä (Center of Gravity) nostettava taakka on, sitä suuremman maksimikuorman nosturi kykenee nostamaan kyseisellä toimintasäteellä.



Kuva 9. Varustelulaituri 4 nostureiden kantasäteet (RMC:n intraweb [www-sivut](http://www.rmc.fi) 2020).

Nykyisessä nopeatahtisessa telakkateollisuudessa operointiin soveltuva nosturi, sekä ammattitaitoinen kuljettaja ovat avainasemassa tuotannon sujuvuutta tarkasteltaessa. Kuljettajalla tulee olla käytössä olevan konetyypin kuljettajan kortti tai ammattikirja.

Varustelulaituri neljän nostureilla hoidetaan kappaletavaran nostot haluttuun sijoituskohteeseen. Erityisen vaativat nostotyöt suunnitellaan etukäteen. Suunnittelulla voidaan arvioida nostotyön riskit sekä varmistaa turvallinen nostotyön toteuttamistapa. (RMC:n intranet [www-sivut](http://www.rmc.fi) 2021.)

Laiturin nosturit ovat varustettu raskaalle taakalle soveltuvalla nostokoukulla sekä kevyemmän kappaletavaran nostamiseen tarkoitettulla kevyellä nostokoukulla. Kevyemmän nostokoukun maksimikuorma on 10t, raskaamman nostokoukun vastaava raja on 150t. (RMC:n intranet www-sivut 2021.)

## 6 ALUKSEN KIINNITTÄMISEEN VAIKUTTAVAT OLOSUHTEET VARUSTELULAITURILLA

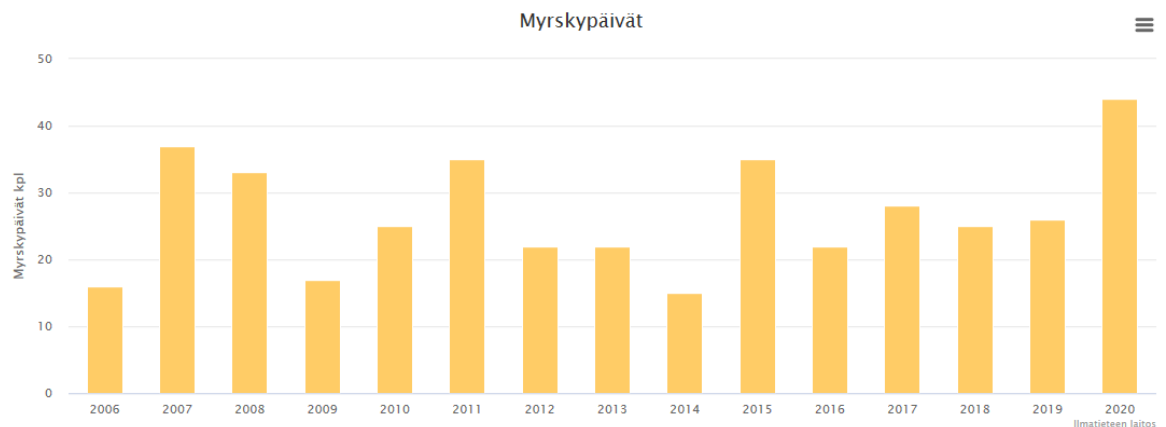
Rakennesuunnittelussa tulee huomioida laiturin käyttötarkoitus ja kiinnitettävien aluksien ominaisuudet. Kiinnityslaitteiden ja rakenteiden tulee kestää olosuhteiden aiheuttamat voimat. Kuormitusta aiheuttaa sääolosuhteet, joista merkittävimpiä ovat tuuli ja vedenkorkeuden vaihtelu.

### 6.1 Tuuli

Aluksen kiinnityksen pitävyyttä varustelulaiturilla tarkasteltaessa merkittävin huomioitava sääolosuhde on tuulen nopeus ja suunta. Erityisesti myrskytuulet tulee ottaa huomioon, että voidaan varmistua kiinnityksen pitävyyden säilymisestä. Mikäli SYNOP-havainnoissa mitataan 10 minuutin keskituulen nopeudeksi vähintään 21m/s, on kyseessä myrskypäivä. Ilmatieteenlaitos pitää kirjaa suomalaisista myrskypäivistä. Kirjanpidosta voidaan arvioida keskimääräinen myrskypäivien lukumäärä vuodessa. (Ilmatieteenlaitos www-sivut 2020.)

