

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

Meritekniikka

2024

Kaisa Hörkkö

Laivan sisäisten portaiden ja tikkaiden suunnittelu jäätä murtavaan alukseen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka | Meritekniikka

2024 | 38 sivua

Kaisa Hörkkö

Laivan sisäisten portaiden ja tikkaiden suunnittelu jäätä murtavaan alukseen

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja koota yhteen tietoa, jota tarvitaan laivan sisäisten portaiden ja tikkaiden suunnitteluun Kanadassa rakennettavaan jäätä murtavaan alukseen. Työssä listataan suunnittelussa huomioon otettavat säännöt ja standardit sekä tarkastellaan muiden laivan osa-alueiden vaikutusta portaisiin ja tikkaisiin.

Laivanrakennusalalla on runsaasti erilaisia sääntöjä ja standardeja, joista kerättiin yhteen ne, jotka vaikuttavat laivan sisäisten portaiden ja tikkaiden suunnitteluun. Tässä työssä on tutkittu kansainvälisiä säädöksiä ja koodeja sekä Kanadassa noudatettavia kansallisia sääntöjä ja standardeja. Työssä on myös listattu portaiden ja tikkaiden suunnitteluun vaikuttavien muiden osa-alueiden järjestelypiirustukset, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelutyössä.

Opinnäytetyön osana tehtiin saatujen tietojen ja tulosten pohjalta työn tilaajalle, Elomatic Consulting & Engineering Oy:lle, kattava suunnitteluohje yrityksen työntekijöiden käyttöön. Ohjeen tarkoituksena on, että henkilö, joka ei ole aikaisemmin suunnitellut portaita ja tikkaita, pystyy ohjeen avulla laatimaan sääntöjen ja standardien mukaisen järjestelypiirustuksen laivan sisäisille portaille ja tikkaille.

Asiasanat:

Suunnittelu, portaat, tikkaat, säännöt, jäänmurtaja

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering | Marine Engineering and Naval Architecture

2024 | 38 pages

Kaisa Hörkkö

Designing of a ship's internal stairs and ladders in an ice breaking vessel

The objective of this thesis was to study and compile information needed for designing internal stairs and ladders in an ice breaking ship that is planned to be built in Canada. Rules and standards regarding the design are listed in this thesis in addition with other divisions that are affecting stairs and ladders in ship.

There are plenty of different rules and standards in the shipbuilding industry. The ones that affect the designing of a ship's internal stairs and ladders were collected and listed in this thesis. International regulations and codes, as well as national rules and standards followed in Canada were researched. This thesis also lists all the arrangements from other divisions that need to be considered in designing of internal stairs and ladders.

As a part of this thesis, a comprehensive instruction document was compiled based on the information and results obtained. The instruction was made for the client of this thesis, Elomatic Consulting & Engineering. The purpose of the instruction is that a person who has not designed stairs and ladders before can, with the help of the instruction, create an arrangement for a ship's internal stairs and ladders that are compatible with the required rules and standards.

Keywords:

Design, stairs, ladders, rules, icebreaker

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Säännöt ja standardit	8
2.1 ASTM International	8
2.2 International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)	8
2.3 International Code for Fire Safety Systems (FSS)	9
2.4 International Labour Organization (ILO)	9
2.5 Luokituslaitosten säännöt	9
2.6 Maritime Occupational Health and Safety Regulations (MOHS)	10
2.7 Telakan omat standardit	10
2.8 Sääntöjen priorisointi	10
3 Muiden järjestelypiirustusten vaikutus	12
3.1 Yleisjärjestely	12
3.2 Pakotiejärjestely	13
3.3 Eristyskaavio	13
3.4 Seinäpaneelijärjestely	15
3.5 Kattopaneelijärjestely	15
3.6 Luukkukaavio	16
3.7 Ritiä- ja lattialevyjärjestely	17
3.8 Kaidejärjestely	17
4 Portaiden suunnittelu	18
4.1 Suunnittelun lähtötiedot	19
4.2 Portaikon geometria	19
4.3 Porrasmalli	22
4.4 Vapaa kulku portaikoissa	23
4.5 Porrastasanteet ja lepotasot	23
4.6 Ovien viemä tila porraskuvassa	24
4.7 Kaiteet portaissa	25

5 Tikkaiden suunnittelu	26
5.1 Tikkaiden geometria	26
5.2 Tikastyypit	26
5.3 Vapaa kulku ja välitasanteet	28
5.4 Luukun ja kansiaukon vaikutus	30
5.5 Putoamissuojaus	32
6 Yhteenveto	35
Lähteet	37

Kuvat

Kuva 1. Esimerkkikuva, jossa harmaapohjalle on lisätty tikkaiden lisäksi kulkuaukot ja portaikko sekä kaari- ja longitudinal-merkinnät.	13
Kuva 2. Eristyksen sijoittelu eristyskaaviossa.	14
Kuva 3. Tarkennettu kuva eristyksestä.	15
Kuva 4. Tikkaiden asettelu luukun aukeamissuunnan mukaan.	16
Kuva 5. Havainnollistava kuva portaikon kiinnittämisestä tukirakenteeseen.	17
Kuva 6. 3D-mallista otettu havainnekuva pääportaikosta (Elomatic 2024).	18
Kuva 7. Portaikon geometria.	22
Kuva 8. Pakoteiden laskennassa käytettävä havainnointikuva (FSS Code, Chapter 13).	24
Kuva 9. Kaksijohteiset tikkaat.	27
Kuva 10. Yksittäiset tikasaskelmat.	28
Kuva 11. Tikkaiden sijoitus sivusta katsottuna.	29
Kuva 12. Esimerkki porrastetusta tikaskulusta (EN ISO 14122-4:2016, 9).	30
Kuva 13. Tikkaiden jatkuminen kansiaukon yläpuolelle.	31
Kuva 14. Tikkaan jatkuvuus on korvattu kahvoilla luukun takia.	32
Kuva 15. Putoamispysäytinjärjestelmä (Diversified fall protection 2024).	33
Kuva 16. Häkkisuoja tikkailla (Wilde Group 2013).	34

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

ASTM	American Society for Testing and Materials
AutoCAD	Suunnitteluohjelmisto
Bulkhead	Laipio
CL	Centerline, keskiviiva
Deck	Kansi
Frame (FR tai #)	Kaari, laivan pituussuuntainen koordinaatti
FSS Code	International Code for Fire Safety Systems
GA	General Arrangement eli yleisjärjestely, laivan pohjapiirustus
IACS	International Association of Classification Societies, luokituslaitosten kattojärjestö
ILO	International Labour Organization, kansainvälinen työjärjestö
IMO	International Maritime Organization, kansainvälinen merenkulkujärjestö
Jäykiste	Sekundäärinen tukirakenneosa laivassa
Longitudinal	”Longi”, laivan poikittaissuuntainen koordinaatti
Manusluukku	Pulteilla kiinni oleva pieni luukku, jonka kautta pääsee tankkeihin ym. suljettuihin tiloihin
PS	Paapuuri, laivan vasen puoli perästä katsottuna
SB	Styyrpuuri, laivan oikea puoli perästä katsottuna
SOLAS	International Convention for Safety of Life at Sea

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ja koota yhteen tietoa laivan sisäisten portaiden ja tikkaiden suunnittelua varten. Opinnäytetyö kerää yhteen myös suunnitteluun tarvittavat säännöt ja standardit. Työ keskittyy jäätä murtavan aluksen suunnitteluun, koska esimerkkinä käytettiin toimeksiantajalla käynnissä olevaa projektia, jossa jäätä murtavan aluksen suunnittelu on tilattu asiakkaalle Kanadaan. Tämän takia opinnäytetyön säännöt ja standardit-luvussa on otettu huomioon myös amerikkalainen ja kanadalainen säännöstö. Opinnäytetyöstä löytyy myös muutamia alalla yleisesti hyväksi todettuja sääntöjä, joita suunnittelussa ja laivanrakennuksessa tulisi seurata ja joista ei ole mahdollista esittää lähdeviittauksia. Laivan suunnittelussa ja rakennuksessa käytetään paljon englanninkielisiä termejä. Nämä on merkitty opinnäytetyöhön selventämään suomenkielisiä käännöksiä ja termejä.

Opinnäytetyön tavoitteena on, että kokematon suunnittelija saisi tästä työstä tarvittavan avun portaiden ja tikkaiden suunnittelun aloittamiseen.

Opinnäytetyön ohessa tehtiin toimeksiantajalle kattava suunnitteluohje, jota toimeksiantajan työntekijöiden on mahdollista käyttää suunnittelun apuna projekteissa. Suunnitteluohje sisältää salassa pidettävää tietoa, joten sitä ei liitetä opinnäytetyöhön.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen Elomatic Consulting and Engineering Oy, jonka toimialana on kone- ja prosessisuunnittelu. Se on perustettu vuonna 2004 ja on osa vuonna 1970 perustettua Elomatic Oy konsernia. Elomatic tarjoaa asiakkailleen suunnittelu- ja konsultointipalvelua meriteollisuudessa, prosessiteollisuudessa, sekä biotekniikka- ja lääketeollisuudessa. (Elomatic 2023; Kauppalehti 2024).

2 Säännöt ja standardit

Laivojen suunnittelua ohjaa huomattava määrä erilaisia standardeja ja sääntöjä, joita kehitetään ja uudistetaan jatkuvasti, perustuen kokemukseräiseen tietoon sattuneista tapahtumista. Noudattamalla annettuja sääntöjä voidaan taata aluksen toimivuus ja turvallisuus. Tässä luvussa käydään läpi tarvittavat säädökset ja standardit portaiden ja tikkaiden suunnittelua varten.

2.1 ASTM International

ASTM International on amerikkalainen standardointiorganisaatio, joka luo kansainvälisiä standardeja eri aloille. Kanadaan sijoittuvassa laivaprojektissa käytetään ASTM:n standardia F1166: ”Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities”, joka säätelee muun muassa vaatimuksia liittyen työntekijöiden ergonomisiin tarpeisiin ja turvallisuuteen. (ASTM 2024).

