

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

Meritekniikka

2023

Juha-Pekka Hänninen

# Sääolosuhteiden vaikutus jäätä murtavan monitoimialuksen kansivarusteluun

– Winterisation



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka | Meritekniikka

2023 | 62 sivua

Juha-Pekka Hänninen

## Sääolosuhteiden vaikutus jäätä murtavan monitoimialuksen kansivarusteluun

- Winterisation

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia sääolosuhteiden vaikutusta jäätä murtavan monitoimialuksen kansivarusteluun. Alusta operoidaan arktisilla alueilla, joten erittäin kylmien lämpötilojen vaikutus materiaaleihin ja järjestelmien nesteisiin sekä jään kertyminen rakenteisiin ja laitteistoihin on otettava huomioon suunnittelussa.

Työssä on tutkittu Lloyd's Register -luokituslaitoksen sääntöjen vaikutusta aluksen rakenteille. Rakenteiden ja komponenttien materiaaleihin vaikuttavat winterisation -ohjeistus sekä jääluokkamääräykset. Työssä on tutkittu myös IMO:n polaarikoodin vaikutusta aluksiin, jotka operoivat napa-alueilla.

Työn tuloksena syntyi selvitys Lloyd's Registerin winterisation -säännöistä, jotka auttavat suunnittelijaa ottamaan suunnittelutyössä huomioon luokituslaitoksen vaatimukset. Aluksen on oltava sääntöjen mukainen, jotta sille saadaan luokitus.

Aluksen toiminnan kesto ja toimintaympäristö vaikuttavat winterisation -tasoon. Winterisation -taso vaikuttaa aluksen komponenttien, varusteiden ja työskentelyalueiden suojaamiseen, sulanapitoon ja lämmitysratkaisuihin.

Asiasanat:

Winterisation, säännöt, saattolämmitys, luokituslaitos

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering | Marine Engineering and Naval Architecture

2023 | 62 pages

Juha-Pekka Hänninen

# Effect of weather conditions on the deck outfitting of an icebreaking multipurpose vessel

- Winterisation

The purpose of this thesis was to examine the impact of weather conditions on the deck outfitting of a multipurpose icebreaker. The operation of the vessel is directed at the Arctic region, so the effect of extremely cold temperatures on materials and system fluids, as well as the accumulation of ice in structures and equipment must be taken into account in the design.

In this thesis, the impact of the rules of the Lloyd's Register classification society on the ship's structures was studied. The materials of structures and components are affected by winterisation guidelines and ice class regulations. The impact of the IMO Polar Code on the ships operating in polar regions was studied.

The result of this thesis was a study of the rules of winterisation of the Lloyd's Register, which helps the designer to take into account the requirements of the classification society in the design work. The ship must comply with the rules in order to be classified.

The duration of the vessel's operation and the operating environment affect the level of winterisation. The winterisation level affects the protection, de-icing and heating solutions of the ship's components, equipment and working areas.

Keywords:

Winterisation, rules, trace heating, classification society

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>7</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>8</b>
<b>2 Elomatic Consulting &amp; Engineering Oy</b>	<b>9</b>
<b>3 Jäätä murtava monitoimialus</b>	<b>10</b>
<b>4 Kansivarustelu</b>	<b>15</b>
<b>5 Winterisation</b>	<b>17</b>
<b>6 Säännöt ja säädökset</b>	<b>18</b>
6.1 Luokituslaitos	18
6.2 Jääluokkamääräykset	19
6.3 Winterisation	22
6.3.1 Yleisesti	22
6.3.2 Laitteiden ja komponenttien materiaalit alhaisissa lämpötiloissa - Winterisation M	23
6.3.3 Lisämääräys laitteiden ja komponenttien materiaaleille alhaisissa lämpötiloissa -Winterisation MEn	29
6.3.4 Laitteistojen ja järjestelmien Winterisation	31
6.3.5 Apukoneistot ja työskentelyalueet	32
6.3.6 Mooring- ja nostolaitteet	34
6.3.7 Sähköasennukset	36
6.3.8 Palontorjunta	38
6.3.9 Pelastautumisvälineet	39
6.3.10 Tilat ja osastot	41
6.3.11 Jäänpoistotoimenpiteet	45
6.4 IMO Polar Code	47
<b>7 Winterisation -menetelmät</b>	<b>52</b>
7.1 Lämpöeristys	52

7.2 Saattolämmitys	53
7.3 Jäänesto ja jäänpoisto	57
<b>8 Yhteenveto</b>	<b>59</b>
<b>Lähteet</b>	<b>60</b>

## **Kaavat**

Kaava 1. Varusteluluku (Lloyd's Register 2022a, 168).	15
---	----

## **Kuvat**

Kuva 1. IMO:n määrittämät napa-alueet (DNV 2017, 5).	10
Kuva 2. Ilmapuhallusjärjestelmä (Räisänen 2000, 15–9).	12
Kuva 3. Hinaushaarukka (ABB 2023).	13
Kuva 4. Kiinnitysjärjestelyt (Väylävirasto 2022, 19).	13
Kuva 5. Avustus kurssinmuutoksessa (Väylävirasto 2022, 20).	14
Kuva 6. Runkorakenteiden materiaaluokat (Lloyd's Register 2022b, 11).	24
Kuva 7. Jäävahvistettujen alueiden jaottelu (Lloyd's Register 2022a, 1833).	25
Kuva 8. Klyyssiputki (Escovèm -Hawse pipe 2023).	35
Kuva 9. Turvallisuus (IMO 2023).	47
Kuva 10. Ympäristönsuojelu (IMO 2023).	49
Kuva 11. Ulkoinen höyrysaatto (Motiva n.d., 24).	54
Kuva 12. Sementoitu höyrysaatto (Motiva n.d., 24).	54
Kuva 13. Vaippaputki (Motiva n.d., 24).	55
Kuva 14. Saattolämmitys, sähkö (Gis Elektrik 2023).	55
Kuva 15. Kulkuväylien lämmitys (Aker Arctic 2023).	56
Kuva 16. Portaikkojen lämmitys (Thermon n.d., 3).	56
Kuva 17: Manuaalinen jäänpoisto (Rashid 2018).	58

## Taulukot

Taulukko 1. Jääluokkien vertailu (Lloyd's Register 2022a, 1806).	20
Taulukko 2. Listaus komponenteista (Lloyd's Register 2022b, 14–15).	26
Taulukko 3. Materiaalit luokalle I (Lloyd's Register 2022b, 10).	28
Taulukko 4. Materiaalit luokalle II (Lloyd's Register 2022b, 10).	28
Taulukko 5. Materiaalit luokalle III (Lloyd's Register 2022b, 10–11).	29
Taulukko 6. Riskimatriisi (Lloyd's Register 2022b, 20).	30
Taulukko 7. Tilojen lämmitys (Lloyd's Register 2022b, 26–27).	42
Taulukko 8. Sisätilojen lämmitys (Lloyd's Register 2022b, 35).	44

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

EPIRB	Emergency Position Indicating Radio Beacon, hätäpaikannusradiopoiju.
ETR	Maximum Expected Time to Rescue, pisin odotettavissa oleva aika pelastajien saapumiseen hätätilanteissa (Lloyd's Register 2016, 23)
IMO	International Maritime Organization, kansainvälinen merenkulkujärjestö.
Jäätäminen	Jään kertyminen alijäähtyneestä sateesta, pärskeistä jne. esineiden pinnalle (Tieteen termipankki 2023).
Klyyssiputki	Rungossa oleva putki, jonka kautta ankkuriketju kulkee.
Laivan tekninen erittely	Asiakirja, jossa listaus aluksen teknisestä sisällöstä, esim. osat ja komponentit.
Mallattu leveys	Mallileveys, rungon leveys ilman laidoitusta/rungon materiaalin ainevahvuutta.
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, yleissopimus alusten aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemiseksi (Finlex 2021).
Moon pool	Aluksen pohjassa oleva aukko, josta voidaan laskea ja nostaa esim. tutkimuslaitteistoja veteen.
Mooring	Kiinnitys, aluksen kiinnitys- ja ankkurointilaitteet.
ODME	Oil discharge monitoring equipment, öljypäästöjen valvontalaitteisto.
SART	Search and Rescue Transponder, hätäpaikannuslaite.
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea, kansainvälinen yleissopimus merenkulun turvallisuudesta.

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella sääolosuhteiden vaikutusta jäätä murtavan monitoimialuksen kansivarusteluun. Opinnäytetyön tilaaja on Elomatic Consulting & Engineering Oy.

Kylmissä olosuhteissa operoivien alusten ongelmana on jään kertyminen kansirakenteisiin sekä kannella oleviin laitteistoihin ja komponentteihin. Erittäin matalat lämpötilat vaikuttavat materiaalivalintoihin ja vaativat aluksessa käytettäviltä laitteilta riittävää kylmänkestoa. Matalille lämpötiloille altistuvien laitteiden ja järjestelmien nesteiden on myös oltava soveltuvia suunniteltuun käyttöympäristöön. Järjestelmien ja laitteiden toimittajien joukko pienenee sitä mukaa, kun aluksen toiminta siirtyy kylmemmille alueille. Kansivarustelun järjestelmät ja laitteet on pidettävä toimintakykyisinä. Portaikot ja käytävät toiminnalle tärkeisiin kohteisiin sekä pelastautumistiet ja pelastusvälineiden ympäristö on pidettävä vapaana jäädästä ja lumesta.

Opinnäytetyössä tutkittiin luokituslaitoksen sääntöjä, jotka vaikuttavat materiaalivalintoihin, tarvittaviin lämmitysratkaisuihin kansialueiden, yksittäisten komponenttien ja järjestelmien sulana pitoon sekä jäänpoistomenetelmiin. Työssä perehdyttiin jäänmurtajien apulaitteisiin, jään murtamisen periaatteeseen, hinauksen toimenpiteisiin, monitoimialuksen mahdollisiin tehtäviin ja varusteluun. Työssä perehdyttiin myös luokituslaitosten toimintaan sekä jääluokkamääräyksiin.

Opinnäytetyössä tarkastellaan Lloyd's Registerin winterisation -sääntöjä ja vaatimuksia, sekä selvitetään mitä on winterisation ja mitkä ovat sen vaatimat toimenpiteet kansivarustelun osalta. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös IMO:n polaarikoodin sääntöjä napa-alueiden merenkulussa. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tarvittavat toimenpiteet, joilla varmistetaan aluksen toimintakyky ja turvallisuus ankarissa napa-alueiden olosuhteissa.