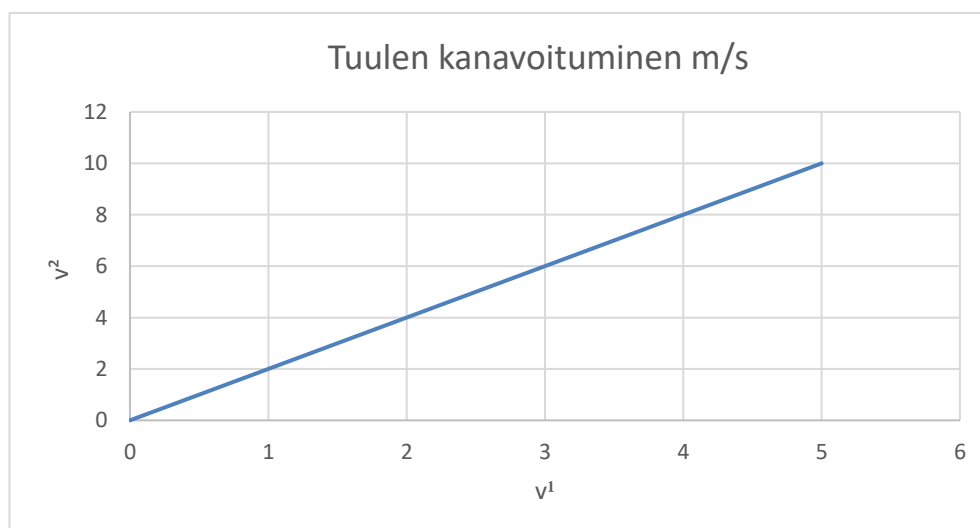
Vuosien 2006 – 2020 välisellä ajalla myrskypäivien vuosikeskiarvo oli 27 päivää (Kuva 10). Kuukausikeskiarvon mukaan joulukuussa on eniten myrskypäiviä verrattuna muihin kuukausiin. Joulukuussa on keskimääräisesti kuusi myrskypäivää. Toiseksi suurin keskiarvo on tammikuussa lukeman ollessa 4,2. Kolmanneksi eniten myrskypäiviä on mitattu marraskuussa (3,5). Merkittävimmät tuulen nopeudet mitataan loppusyksyn ja alkutalven välisenä aikana. (Ilmatieteenlaitos www-sivut 2020.)

### Myrskypäivien lukumäärä vuosittain Suomen merialueilla



Kuva 10. Myrskypäivien lukumäärä Suomen merialueilla (Ilmatieteenlaitos, 2021).

Rauman telakalla on havaittu vaikeaksi tuuliolosuhteeksi pohjoisesta ja luoteesta suuntautuvat nopeudeltaan yli 15m/s olevat puuskittaiset tuulet. Erityisen hankalia tuulensuuntia varustelulaiturilla ovat pohjoisesta ja luoteesta suuntautuva tuulikuorma. Tämä on seurausta varustelulaiturin läheisyydessä sijaitsevista rakennuksista, jotka aiheuttavat pohjoisesta- ja luoteesta suuntautuville tuulille kanavoitumisilmiön. Kanavoitumisilmiössä kapeikon kaventuessa 50 %, tuulen nopeus kasvaa kaksinkertaiseksi. Alla esitetystä kuvaajasta (Kuva 11) x-akseli kuvaa alkuperäistä tuulen nopeutta ja y-akseli kanavoitumisen kasvattamaa tuulen nopeutta.



Kuva 11. Tuulen kanavoituminen (Veini Arponeva 2021).

## 6.2 Vedenkorkeus

Vedenkorkeuden vaihtelu tulee ottaa huomioon kiinnitysköysien kireyttä tarkasteltaessa. Itämerellä vedenkorkeudenvaihteluun vaikuttaa kokonaisvesimäärän muutos sekä paikallinen vaihtelu. Paikallista vaihtelua aiheuttaa tuuli ja ilmanpaine sekä jääolosuhteet. Vuoroveden vaikutus Rauman telakalla on keskimääräisesti vain muutamia senttimetrejä. (Ilmatieteenlaitos [www-sivut 2021](#).)

Veden virtaus sisään ja ulos Tanskan salmista aiheuttaa Itämerellä kokonaisvedenmäärässä vaihtelua. Tämä voidaan todeta kaikilla mittauspaikoilla. Virtauksen Tanskan salmissa aiheuttaa salmien tuuliolosuhteet sekä Itämeren ja Pohjanmeren välinen korkeusero. (Ilmatieteenlaitos [www-sivut 2021](#).)

Tuuli aiheuttaa veden kasaantumista Itämeren tiettyihin osiin. Erityisen herkästi vesi kasaantuu lahtien pohjukkaan. Tämän seurauksena pohjukka alueilla saavutetaan suurimmat ääriarvot vedenkorkeudenvaihtelussa. Suomen rannikolla pohjukka alueita ovat esimerkiksi Kemin, Oulun ja Haminan rannikot. Näissä paikoissa kokonaisvaihtelu on yli kolme metriä. Ennätyslukemat mitataan syksyllä tai talvella, jolloin mitattuja myrskypäiviä on keskiarvollisesti eniten. (Ilmatieteenlaitos [www-sivut 2021](#).)

Asema	Korkein (pvm)	Matalin (pvm)	Havaintoja vuodesta
Kemi	+201 cm (22.9.1982)	-128 cm (14.1.2016)	1922
Oulu	+183 cm (14.1.1984)	-131 cm (14.1.1929)	1922
Raahe	+162 cm (14.1.1984)	-129 cm (4.10.1936)	1922
Pietarsaari	+139 cm (14.1.1984)	-113 cm (4.10.1936)	1922
Vaasa	+144 cm (14.1.1984)	-103 cm (2.1.2019)	1922
Kaskinen	+148 cm (14.1.1984)	-92 cm (2.1.2019)	1926
Pori	+132 cm (14.1.1984)	-86 cm (2.1.2019)	1925
Rauma	+135 cm (22.2.2020)	-80 cm (2.1.2019)	1933
Turku	+130 cm (9.1.2005)	-74 cm (10.4.1934)	1922
Föglö	+102 cm (14.1.2007)	-71 cm (10.4.1934)	1923
Hanko	+133 cm (9.1.2005)	-79 cm (28.1.2010)	1887
Helsinki	+151 cm (9.1.2005)	-93 cm (28.1.2010)	1904
Porvoo	+123 cm (6.12.2015)	-69 cm (7.3.2017)	2014
Hamina	+197 cm (9.1.2005)	-116 cm (20.3.2013)	1928

Kuva 12. Vedenkorkeusennätykset Suomen rannikolla (Ilmatieteenlaitos 2021).