ASTM:n F1166-standardissa on mitat muunnettu Yhdysvaltojen yksikköjärjestelmästä SI-järjestelmään. Suurin osa standardin mitoista on alun perin ilmoitettu tuumina, joista ne on muunnettu myös millimetreiksi. Tämän takia opinnäytetyössä ilmoitetut ASTM:n mitat voivat vaikuttaa erikoisen tarkoilta (esim. 178 mm), kun sen voisi pyöristää tasaisempaan lukuun (esim. 180 mm).

2.2 International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)

SOLAS on kansainvälisen merenkulkujärjestö International Maritime Organizationin (IMO) alainen säännöstö, joka kehitettiin Titanicin uppoamisen jälkeen. Siitä saakka sitä on päivitetty ja siihen on lisäilty ottaen oppia merellä tapahtuvista onnettomuuksista. SOLAS määrittää vähimmäisvaatimukset koskien aluksen rakennusta, toimintaa ja varustelua, jotka ovat yhteneväisiä turvallisuuden kanssa.

2.3 International Code for Fire Safety Systems (FSS)

FSS Code on tehty tarkentamaan SOLAS-sopimuksen luvun II-2 vaatimuksia, jotka koskevat palonsammutusjärjestelmiä sekä pakoteitä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään sääntöihin pakoteistä, jotka vaikuttavat portaiden suunnitteluun.

2.4 International Labour Organization (ILO)

Kansainvälinen työjärjestö eli ILO, on vuonna 1919 perustettu järjestö, joka pyrkii standardien avulla parantamaan työoloja eri aloilla. Standardeja valvotaan jatkuvasti jäsenmaissa ja parannuksia ehdotetaan tarvittaessa. Toisen maailmansodan jälkeen ILO liitettiin YK:n alaiseksi erityisjärjestöksi. Laivoilla noudatetaan ILO:n sopimusta Maritime Labour Convention (2006), joka on vapaasti käännettynä suomeksi merityösopimus. Tämä sopimus määrittää kunnolliset työolot merellä työtä tekeville henkilöille. Portaiden- ja tikkaiden suunnittelutyössä tulee ottaa huomioon sopimuksessa määritetyt enimmäis- ja vähimmäismitat laivan yleisissä tiloissa. (ILO 2024a, ILO 2024b).

2.5 Luokituslaitosten säännöt

Laivaa suunniteltaessa sille valitaan myös luokituslaitos. IACS:sin jäsenenä toimivia luokituslaitoksia on opinnäytetyön teon aikana yhteensä kaksitoista ja ne ovat seuraavat:

- American Bureau of Shipping (ABS)
- Bureau Veritas (BV)
- China Classification Society (CCS)
- Croatian Register of Shipping (CRS)
- Det Norske Veritas (DNV)
- Indian Register of Shipping (IRS)
- Korean Register (KR)

- Lloyd's Register (LR)
- Nippon Kaiji Kyokai (NK)
- Polish Register of Shipping (PRS)
- RINA Services Sp.A (ent. Registro Italiano Navale)
- Türk Loydu

Tässä työssä otetaan huomioon Lloyd's Registerin säännöt. (IACS 2024).

2.6 Maritime Occupational Health and Safety Regulations (MOHS)

MOHS on Kanadan hallituksen ylläpitämä merenkulun työterveys- ja turvallisuusjärjestö, joka valvoo Kanadan työskentelymääräyksiä sekä merenkulun työterveys- ja turvallisuusmääräyksiä. Järjestöllä on omat tarkastajat, jotka varmistavat, että merenkulun työnantajat noudattavat annettuja määräyksiä. (Government of Canada 2024).

2.7 Telakan omat standardit

Laivan valmistavan telakan ollessa tiedossa, tulee telakan omat standardit ottaa myös huomioon suunnitteluvaiheessa. Telakoilla on tapana luoda omat valmistusstandardinsa, jotka on räätälöity telakan omaa tuotantotapaa ja käytössä olevia materiaaleja silmällä pitäen. Nämä standardit eivät ole yleisessä tiedossa telakan kilpailukyvyyn säilyttämiseksi. Tämän takia telakan standardien sääntöjä ei näytetä tässä opinnäytetyössä.

2.8 Sääntöjen priorisointi

Edellä mainitut säännöt eroavat jonkin verran toisistaan, mutta yleisenä sääntönä voidaan pitää sitä, että SOLAS- ja FSS – säännöt tulee ehdottomasti täyttää. Portaiden ja tikkaiden suunnittelun osalta ASTM on tiukempi. Sen sääntöjen täyttämiseen tulee tähdätä asiakkaan pyyntöjen mukaan, mutta tosielämässä suunnittelussa saattaa tulla vastaan tilanteita, joissa kaikista

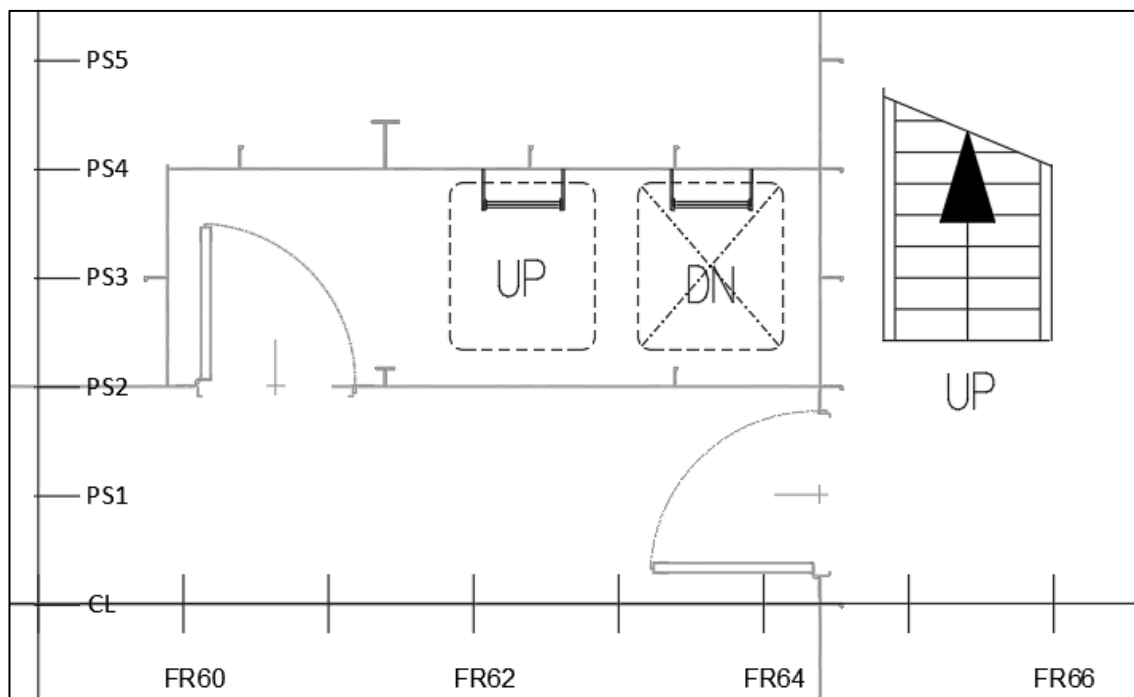
tiukimpia sääntöjä ei saada täytettyä. Tällöin tulee asiasta keskustella laivan tilaajan kanssa ja pyytää lupaa poikkeamaan tai löytää yhdessä vaihtoehtoinen ratkaisu tilanteeseen.

3 Muiden järjestelypiirustusten vaikutus

Laiva on kokonaisuus, jossa kaikki vaikuttaa kaikkeen. Siksi on erityisen tärkeää ottaa omassa suunnittelussa huomioon myös muiden osa-alueiden järjestelmät ja järjestelypiirustukset, jotka vaikuttavat omaan suunnittelutyöhön sekä toisinpäin. Jatkuva kommunikointi muiden suunnittelijoiden kanssa sekä osastojen välinen yhteistyö on onnistuneen työn kannalta tärkeää, jotta varmistutaan, että toisiinsa vaikuttavat järjestelypiirustukset ovat ajan tasalla. Tässä luvussa kerrotaan, mitkä kaikki muut järjestelypiirustukset suunnittelijan tulisi ottaa huomioon portaita ja tikkaita suunnitellessa.

3.1 Yleisjärjestely

Yleisjärjestely eli General Arrangement, josta käytetään myös lyhennystä GA, kuvaa nimensä mukaisesti yleisesti koko laivan tilajärjestelyä. GA:sta tehdään useita revisioita, joista ilmenee tehdyt päivitykset. Porras- ja tikaspiirustusta aloittaessa on hyvä ottaa uusien revisioiden yleisjärjestelystä ns. harmaapohjana eli kopioidaan yleisjärjestely toiseen AutoCADin dwg-tiedostoon, johon merkitään portaiden ja tikkaiden sijainnit. GA:ssa näkyy teräsrunko, jonka puitteisiin portaat ja tikkaat asetellaan. GA:ssa määritetyt aukot portaille sekä tikkaille saattavat olla hyvinkin alustavat, ellei niitä ole ehditty porras- ja tikasjärjestelyn tekijän toimesta tarkistamaan. Siksi on tärkeää, että aukkojen paikat tarkistetaan, kun portaita ja tikkaita suunnitellaan kaikkien sääntöjen mukaan. Kuvassa 1 on havainnollistettu portaiden ja tikkaiden sekä tikkaiden aukkojen merkitsemistä ns. harmaapohjaan.



Kuva 1. Esimerkkikuva, jossa harmaapohjalle on lisätty tikkaiden lisäksi kulkuaukot ja portaikko sekä kaari- ja longitudinal-merkinnät.

3.2 Pakotiejärjestely

Pakotiejärjestely (engl. escape plan) on tärkeää ottaa huomioon heti suunnittelun alkuvaiheessa. Pakotiejärjestelyyn merkitään aluksessa olevat ensisijaiset ja toissijaiset pakotiet. Yleisesti portaat ja tikkaat toimivat pakoteinä laivoissa, pois lukien huoltotikkaat. Pakotiejärjestelyn tekijä määrittää portaiden minimileveyden FSS koodin sääntöjen mukaan. Pakotiejärjestelyyn merkitään ensisijaiset pakotiet vihreällä nuolella ja toissijaiset pakotiet vihreällä katkoviiva nuolella.