## 2 Elomatic Consulting & Engineering Oy

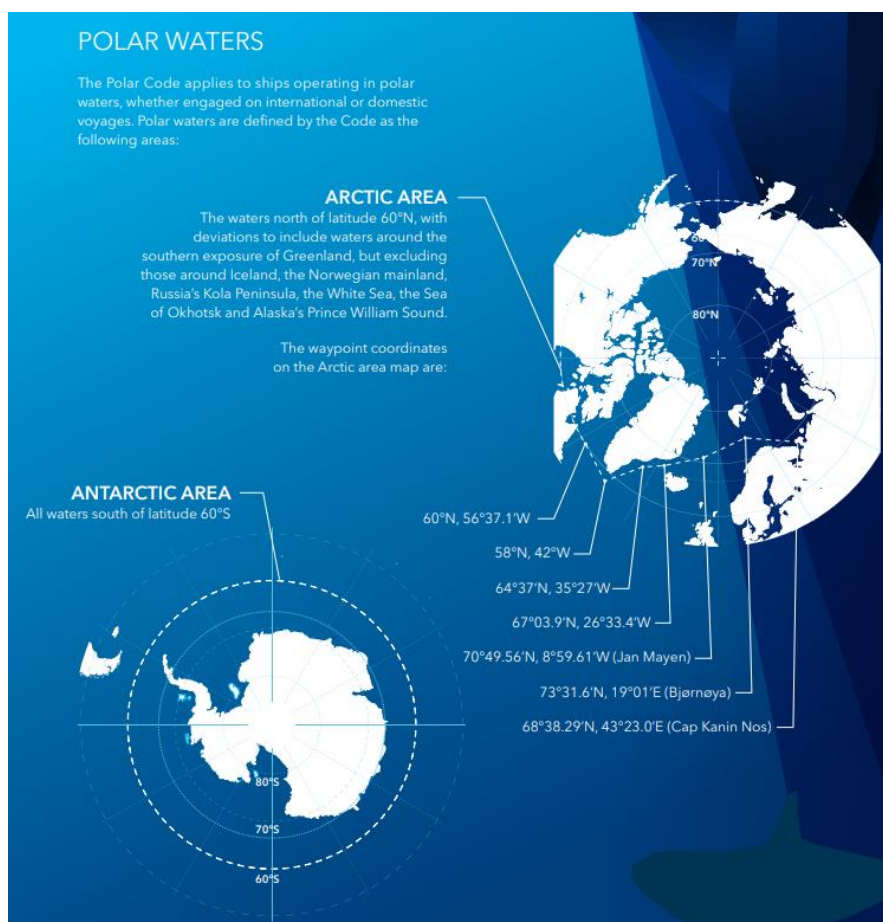
Elomatic Oy:n perusti vuonna 1970 Ari Elo, joka on edelleen aktiivisena mukana toiminnassa. Vuonna 1974 Elomatic investoi suunnittelumallitekologiaan, jota käytettiin laivojen konehuoneiden ja tehtaiden pohjapiirros- ja putkistosuunnitteluun. Nykyään Cadmatic -nimellä tunnetun 3D-suunnitteluohjelman kehittäminen aloitettiin 1980-luvulla. (Elomatic 2023a.)

Elomatic Oy tarjoaa konsultointi-, suunnittelu-, tuotekehitys- ja projektinhallintapalveluita sekä tuotteita ja kokonaisratkaisuja teollisuusyrityksille sekä julkisen sektorin organisaatioille. Yrityksen erikoisosaamisalueet ovat biotekniikka- ja lääketieteellisyys, prosessiteollisuus, energiateollisuus, tärkkelys ja ruokaperunateknologiat, kone- ja laitevalmistusteollisuus, kaasu- ja öljyteollisuus sekä meri- ja offshoreteollisuus. (Elomatic 2023b.)

Tällä hetkellä Elomatic työllistää n. 1300 henkilöä (Elomatic 2023c). Toimistoja on Suomessa, Puolassa, Alankomaissa, Intiassa, Kiinassa, Italiassa, Kanadassa, Saksassa ja Yhdistyneissä Arabiemiirikunnissa. Palveluita vahvistaa kansainvälinen kumppaniverkosto. (Elomatic 2023b.)

### 3 Jäätä murtava monitoimialus

Jäätä murtavia aluksia tarvitaan turvaamaan ja avustamaan kauppa-alusten kulkua satamiin. Aluksia käytetään myös napa-alueilla tieteellisiin tutkimustehtäviin sekä hiilivetyvarantojen etsintään. Valtion aluksia käytetään itse-määräämisoikeuden ja turvallisuuden tukemiseen (Elomatic 2023d). Käsite arktisuus sisältää laiva- ja meritekniikan osalta kaikki jääpeitteiset vesistöt, joihin kuuluvat Pohjoinen jäämeri, Ohotanmeri, Itämeri, Kaspianmeri, Antarktiks sekä Pohjois-Amerikan Suuret järvet (Kujala ym. 2010, 3). IMO määrittää napa-alueet kuvan 1 mukaisesti ja IMO:n polaarikoodi (Polar Code) koskee aluksia, jotka liikennöivät kyseisillä alueilla (DNV 2017, 5). Polar-luokan alukset ja jäänmurtajat pystyvät omatoimisesti kulkemaan jäissä suunnitellussa toimintaympäristössä (Lloyd's Register 2022a, 1818–1819).



Kuva 1. IMO:n määrittämät napa-alueet (DNV 2017, 5).

Suomelle tehokas ja luotettava ympärivuotinen merenkulku on elintärkeää, koska merikuljetusten osuus ulkomaankaupasta on suuri ja jäätalven kesto on tyypillisesti 2–5 kuukautta (Kujala ym. 2010, 1–2). Merikuljetukset kattoivat vuonna 2020 Suomen ulkomaankaupan tavarankuljetuksista n. 83 %. Viennissä laivakuljetusten osuus oli 92 % ja tuonnissa 76,6 %. (Logistiikan maailma 2023). Suomessa talvimerenkulun avustamisen viranomais- ja tilaajatehtävistä sekä valtakunnallisesta koordinoinnista ja ohjauksesta vastaa Väylävirasto, joka on tehnyt jäänmurtopalvelusopimuksia eri yhtiöiden kanssa. Jäänmurtajat avustavat kauppa-aluksia avaamalla väyliä sekä hinaamalla ja irrottamalla aluksia jäistä. (Arctia 2023.)

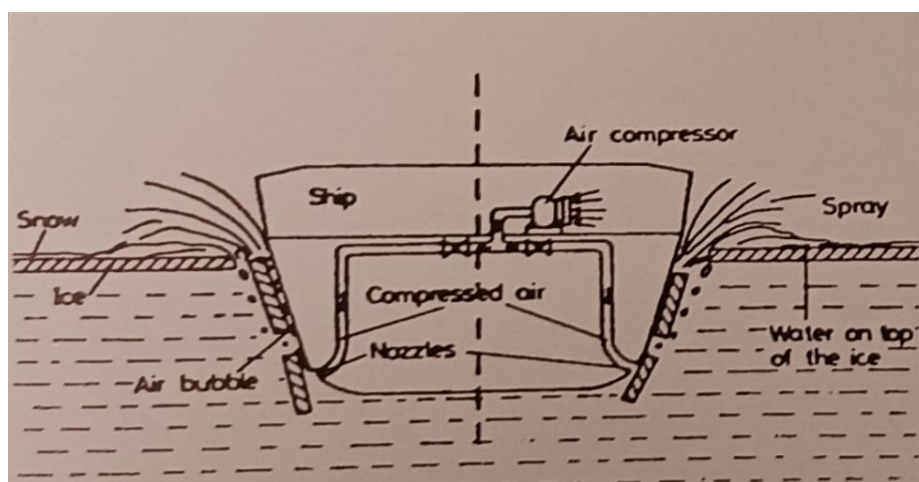
Jäätä murtavat monitoimialukset toimivat yhteiskunnan tukitehtävissä avustamalla kauppalaivoja toimittamaan tarvikkeita tai toimittamalla tarvikkeet, jos kaupallista liikennettä ei ole. Jäätä murtavan monitoimialusten toimintoihin voi kuulua jään murtamisen lisäksi mm. etsintä ja pelastus, öljyntorjunta sekä tieteellisten tutkimusten suorittaminen. Aluksessa voi olla helikopterikansi ja hangaari helikopteria varten, varastoja, joihin voidaan sijoittaa tutkimuksissa tarvittavia kulkuneuvoja sekä moon pool, josta voidaan laskea tutkimuslaitteistoja turvallisesti veteen. (Seaspan Shipyards n.d.)

Monitoimimurtajia on käytetty muun muassa merenpohjan auraamiseen putkia varten sekä öljyputkien ja kaapeleiden laskemiseen kilometrien syvyyteen. Jäänmurtaja MSV Nordican peräkannella on tukevat nosturit, joilla voidaan suorittaa erilaisia lasku- sekä nostotöitä. MSV Nordica nosti Estonian keula-visiirin vinsseillään Suomenlahden pohjasta vuonna 1994. (Turunen ym. 2011, 135–136.)

Jään murtamisen periaate on, että alus nousee jääpatjan päälle ja murtaa jään taivuttamalla. Jäissäkulkukykyä voidaan parantaa erilaisilla apulaitteilla ja järjestelmillä. Kallistus- ja viippausjärjestelmällä voidaan torjua liikekitkan muuttuminen lepokitkaksi, jos eteneminen pysähtyy vaikeissa jääoloissa. Tällä järjestelmällä pystytään muuttamaan aluksen tasapainotilaa siirtämällä vettä aluksen kallistus- ja viippaustankeissa, ja näin voidaan edistää jääpeitteen murtamista. Viippaus- eli trimmijärjestelmällä saadaan kallistettua alusta

pituuksuunnassa siirtämällä vettä perän ja keulan tankeissa. (Räisänen 2000, 15–4, 15–8, 15–9.)

Ilmapuhallus- eli ilmapulputusjärjestelmässä (Kuva 2) ilmaa puhalletaan aluksen palteesta eli kyljen ja pohjan yhdistävän pyörityksen alueelta, joka noustessaan aiheuttaa vesivirtauksen ja näin muokkaa jääpalojen liikehdintää sekä pienentää kitkaa rungon ja jäiden välissä. Pinnoitteilla, kuten epoksimaali, voidaan pienentää jään ja rungon välistä kitkaa, mutta kestävämpi ratkaisu on ruostumaton teräspinnoite erityisesti koko vesiviivan alueella ja keulaosassa. (Räisänen 2000, 15–4, 15–8, 15–9.)

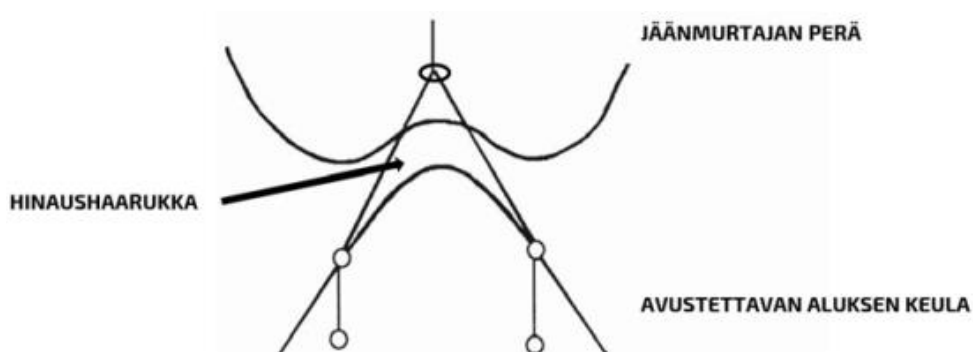


Kuva 2. Ilmapuhallusjärjestelmä (Räisänen 2000, 15–9).

Hinaustehtävät voidaan toteuttaa kahdella eri toimintatavalla, vaijerihinauksena tai haarukkahinauksena. Vaijerihinauksessa jäänmurtajan ja hinattavan alusten etäisyys toisistaan on käytännön syistä vain 50–100 m, joten yhteentörmäyksen riski on suuri, jos jäänmurtaja joutuu yhtäkkiä hidastamaan vauhtiaan. Hinaaminen pitkällä kaapelilla on vähäistä, ja sitä käytetään pääsääntöisesti saaristoväylillä. Avustustehtävissä vaikeissa olosuhteissa voidaan käyttää haarukkahinausta. (Räisänen 2000, 25–3.) Jäänmurtaja Polaris on varustettu perässä olevalla hinaushaarukalla (Kuva 3). Haarukkahinauksessa käytetään hyödyksi myös hinattavan aluksen propulsiovoimaa.