Ilmanpaine vaikuttaa vedenkorkeuteen. Korkeapaineen ilmassa painaa vedenpintaa alaspäin, joka aiheuttaa vedenkorkeuden laskun. Matalapaineella vedenkorkeus päinvastaisesti kohoaa. Voidaan siis todeta paine-eron vaikuttavan meriveden korkeuteen. Yhden millibaarin eron vaikutus on noin yksi senttimetri. (Vesi.fi www-sivut 2021.) Normaali ilmanpaine on noin 1013 hPa. Hehtopascalista (hPa) voidaan käyttää myös nimeä millibaari. Korkeapaineessa ilmanpaine on alhaisempi kuin ympäristön, matalapaineessa päinvastoin. Määritettyä hPa raja-arvoa ei ole korkeapaineelle. Normaali ilmanpaineen vaihtelun vaikutus voi aiheuttaa kymmenien senttimetrien vedenkorkeusvaihtelun. (Ilmatieteenlaitos www-sivut 2021.)

Merivedenpinnan korkeus vaihtelee eri vuodenaikoina, mikä on seurausta tuulen ja ilmanpaineen käyttäytymisen kierrosta. Mittauksien mukaan korkeimmillaan merenpinta on joulukuussa, matalimmillaan keväällä huhti-toukokuussa. Lyhytaikainen korkeuden vaihtelu on voimakkainta marras-tammikuussa ja vähäisintä kesäkuukausina. (Ilmatieteenlaitos ww-sivut 2021.)

## 7 CASE TALLINK MY STAR

### 7.1 Tallink My Star

Tallink My Star rakentaminen Rauman telakalla alkoi 06.04.2020. Ensimmäinen työvaihe oli perinteinen metallinleikkuuseremonia. My Star-aluksesta tulee RMC:n historian suurin uudisrakennus. Aluksen on tarkoitus aloittaa liikennöinti Helsinki – Tallinna välillä tammikuussa 2022. My Star-aluksen rakennuskustannukseksi on arvioitu noin 250 miljoonaa euroa. Työllistymisvaikutus RMC:lle on arvion mukaan 1500 henkilötyövuotta. Valmistuessaan My Star on yksi Itämeren ympäristöystävällisimmistä aluksista. (Tallink Silja www-sivut 2020.)

### 7.2 Aluksen tekniset tiedot

Pituus: 212 metriä

Leveys: 30,6 metriä

Maksiminopeus: 27 solmua

Bruttovetoisuus (GT): 50 000

Matkustajamäärä: 2800

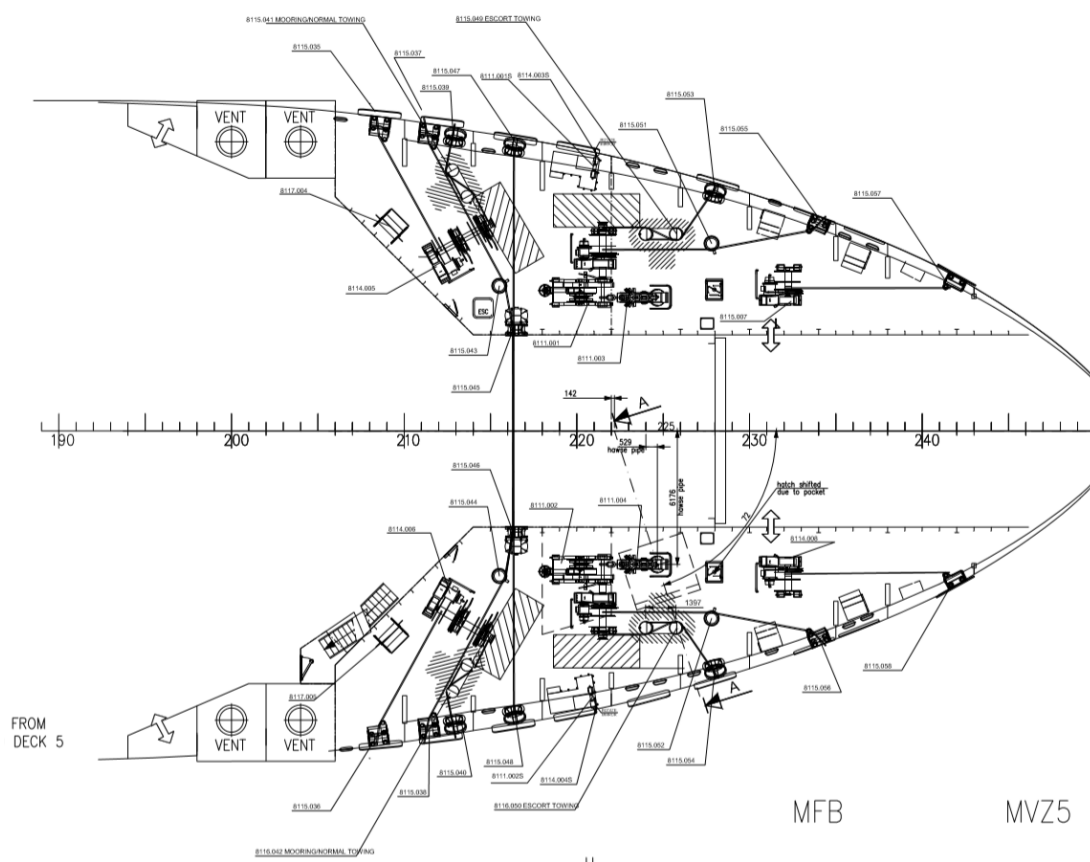
Autokapasiteetti: 750

(Tallink www-sivut 2020.)