3.3 Eristyskaavio

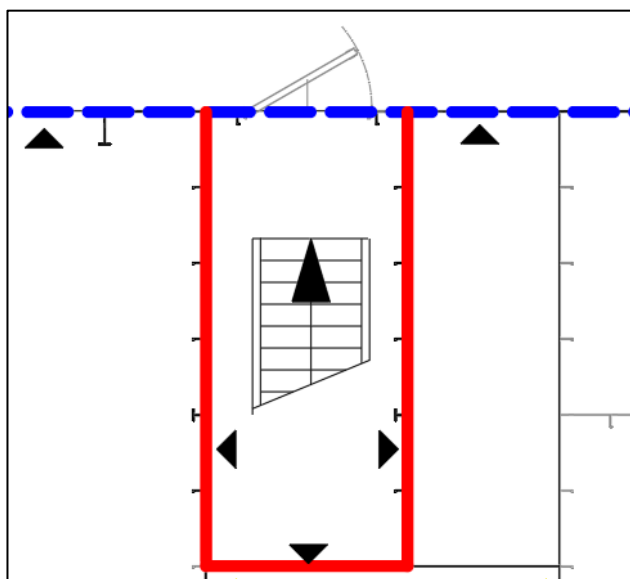
Eristyskaaviosta (engl. insulation plan) näkee, minkä laatuista ja paksuista eristysmateriaalia tulee sitä vaativiin paikkoihin. Eristykset voidaan luokitella seuraaviin kategorioihin:

- Paloeriste (fire insulation)
- Lämpöeriste (thermal insulation)
- Akustinen (acoustic insulation)
- Yhdistetty (combined insulation)

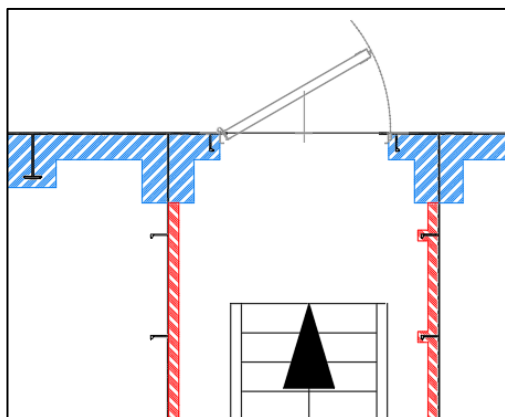
Paloeristettä on eri paksuisina riippuen paloluokituksesta (A-60, A-15, A-0) sekä eristeen valmistajasta. Eristeen paksuus riippuu myös siitä, tuleeko eriste kanteen vai laipioon kiinni. Myös jäykisteet vaikuttavat siihen, paljonko tilaa eriste vie, koska eristeen tulee vuorata koko alue, myös jäykisteen päältä. Levykentässä on yleensä paksumpi eriste kuin jäykisteen päällä. Jos eri laatuista eristeitä on monta päällekkäin, tulee paloeriste aina ensimmäisenä levykenttään kiinni.

Eristeen sijainti, paksuus sekä laatu löytyvät kaikki eristekaaviosta.

Huomioitavaa on, että jos eriste sijoittuu laipiossa porraskuilun puolelle, se vie paljon tilaa molemmilta sivuilta etenkin, jos jäykisteet ovat myös porraskuilun puolella. Eristekaavioon tehdään merkintä esimerkiksi pienillä nuolilla, kummalle puolelle laipiota eriste tulee. Alla olevissa kuvissa 2 ja 3, joissa sininen väri kuvaa paksumpaa lämpöeristystä ja punainen paloeristystä, näkyy eristyksen sijoittelu.



Kuva 2. Eristyksen sijoittelu eristyskaaviossa.



Kuva 3. Tarkennettu kuva eristyksestä.

Eriste kiinnitetään hitsaustapeilla teräspintaan kiinni ja ne ovat eristettä noin 10–20 mm pidempiä, jotta eristeen ja mahdollisesti päälle tulevan rakenteen väliin jää ilmavara, joka estää kondensoitumisen. (Räisänen 2000, 43-6).

3.4 Seinäpaneelijärjestely

Seinäpaneelijärjestelystä (engl. Linings and Bulkhead Arrangement) näkee, minkä paksuisia ja laatuksia sisustusseinä portaikkoon mahdollisesti tulee. Seinäpaneelit asennetaan niin, että laipioon kiinnitetään metalliset koolaukset, joihin seinäpaneelit tulevat kiinni. Portaikkojen suunnittelussa tämä tulee ottaa huomioon, koska koolaukset sekä seinäpaneelit vievät tilaa portaikolta sekä porrastasanteelta. Yleinen seinäpaneelin paksuus on 25 mm, mutta paneelien paksuus vaihtelee materiaalin ja paloeristysluokan mukaan 20 millimetristä 50 millimetrin paksuuteen. (Räisänen 2000, 43-7).

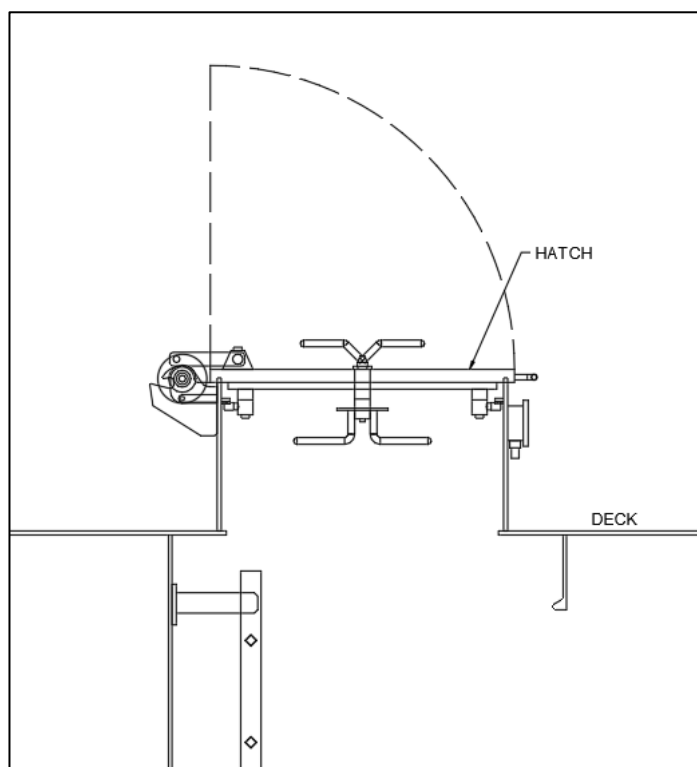
3.5 Kattopaneelijärjestely

Kattopaneelijärjestelystä (engl. Ceiling Arrangement) näkee minkä paksuisia ja laatuksia paneeleja tulee kattoon kiinni. Katoissa kulkee putkia sekä kaapeleita, jotka halutaan suojata ja esteettisyyden takia peittää erityisesti asuintiloissa ja

yleisissä tiloissa. Kattopaneelit tai -vuoraukset kiinnitetään pitkälti samalla tavalla kuin seinäpaneelitkin, eli koolausputkilla. Näihin tulee kiinni vielä kannatinkiskot, joihin paneelit kiinnitetään. Kattopaneelien tulee aina olla palamatonta materiaalia. Ne ovat valmistettu teräksestä tai alumiinista ja ovat alle millimetrin paksuisia. Paloluokkien B-0 ja B-15 kattopaneeleissa on myös vuorivillatäyte. (Räisänen 2000, 43-9).

3.6 Luukkukaavio

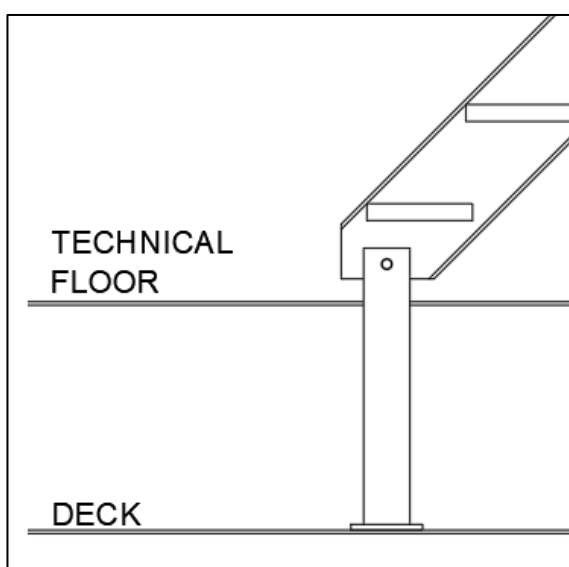
Luukkukaavio (engl. Hatch Arrangement) kertoo aluksella sijaitsevien luukkujen sijainnin ja tyypin. Luukun kautta noustaan tikkailla ylös ja ne voivat olla joko pakoteitä tai huoltoluukkuja. Luukun sijainti ja aukeamissuunta määrittää tikkaiden paikan. Tikkaat tulisi sijoittaa niin, että luukku aukeaa tikkaisiin nähden joko sivuille tai eteen. Tällöin noudatetaan hyvää ergonomiaa, kun vartaloon ei tule turhaa kääntöä tikkaita ylös noustessa. Alla olevassa kuvassa 4 on tikkaiden sijaintia havainnollistava kuva luukun aukeamissuuntaan nähden.



Kuva 4. Tikkaiden asettelu luukun aukeamissuunnan mukaan.

3.7 Ritiä- ja lattialevyjärjestely

Ritiä- ja lattialevyjärjestelypiirustus (engl. Internal Gratings and Floorplate Arrangement) ilmaisee aluksessa olevien ritiälattioiden sekä välitasojen (ns. turkki) sijainnin aluksessa. Tämä on oleellinen tieto portaiden ja tikkaiden suunnittelussa, koska se määrittää kiinnitystavan. Välitasoon tai ritiään (engl. technical floor / raised floor) itseensä ei saa kiinnittää portaita eikä tikkaita, vaan ne tulee kiinnittää tukipalkkeihin ja välitasoja kannattaviin rakenteisiin, kuten seuraavassa kuvassa 5 tuodaan esille.