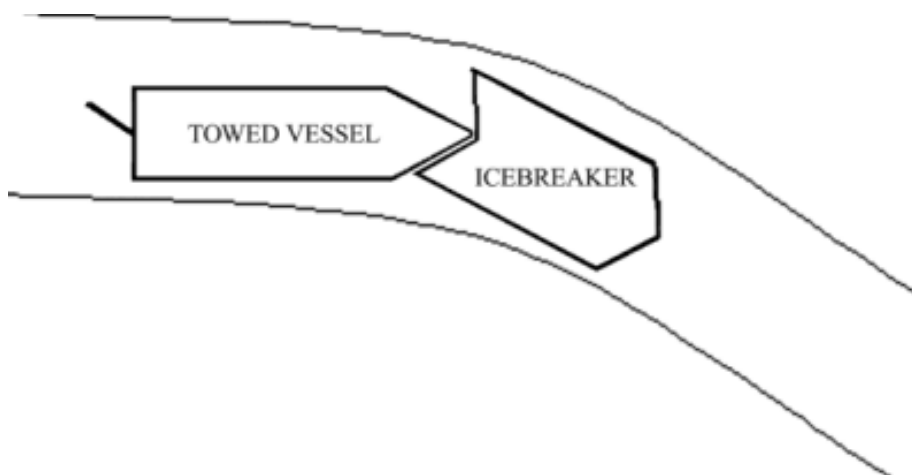


Kuva 3. Hinaushaarukka (ABB 2023).



Kuva 4. Kiinnitysjärjestelyt (Väylävirasto 2022, 19).

Hinaushaarukan sisälle otetaan hinattavan aluksen keula. Avustettava alus kiinnitetään vaijereilla jäänmurtajaan (Kuva 4). Hinattavan aluksen konetehon ollessa riittävä ja aluksen noudattaessa jäänmurtajan ohjeita, toimii alus ns. aktiiviperäsimenä. Jäänmurtajan pyytäessä apua kurssimuutoksessa, on hinattavan aluksen käännettävä ruoria vastakkaiseen suuntaan kuin normaalisti (Kuva 5). (Väylävirasto, 2022, 19–20.)



Kuva 5. Avustus kurssinmuutoksessa (Väylävirasto 2022, 20).

## 4 Kansivarustelu

Laivan teknisessä erittelyssä kansivarusteluun kuuluvat mm. lastinkäsittelylaitteet, nosturit ja kuljettimet, laita-portit ja rampit, hissit, ankkuri-, kiinnitys- ja erikoisvintturit, vesitiiviit ovet, ikkunat, hengenvestustuskalusto, veneet, lautat, peräsin ja peräsinkoneistot, ohjausjärjestelmät, ohjauspotkurit ja sivutyöntölaitteet, evävakaimet ja kallistusjärjestelmät. Kansivarusteluryhmä vastaa ohjaamon, ulkokansien, autokansien, lastialueiden, lastinkäsittelyjärjestelmien, ankkurointi- ja haalausjärjestelmien sekä pelastus- ja navigointijärjestelmien varustelutyöstä allas- ja laiturivaiheessa. (Räisänen 2000, 31–5, 39–5.)

Ankkuri- ja kiinnitysjärjestelmiä varten on laskettava varusteluluku (Kaava 1). Varusteluluvun (equipment number) avulla pystytään määrittämään luokituslaitoksen taulukon avulla ankkurin paino ja kappalemäärä sekä ankkuriketjun pituus ja paksuus. Varusteluluvun avulla pystytään myös määrittämään kiinnitysköysien lukumäärä ja niiden pituudet sekä ljuudet. Varusteluluvussa otetaan huomioon laivan uppouma, päämitat sekä tuulipinta-ala. Tuulipinta-alassa huomioidaan poikki-pinta-ala ja sivupinta-ala. (Räisänen 2000, 42–3).

$$\text{Equipment Number} = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2(BH + S_{fun}) + \frac{A}{10}$$

Kaava 1. Varusteluluku (Lloyd's Register 2022a, 168).

$\Delta$  = mallattu uppouma (t)

B = suurin mallattu leveys (m)

$H = a + \sum h_i$  = tehollinen korkeus (m) kesälastivesiviivasta ylimpään kansirakennelman yläreunaan

$a$  = korkeus (m) sivulta keskilaivassa kesälastivesiviivasta yläkanteen

$h_i$  = jokaisen kannen korkeus (m), jos leveys suurempi kuin  $\frac{B}{4}$

$S_{\text{fun}}$  = tehollinen savupiipun pinta-ala keulan suunnalta ( $\text{m}^2$ )

$A$  = sivupinta-ala kesälastivesiviivasta aluksen pituuden  $L$  sisällä, sisältäen kaikki kansirakenteet, joiden leveys suurempi, kuin  $\frac{B}{4}$ . (Lloyd's Register 2022a, 168–169.)



## 5 Winterisation

Kylmässä ilmastossa aluksen kansivarustelun kannalta ongelmaksi nousee jään ja lumen kertyminen rakenteisiin, laitteistojen nesteiden jäätyminen sekä varustelun materiaalien kylmänkestävyys. Luokituslaitos, tässä tapauksessa Lloyd's Register (LR), antaa säännöt, joiden mukaan alus on rakennettava ja varusteltava, jotta se kestää ja pysyy toimintakelpoisena sekä turvallisena kylmässä ympäristössä ja sen aiheuttamissa vaativissa olosuhteissa. Tätä toimenpidettä kutsutaan winterisationiksi. Luokituslaitosten toiminnasta ja tarkoituksesta lisää kohdassa 6.1.

LR jakaa winterisationin kolmeen eri tasoon, joihin vaikuttavat aluksen toiminta-alueen lämpötila ja siellä vietettävä aika.

- Winterisation A, pitkäaikainen toiminta erittäin kylmissä olosuhteissa, kuten ympäri vuoden liikennöinti Arktiksella tai Antarktiksella.
- Winterisation B, kausittainen kesto kylmissä olosuhteissa, kuten liikennöinti kylmissä olosuhteissa talvikuukausina.
- Winterisation C, aluksen lyhytkestoinen kauttakulku matalan lämpötilan alueilla, kuten rahdin lastaus tai purku satamassa, joka sijaitsee alueella, jossa vallitsee matala lämpötila.

Winterisationin laajuus vaihtelee eri tasoissa. Tasolla A winterisation on laaja, B:ssä kohtalainen ja tasolla C winterisation on vähäistä. (Lloyd's Register 2022b, 5.)

Winterisation on asetettu alukselle, joka on tarkoitettu operoimaan kylmässä ilmastossa ja voi altistua matalille lämpötiloille, joka voi aiheuttaa laitteistojen jäätyksen ilmankosteuden, alijäähtyneen veden tai pärskeiden jäätyksen aiheuttaman jään kertymisen takia tai järjestelmien nesteiden jäätyksen vuoksi. Suojaustoimenpiteet ja toimintamenetelmät on määritelty varmistamaan, että laitteistot on asianmukaisesti suojattu, jotta ne voivat toimia matalissa lämpötiloissa. (Lloyd's Register 2022a, 18.)

## 6 Säännöt ja säädökset

### 6.1 Luokituslaitos

Luokituslaitoksen tehtävä on antaa alukselle luokitus. Luokituslaitoksen säännöt ovat kehitetty, jotta voidaan varmistaa aluksen rungon ja lisäosien rakenteellinen lujuus sekä ohjausjärjestelmien, propulsiojärjestelmien, voimantuoton ja muiden järjestelmien sopivuus aluksen toimintaympäristöön. Luokituslaitos tarkastaa uuden aluksen tekniset suunnitelmat ja dokumentit, jotta ne vastaavat sääntöjä. Luokituslaitoksen edustajat tarkastavat telakalla, että alus on rakennettu hyväksytyjen suunnitelmien mukaisesti. He ovat mukana merikokeissa sekä muissa suoritettavissa kokeissa varmistamassa, että alukset vastaavat sääntöjen vaatimuksia. Alukselle voidaan hakea luokitusta, jos se on suunniteltu ja rakennettu luokituslaitoksen sääntöjen mukaan. Aluksilla on myös säännöllisiä luokitustelakointeja, joilla varmistetaan, että alukset täyttävät luokan vaatimukset. Maailmanlaajuisesti yli 50 organisaatiota tarjoaa jonkinlaisia luokituksia aluksille, mutta vain osa niistä kuuluu kansainvälisen luokituslaitoksen yhdistykseen (IACS). Kansainväliseen luokituslaitoksen yhdistykseen kuuluvat (IACS 2022, 3–5, 16.)

- ABS American Bureau of Shipping
- BV Bureau Veritas
- CCS China Classification Society
- CRS Croatian Register of Shipping
- DNV Det Norske Veritas
- IRS Indian Register of Shipping
- KR Korean Register
- LR Lloyd's Register
- NK Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)
- PRS Polish Register of Shipping
- RINA Registro Italiano Navale

## 6.2 Jääluokkamääräykset

Alukset, jotka on erityisesti suunniteltu jäänmurtotehtäviin kuuluvat jäänmurtaja -alustyyppiin. Jäänmurtaja viittaa jokaiseen alukseen, jonka toimintaan kuuluu saatto- ja jäänkäsittelytehtävät, tarvittava teho ja mitat aggressiiviseen toimintaan jään peittämällä vesialueilla ja joka on luokiteltu tämän notaation mukaisesti. Täydentävä luokkamerkintä voidaan antaa seuraavasti (Lloyd's Register 2022a, 1819)

### Icebreaker

- Alus, jonka toiminta-alaan kuuluu saatto-, tutkimus- ja tukitoiminnot ja jonka tehot ja mitat mahdollistavat aggressiivisen toiminnan jääpeitteisillä vesillä.

### Icebreaker+

- Alus, jossa teho, runkorakenne ja propulsiokoneistot ovat riittävät toimintaprofiiliin, joka on määritetty aluksen skenaarioasiakirjassa.

Polaariluokan aluksilla rungon muodon ja konetehon on oltava sellaiset, että alus pystyy omatoimisesti toimimaan jatkuvalla nopeudella vallitsevissa jääolosuhteissa. Polaariluokan alukset jaetaan seitsemään polaariluokkaan (PC) jääalueiden jääpeitteen paksuuden sekä operoinnin keston perusteella. Polaariluokat ovat (Lloyd's Register 2022a, 1818–1819)

- PC 1, Ympärivuotinen operointi napa-alueiden vesillä.
- PC 2, Ympärivuotinen operointi kohtalaisissa monivuotisissa jäissä.
- PC 3, Ympärivuotinen operointi kaksivuotisissa jäissä, joka voi sisältää monivuotista jäätä.
- PC 4, Ympärivuotinen operointi paksussa yksivuotisessa jäässä, joka saattaa sisältää vanhaa jäätä.
- PC 5, Ympärivuotinen operointi kohtalaisessa yksivuotisessa jäässä, joka saattaa sisältää vanhaa jäätä.

- PC 6, Operointi kesällä/syksyllä kohtalaisessa yksivuotisessa jäässä, joka saattaa sisältää vanhaa jäätä.
- PC 7, Operointi kesällä/syksyllä ohuessa yksivuotisessa jäässä, joka saattaa sisältää vanhaa jäätä.

Alusten jääluokat määräytyvät suunnitellun toimintaympäristön jääolosuhteiden mukaisesti. Jääluokka määrittää tarvittavan rungon vahvistuksen sekä koneistojen vaatimukset. Luokituslaitokset ovat nimenneet jääluokat eri tavalla, mutta jääluokkia voidaan vertailla taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Jääluokkien vertailu (Lloyd's Register 2022a, 1806).