### 7.3 Tallink My Star Mooring-järjestelmä

Mooring-järjestelmän tärkeimmät vaadittavat perusteet muodostuvat luokituslaitosten kriteereistä, viranomaisten ja järjestöjen vaatimuksista sekä suunnitteluohjeista. Järjestöistä, jolla on erityisvaatimuksia mooring-laitteille, on esimerkiksi OCIMF. My Star-aluksen mooring-järjestelmän laitetoimittajaksi valittiin Kongsberg Maritime Oy.





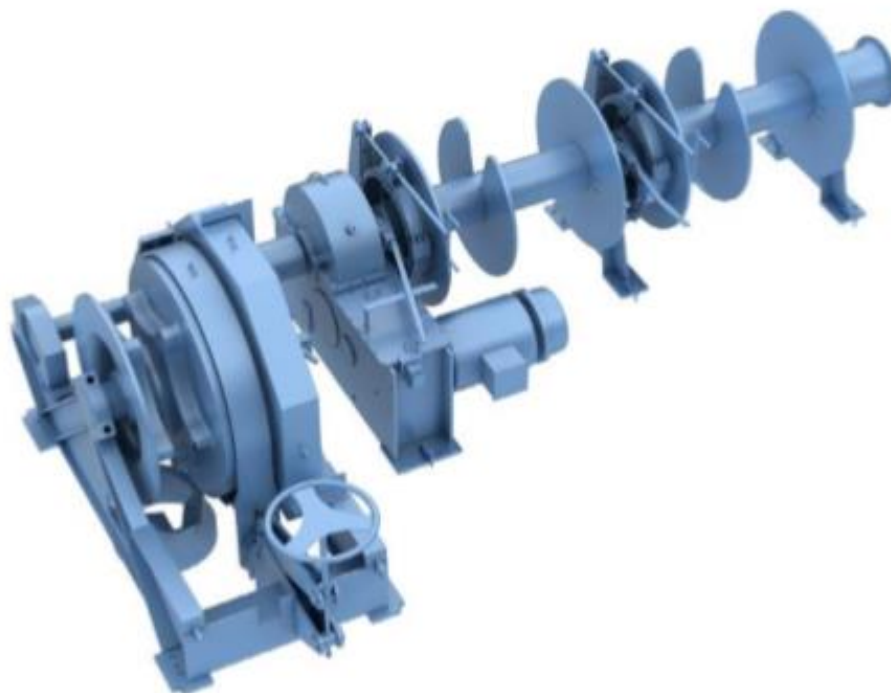
Kuva 13. Tallink My Star, Ankkuri- ja kiinnityslaitteiden sijoittelu (RMC:n sisäinen suunnitteluaineisto 2021).

#### 7.4 Järjestelmän nimelliskuorma

Mooring-vinssin tehtävä alusta kiinnittäessä on kiristää kiinnitysköysi halutulle kireydelle. Aluksen ollessa kiinnitettynä vinssin jarrun tehtävä on pitää kiinnitysköysi halutulla kireydellä. Tallink My Star-aluksen mooring-järjestelmällä on 140kN vahvuinen nimelliskuorma ”nominal load”. Järjestelmässä on portaittainen nimellisen kuorman säätö. Asetukset ovat 50 %, 75 %, tai 100 % nimellisen kuorman maksimiarvosta. Kiinnitysvintturin jarrulla on 63,2t vahvuinen pitokyky. (Kongsberg, Documents for approval of electric deck machinery MW 250FA/CU 78 U3, 2021, 9.)

### 7.4.1 Taajuusmuuttaja

Järjestelmässä on R-R standardin taajuusmuuttajayksiköt. Vakiotoimitussarja perustuu yksiköihin, joissa on 6-pulssiset tasasuuntaajat. Mikäli tarvitaan tai odotetaan matalampia THD-arvoja, jotka laskevat alle 6-pulssi-tasasuuntaajalla varustettujen va-liolaitteen arvot, tulisi harkita R-R: n standardin kattavaa valinnaista ratkaisua sopi-vien harmonisten suodattimien kanssa. (Kongsberg, Documents for approval of elec-tric deck machinery MW 250FA/CU 78 U3, 2021, 9.)

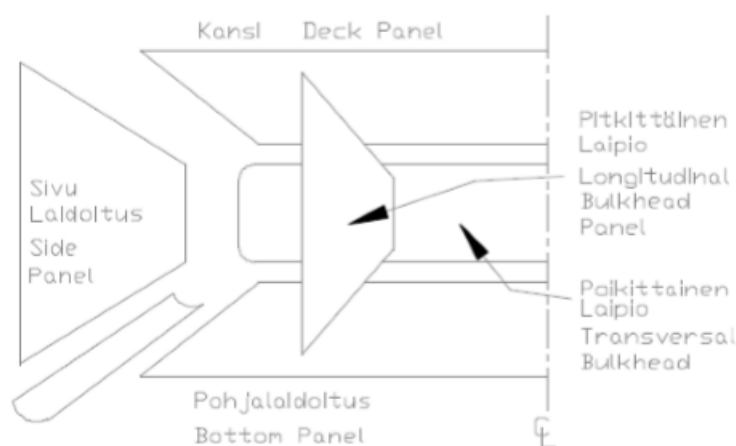


Kuva 14. Tallink ankkuri- ja kiinnitysvinssi (Kongsberg Oy, 2021).