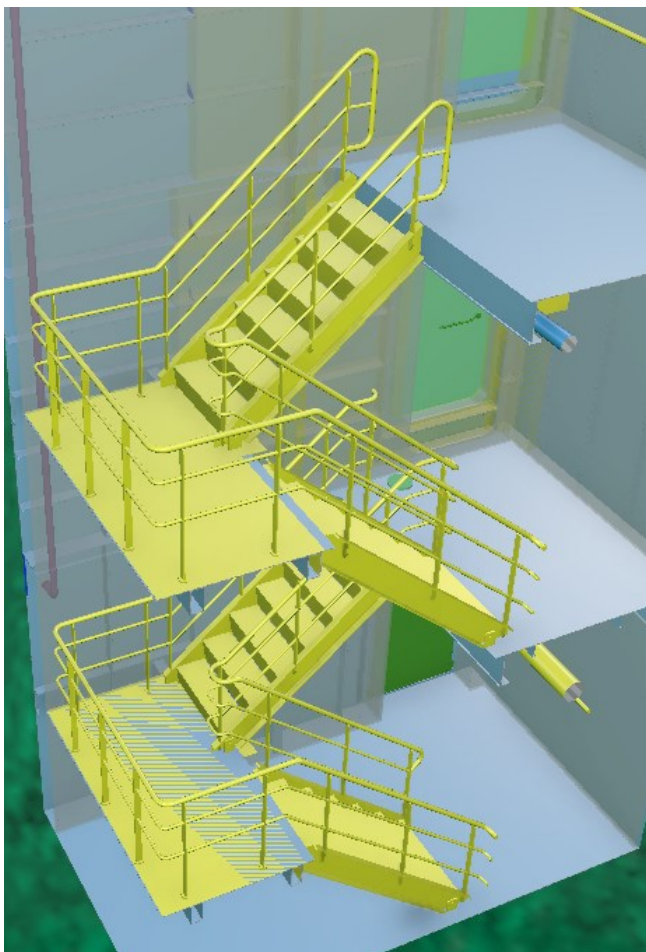
Kuva 5. Havainnollistava kuva portaikon kiinnittämisestä tukirakenteeseen.

3.8 Kaidejärjestely

Kaidejärjestelystä (engl. Rails and Handrails Arrangement) näkee minkä tyyppisiä kaiteita aluksessa on ja niiden sijainnit. Tähän järjestelyyn merkitään myös mahdolliset putoamissuojat ja niiden sijainnit sekä kaiteiden tarkempi rakenne. Kaidejärjestelystä on mahdollista tarkistaa, että kaiteet ovat porras- ja tikaskuvassa oikealla korkeudella, ja siten kaiteen jatkuvuus on ergonominen.

4 Portaiden suunnittelu

Tässä luvussa esitellään portaiden suunnittelua yleisellä tasolla sekä syvennyttään tarkemmin muutamiin yksityiskohtiin, jotka tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Portaita käytetään siirtymiseen tasolta toiselle, ja ne voivat ulottua vertikaalisesti yhdelle kansivälille tai monen kansivälin verran. Jos portaat kattavat monta kansiväliä, voidaan niitä kutsua pääportaikoiksi (engl. main staircase), kuten kuvassa 6. Jos ne kattavat yhden kansivälin, voidaan puhua portaikosta (engl. stairway / staircase). Nämä eivät ole virallisia nimikkeitä, mutta molempia käytetään ja niillä pyritään luokittelemaan ja siten helpottamaan portaiden suunnittelua ja niistä käytävää keskustelua.



Kuva 6. 3D-mallista otettu havainnekuva pääportaikosta (Elomatic 2024).

4.1 Suunnittelun lähtötiedot

Suunnittelun aloittamiseksi tarvitaan aluksen teräsrunгон tiedot. Teräsrunko määritellään pitkälti jo konseptivaiheessa, mutta pienempiä muutoksia pystyy tekemään myöhemmässä vaiheessa, kunhan siitä keskustellaan tarvittavien disipliinien kanssa. Portaiden suunnittelussa on erityisen tärkeää kommunikoida runko-osaston kanssa, koska esimerkiksi jäykisteiden ja aukkojen siirtäminen tai koon muuttaminen tulee hyväksyttävä heillä.

Laivaerittelystä, joka yleensä on tarjolla, saa tarkempaa tietoa. Laivaerittely on dokumentti, johon on määritelty selkeästi uuden rakennettavan aluksen ominaisuudet, mitä sääntöjä noudatetaan sekä mitä menettelytapoja käytetään. (Wärtsilä 2024).

Portaikkojen tilantarve tulisi ottaa huomioon jo runkosuunnittelun alkuvaiheessa. Tilantarpeeseen vaikuttaa portaikkoon tuleva eriste, tekniikkatilat sekä seinä- ja kattopaneelinen paksuus.

4.2 Portaikon geometria

Laivoissa portaikot rakennetaan tavallisesti suorakulmaisen kolmion malliin. Risteilijöissä saattaa olla esimerkiksi kierreportaita. Tässä opinnäytetyössä perehdytään portaisiin työlaivassa, jossa portaat rakennetaan yksinkertaisemmin, joten suorakulmaisen kolmion geometriset säännöt pätevät näissä tapauksissa. Huomioitavia asioita ovat:

- askelmien määrä
- portaan nousu (rise)
- portaan etenemä (tread)
- kansikorkeus
- portaiden kulma
- pään yläpuolelle jäävä tila (overhead clearance / free height)
- portaikon leveys

Askelmien lukumäärään ei ole asetettu sääntöjä, vaan siihen vaikuttavat suoraan portaan nousu ja etenemä, joille on määritelty enimmäis- ja vähimmäismitat, sekä aluksessa käytetty kannen korkeus ja portaiden kulma. Pään yläpuolelle jäävälle tilalle on myös omat sääntönsä ja mitta on hyvä merkitä kuvaan esimerkiksi katkoviivalla indikoimaan tarvittava vapaa tila, joka tässä projektissa mitataan suorakulmaisesti minkä tahansa askelman pinnasta (ASTM F1166-21, 11.2.9). Esimerkiksi ILO:n säännöissä tämä tila on vähintään 2030 mm (MLC 2006: Title 3, Reg. 3.1: 6. (a)) ja ASTM:n säännöissä vähintään 2032 mm tai suositellusti 2134 mm (ASTM F1166-21, 11.2.9). ASTM:n säännöissä mainitaan vielä erikseen ihmisen luontaisen käynnin aiheuttama nousu, joka kannattaa huomioida korkeutta mitoittaessa. Riittävän nousun on kokemuksen perusteella todettu olevan 50 mm (ASTM F1166-21, 9.2.2 (6)). Yleisesti laivanrakennusalalla on kulkukorkeudelle sopivana mittana käytetty 2100–2150 mm.

FSS Code:n mukaan matkustajalaivoissa portaiden kulma ei saa ylittää 45 astetta (FSS Code: Ch. 13, part 2.2.3). Tämä kuitenkin pätee vain alueisiin, joissa matkustajat kulkevat. Rahtilaivoissa tulisi pyrkiä suunnittelemaan portaiden kulma 45 asteeseen, kuitenkin maksimissaan 50 astetta. Konetiloissa portaiden kulma saa olla enintään 60 astetta. (FSS Code: Ch. 13, part 3). ASTM-säännöt ovat tiukemmat ja niissä säädetään, että portaiden suositeltu kulma tulisi olla 38 astetta, minimissään 30 astetta ja maksimissaan 50 astetta (ASTM F1166-21, Table 23).

Portaiden nousun ja etenemän määrittää ASTM-säännöt. Näiden mitat voivat vaihdella portaiden kulman mukaan, mutta niiden tulisi olla seuraavien parametrien sisällä: nousu 178 mm ja 230 mm välillä, etenemä 203 mm ja 254 mm välillä.

Kulkemisen sujuvuuden kannalta, askelmien tulee olla hieman limittäin (engl. overlap / nosing). ASTM:n säännöissä tämä mitta on 25 mm (ASTM F1166-21, Table 23). Eurooppalaisessa koneturvallisuuden standardissa mainitaan kaava (Kaava 1), jonka nousun ja etenemän tulee täyttää. Tämä kaava varmistaa sen, että kulku portaissa on mahdollisimman sujuvaa. Vaikka kaavaa ei löydy

aiemmin mainituissa säännöissä, sitä pidetään yleisesti hyvänä ohjenuorana ja se saatetaan sisällyttää esimerkiksi telakoiden omiin standardeihin.

$$600 \text{ mm} \leq g + 2h \leq 660 \text{ mm},$$

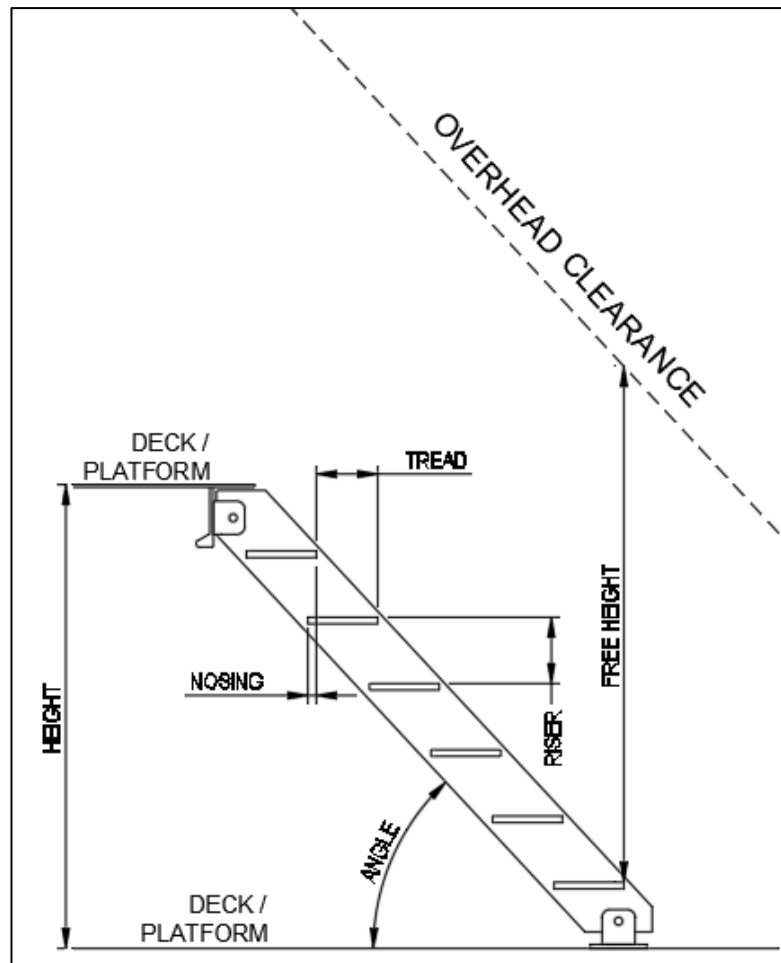
jossa

g on etenemä (going)

h on nousu (rise).