Lloyd's Register class notation	Finnish-Swedish Ice Class	Canadian type
Ice Class 1AS FS(+) Ice Class IAS FS	IA Super	A
Ice Class 1A FS(+) Ice Class 1A FS	IA	B
Ice Class 1B FS(+) Ice Class 1B FS	IB	C
Ice Class 1C FS(+) Ice Class 1C FS	IC	D
Ice Class 1D	–	E
Ice Class 1E	–	E

Alusten, joiden jääluokka on 1AS FS(+), 1AS FS, 1A FS(+), 1A FS, 1B FS(+), 1C FS(+), 1C FS tai 1D on noudattava Suomen ja Ruotsin jääluokkamääräyksiä, sekä Lloyd's Registerin lisävaatimuksia (Lloyd's Register 2022a, 1818).

Jääluokat määräytyvät seuraavasti (Traficom 2021, 6; Lloyd's Register 2022a, 18–19)

- 1AS FS(+)

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan vaikeissa jääolosuhteissa pääsääntöisesti ilman jäänmurtajan avustusta, paranneltu konetehto

- 1AS FS

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan vaikeissa jääolosuhteissa pääsääntöisesti ilman jäänmurtajan avustusta

- 1A FS(+)

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan vaikeissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana, paranneltu konetehto

- 1A FS

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan vaikeissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana

- 1B FS(+)

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan keskivaikeissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana, paranneltu konetehto

- 1B FS

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan keskivaikeissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana

- 1C FS(+)

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan helppoissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana, paranneltu konetehto

- 1C FS

alus, jonka rakenne, konetehto ja muut ominaisuudet ovat sellaisia, että se pystyy kulkemaan helppoissa jääolosuhteissa tarpeen mukaan jäänmurtajan avustamana

- 1D

aluksille, jossa rungon vahvistus on vain keulan alueella, helppoihin ja erittäin helppoihin jääolosuhteisiin

- 1E

aluksille, joiden pituus on alle 150 m, helppoihin ja erittäin helppoihin jääolosuhteisiin

## 6.3 Winterisation

### 6.3.1 Yleisesti

Lloyd's Registerin säännöt Rules for Winterisation of Ships täydentävät Rules for the Classification of Ships -sääntöjä. Omistajan vastuulla on määrittää mitkä winterisaatio -notaatiot ja mitkä suunnitellut lämpötilat soveltuvat parhaiten aluksen toimintavaatimuksiin. Lisävaatimuksia voi tulla kansalliselta viranomaiselta, jossa alus on rekisteröity ja/tai hallinnolta, jonka alueella aluksen on tarkoitus toimia. (Lloyd's Register 2022b, 3.)

Winterisation -taso C on kattava lähtötaso, jossa otetaan huomioon matala lämpötila, laitteistojen ja järjestelmien nesteiden jäätyminen sekä ilman- kosteuden ja pärskeiden jäätyminen aluksen kansille ja kansivarusteluun.

Säännöt antavat ohjeistuksen jäätyminen ehkäisyyn, jään poistoon sekä laitteistojen suojaukselle. B-tasolla on samat säännöt kuin C-tasolla, mutta siihen tulee lisää tarkentavia vaatimuksia. A-taso ottaa huomioon B ja C-tasojen vaatimukset sekä tason A tarkentavat lisävaatimukset. Esimerkiksi Winterisation -taso C vaatii, että komentosillan siipien ohjainlaitteiden ja järjestelmien on oltava suojattuna ja niissä on oltava lämmitysjärjestelmä. Winterisation -taso B:n vaatimus on, että siipien on oltava täysin suljettu tila. (Lloyd's Register 2022b, 27, 35.)

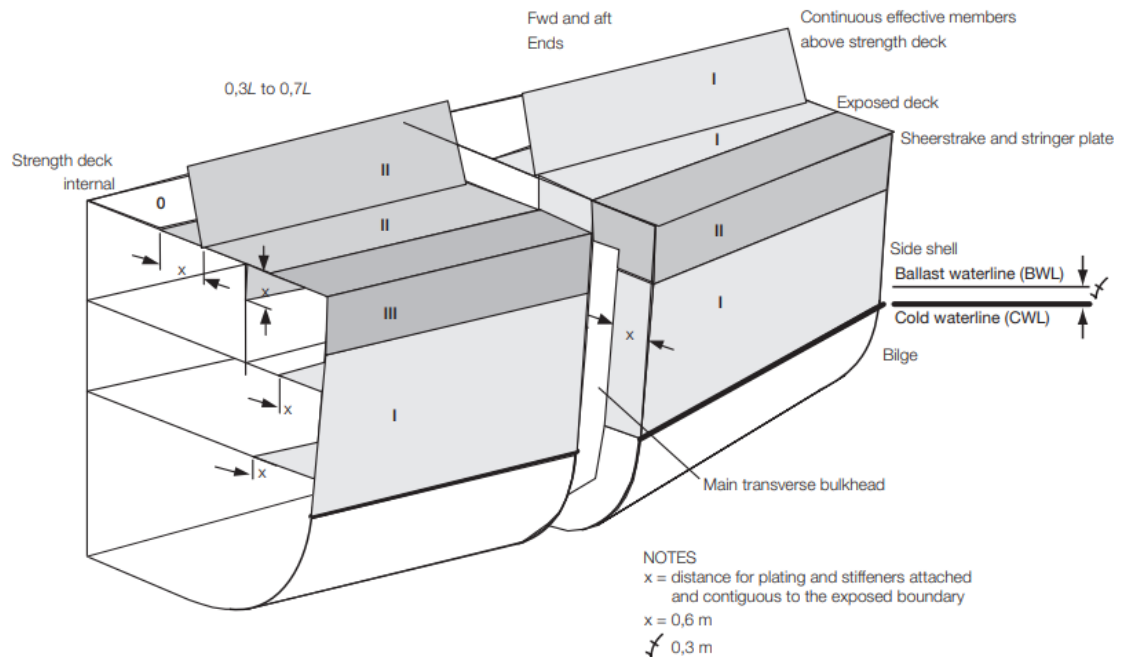
Laitteistojen, järjestelmien ja materiaalien täytyy kestää vallitsevaa ulkolämpötilaa. Suunniteltu ulkoilman lämpötila (external design air temperature)  $t$  lasketaan toimintaympäristön keskimääräisen vuorokauden alimman lämpötilan ( $T_y$ ) mukaan ja siitä vähennetään  $10\text{ °C}$ . Niissä tapauksissa, joissa Polar Service Temperature (PST) on määritetty IMO:n polaarikoodin mukaisesti, suunniteltu ulkoilman lämpötilaa ( $t$ ) on pidettävä PST:nä. (Lloyd's Register 2022b, 6–7.)

IMO:n polaarikoodi määrittää PST:n olevan vähintään  $10\text{ °C}$  alempi kuin MDLT (Mean Daily Low Temperature), joka on keskimääräinen vuorokauden alin lämpötila vähintään 10 vuoden ajanjaksolla. (Lloyd's Register 2016, 7).

### 6.3.2 Laitteiden ja komponenttien materiaalit alhaisissa lämpötiloissa - Winterisation M

Materiaalivaatimukset ovat tarkoitettu laitteistoille ja komponenteille, jotka altistuvat suunnitellulle ulkolämpötilalle ( $t$ ). Materiaalien sopivuus voidaan osoittaa joko yhdellä tai useiden tapojen yhdistelmillä. Materiaalin osoittaminen voi perustua näihin LR:n Winterisation M -sääntöihin, kansainvälisiin tai kansallisiin standardeihin. Sopivuuden määrittämiseen voidaan käyttää myös aiempia kokemuksia materiaalien tai laitteiden toiminnasta suunnitellussa käyttölämpötilassa. Materiaalien ominaisuuksia voidaan päätellä teknisillä tutkimuksilla, jotka perustuvat rakentamisen perusoletuksiin tai voidaan käyttää myös mekaanisia testejä kuten Charpy -iskutestiä. Näitä vaatimuksia ei ole tarkoitettu rungon rakenteisiin, eikä nostolaitteisiin. (Lloyd's Register 2022b, 13.)

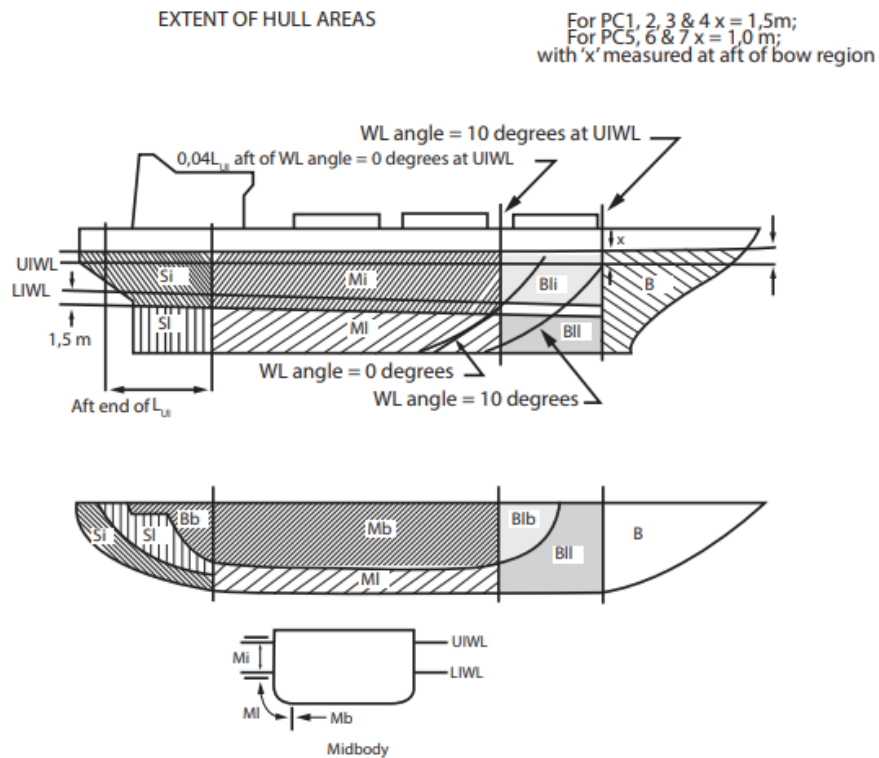
Rungon rakenteiden materiaaliluokka pystytään valitsemaan taulukoista, joissa materiaalit on jaettu niiden käyttökelpoisuuden mukaan kolmeen materiaali-  
luokkaan. Materiaaliluokkaan (I, II ja III) vaikuttaa rakenteen sijainti aluksessa (Kuva 6). Suunnitellun ulkolämpötilan sekä tarvittavan ainevahvuuden perusteella voidaan valita materiaalin laatu (Taulukot 3, 4 ja 5). (Lloyd's Register 2022b, 8.)



Kuva 6. Runkorakenteiden materiaaliluokat (Lloyd's Register 2022b, 11).

Jäissä kulkiessa alukseen kohdistuu jääkuormien aiheuttamia voimia, joita varten aluksen rungossa pitää olla jäävahvistus. Jäävahvistetun aluksen laidoituksen paksuus pystytään laskemaan luokituslaitoksen ohjeiden mukaisesti. Laidoituksen paksuus sisältää myös korroosio- ja kulumisliisän. Polaariluokan alusten runko on jaettu alueisiin, jotka kuvastavat niihin todennäköisesti kohdistuvien kuormien suuruutta, ja ne vaikuttavat laidoituksen paksuuteen. Pituussuunnassa alueet ovat keula (B), keulan ja keskiosan välinen alue (B<sub>i</sub>), keskilaiva (M) ja perä (S), jotka jaetaan pystysuunnassa pohjaan (b), alaosaan (l) ja jäävyöhykkeeseen (i) kuvan 7 mukaisesti. (Lloyd's Register 2022a, 1832–1833, 1840–1841.)