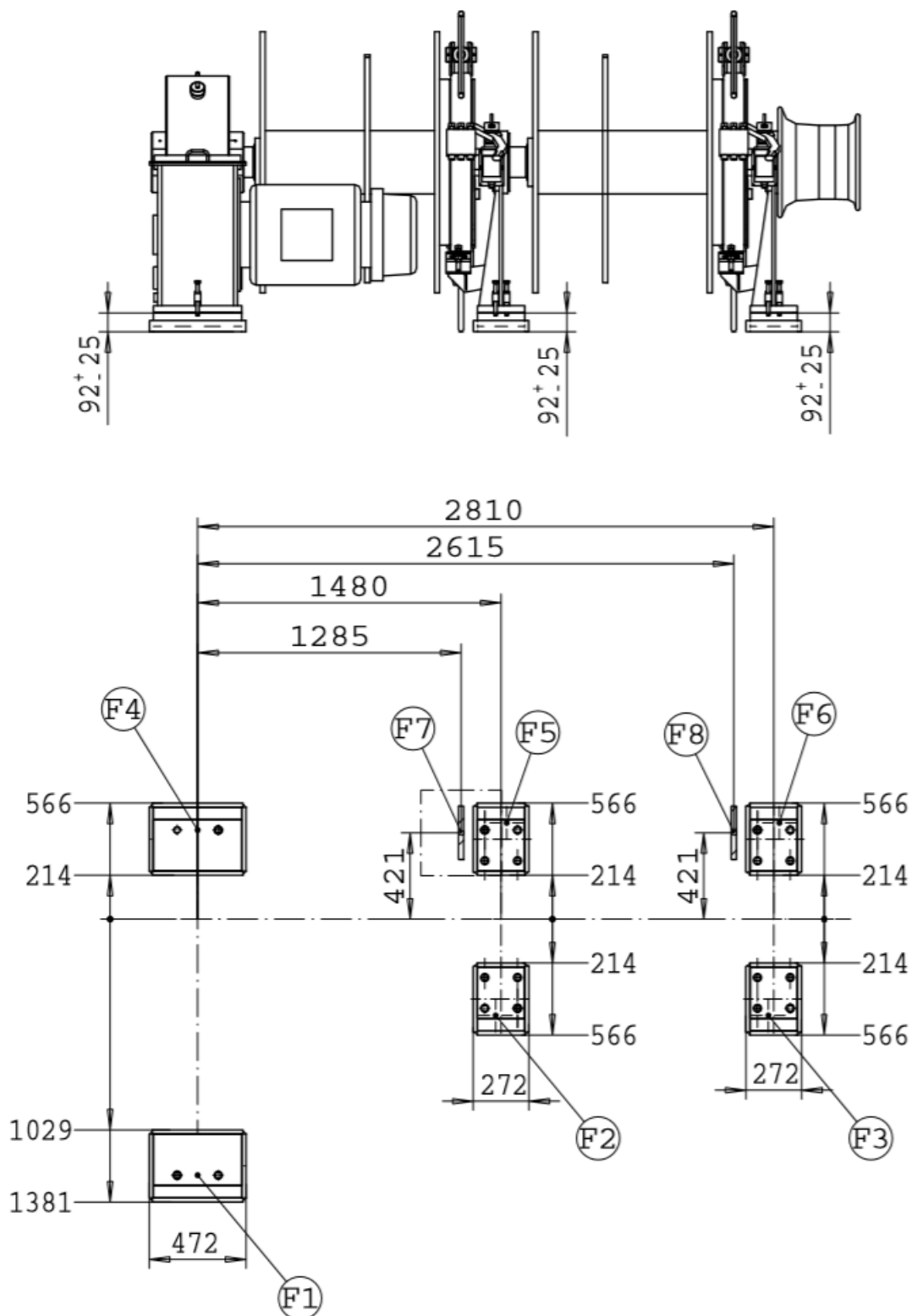
#### 7.4.2 Järjestelmän asentaminen kannelle ja vaikutus rakennesuunnitteluun

Kiinnitysvinssit ja ankkuripelit on tarkoitettu asennettaviksi asennuspedin päälle kannelle (Kuva 15). Asennuspedillä tarkoitetaan lujuuselementeillä vahvistettua teräslävyä.

Mooring-järjestelmä aiheuttaa paikallisesti ajoittain suuria kuormia kansirakenteille. Rakenteita voidaan vahvistaa primäärisillä, sekundaarisilla ja tertiäärisillä lujuuselementeillä. Primäärisiin lujuuselementteihin kuuluvat pohja- ja sivulaidoitukset, laipiot ja kannet. Sekundaarisia lujuuselementtejä ovat kaaret ja jäykisteet. Levyjä, jotka on jäykistetty jäykkäjällä tai muulla sekundaarisella lujuuselementillä, kutsutaan tertiäärisiksi lujuuselementiksi. (Arkke 2000, 29-6; Vuorio 2014, 14.)



Kuva 15. Lujuuselementit (Räisänen 2000, 29-6).



Kuva 16. Mooring-vinssi (RMC:n sisäinen suunnitteluaineisto 2021).