Kaava 1. Portaan etenemän ja nousun yhtälö (EN ISO 14122-3:2016).

Porrasjaksossa olevien askelmien tulisi olla samanmittaisia portaikon koko korkeudelta, mutta todellisuudessa on hyvin epätodennäköistä, että mitat pysyisivät täysin samana tai joissain tilanteissa se on mahdotonta. Sen takia sallitaan pieni 5 mm variaatio vierekkäisissä askelmissa ja 10 mm variaatio koko porraskulussa (ASTM F1166-21, 11.2.3.1). Seuraavassa kuvassa 7 havainnollistetaan portaikon geometriaa ja termistöä.



Kuva 7. Portaikon geometria.

4.3 Porrasmalli

Laivoissa on yleisesti ottaen kahdenlaisia portaita: avoimia ritiläportaita sekä umpinaisia portaita. Ritiläportaita käytetään usein konetiloissa ja umpinaisia portaita miehistö- ja yleisissä tiloissa. Portaiden tarkan mallin määrittää aluksen rakentava telakka. Portaiden mallin mukaan myös kiinnitystavoissa voi olla eroavaisuuksia. Tämä tulee ottaa huomioon, kun suunnitellaan telakan standardien mukaan.

Avoimiin ritiläportaisiin tulee asentaa alle teräslevy, jos kyseinen portaikko toimii pakotienä. Teräslevy toimii palosuojauksena, jotta tulipalon aikana liekit ja kuumuus eivät estä pakenemistä. (SOLAS Ch. II-2, Reg. 13, 4.1.5).

4.4 Vapaa kulku portaikoissa

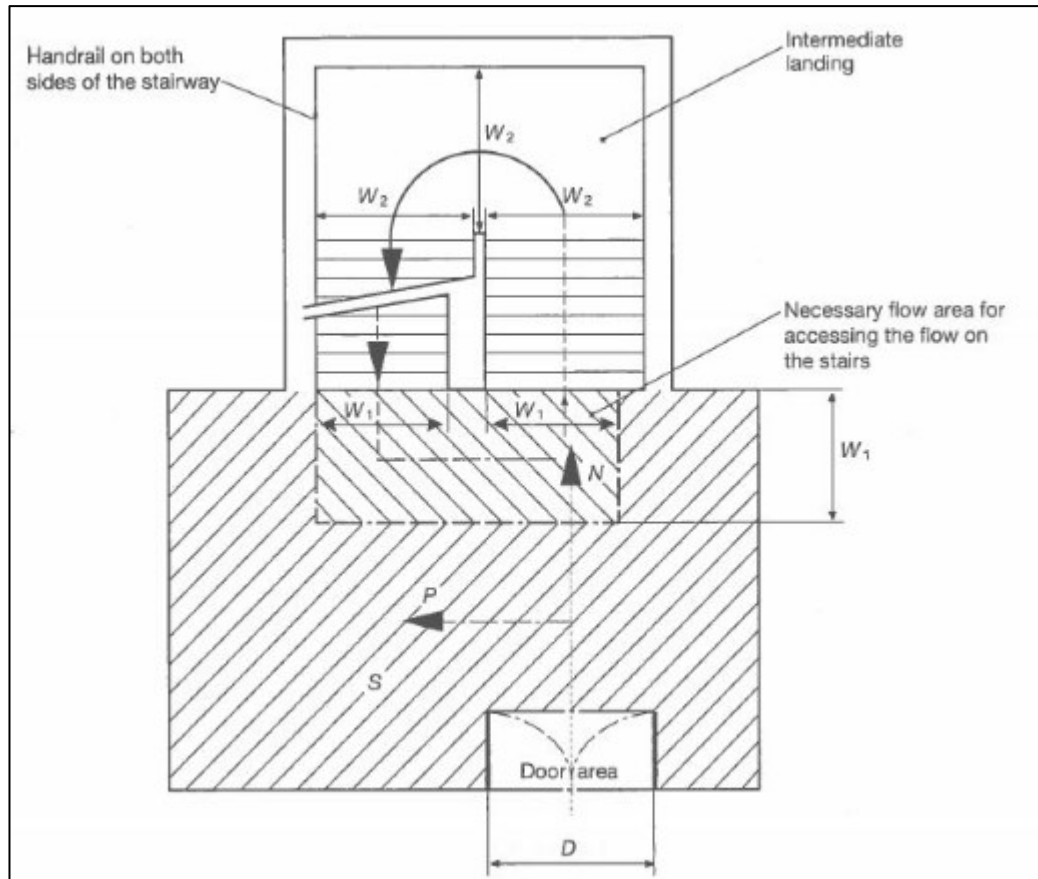
Vapaan kulun portaikkoihin määrittää FSS koodi. Portaiden vapaan kulun leveys lasketaan kaiteesta kaiteeseen tai kaiteesta laipioon. Portaiden leveyden tulee olla matkustajatiloissa minimissään 900 mm, kun ne toimivat pakoreittinä (FSS Code: Chapter 13, 2.1.1). Portaiden tarkat leveydet määrittävät pakotiejärjestelyn tekijä FSS koodin luvun 13, kohta 2.1.2 mukaan. Rahtilaivoissa portaat, jotka toimivat pakoteinä saavat olla minimissään 700 mm leveät (FSS Code: Chapter 13, Part 3).

4.5 Porrastasanteet ja lepotasot

Porrastasanteella tarkoitetaan portaiden ylä- ja alapäässä olevaa kansialuetta (engl. landing area). Sen pinta-ala saa minimissään olla 2 m² ja alan tulee suurentua 1 neliömetrin verran jokaista 10 henkeä kohden, joka kulkee portaikosta. Porrastasanteen ei tarvitse ylittää 16 neliometriä (FSS Code, Chapter 13, Part 2.2.4). Lepotasojen (engl. intermediate landing) leveyden tulee olla saman verran kuin portaissa (FSS Code, Chapter 13, Part 2.3.1).

Aukeavien ovien viemää tilaa ei oteta huomioon porrastasanteen pinta-alassa. Portaita kulkevalle ihmismassalle tulee varata tila portaiden edestä (engl. flow area), joka ei myöskään sisälly porrastasanteen tarvittavaan pinta-alaan (FSS Code, Chapter 13, Part 2.1.2.2.1). Toisin sanoen porrastasanteen pinta-alaa on se alue, jossa henkilö pystyy seisomaan ja kävelemään esteettä. Huomioitavaa on siten myös esimerkiksi pääportaikkojen portaan alla oleva alue, jossa vapaa korkeus on rajoittunut ja jota ei siten voida sisällyttää porrastasanteen pinta-alaan. FSS koodi asettaa rajoitukset myös portaikon korkeudelle. Aluksen asuintiloissa (engl. accomodation) yhtenäisen portaikon korkeus ei saa ylittää

3,5 metriä pystysuunnassa (FSS Code, Ch. 13, 2.2.3). Tällaisissa tilanteissa tulee asentaa lepotaso. Alla olevassa kuvassa 8, joka on FSS koodin havainnointikuva, näkyy lepotason ja portaikon rakennetta.



Kuva 8. Pakoteiden laskennassa käytettävä havainnointikuva (FSS Code, Chapter 13).

4.6 Ovien viemä tila porraskuvassa

Laivan sisätiloissa on erilaisia ovia eri leveyksillä. Ovi voi olla saranoitu tai sivulle liukuva. Pakotiesääntöjen mukaan oven tulee olla vähintään samaa leveyttä kuin sille johtavat portaat tai käytävä (FSS Code, Chapter 13, 2.3.1).

Ovet on jaoteltu kolmeen eri piirustukseen: säätiiviit, vesitiiviit sekä ns. joiner-ovet. Säätiiviit ovet sijaitsevat ulkokansilla ylärakenteessa. Ne aukeavat

ulospäin ulkokansille eivätkä vaikuta porrassuunnitteluun. Joiner-ovet ovat kevyempiä ja laivan sisätiloissa käytettäviä ovia. Ne eivät ole vedenpitäviä, mutta niissä tulee olla sääntöjen mukaiset paloluokitukset, jotka jaetaan seuraavasti:

- A-luokitus, materiaali terästä ja asennetaan teräslaipioon, voivat olla saranaovia tai pneumaattisesti ohjattavia liukuovia
- B-luokitus, asennetaan seinävuoraukseen ja ovat pääosin saranaovia
- C-luokitus, hyväksyttyä palamatonta materiaalia.

(SOLAS Ch. II-2, Part A, Reg. 3).

Vesitiiviiden ovien tarkoituksena on estää veden leviäminen koko alukseen onnettomuustilanteessa, jossa laivan runko on vahingoittunut. Vesitiiviitä ovia on kahdenlaisia: saranoituja sekä hydraulisesti sivulle liukuvia. Näistä kahdesta hydrauliset vesitiiviit ovat jyrkeviä ja niiden hydrauliliikkakoneisto vie tilaa porrastasanteelta, jos ovi sijaitsee portaikkoon vievällä laipiolla.

4.7 Kaiteet portaissa

Portaissa ja portaikoissa sijaitsevat kaiteet tehdään myös yleisesti telakan standardien mukaan. On kuitenkin hyvä huomioida, että ne täyttävät myös seuraavat vaatimukset:

- kaiteiden tulee jatkua portaista välitasolle samalla korkeudella ja sopivalla etäisyydellä
- kaiteen ja laipion tai muun esteen väliin tulee jäädä tilaa kädelle vähintään 75 mm (ASTM F1166-21, 11.2.11.1 (3)). Yleisenä käytäntönä pidetään 50 mm
- kaiteiden maksimi etäisyys toisistaan on 1800 mm (FSS Code: Ch. 13, 2.2.1).