Kuva 7. Jäävahvistettujen alueiden jaottelu (Lloyd's Register 2022a, 1833).

Tavanomainen teräs laivanrakennuksessa on MS (mild steel), joka on niukkahiilinen/pehmeä teräs, jossa hiilipitoisuus on 0,15–0,23 %. Erikoislujilla teräksillä HT (high tensile steel) voidaan pystyä pienentämään rungon painoa yli 20 %:lla. (Alanko 2011, XII-3.)

Kylmälle ilmalta altistuvien laitteiden ja komponenttien materiaalien pitää soveltua suunniteltuun ulkolämpötilaan. LR on taulukoinut komponentit, jotka ovat alttiina kylmille lämpötiloille, ja niiden materiaaliluokat ovat esitetty taulukossa 2. Koneistoissa ja järjestelmissä käytettävien teräslevyjien, -nauhojen, -profiilien ja -tankojen materiaalilaatu voidaan valita materiaaliluokan perusteella. Vaatimuksien tarkoituksena on taata sopivalla iskutheydellä oleva materiaalilaatu, jonka valinta perustuu materiaalin paksuuteen ja suunniteltuun ulkolämpötilaan. Nämä materiaalilaadut voidaan valita taulukoista 3, 4 ja 5. Taulukkoa 2 käytetään myös koneistoissa ja järjestelmissä käytettävien putkien, venttiilien, sovitteiden, taottujen osien ja valukappaleiden Charpy-iskutestin

lämpötilan valintaan. Charpy-iskutestissä, joka tunnetaan myös Charpy-V-loven testinä, määritetään kappaleen iskutkeys lyömällä heilurivasaralla koesauva poikki ja mitataan murtumiseen kulunut energia. (Lloyd's Register 2022b, 13; Väisänen 2007, 28.)

Taulukko 2. Listaus komponenteista (Lloyd's Register 2022b, 14–15).

Main component	Sub-component	Class
<b>Deck machinery and equipment</b>		
Windlass	Cable lifter	II
	Gear wheel	II
	Shaft	II
	Casing	I
	Foundation bolt	II
	Brake system	II
	Stripper bar	II
Mooring winches	Gear wheel	II
	Shaft	II
	Casing	I
	Foundation bolt	II
Winch motors	Hydraulics piping	II
	Hoses	II
Winch controls	Hydraulics	II
Bollards/fairleads/bits		III
Anchor chain, see Note 3		II
Anchor	Crown/head, shackle & shank	II
	Crown/head pin & shackle/ swivel pin	I
Anchor lashing		II
Chain stopper		II
Emergency towing system, see Note 2		I
<b>Cargo handling systems</b>		
Cargo lines	Pipe	II
	Flange	II
	Valve	II
	Gaskets	I
	Bolts	I
Cargo loading manifold		I
Cargo heating steam line	Pipe	II
	Flange	II
	Valve	II
	Bolts	I

Hydraulic oil pipes for cargo valve remote control		II
Inert gas piping		I
<b>Hull piping systems</b>		
Bunker lines to engine room	Pipe	I
	Flange	I
	Valve	I
	Bolts	I
Control air pipes		I
<b>Fire-fighting systems</b>		
Fire main	Pipe	I
	Flange	I
	Valve	I
	Bolts	I
Water spray systems	Pipe	II
	Flange	II
	Valve	II
Foam systems		I
Emergency fire pump		I
Hydrants		I
Hydrant pipes		II
Fire flaps		I
<b>Access on deck</b>		
Handrails		I
Structures on deck to provide shelter from seas/weather when working on deck during passage (excluding deckhouses and forecastles)		I
Access doors and hatches – hinges/dogs, etc. to accommodation and forecastle	Dogs/hinges	I
	Seals	I
Stairs		I
<p><b>Note</b> 1. Additional sub-components associated with the main component, which are not specified, are to be of a similar class to an equivalent sub-component which is specified.</p> <p><b>Note</b> 2. Where the ETA is integrated with the bollards/fairleads/bits, the higher class is to be applied.</p> <p><b>Note</b> 3. Anchor chain cables are to be, at least, grade U3, see <i>Ch 1, 2.1 Hull construction materials 2.1.7.</i></p> <p><b>Note</b> 4. A lower risk class may be accepted whereby it can be demonstrated from available experience and mitigation measures, where such are in place, that these measures would provide a level of protection that mitigates the risk, or whereby a risk assessment was undertaken for a specific vessel type/arrangement as in Winterisation MEn. Conversely, a higher risk class may be required for the same reason.</p>		

Materiaaliluokkia on kolme ja taulukoista 3, 4 ja 5 voidaan valita materiaali suunnitellun ulkolämpötilan ja ainevahvuuden perusteella, pois lukien huomautusten lisävaatimukset. Esimerkiksi tilanteessa, jossa materiaaliluokka

on II (Taulukko 4), suunniteltu ulkolämpötila on  $-45\text{ °C}$  ja materiaalin paksuudeksi on laskettu 30 mm, voidaan materiaalilaatu valita niukkahiilisistä teräksistä (MS), jotka ovat laivanrakennuksessa tavanomaista terästä tai erikoislujasta teräksestä (HT). Tavanomaisesta teräksestä on valittava E ja erikoislujasta teräksestä on valittava EH. Merkinnät E ja EH tarkoittavat materiaalin iskutikeysluokkaa.

Taulukko 3. Materiaalit luokalle I (Lloyd's Register 2022b, 10).

Thickness, mm	External design air temperature									
	$-24\text{ °C to }-28\text{ °C}$		$-29\text{ °C to }-38\text{ °C}$		$-39\text{ °C to }-48\text{ °C}$		$-49\text{ °C to }-58\text{ °C}$		$-59\text{ °C to }-68\text{ °C}$	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 10$	A	AH	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH
$10 < t \leq 15$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH
$15 < t \leq 20$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$20 < t \leq 25$	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH	E	EH
$25 < t \leq 30$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$30 < t \leq 35$	D	DH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$35 < t \leq 45$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH
$45 < t \leq 50$	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH

**Note 1.** See Ch 3 Rolled Steel Plates, Strip, Sections and Bars of the Rules for the Manufacture, Testing and Certification of Materials, July 2022, for the properties and testing of steel grades.

**Note 2.** MS and HT are defined as Mild Steel and High Tensile Steel respectively.

Taulukko 4. Materiaalit luokalle II (Lloyd's Register 2022b, 10).

Thickness, mm	External design air temperature									
	$-24\text{ °C to }-28\text{ °C}$		$-29\text{ °C to }-38\text{ °C}$		$-39\text{ °C to }-48\text{ °C}$		$-49\text{ °C to }-58\text{ °C}$		$-59\text{ °C to }-68\text{ °C}$	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 10$	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH
$10 < t \leq 20$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$20 < t \leq 30$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH
$30 < t \leq 40$	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH
$40 < t \leq 45$	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH	n/a	n/a
$45 < t \leq 50$	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH	n/a	n/a

**Note 1.** See Ch 3 Rolled Steel Plates, Strip, Sections and Bars of the Rules for the Manufacture, Testing and Certification of Materials, July 2022, for the properties and testing of steel grades.

**Note 2.** MS and HT are defined as Mild Steel and High Tensile Steel respectively.

Taulukko 5. Materiaalit luokalle III (Lloyd's Register 2022b, 10–11).

Thickness, mm	External design air temperature									
	-24°C to -28°C		-29°C to -38°C		-39°C to -48°C		-49°C to -58°C		-59°C to -68°C	
	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT	MS	HT
$t \leq 10$	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH
$10 < t \leq 20$	D	DH	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH
$20 < t \leq 25$	D	DH	E	EH	E	EH	E	FH	n/a	FH
$25 < t \leq 30$	D	DH	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH
$30 < t \leq 35$	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH	n/a	n/a
$35 < t \leq 40$	E	EH	E	EH	n/a	FH	n/a	FH	n/a	n/a
$40 < t \leq 50$	E	EH	n/a	FH	n/a	FH	n/a	n/a	n/a	n/a

**Note 1.** See Ch 3 Rolled Steel Plates, Strip, Sections and Bars of the Rules for the Manufacture, Testing and Certification of Materials, July 2022, for the properties and testing of steel grades.

**Note 2.** MS and HT are defined as Mild Steel and High Tensile Steel respectively.

### 6.3.3 Lisämääräys laitteiden ja komponenttien materiaaleille alhaisissa lämpötiloissa -Winterisation MEn

MEn on lisämääräys alhaisissa lämpötiloissa käytettäville materiaaleille ja komponenteille. MEn (Materials for equipment and components at low temperatures enhanced) on noudatettava Winterisation C: n vaatimuksia. Lisäksi on käytettävä riskiarviointia tai vastaavaa Lloyd's Registerin hyväksymää menetelmää niihin laitteistoihin ja koneistoihin, jotka eivät sisälly taulukkoon 2. Yhteenveto riskiarviosta on dokumentoitava ja toimitettava Lloyd's Registerille. Jokaisen komponentin osalta arvioidaan häiriön todennäköisyyttä ja siihen liittyvät seuraukset seuraavasti (Lloyd's Register 2022b,19–20.):

- Häiriön todennäköisyyden arvioinnissa huomioidaan kuormituksen voimakkuus ja toistuvuus. Kuormitustason määrittelyssä arvioidaan kuormituksen staattisuus ja dynaamisuus, jotka vaikuttavat materiaalin väsymiseen.
- Häiriön seurausten arvioinnissa huomioidaan komponenttien tärkeys eli se mikä vaikutus komponentin häiriöllä on laivan toimintaan. Tämän

lisäksi on huomioitava häiriön vaikutus henkilöstön turvallisuuteen, ympäristöön ja aluksen turvallisuuteen.

Riskien todennäköisyydet jaetaan kolmeen luokkaan, jotka kuvaavat riskitasoja pieni, keskitaso ja korkea:

1. Pieni, vika voi ilmetä laivan elinkaaren aikana.
2. Keskitaso, vika voi ilmetä toimintojen elinkaaren puolessa välissä.
3. Korkea, vika voi ilmetä minä tahansa aluksen toimintavuotena.

Häiriön seuraukset luokitellaan korkean, kohtalaisen ja vähäisen riskin luokkiin:

- A. Korkea, komponentti rikkoutuu ja sen seurauksena vaikutus henkilöstön turvallisuuteen, ympäristöön ja aluksen turvallisuuteen.
- B. Kohtalainen, mahdollinen laitteiston/koneiston/järjestelmän menetys ilman vaikutuksia henkilöstön turvallisuuteen, ympäristöön sekä aluksen turvallisuuteen.
- C. Vähäinen, paikallinen vika pienehköillä vaikutuksilla toimintaan

Riskimatriisin (Taulukko 6) avulla pystytään päättämään komponentin materiaalien luokka.

Taulukko 6. Riskimatriisi (Lloyd's Register 2022b, 20).

Risk matrix		Likelihood of failure		
		1 Low	2 Medium	3 High
Consequence of failure	A High	1/A	2/A	3/A
	B Medium	1/B	2/B	3/B
	C Low	1/C	2/C	3/C

- Luokka I: 1/C, 1/B sekä 2/C
- Luokka II: 1/A, 2/B sekä 3/C
- Luokka III: 2/A, 3/B sekä 3/A

Kun materiaaliluokka on määritetty, materiaalipaksuuden ja suunnitellun ulkoilman lämpötilan avulla voidaan määrittää materiaalilaatu tai komponentin testauslämpötila (Charpy) taulukoiden avulla. (Lloyd's Register 2022b, 20.)