### 7.4.3 Kiinnitysköydet

Kiinnitysköysien tehtävä on pitää alus kiinnitettynä halutulla sijainnilla. Aluksen kiinnitysköysiä valittaessa tulee niiden vetolujuus mitoittaa kestävästi aluksen aiheuttamat voimat kuormitustilanteissa (Kuva 16). Tallink My Star-aluksen kiinnitysköysiä käytetään aluksen kiinnitykseen sekä tarvittaessa aluksen hinausta varten.

Laskelmien mukaan aluksen kiinnitysköysien murtolujuuden tulisi olla vähintään 874kN (Kuva 15). Kiinnitysköysien minimi murtolujuus lasketaan 1,25 kertoimella. Suunniteltu kiinnityslaitteen kuormitus kiinnitystilanteessa on 1050kN. Vaadittava murtolujuus saadaan laskettua kerrointa käyttämällä (Kaava 3).

$$1,25 \times 1050kN = 1313kN$$

Kaava 3.

MOORING LINES EN>2000:

A1= 5244sgm

- Required number of head, stern and breast lines,  $n=8,3 \cdot 10^{-4} \cdot A1=10,3 = 10$
- Required number of spring lines, EN<5000, four lines
- Required minimum breaking strength  $MBL=0,1A1+350=874,4$  kN

Mooring lines of the vessel:

- Number of head, stern and breast lines 12
- Number of spring lines = 4
- Min breaking strength  $MBL=874kN$  (synthetic fibre)

Mooring lines of the vessel: (yards delivery)

- On winch drums 12 pcs, each 100 m. Atlas type MBL min 874 kN.

Other mooring lines, Owners delivery.

▽

Kuva 15. Tallink Mooring lines (RMC:n sisäinen suunnitteluaineisto 2021).

### 7.5 Tuulipinta-alan vaikutukset

Tuuli aiheuttaa alukselle tuulikuormaa. Tuulikuorma tarkoittaa tuulesta aiheutuvaa kuormaa laivan kylkeä ja rakenteita vasten. Rakenteen ottaessa vastaan tuulen luoman energian, voima muuttuu paineeksi eli painevoimaksi. Tuulen aiheuttama kuormitus ei ole staattinen, vaan jatkuvasti muuttuva. Voima saattaa aiheuttaa kiinnityslaitteille ja näiden rakenteille vaurioita.

Tallink My Star on Ro-pax-alus. Ro-pax-alus on matkustaja ro-ro-alus, eli kuljettaa lastin lisäksi matkustajia. Lasti lastataan pyörillä alukseen, roll on – roll of (Piira & Haavisto 16). Ro-pax ja Passenger aluksilla on tyypillisesti muihin alustyyppeihin verrattuna suurempi tuuli pinta-ala.

Tuulenvastuskertoimet saadaan johdettua kuvassa 16 esitetyistä kaavoista. Kaavasta johdetulla tuulenvastuskertoimella saadaan laskettua riittävällä tarkkuudella voimat pituus- ja sivusuunnassa, sekä laivaa kääntävä momentti ”Yaw moment” (Kuva 7). Tuulen dynaaminen paine saadaan laskettua Bernoullin lain kaavaa apuna käyttäen (Kaava 4).

$$\frac{1}{2} \times \rho v^2$$

Kaava 4. Tuulen dynaaminen paine

$$C_x = \frac{\text{Wind force (head component)}}{\text{Wind dynamic pressure * perpendicular area projection}}$$

$$C_y = \frac{\text{Wind force (side component)}}{\text{Wind dynamic pressure * lateral area projection}}$$

$$C_n = \frac{\text{Yaw moment}}{\text{Wind dynamic pressure * lateral area projection * Length over all}}$$

Kuva 16. Tuulenvastuskerroin kaava (RMC Oy:n sisäinen suunnitteluaineisto 2020).

Tuulen voiman suhteessa alukseen määrittää tuulen suunta ”wind angle” (Kuva 17) ja tuulen nopeus sekä tuulipinta-alan koko. Alla esitetyistä taulukosta voidaan lukea tuulivoimat ja tuulenvastuskertoimet 10 m/s tuulella (Kuva 17).

wind angle	F_x [N]	F_y [N]	M_z [Nm]	c_x	c_y	c_n
0	-23398	370	69705	0,422	0,001	0,001
15	-25789	96622	4052643	0,465	0,294	0,058
30	-13845	253306	6756516	0,250	0,771	0,097
45	20628	416113	9720873	-0,372	1,266	0,140
60	1645	324073	4999091	-0,030	0,986	0,072
75	-5394	300790	1558771	0,097	0,915	0,022
90	-15707	270739	-1240114	0,283	0,824	-0,018
105	-15709	298886	-3197061	0,283	0,909	-0,046
120	5830	278039	-5854259	-0,105	0,846	-0,084
135	11002	365438	-9825008	-0,198	1,112	-0,141
150	34861	281793	-9117329	-0,628	0,857	-0,131
165	37707	107102	-4654889	-0,680	0,326	-0,067
180	31619	-2558	-149080	-0,570	-0,008	-0,002

Kuva 17. Tuulivoimat ja vastuskertoimet (RMC Oy:n sisäinen suunnitteluaineisto 2020).