5 Tikkaiden suunnittelu

Tässä luvussa kerrotaan tikkaiden käytöstä ja suunnittelusta yleisesti, sekä huomioidaan tarkemmin suunnitteluun vaikuttavia sääntöjä. Kuten portaissa, myös tikkaiden sijoittaminen ja suunnittelu alkaa yleisjärjestelyn tarkastelusta.

5.1 Tikkaiden geometria

Tavallisesti tikkaat muodostuvat kahdesta pystyjohteesta (engl. stringer), joiden välissä on vaakatasossa puolia (engl. rung), tasaisin välimatkoin. On olemassa myös yksijohteisia tikkaita, mutta niitä ei huomioida tässä työssä.

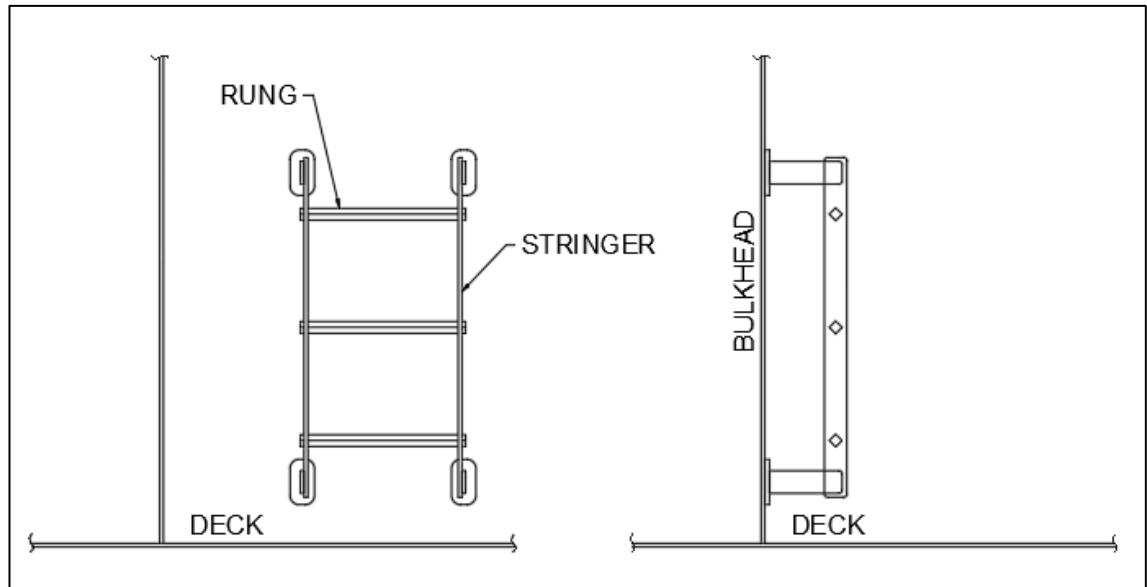
Tikkaat ovat pääosin vertikaalisti sijoitettuna 90 asteen kulmaan vaakatasosta. Ne voidaan myös tarpeen mukaan sijoittaa esimerkiksi ASTM:n sääntöjen mukaan maksimissaan 75 asteen kulmaan (ASTM F1166-21, 11.4.1.5).

Kuten portaissakin, aluksen rakentava telakka toimittaa standardit tikkaille ja niiden mukaan suunnitellaan ja sijoitetaan. Telakan standardit eivät aina noudata samaa linjaa muiden säännösten kanssa, mutta tällaisissa tapauksissa voitaneen olettaa, että niihin on haettu poikkeamaa säännöistä vastaavilta tahoilta.

5.2 Tikastyypit

Tässä raportissa kerrotaan kolmesta laivoilla käytettävistä tikastyypistä: irrotettavat tikkaat, kiinteät teräkseen kiinni hitsatut tikkaat sekä yksittäiset tikasaskelmat.

Kiinteät tikasasennukset ovat laivoissa yleisin vaihtoehto. Kuten alla olevassa kuvassa 9 näkyy, nämä tikkaat ovat kaksijohteisia ja ne hitsataan kiinnikkeillä laipioon tai muuhun aluksen teräspintaan kiinni. Kiinnikkeiden malli vaihtelee telakan standardien ja tarpeen mukaan.

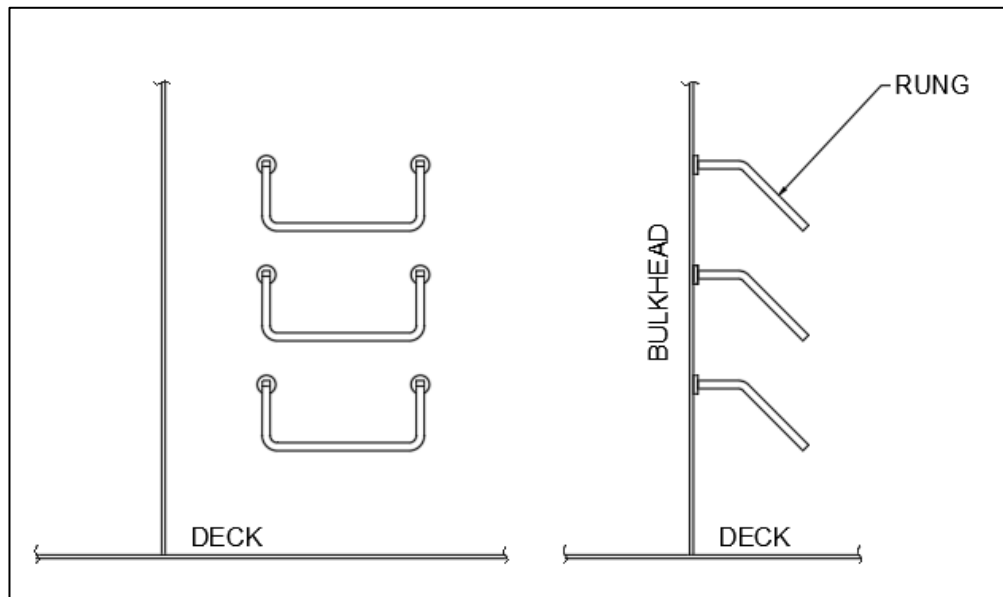


Kuva 9. Kaksijohteiset tikkaat.

Irrotettavat tikkaat voivat olla irrotettavana lisäkkeenä kiinteille tikkailla.

Esimerkiksi tilanteessa, jossa tikkaat sijoittuvat manusluukun eteen, voidaan osa kiinteästä tikkaasta korvata kiinteässä tikkaassa pulteilla kiinni olevalla irrotettavalla tikkaalla, jotta pääsy manusluukkuun on mahdollista.

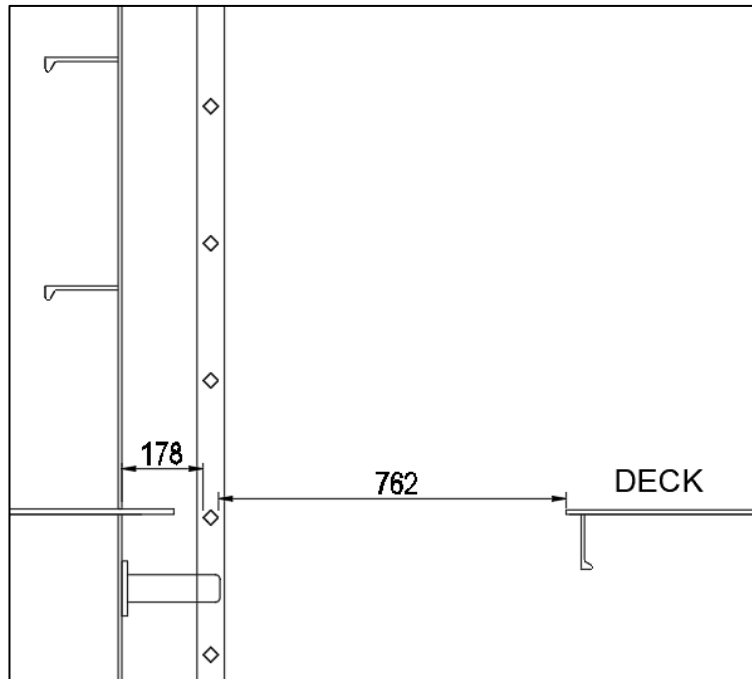
Yksittäiset tikasaskelmat ilman pystyjohteita sopivat erityisesti ahtaisiin paikkoihin tai paikkoihin, jossa luokse päästävä tila on melko matalalla, jolloin tikkaan voi korvata vain muutamalla askelmalla. Nämäkin, kuvassa 10 näkyvät askelmat, hitsataan suoraan teräslaipioon kiinni.



Kuva 10. Yksittäiset tikasaskelmat.

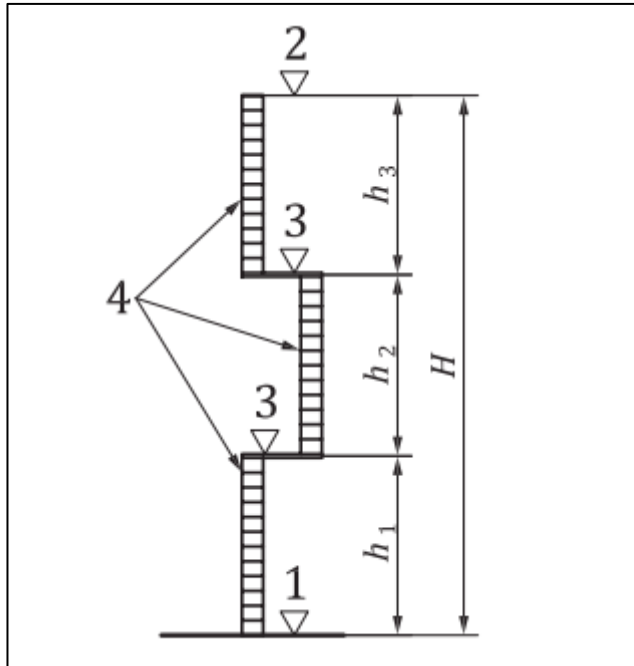
5.3 Vapaa kulku ja välitasanteet

Tikkaiden kansiaukkojen koko yleisjärjestelyssä on usein SOLAS:en vaatima 800 x 800 mm (SOLAS Ch. II-2, Reg. 13 4.1.1). Tämä ei kaikissa tapauksissa riitä, jos seurataan ASTM:n sääntöjä, jossa vapaan selkätilan tulee olla minimissään 762 mm puolasta mitattuna ja tikkaan ja laipion väliin jäävän tilan tulee olla minimissään 178 mm puolasta (ASTM F1166-21, Fig. 95). Tällaisessa tilanteessa voidaan pyytää runko-osastolta aukon suurennusta tai siirtämistä, jotta saavutetaan haluttu sääntöjä noudattava lopputulos. Seuraavassa kuvassa 11 on havainnollistettu tikkaiden sijoittelua ASTM:n minimivaatimusten mukaan.