#### 6.3.4 Laitteistojen ja järjestelmien Winterisation

##### Winterisation C

Yleisenä ohjeena winterisationille on, että kaikki esineet kuten putkistot, komponentit ja kaapelit on sijoitettava sisätiloihin aina, kun se on mahdollista. Tavoitteena on vähentää niiden altistumista matalalle lämpötilalle ja jään muodostumiselle (Lloyd's Register 2022b, 21).

Jokainen laitteen ja järjestelmän osa täytyy suojata matalalta lämpötilalta ja jään kertymiseltä sopivilla suojamenetelmillä, joihin sisältyy (Lloyd's Register 2022b, 21)

- lämmitys (tilat ja järjestelyt laitteille ja järjestelmille)
- jäänpoiston varusteet
- suojukset (peitteet sekä kotelointi)
- vedenpoisto/viemärointi
- lämpöeristys
- materiaalivalinnat
- sopivien voiteluaineiden, öljyjen, hydrauliiikan ja rasvojen valinta

Asennetut lämmitysjärjestelmät on varustettava seuraavanlaisesti (Lloyd's Register 2022b, 21)

- laitteet lämpötilan määrittämiseksi
- lämmityksen katkaiseva järjestelmä, jos lämmitysjärjestelmät voivat aiheuttaa haitallisen korkean lämpötilan tai paineen. Tavoite on estää

vahinkoja ja toimintahäiriöitä kuten voitelun heikentyminen tai laitteen rikkoutuminen

- sopivat ohjausjärjestelmät
- ilmoitus siitä, ovatko lämmitysjärjestelmät käytössä
- hälytys, jolloin vastuussa oleva henkilö pystyy estämään uhkaavan tilanteen.

### 6.3.5 Apukoneistot ja työskentelyalueet

#### Winterisation C

Ulkokansille sijoitettujen pää- ja apukoneiden pitää pystyä toimimaan suunnitellussa ulkolämpötilassa. Pääpropulsiojärjestelmän ja tarvittavien apukoneiden ilmanotossa on varmistettava, että noudatetaan moottori-valmistajan ohjeistusta ilman vähimmäislämpötilasta. Jos lämpötila on liian alhainen pitää tuloilma lämmittää. Jäähdytysveden läpiviennit on suunniteltava niin, etteivät ne tukkeudu jäästä ja sohjosta. (Lloyd's Register 2022b, 21–22.)

Putkistomateriaalien ja komponenttien on oltava soveltuvia suunnitellulle ulkolämpötilalle tai niissä on oltava lämmitys. Järjestelmissä on oltava tyhjennysventtiilit putkien jäätyksen ehkäisemiseksi. Putkistot pitää kallistaa tyhjennysventtiilien suuntaan, jotta putkistojen tyhjennys on mahdollista normaaleissa trimmi- ja kallistuskulmissa. Venttiileitä on sijoitettava vähintään keulaan, perään ja molemmille puolille alusta. Haaraputkiin, mahdollisimman lähelle päälinjaa, on asennettava venttiilit, jotta ne pystytään tyhjentämään silloin, kun ne eivät ole käytössä. Höyryputket pitää lämpöeristää ja/tai ne on voitava puhaltaa tyhjiksi. Kansilla olevissa höyryä tarvitsevilla laitteistoissa on oltava jatkuva höyrynkierro. (Lloyd's Register 2022b, 22.)

Tärkeät venttiilit, mittarit, ilmaisimet ja valvontajärjestelmät on suojattava jäätymiseltä jäänpoistomenetelmillä tai ne on peitettävä, jos jäänpoisto ei ole mahdollista. Vaikeissa paikoissa olevissa venttiileissä on oltava suojus tai lämmitys. Mittaristot, ilmaisimet ja valvontalaitteet on sijoitettava lämpimään tilaan, jos niissä ei ole mahdollisuutta jäänpoistoon. Tärkeiden toimintojen



venttiilien toimilaitteille, solenoideille ja painemittarin lähettimille on oltava lämmitysjärjestelmä. Venttiilien, mittareiden, ilmaisimien ja valvontalaitteiden on toimittava suunnitellussa lämpötilassa, jos ei ole mahdollisuutta lämmitykseen. (Lloyd's Register 2022b, 22.)

Kauko-ohjaukseen käytettävien hydraulioöljylinjojen ohjausventtiilien on oltava lämmitettyjä niiden mekanismin jäätyminen ehkäisemiseksi. Hydraulikoneikot (power packs) on mahdollisuuksien mukaan asennettava lämpimiin sisätiloihin. Jos tämä ei onnistu, on hydraulinesteen ja materiaalin oltava sopivia suunniteltuun ulkolämpötilaan. (Lloyd's Register 2022b, 22.)

Meri- ja makeavesiputket sekä niiden venttiilit on suojattava jäätymiseltä. Sulkuventtiili on asennettava lämpimään tilaan niin, että kannella oleva osa voidaan tyhjentää. Vaihtoehtoisesti tyhjennysventtiili on asennettava linjaston alimpaan kohtaan, ja linjasto on varustettava liitännällä, jotta putki voidaan puhaltaa tyhjäksi. Vaihtoehtona on myös jatkuva vedenkierto tai järjestelmän varustaminen lämmitysratkaisulla. (Lloyd's Register 2022b, 22.)

Kosteuden jäätyminen kannella olevien paineilmaikäyttöisten laitteiden ilmansyöttöön on estettävä, jotta jää ei tuki linjastoa. Järjestelmä on suunniteltava määrätulle kastepisteelle, joka on riippuvainen suunnitellusta ulkolämpötilasta. Vaihtoehtoisesti järjestelmään on asennettava ilmankuivaimet tai sopiva lämmitysjärjestelmä. Tyhjennysventtiili on asennettava linjaston alimpaan kohtaan. (Lloyd's Register 2022b, 22.)

Winterisation B: n tarkentava ohjeistus koskee hydraulikoneikkoa, polttoainelinjastoa sekä paineilmalaitteita. Hydraulikoneikon (power packs) lämmitys on sijoitettava hydraulioöljytankin pohjaan. Esillä olevien polttoainelinjastojen putket (täyttö, siirto, jäteöljy) on lämpöeristettävä ja niissä on oltava saattolämmitys. Paineilmalla toimivien laitteiden syöttöilman on oltava kuivaa ja lämmitettyä. Syöttöilman kastepisteen pitää olla sopiva suunnitellulle ulkolämpötilalle. Esillä olevat putkien jatkot on suojattava jään kertymiseltä käyttämällä hyväksytyjä paljetasaimia. (Lloyd's Register, 2022b, 34.)

Winterisation A: n tarkentava ohjeistus.

Nesteen jäätyminen hydrauliputkissa on estettävä lämpöeristyksellä tai lämmityksellä. (Lloyd's Register 2022b, 36).

### 6.3.6 Mooring- ja nostolaitteet

#### Winterisation C

Ankkurivintturi ja mooring-vinssit on suojattava jään kertymiseltä sopivien suojiin avulla. Vaihtoehtoisesti kansialue on oltava suojattu. Materiaaliluokat (Winterisation M) hinaus- ja mooring -varusteluun, kiinnitysosiin ja komponentteihin oltava sopivia suunniteltuun ulkolämpötilaan. (Lloyd's Register 2022b, 23.)

Säälle altistuvat ohjainpaneelit on suojattava jäätymiseltä teräksestä valmistetuilla suojakoteloilla. Hydraulikan ohjausjärjestelmille on toteutettava samat toimenpiteet, kuin kohdan 6.3.5 hydraulijärjestelmille. Hydraulisesti toimiville laitteille ja järjestelmille on järjestettävä höyryjärjestelmä jään poistoa ja torjumista varten. (Lloyd's Register 2022b, 23.)

Nesteiden, kuten voiteluaineiden ja hydraulioöljyjen, jäätyminen järjestelmissä on ehkäistävä. Nesteiden on sovellettava mataliin käyttölämpötiloihin ja tarvittaessa on järjestettävä sopiva lämmitysratkaisu. (Lloyd's Register 2022b, 23.)

Mooring- ja nostolaitteiden sähköasennukset noudattavat samoja sääntöjä, joita on annettu muillekin sähköasennuksille (kohta 6.3.7) (Lloyd's Register 2022b, 23).

Klyyssiputki (Kuva 8) on sijoitettava lämmitettävään tilaan, tai se pitää varustaa sopivilla lämmitysratkaisuilla, jolloin kannen höyryjärjestelmän liitäntäventtiilit on sijoitettava klyyssiputken lähelle jäänestoa varten. Klyyssiputken pesulinjoissa pitää olla jatkuva kierto tai lämmitysjärjestelmä estämään veden jäätyminen putkistossa. Höyryjärjestelmän liitäntäventtiilit on sijoitettava lähelle pesulinjojen jään poistoa varten. (Lloyd's Register 2022b, 23.)



Kuva 8. Klyyssiputki (Escovèm -Hawse pipe 2023).

Nosturin ohjaamoon on järjestettävä hyvät työolosuhteet sisätilanlämmittimellä. Ikkunat on varustettava lämmitysjärjestelyillä, jotka suojaavat jään kertymiseltä. Tilojen lämmityksen on pidettävä suunniteltu sisälämpötila suunnitellussa ulkolämpötilassa. Jäätymisen ehkäisemiseksi on järjestettävä jäänpoistotoimenpiteitä. Lasinpyyhkijöiden toimilaitteet on asennettava ohjaamon sisäpuolelle tai niihin on asennettava lämmitys. Nosturi on varusteltava kylmäkäynnistyksiä varten, ja nostureissa on käytettävä sopivia voiteluöljyjä ja rasvoja. Hydraulioöljylle on järjestettävä tarvittava kierto ja puhdistuslaitteet. Nostolaitteiden materiaaliluokka on oltava sääntöjen (LR's Code for Lifting Appliances in a Marine Environment, July 2022) mukainen ja sopiva suunniteltuun ulkolämpötilaan. (Lloyd's Register 2022b, 23.)

Winterisation B: n tarkentava ohjeistus.

Kannella olevat ohjainyksiköt on asennettava lämmitettyihin teräksestä valmistettuihin koteloihin ohjainyksikköjen jäätämisen ja komponenttien jäätymisen ehkäisemiseksi (Lloyd's Register 2022b, 34).

### 6.3.7 Sähköasennukset

#### Winterisation C

Kylmän ilmaston aiheuttama, lämmitykseen tarvittava sähköteho on sisällytettävä kuormituslaskelmiin (sähköbilanssi), joissa on oltava kirjattuna erillinen winterisation -olosuhdeosio (Lloyd's Register 2022b, 23).

Hätägeneraattorien on pystyttävä toimimaan suunnitellussa ulkolämpötilassa ja ne on sijoitettava lämpimään sisätilaan ja/tai niiden tulee soveltua toimimaan polttoaineella, joka on tarkoitettu matalaan lämpötilaan. Hätägeneraattorit on varustettava ilmanoton suoja- tai lämmitysjärjestelyillä. Jäähdytysjärjestelmässä on käytettävää sopivaa jäänestoa tai lämmitysjärjestelmää, joka soveltuu suunniteltuun ulkolämpötilaan. Jos käytössä on ilmakäynnistysjärjestelmä, on ilma kuivattava. Hätägeneraattorin ilmanottoaukot on suojattava jäätymiseltä jäänpoistotoimenpiteillä tai lämmityksellä. Lisäksi ilmanottoaukko on varustettava automaattisella venttiilillä tai säleiköllä, joka sulkeutuu generaattorin ollessa sammuksissa (lämpöhäviön ehkäisy) ja aukeaa koneen käynnistyessä. (Lloyd's Register 2022b, 23–24.)