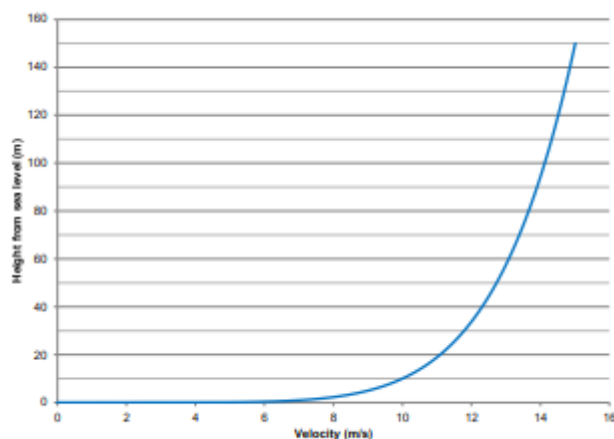


Figure 3. Sea wind profile.

Kuva 18. Tuulen nopeusprofiili (RMC Oy:n sisäinen suunnitteluaineisto 2020).

Aluksen tilaaja asettaa telakalle vaatimukset ohjailukyvystä. Ohjailukyky muodostuu tuulipinta-alan ja tuulivoiman (Kuva 18) suhteesta ohjailulaitteiden kyvykkyyteen. Ohjailulaitteiden kyvykkyys muodostuu konetehosta, ohjailulaitteiden ominaisuuksista sekä ohjailupotkuri laitteiston tehokkuudesta. Simulaatiolla saadaan selville tuulen vaikutus hitailla nopeuksilla ajamiseen. Hitailla nopeuksilla ajetaan esimerkiksi aluksen lähestyessä laituria, jolloin aletaan valmistautua aluksen kiinnitystä varten. Lähtiessä satamasta tai muusta kiinnityspaikasta alusta joudutaan ohjailemaan hitailla

nopeuksilla. Saapuessa ja lähtiessä käytetään aluksen ohjailun apuna ohjailupotkureita. Simulaatioissa tärkein selvittävä asia on sivuttaissuuntainen ohjailukyky. Pituussuuntaisen ohjailukykyyn selvittäminen on toissijaista, sillä aluksen pääkoneiden ja potkurilaitteiden teho on huomattavasti voimakkaampi kuin ohjailupotkureiden teho.

## 2.7 PROJECTED SAIL AREA AND CENTER OF GRAVITY

Draught (m)	Wind Area (m <sup>2</sup> )	ZCA of wind area from BL (m)	Moment arm of wind area (m)	Wind pressure (N/m <sup>2</sup> )	Wind force (ton)	Wind moment (ton m)	Displacement (ton)	Wind heeling lever in GZ-curve (m)	Wind heeling lever 1.5 times in GZ-curve (m)
5.70	5876	20.86	18.01	504	302	5436	19327	0.281	0.422
5.90	5835	20.96	18.01	504	300	5400	20215	0.267	0.401
6.00	5815	21.02	18.02	504	299	5382	20664	0.260	0.391
6.50	5713	21.28	18.03	504	293	5291	22955	0.231	0.346
7.00	5610	21.55	18.05	504	288	5201	25333	0.205	0.308
7.10	5589	21.60	18.05	504	287	5183	25821	0.201	0.301

Kuva 18. Tallink My Star tuulipinta-ala (RMC:n sisäinen suunnitteluaineisto 2020).



## 8 TULOKSET JA YHTEENVETO

Rauman telakan varustelulaiturilla koettiin tapaus, jossa havaittiin aluksen kiinnityksen kanssa olevan ongelmia. Tapahtuman seurauksena kiinnitysvälineistö oli kärsinyt vahinkoa. Tämän seurauksena telakan toimihenkilöt halusivat selvityksen tulevasta Tallink My Star aluksen kiinnityksestä. Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin saada varmistus varustelulaiturilla vierailevien alusten turvallisesta kiinnityksestä. Toisena tavoitteena oli selvittää varustelulaiturilla vaikuttavien sääolosuhteiden merkitys aluksen kiinnityksen pitävyyteen.

Työn lähdemateriaalia läpikäydessä vahvistui käsitys aluksen kiinnityksen ja kiinnityksen pitävyyteen liittyvistä tekijöistä. Turvallinen aluksen kiinnittäminen vaatii yhteistyötä ja ymmärrystä koko aluksen henkilöstöltä. Aluksen kansi- ja konepäällystöllä on vastuullinen tehtävä johtaa osastojen alainen toiminta aluksen kiinnitystilanteissa.

Aluksen kiinnittäminen laituriin tai muuhun haluttuun komponenttiin kuuluu merenkulun perusteisiin. Kiinnitystä valmistellessa tulee tehdä riskinarviointi. Riskinarviointiin kuuluu aluksen ohjailuominaisuudet, koko, massa ja vallitsevat sääolosuhteet. Käsittelyn ja aluksen ohjaamisen perustana toimii kattava tietopohja siitä, miten operoinnin alainen alus käyttäytyy ajettaessa. Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta onnistuneen aluksen kiinnityksen olevan seurausta onnistuneesta riski arviosta sekä aluksen miehistön oikeaoppisesta toiminnasta.

Kiinnityslaitteiden ominaisuudet määräytyvät tulevan operoinnin ja luokituslaitoksen vaatimuksien mukaan. Järjestelmän osien tulee kestää operoinnista aiheutuvat kuormitustilanteet.