Kuva 11. Tikkaiden sijoitus sivusta katsottuna.

Tilanteessa, jossa tikkaiden nousumatka on yli 9,14 metriä pitkä, on tarpeellista porrastaa tikkaiden kulkua niin, että henkilön on mahdollista pysähtyä välitasolle (ASTM F1166-21, 11.4.5). Laivoissa pakoteinä toimivat tikaskuilut on mitoitettu niin, että tilaan mahtuu kahdet tikkaat vierekkäin, jolloin kulku on porrastettu välitasoilla. Tikkaiden porrastusta selvennetään seuraavassa kuvassa 12.

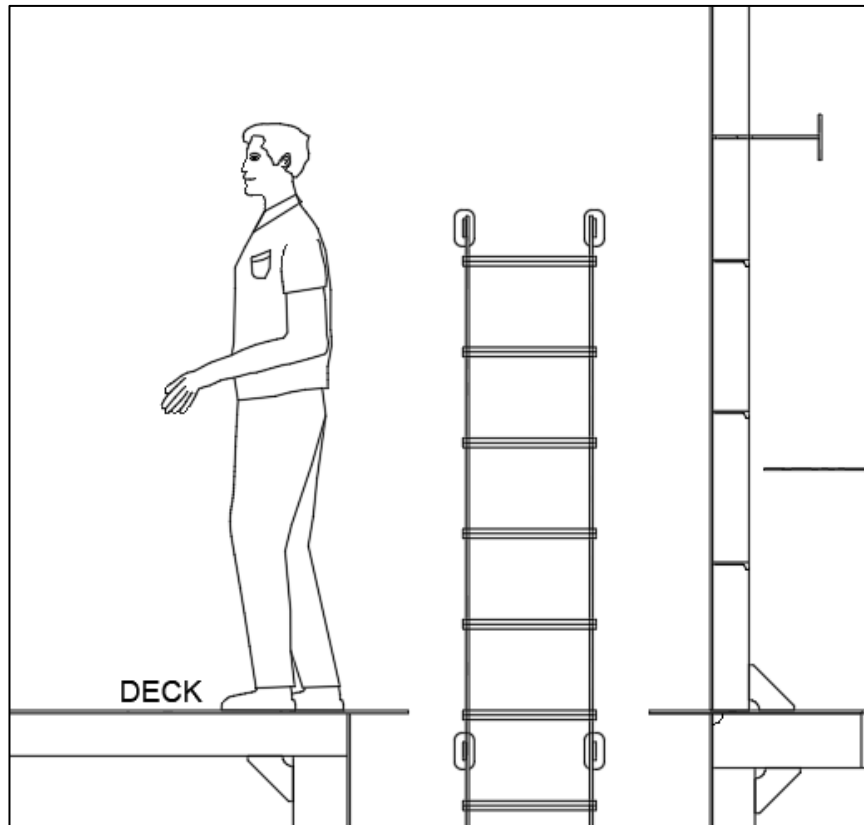


Kuva 12. Esimerkki porrastetusta tikaskulusta (EN ISO 14122-4:2016, 9).

5.4 Luukun ja kansiaukon vaikutus

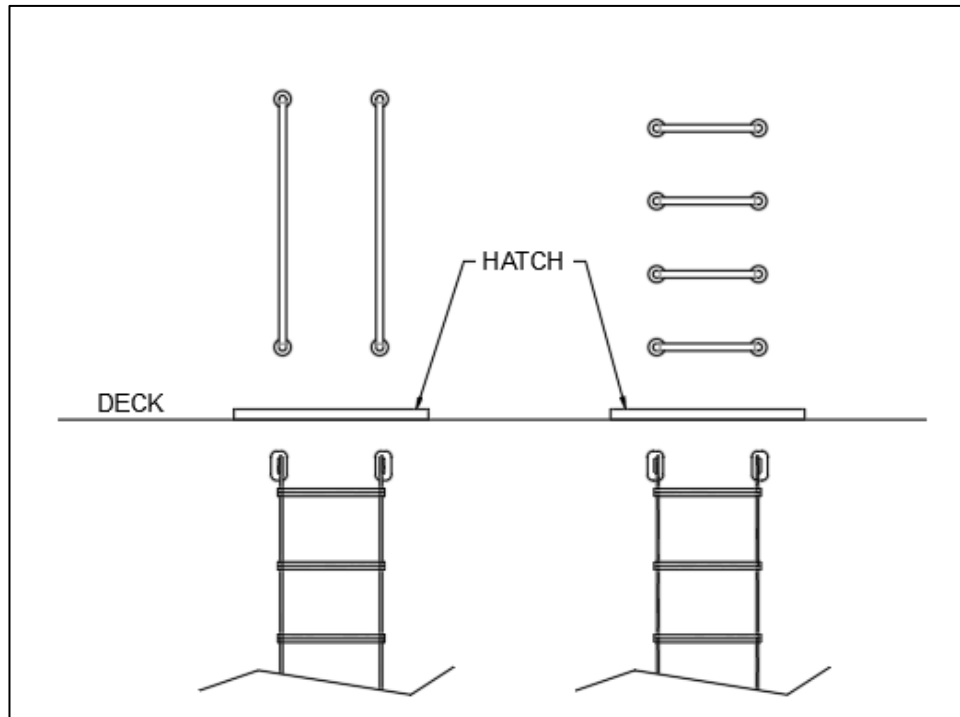
Tilanteessa, jossa tikkaat päättyvät luukkuun, tikkaat asetetaan niin, että luukku aukeaa eteen tai sivulle tikkaita ylös noustessa. Jos tämä ei ole mahdollista toteuttaa, on keskusteltava luukkukaavion suunnittelijan kanssa, jos luukun aukeamissuuntaa on mahdollista muuttaa tikkaille sopivammaksi.

Kun tikkaita käytetään nousemaan kansiaukon läpi, tulee pystyjohteiden jatkua vielä tietyn matkaa kannen yläpuolelle, jotta tikkaita nouseminen olisi ergonomista ja turvallista. Tarkoituksena on, että henkilö olisi kokonaan aukon läpi kannen yläpuolella, ennen kuin astuu kannen päälle. Tätä havainnollistetaan alla olevassa kuvassa 13.



Kuva 13. Tikkaiden jatkuminen kansiaukon yläpuolelle.

Tikkaiden jatkumisen pituus kannen yläpuolelle on hyvä päättää jo alkuvaiheessa ja pitäytyä siinä mitassa, jotta suunnittelun loppuvaiheessa ei tarvitse enää tehdä muutoksia, jotka vievät työaikaa. ASTM:n sääntöjen mukaan 1372 mm ylitys kannesta olisi riittävä (ASTM F1166-21, 11.4.4.4). MOHS määrittää, että tikkaiden tulisi jatkaa vähintään kolmen puolan verran kansiaukosta ylöspäin. Jos tikkaita ei ole mahdollista jatkaa, on se korvattava kahvoilla turvallisen siirtymisen takaamiseksi, kuten kuvassa 14. (MOHS Part 2, 15 (4).)



Kuva 14. Tikkaan jatkuvuus on korvattu kahvoilla luukun takia.

5.5 Putoamissuojaus

Tikkaisiin liittyvät onnettomuudet ovat yleisiä laivoilla, johtuen siitä, että niitä ei ole suunniteltu sääntöjen mukaan tai niiden kunnossapitoa on laiminlyöty (Kraft Davies Olsson PLCC 2024). Tikkailla liikkumisen turvallisuutta pyritään laivoilla lisäämään erilaisilla välineillä, nekin standardien ja sääntöjen mukaan.

Tikkaiden viereen tai jatkeeksi voidaan lisätä standardin mukaisia eri pituisia, mallisia ja paksuisia kahvoja joko vaaka- tai pystyasentoon. Nämä tulee pääsääntöisesti tarkastella tilanteen ja tarpeen mukaan. Esimerkiksi luukun läpi ylös noustessa itse luukusta saa otettua tukea, mutta voi olla tarpeen myös lisätä kahva esimerkiksi luukun viereen läheiseen laipioon kiinni. Näissä tilanteissa tulee kuitenkin suunniteltaessa ottaa huomioon, ettei kahvan lisääminen ole este liikkumiselle.

Kun tikkaita käytetään nousemiseen tasolle, joka on avoin, tulee tason olla suojattu kaiteilla putoamisen estämiseksi. Lloyd's Registerin sääntöjen mukaan kaiteen tulee olla vähintään 1 metrin korkeudella (LR Part 3, Ch. 8, 5.1.1). Tikkaiden kulun aiheuttaman aukon kaiteessa voi suojata portilla tai turvaketjuilla. Avoimet aukot kannessa tulisi myös ympäröidä potkulistoilla (engl. toe plate / toe board), jos on vaarana, että aukosta voi pudota esimerkiksi työkaluja alemmille tasoille (MOHS Part 2, 16 (4)).