Laitteistojen esillä olevat sähkömoottorit on varustettava suojilla tai niihin on kohdistettava jäänpoistotoimenpiteitä. Moottori on varustettava sopivalla lämmitysjärjestelyllä estämään kosteuden ja kondensoituneen veden jäätymisen moottorissa. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Esillä olevien sähkökaapeliin komponenttien on sovellettava suunniteltuun ulkolämpötilaan. Kaapelit on suojattava manuaaliselta jäänpoistolta. Läpiviennistä tulevien kaapeleiden on oltava terässuojassa 0,5 m matkalla läpiviennistä tai kytkettävään laitteeseen asti, jos se on lähempänä. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Kytkinrasiat ja ohjauspaneelit lämmittämättömillä alueilla suojataan kondenssiveden aiheuttamalta jäätymiseltä lämmityksen avulla tai käyttämällä suunniteltuun lämpötilaan soveltuvia suojattuja yksiköitä (Lloyd's Register 2022b, 24).

Navigaatiovälineiden ja -laitteiden valmistajan ilmoittaman käyttölämpötilan tulee vastata suunniteltua ulkolämpötilaa. Tutkan moottorit on suojattava kosteuden ja jäätämisen aiheuttamaa jäätymistä vastaan lämmitysjärjestelmällä ja kylmään lämpötilaan sopivalla rasvalla. Kansilla olevat magneetikompassit pitää olla suojattu jään kertymiseltä. Satelliitti- ja GPS-järjestelmien moottoreissa on käytettävä kylmään lämpötilaan sopivaa rasvaa, ja antennit on suojattava jäätymiseltä. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Alukseen asennettu sumutorvi ja sen komponentit on suojattava jäätymiseltä ja kosteuden aiheuttamalta jäätymiseltä. Siinä on oltava lämmitysjärjestelmä ja siinä on käytettävä kuivaa paineilmaa. Ilmaputket sumutorvelle on sijoitettava lämpimiin tiloihin niin pitkälle kuin mahdollista. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Kauko-ohjatut valonheittimet on asennettava aluksen keulaan ja komentosillan siipiin pimeänavigointia varten. Valonheittimen linssissä pitää olla lämmitys tai suoja. Myös moottorilla pitää olla lämmitys. Navigointivalot pitää olla tyyppitestattu suunnitellulla valonlähteellä. Valojen tulee toimia suunnitellussa ulkolämpötilassa ilman valaistuksen heikkenemistä tai himmenemistä. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Valvontakamerajärjestelmässä (CCTV) komponentit, jotka ovat olosuhteiden armoilla, pitää olla lämmitys tai suojat sekä jäänpoistotoimenpiteet moottorien, pyyhkimien ja linssin suojuksen jäätämistä sekä jäätymistä vastaan. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Valaistus kansien työskentelyalueilla, sekä erityisesti keulakorokkeella on järjestettävä niin, että jäänpoisto valoista olisi mahdollisimman helppoa. Valaisimien tulee olla soveltuvia suunnitellulle ulkolämpötilalle, huomioiden valaistusarvon muutokset kylmässä ilmassa. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Winterisation B tarkentava ohjeistus.

Hätägeneraattorin jäähdytys- ja voitelujärjestelmiin on asennettava sähkölämmitysjärjestelmä. Satelliitti- ja GPS-moottorit ja kovaääniset on varustettava lämmitysjärjestelyillä. Keulamaston navigointivalo on oltava

lämmitetty ja siihen on kohdistettava jäänpoistotoimenpiteitä. (Lloyd's Register 2022b, 34.)

Winterisation A tarkentava ohjeistus.

Kaikki näkyvillä olevat sähkökaapelit, sisältäen kaapeloinnit laitteistoille ja komponenteille, on suojattava putkella tms. ja järjestettävä niin, että kondenssivesi pääsee valumaan pois suojaputkesta (Lloyd's Register 2022b, 36).

### 6.3.8 Palontorjunta

Winterisation C

Palopumppu ja hätäpalopumppu sijoitetaan lämmitettyihin tiloihin laitteiston ja nesteiden jäätyminen ehkäisemiseksi. Palopumppujen meriveden imupuolella on oltava jäänpoistoa varten lämmitysjärjestelmä. Imupuolelle on järjestettävä höyrypuhallus tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää konehuoneen merivesikaivoa. (Lloyd's Register 2022b, 24.)

Pääpaloputki, sisältäen myös pääkannen ja majoitustilojen linjastot, on suojattava jäätymiseltä linjaston ja palopostien osalta. Sulkuventtiilit on sijoitettava lämpimiin tiloihin ja ne on järjestettävä niin, että kylmälle ilmalle alttiina oleva osa voidaan tyhjentää. Vaihtoehtoisesti on käytettävä keinoja, joilla varmistetaan venttiilin kuivuus tai putkistojen nesteen jatkuva kierto ja lämpöeristys tai lämmitysjärjestelmä. Pääpaloputki on reititettävä lämmitettyjen alueiden läpi niin pitkälle kuin mahdollista ottaen huomioon laivan yleisjärjestely. Vaahto- ja CO<sub>2</sub> -järjestelmät sekä valvontajärjestelmät on asennettava pääpaloputken ohjeistuksen mukaisesti. Palonsammutusaineiden, kuten vaahtojärjestelmien, on sovellettava käytettäväksi suunniteltuun ulkolämpötilaan. Käsisammuttimien, kuten vaahtosammutin, pitää olla soveltuva suunniteltuun ulkolämpötilaan tai ne ovat sijoitettava lämpimiin tiloihin. (Lloyd's Register 2022b, 24–25.)

Vesisuihkujärjestelmän linjastot on suunniteltava niin, että putket on suojattu jäätymiseltä ja suuttimet eivät tukkeudu jäästä. Putkistot on sijoitettava sisälle ja kansilla olevien suuttimien on oltava sellaiset, joissa jäätyminen on minimoitu, tai ne on pystyttävä tyhjentämään ja puhaltamaan kuiviksi. Vaihtoehtoisesti niihin voidaan asentaa lämmitys. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Paloletkut on voitava tyhjentää ja kuivattaa käytön jälkeen jäätyminen ehkäisemiseksi. Paloletkulle on järjestettävä varasto kuivumista varten. Vähintään kaksi letkua on oltava varalla sillä aikaa, kun käytetty letku on kuivumassa. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Winterisation A tarkentava ohjeistus.

Paloposteihin on asennettava lämmitys ja pääpaloputkessa on oltava jatkuva nesteen kierto (Lloyd's Register 2022b, 36).

### 6.3.9 Pelastautumisvälineet

#### Winterisation C

Mahdollisuuksien mukaan pelastusveneet ja pelastuslautat on sijoitettava suojattuihin tiloihin jäätämisen ehkäisemiseksi. Pelastusveneiden pitää olla täysin katettuja ja niissä on oltava sisätilan lämmitys, jotta siellä pysyy asuinkelpoinen lämpötila. Häätäulusta on tehtävä rinnakkainen kytkentä sähköistä lämmitystä varten. Pelastusveneiden perämiehen ohjauspaneeli on varustettava lämmitysjärjestelmällä ja ikkunoiden jäänpoistoon tulee olla varattuna jäänpoistovälineitä. Pelastusveneiden tikkaat on säilytettävä suojattuna jäätämisen siltä. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Pelastusveneiden moottorissa on oltava lämpötilaan sopivat poltto- ja voiteluaineet. Jäähdytysjärjestelmässä on oltava suunniteltuun ulkolämpötilaan sopivaa jäänestoaainetta. Akkujen täytyy olla tarkoitettu käytettäväksi matalissa lämpötiloissa tai käytössä on oltava mahdollisuus akun lataamista varten sekä turvallinen lämmitysjärjestelmä. Valmiusveneet on varustettava samoilla järjestelmillä kuin pelastusveneet. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Pelastusveneeseen vinssin on oltava suojattu tai niihin voidaan käyttää jäänpoistomenetelmiä. Vinssien jarrut on suojattava jäätymiseltä jäänpoistomenetelmin, sopivilla rasvoilla sekä voiteluaineilla ja ne on suojattava tai niihin on asennettava lämmitysjärjestelmä. Hydraulijärjestelmille, mukaan lukien säiliöt, putket ja mekanismit, on oltava tarjolla sopiva höyrypuhallusjärjestelmä jäänpoistoa varten, olosuhteisiin sopivat rasvat ja voiteluaineet tai lämmitysjärjestelmä. Pelastusveneeseen taaveteissa, vaijerirullissa ja irrotuskoukuissa on käytettävä matalaan lämpötilaan soveltuvaa rasvaa, suoja ja lämmitystä mekanismin jäätyksen ehkäisemiseksi. Kansilla olevien komponenttien, kuten taavettien, hydraulikan ja kumien, materiaalien on oltava soveltuvia suunniteltuun ulkolämpötilaan. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Pelastusveneeseen asennettu vesisuihkulinjasto on sijoitettava sisälle. Siinä on käytettävä suuttimia, joiden jäätyminen on minimoitu tai ne on mahdollista tyhjentää ja puhaltaa kuiviksi ilmalla. Lisäksi vedenotto on suojattava jään kertymiseltä. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Pelastuslauttojen on sovellettava suunniteltuun ulkolämpötilaan. Jäänpoistoa varten lähistöllä on oltava liitäntä höyrypuhallukseen. Lauttojen taavetit suojataan samalla tavalla kuin pelastusveneiden taavetit. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Pelastusvälineistön kuten soihtujen ja taskulampun paristojen on sovellettava suunniteltuun ulkolämpötilaan. EPIRB ja SART-laitteille täytyy järjestää jäänpoistotoimenpiteet. (Lloyd's Register 2022b, 25.)

Silmienhuhtelu- ja puhdistusasemien vesiputket on suojattava jäätymiseltä. Vesitankki on oltava lämmitettävä ja putkiston oltava lämpöeristetty tai lämmitetty. Vaihtoehtoisesti asemat voidaan sijoittaa lämpimiin tiloihin. (Lloyd's Register 2022b, 25.)



Winterisation B tarkentava ohjeistus.

Pelastusveneiden ovien on oltava lämmitetyt. Pelastuslauttojen päälle on asetettava lämpöpeitteet ja hälyttävä seurantalaitteisto, jotta lämmitys saadaan kytkettyä uudelleen päälle vian ilmetessä. (Lloyd's Register 2022b, 34–35.)

EPIRB ja SART-laitteiston vapautusmekanismeihin on asennettava lämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmä ei saa estää laitteen toimintaa. (Lloyd's Register 2022b, 35).

Winterisation A tarkentava ohjeistus.

Pelastusveneiden ikkunoiden on oltava lämmitettävät. Jäähdytysjärjestelmä on varustettava asianmukaisella jäänestoaineella ja lämmitysjärjestelmällä (Lloyd's Register 2022b, 36).

#### 6.3.10 Tilat ja osastot

Winterisation C

Asuintilojen lämmityksen ja ilmastonin tulee pystyä pitämään suunniteltu sisälämpötila kaikissa tiloissa, jotka ovat normaalisti käytössä aluksen ollessa merellä suunnitellussa ulkolämpötilassa. Asuin- ja koneistotilojen ilmanotto- ja poistoventtiilit on suojattava jäätymiseltä jäänpoistotoimenpiteillä tai lämmityksellä. Konehuoneen lämpötila on oltava säädettävissä. (Lloyd's Register 2022b, 26–27.)