Vaikeat sääolosuhteet tulee jatkossa huomioida päivittäisessä operoinnissa Rauman telakalla. Telakalla havaittiin kovien yli 15m/s pohjoisesta ja luoteesta suuntautuvien tuulien, sekä erityisesti kovien puuskien aiheuttavan hankaluuksia varustelulaiturilla. Tutkimuksessa saatiin selville myrskytuulipäivien keskiarvo, joka on 27 päivää vuodessa. Lisäksi tutkimuksen mukaan huomionarvoisia tuuliolosuhteita ilmenee erityi-

sesti loppusyksystä ja alkutalvesta. Kyseisinä vuodenaikoina kiinnitykseen ja kiinnityslaitteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Vedenkorkeuden runsas vaihtelu on Suomen rannikolla lähes aina seurausta kovista tuuliolosuhteista. Voidaan siis todeta, että merkittävin sääolosuhde aluksen kiinnitystä tarkasteltaessa on tuuli.

Aluksen kiinnityksen pitävyyttä tarkasteltaessa on hyvä asennoitua niin, että jokainen päivä on ainutlaatuinen. Jotta voidaan varmistua aluksen laiturissa pysymisestä, varustelulaituri neljällä aluksen kiinnityksestä vastaavan henkilön tulee olla tietoinen kaikista kiinnitykseen vaikuttavista seikoista ja muutoksista.

Lähdemateriaalina tässä työssä käytettiin merenkulun koulutusohjelman, merikapteeni (AMK) oppikirjoja, tekstilähteitä ja internet-sivuja. Koulutusohjelman oppimateriaalia voidaan pitää harkittuna ja luotettavana lähdemateriaalina. Teknisenä kirjallisuutena käytettiin Rakennusinsinööriliiton julkaisuja sekä teknistä laivanrakennusta koskevaa teosta. Rakennusinsinööriliitto on julkaissut useita teoksia ja ohjeistuksia vesirakentamisen osalta. Koska osa opinnäytetyössä käytetyistä materiaaleista on salassapitosopimuksen alaista tietoa, pyrittiin työn luotettavuutta lisäämään esittämällä käytetyt laskut ja kaavat mahdollisimman avoimesti ja yksityiskohtaisesti.

Opinnäytetyö lisäsi kirjoittajan ammattitaitoa ja kiinnostusta kiinnityslaitteiden asentamisesta telakalla. Työtä voidaan käyttää tulevaisuudessa pohjana aluksen kiinnitystä suunniteltaessa varustelulaituri neljällä. Työ toimii oppaana merenkulusta ja aluksen kiinnityksestä kiinnostuneille alan opiskelijoille. Osaa työn aiheista käsiteltiin pintapuolisesti tämän seurauksena, työtä tehdessä valkeni aiheita, joita olisi mahdollista tarkastella syvemmin esimerkiksi tulevissa opinnäytetöissä. Esimerkiksi mooring-järjestelmän laitteiden asentamisesta.

## LÄHTEET

- Arkke, P. 2000, Laivatekniikka modernin laivanrakennuksen käsikirja, toim. Räisänen, P. 2., korjattu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino
- Britannia P&I www-sivut. 2021. Viitattu 9.2.2021. <https://britannia-pandi.com/2018/10/mooring-and-berthing/>
- Böös, J. 2010. Alusten aiheuttamat kuormitukset laiturirakenteisiin. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Viitattu 9.1.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14145/Boos\\_Joni.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14145/Boos_Joni.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hollming Oy www-sivut. 2021. Viitattu 9.1.2021. <http://www.hollming.fi/fin/yritys/historia/15>
- Ilmatieteenlaitos www.sivut. 2021. Viitattu 9.1.2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/teematietoa-vedenkorkeus>
- Ilmatieteenlaitos www.sivut. 2021. Viitattu 11.2.2021 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuulitilastot>
- Ilmatieteenlaitos www.sivut. 2021. Viitattu 11.2.2021 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeusennatykset-suomen-rannikolla>
- Kongsberg Maritime Oy, Technical Specification NO. 18-11526. Viitattu 11.2.2021.
- Puolustusvoimat. 2021. Laivue – 2020. Viitattu 24.2.2021. <https://puolustusvoimat.fi/laivue-2020>
- RIL 123 Vesirakenteiden suunnittelu. Suomen rakennusinsinöörien liitto 1979. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto r.y.
- RIL 144 Rakenteiden kuormitusohjeet. Suomen rakennusinsinöörien liitto 2002. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto r.y.
- RIL 236 Satamalaitureiden kunnonhallinta. Suomen rakennusinsinöörien liitto 2006. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto r.y.
- Rauma Marine Constructions www-sivut. 2021. Viitattu 9.1.2021. <https://rmcfinland.fi/fi/yrityksesta/rauman-telakka/>

RMC 2021. Rauma Marine Constructions Oy, Sisäinen suunnitteluaineisto. Viitattu 24.2.2021.

RMC 2019. Rauma Marine Constructions Oy, Sisäinen suunnitteluaineisto. Viitattu 20.12.2020.

Räisänen, P. (toim.) 2000. Laivatekniikka. 2., korjattu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Tallink Silja www.sivut. 2021. Viitattu 9.2.2021. <https://www.tallinksilja.fi/blogi/-/blogs/uuden-mystar-laivan-rakentaminen-alkoi-rauman-telakalla>

Vuorio, T. 2014. Mooring-laitteiston vaikutus runkosuunnitteluun. AMK-opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu.

Vesi.fi www-sivut. 2021. Viitattu 22.2.2021. <https://www.vesi.fi/vesitieto/merenpinnan-vaihtelut/>