Jos tikkaiden käyttökorkeus ylittää 6,1 metriä, on mahdollisuuksien mukaan lisättävä välitasanne tai käytettävä putoamispysäytintä (engl. fall arrest) (ASTM F1166-21, 11.7.1). Laivoilla voidaan käyttää tilaajan toiveiden mukaan erilaisia putoamispysäyttäjiä, joista yksi esimerkki on noususuojakisko, joka kiinnitetään tikkaisiin, ja jota pitkin liikkuu ns. vaunu, johon ihminen kiinnitetään valjaistaan, kuten kuvassa 15.

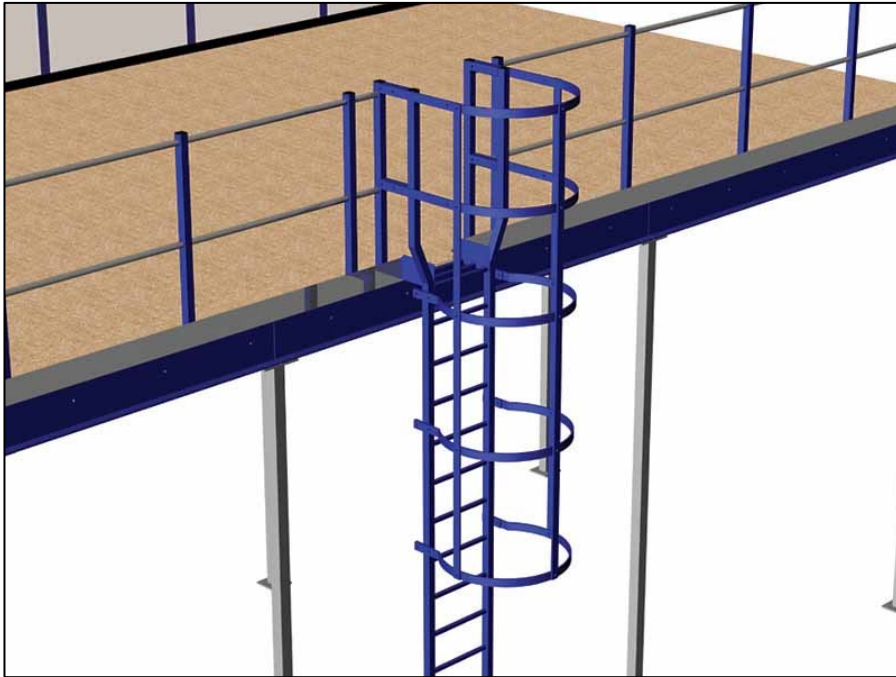


Kuva 15. Putoamispysäytinjärjestelmä (Diversified fall protection 2024).

Putoamispysäyttimet ja niiden malli merkitään tarkemmin kaidejärjestelyyn, mutta porras- ja tikasjärjestelypiirustuksessa tulisi kuitenkin löytyä maininta niistä esimerkiksi tikkaiden listauksessa.

Putoamista voi estää myös asentamalla tikkaisiin häkin kaltaisen selkäsuojan, kuten on havainnointu kuvassa 16. Ne vievät kuitenkin paljon tilaa ja niitä

käytetään pääosin ulkokansilla, jossa on vaarana tippua tikkailta laidan yli veteen.



Kuva 16. Häkkisuoja tikkailta (Wilde Group 2013).

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitkä kaikki säännöt ja määräykset vaikuttavat aluksen sisällä olevien portaiden ja tikkaiden suunnitteluun jäätä murtavassa aluksessa, koota yhteen yleistä tietoa niiden suunnittelusta sekä tarkastella, mitkä muut laivan osa-alueet vaikuttavat niihin. Tavoitteena oli tiivistää oleellinen tieto liittyen portaiden ja tikkaiden suunnitteluun ns. yksiin kansiin suunnittelutyön tehokkuuden edistämiseksi. Opinnäytetyön tuloksena saatiin kattava tietopaketti, jota on mahdollista käyttää ohjeistuksena portaiden ja tikkaiden suunnitteluun jäätä murtavassa aluksessa, työssä kerrottujen sääntöjen mukaan. Opinnäytetyön ohessa tehty suunnitteluohje on suunnattu työn tilaajan käyttöön ja sisältää opinnäytetyöraportin tiedon lisäksi salassa pidettävää tietoa, jota ei ole mahdollista sisällyttää raporttiosuudessa julkaistavaksi. Työohjeesta tuli laajempi kuin itse opinnäytetyöstä ja siihen on myös lisätty yksityiskohtaisesti suunnitteluun tarvittavaa ohjeistusta sekä aluksen valmistavan telakan sääntöjä. Tavoitteessa on onnistuttu hyvin, sillä työohjeen avulla Elomatic Oy:n suunnittelija kykenee luomaan käyttökelpoisen järjestelypiirustuksen laivan sisäisille portaille ja tikkaille (engl. Internal Stairs and Ladders Arrangement) vastaavanlaisessa projektissa, jota on pidetty esimerkkinä tässä opinnäytetyössä.

Opinnäytetyö tehtiin määrittämällä ensin mitkä säännöt vaikuttavat suunnitteluun, jonka jälkeen näistä kerättiin kaikki mahdollinen tieto liittyen aiheeseen. Lopuksi tieto jäseneltiin ja tiivistettiin. Työn tekijällä oli projektia aloitettaessa hieman tietopohjaa portaiden ja tikkaiden suunnittelusta, joka oli saatu työnteon ohessa. Opinnäytetyötä varten oli kuitenkin tarpeellista hankkia lisätietoa sekä tarkennuksia. Aiheesta oli mahdollista kirjoittaa vieläkin kattavammin, joten tiedon rajaaminen sekä sen jäsentely tiiviiksi paketiksi oli tärkeä pitää mielessä projektin edetessä.

Vaikka tiedon kerääminen opinnäytetyötä varten oli pitkälti itsenäistä työskentelyä, oli kommunikointi kokeneempien suunnittelijoiden kanssa

tarpeellista. Tämä oli mahdollista toteuttaa työn ohessa. Heiltä sai tarvittaessa tiedustella neuvoja sekä tarkistuttaa ohjeistusta yleisistä käytänteistä laivan rakennuksessa.

Kuten on mainittu aikaisemmin, laivanrakennusalalla on todella paljon sääntöjä, joiden läpikäyminen on aikaa vievää. Yksittäisen tiedon löytäminen sääntöviidakosta voi olla hyvinkin haastavaa. Tämä on huomattu työn tekijän toimesta opinnoissa sekä työelämässä. Siksi tässä opinnäytetyössä selvitettyjen sääntöjen lähde on kerrottu tekstissä yksityiskohtaisesti, jotta lukijan on tarpeen vaatiessa helppo löytää tarkka sijainti tietyille säännöille.

Sääntöjä vertailtaessa oli mahdollista huomata niiden eroavaisuudet. Laivan tilaaja määrittää mitä sääntöjä suunnittelussa ensisijaisesti noudatetaan. Vaikka esimerkiksi SOLAS:en minimivaatimukset täytyisivät, on mahdollista, että aluksen tilaaja edellyttää esimerkiksi ASTM:n tiukempia vaatimuksia. Suunnittelutyössä ongelmanratkaisukyky on tärkeässä asemassa, koska on suunnittelijan vastuulla pyrkiä täyttämään vaatimukset.

Opinnäytetyössä eniten aikaa vei tiedon hakeminen ja jäsentely. Koska opinnäytetyön aihealuetta oli jo valmiiksi rajattu, oli työlle sekä suunnitteluohjeelle varattu aika riittävä. Jos olisi ollut tarvetta laajemmalle työlle, olisi siihen voinut lisätä ohjeistusta laivassa olevien tankkien sisällä olevien tikkaiden suunnittelusta sekä laivan ulkokansilla olevien portaiden ja tikkaiden säännöistä.

Lähteet

ASTM F1166-21: Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment and Facilities

ASTM 2024. What is ASTM? Viitattu 23.1.2024.

<https://www.astm.org/about/overview/fact-sheet.html>

Diversified fall protection 2024. Rigid track ladder lifeline systems. Viitattu 18.5.2024. <https://www.fallprotect.com/fall-protection-solutions/vertical-lifelines-and-ladder-systems/vertical-rigid-track-systems/>

Elomatic 2023. Tietoa meistä. Viitattu 24.1.2024.

<https://www.elomatic.com/fi/tietoa-meista/>

EN ISO 14122-3. 2016. Safety of machinery. Permanent means of access to machinery. Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

EN ISO 14122-4. 2016. Safety of machinery. Permanent means of access to machinery. Part 4: Fixed ladders. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

FSS Code 2019. Fire Safety Systems. Resolution MSC.98(73). Annex – International Code for Fire Safety Systems

Government of Canada 2024. Marine Occupational health safety. Viitattu 6.2.2024. <https://tc.canada.ca/en/marine-transportation/seafarer-certification/marine-occupational-health-safety>

IACS 2024. IACS Members. Viitattu 24.1.2024.

<https://iacs.org.uk/membership/iacs-members>

ILO 2024a. About the ILO. Viitattu 5.3.2024. <https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/lang--en/index.htm>

ILO 2024b. How the ILO works. Viitattu 5.3.2024.

<https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/how-the-ilo-works/lang--en/index.htm>

Kauppalehti 2024. Elomatic consulting and engineering Oy. Viitattu 24.1.2024.

<https://www.kauppalehti.fi/yrietykset/yriety/elomatic+consulting+and+engineering+oy/19360671>

Kraft Davies Olsson PLLC 2024. Ladder injuries on commercial fishing and shipping vessels. Viitattu 13.3.2024. <https://www.marineinjurylaw.com/ladder-injuries-on-commercial-fishing-and-shipping-vessels.html>

Lloyd's Register 2019. Rules and regulations for the classification of ships.

Maritime Occupational Health and Safety Regulations 2024. Viitattu 16.5.2024. <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/Regulations/SOR-2010-120/index.html>

Räisänen P. 2000. Laivatekniikka. Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Toinen, korjattu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

SOLAS 2019. International Convention for the Safety Of Life At Sea.

Wilde Group 2013. CAT/ship ladders. Viitattu 18.5.2024. <https://www.thewildgroup.co.uk/our-services/general-fabrication/cat-ship-ladders/>

Wärtsilä 2024. Encyclopedia. Specifications. Viitattu 13.3.2024. <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/specifications-contract-specifications-newbuilding-specifications-technical-specification>