Asuintilojen lisäksi tilat (Taulukko 7), joissa on välttämättömille palveluille tai pelastustoimille koneita tai laitteita sekä tilat, joihin on pääsy aluksen ollessa kulussa, on oltava lämmitetyt, jotta laitteita voidaan huoltaa. Lämmitysjärjestelmät voivat olla joko kiinteitä tai siirrettäviä, ja osa on varustettava hälytysjärjestelmällä, jotta vuorossa oleva henkilöstö voi kytkeä lämmityksen päälle vikatilanteen jälkeen. (Lloyd's Register 2022b, 26.)

Taulukko 7. Tilojen lämmitys (Lloyd's Register 2022b, 26–27).

Space	Heating arrangements	Alarm, see Note 1
Navigation bridge	Fixed	X
Radio room (where fitted)	Fixed	X
Hospital room/sick bay	Fixed	X
Battery room, see Note 2	Fixed	
Mooring rope stores (including the bosun's store)	Multiple fixed	
Observation/security cabins (where fitted)	Portable	
Enclosed forecastle/sheltered deck (where fitted)	Portable	
Under-deck passageways (where fitted, to allow alternative access to bow spaces and which are adjacent to exposed external boundaries)	Multiple fixed	X
Main engine and auxiliary machinery space(s)	Multiple fixed	X
Podded propulsion or azimuth thruster space(s)	Portable	
Boiler room	Portable	
Generator room(s)	Multiple fixed	X
Workshop room and store(s)	Portable	
Engine control room	Portable	
Switchboard room	Fixed electrical type	
Steering gear room	Multiple fixed	X
Bow thruster(s) room (when an integral part of dynamic positioning or for essential manoeuvring), see Note 3	Fixed	
Oil Discharge Monitoring Equipment (ODME) room	Multiple fixed	X
Emergency generator room, see Note 4	Fixed	X
Fire-fighting control room(s) and inert gas cylinder and foam system equipment rooms where fitted	Fixed	X
Fire-fighting equipment store room (including location of fireman's outfit)	Multiple fixed	X
Emergency fire pump-room, see Note 5	Multiple fixed	X
<p><b>Note 1.</b> Monitoring arrangements are to be provided that will activate an alarm in accordance with the alarm system required by Pt 6, Ch 1, 2 <i>Essential features for control, alarm, monitoring and safety systems of the Rules and Regulations for the Classification of Ships, July 2022</i> to allow responsible personnel to reinstate heating in the event of a failure.</p> <p><b>Note 2.</b> In addition, a portable heater is to be provided. Alternatively, an additional battery or increased heating capacity may be provided.</p> <p><b>Note 3.</b> Alternatively, the bow thruster is to be suitable for operation at the design external air temperature.</p> <p><b>Note 4.</b> Means are to be provided for start and control of the emergency generator as required by Pt 5, Ch 1, 3.1 <i>Availability for operation 3.1.1 of the Rules and Regulations for the Classification of Ships, July 2022</i>.</p> <p><b>Note 5.</b> A single heater may be provided when located below the waterline and adjacent to a heated space.</p>		

Lämmittämättömien tilojen ja tankkien läpi kulkevien putkitusten ja sähkökomponenttien, jotka altistuvat matalille lämpötiloille, on oltava sopivia suunniteltuun ulkolämpötilaan tai niissä on oltava sopiva lämmitysjärjestely (Lloyd's Register 2022b, 28).

Kaikki lastinkäsittelyn valvomoiden ikkunat on varustettava lämmitysjärjestelmällä, joka suojaa ikkunoita jäätymiseltä, jotta näkyvyys ei heikkene lastauksen ja lastin purkamisen aikana (Lloyd's Register 2022b, 27).

Kaikkiin komentosillan ikkunoihin, pois lukien ovien ikkunat, on järjestettävä lämmitysjärjestelmä jään muodostumista vastaan. Sisäpuolella kaikkiin ikkunoihin on järjestettävä kuuman ilman puhallus. Kaksinkertaisia ikkunoita on harkittava kylmän veden aiheuttaman halkeilun ehkäisemiseksi. Ikkunanpesujärjestelmien linjojen jäätyminen ja suuttimien tukkeutuminen on ehkäistävä. Suuttimien on oltava lämmitettävät, tai niissä on käytettävä lämmintä vettä ja linjasto on tyhjennettävä ja puhallettava kuivaksi käytön jälkeen. Lasinpyyhkimien käyttölaitteet on asennettava sisälle tai niissä on oltava lämmitysjärjestelmä. Kulku ulkopuolelle jäänpoistoa varten on oltava turvallinen. (Lloyd's Register 2022b, 27.)

Avoimien komentosillan siipien ohjainten ja varusteiden on oltava suojattuna ja niissä on oltava lämmitysjärjestelmä (Lloyd's Register 2022b, 28).

Pakoteiden ja majoitustilojen ovet ja niiden tiivisteet on suojattava jäätymiseltä. Ovet on sijoitettava suojaisiin paikkoihin tai syvennyksiin ja pakoteiden ovien ympäristö on varustettava lämmitysjärjestelmällä. (Lloyd's Register 2022b, 28.)

Winterisation B tarkentava ohjeistus.

Sisätilojen lämmitykseen on säädetty lisävaatimukset, jotka on esitetty taulukossa 8 (Lloyd's Register 2022b, 35). Winterisation B lisää lämmitettävien tilojen lämmitysjärjestelmien lukumäärää ja hälytysjärjestelmillä varustettujen tilojen määrää sekä muuttaa lämmitystapoja (siirrettävä tai kiinteä).

Taulukko 8. Sisätilojen lämmitys (Lloyd's Register 2022b, 35).

Space	Heating arrangements	Alarm, see Note
Observation/security cabins (where fitted)	Fixed	
Enclosed forecandle/sheltered deck (where fitted)	Multiple fixed	
Main engine and auxiliary machinery space(s)	Multiple fixed and portable	X
Podded propulsion or azimuth thruster space(s)	Multiple fixed and portable	X
<p><b>Note</b> Monitoring arrangements are to be provided that will activate an alarm in accordance with the alarm system required by Pt 6, Ch 1, 2 Essential features for control, alarm, monitoring and safety systems of the Rules and Regulations for the Classification of Ships, July 2022 to allow responsible personnel to reinstate heating in the event of a failure.</p>		

Kaikki rahdinkäsittelyn valvomoiden ikkunoiden on oltava lämmitetyt, jotta niihin ei muodostu jäätä lastauksen ja lastin purkamisen aikana. Myös kaikki komentosillan ikkunat, lukuun ottamatta ovien ikkunoita, on oltava lämmitetyt. Jos pystytään osoittamaan, että komentosillan ikkunoiden jäänmuodostus voidaan ehkäistä vain yhdellä lämmitysratkaisulla, voidaan sitä erikseen harkita. Komentosillan siipien on oltava täysin suljetut. (Lloyd's Register 2022b, 35.)

Pakoteiden ja työskentelyalueiden (6.3.11 Winterisation C) portaiden, tikkaiden sekä kaiteiden on oltava lämmitetyt, jotta pääsy työskentelyalueille ja pakoteille saadaan varmistettua. Lämmitysjärjestelmään on asennettava automaattikatkaaisu, jotta saadaan ehkäistyä liian korkeasta lämpötilasta aiheutuvat vammat henkilöstölle. (Lloyd's Register 2022b, 35.)

Winterisation A tarkentava ohjeistus.

Laitteisiin ja komponentteihin, sekä tiloihin (Taulukot 2 ja 7) on järjestettävä lisälämmitys toisesta erillisestä järjestelmästä. Niissä voidaan käyttää esim. höyry- ja sähkölämmitystä tai kahta sähkö- tai höyrylämmitysjärjestelmää erillisillä putkituksilla tai kaapeloinneilla. Lisälämmitystä käytetään seuraavissa tiloissa (Lloyd's Register 2022b, 36)

- kannen alapuolella kulkevat kulkutiet
- generaattorihuoneet
- ohjainlaitehuoneet
- lastien pumppuhuoneet
- ODME-huoneet, kompressorihuoneet
- palontorjuntavälineiden varastot
- hätäpalopumpun tilat

Hätätilanteiden varalta olevan keskitetyn kokoontumispaikan lämmitysjärjestelmän on toimittava hätäjärjestelmän kautta. Päällikön ja vanhemman perämiehen hytin ikkunoissa on oltava lämmitysratkaisu, jos heillä on näkymä lastialueelle. (Lloyd's Register 2022b, 36–37.)

Pääkoneen ja apukoneiden tiloissa, sekä ruoripotkurilaitteiden tiloissa on noudatettava yhtä seuraavista vaihtoehdoista (Lloyd's Register 2022b, 36–37)

- lämmitysjärjestelmän on toimittava hätäjärjestelmän kautta
- on oltava keinot pääpropulsiokoneiston käynnistämiseksi ja ohjaamiseksi alimmassa sisäilman lämpötilassa
- kaksi lämmityskattilaa, pääkoneet tai pääpropulsiojärjestelmät on sijoitettava erillisiin osastoihin.

### 6.3.11 Jäänpoistotoimenpiteet

Jäänpoistotoimenpiteet ovat tärkeitä aluksen toiminnan ja turvallisuuden kannalta. Laitteistoja on pystyttävä huoltamaan ja niiden käytön oltava turvattu sekä normaalissa operoinnissa että hätätilanteissa. Kohteisiin on myös oltava turvallinen kulkuyhteys. Toimenpiteet soveltuvat myös lumenpoistoon. Jään ja lumen kertyminen aluksen rakenteisiin vaikuttaa myös aluksen vakavuuteen. Jäätäminen on otettava huomioon vakavuuslaskuissa (Lloyd's Register 2022b, 39). Jään tiheys on n.  $900 \text{ kg/m}^3$  ja vastasataneen pakkaslumen tiheys alle  $50 \text{ kg/m}^3$ , mutta vanha sulava lumi voi painaa yli  $400 \text{ kg/m}^3$  (Ympäristöministeriö 2018).

## Winterisation C

Ulkokannet on varustettava lämmityksellä, ritilöillä, turkkilevyillä, hitsatuilla nastoilla tai hiekkakarhennuksella liukkauden estämiseksi. Lisäksi jäänpoistoa varten on järjestettävä joko kuumavesi- tai höyryjäänpoistojärjestelmä kiinteillä putkistoilla ja letkujen liitäntäventtiileillä seuraaville alueille (Lloyd's Register 2022b, 28–29)

- käytävät ja portaikot turvallista kulkua varten keulaan, valmiusveneille ja luotsin nousupaikoihin
- hätäuloskäyntien läheisyydessä olevat alueet
- pelastusveneiden, valmiusveneiden, taavettien ja pelastuslauttojen edessä olevat alueet
- alueet palontorjuntavälineiden varaston läheisyydestä
- mooring-alueet
- tähystys- ja navigointialueet
- helikopterikansi
- työskentelyalueet

Mekaaniset ja sähköiset laitteet ja ohjainpaneelit on varustettava asianmukaisilla suojilla, ellei säännöissä ole määrätty toisin, jotta jäänpoistossa roiskuva vesi ei pääse laitteisiin ja aiheuta vahinkoa (Lloyd's Register 2022b, 29).

Jäänpoistovarusteet ja jäänpoistoaine on sijoitettava suojaisaan paikkaan keulaan, keskilaivalle kohtaan, johon pääsy molemmilta puolilta ja perään lähelle pelastusvenealuetta. Lisäksi niitä saa olla sijoitettuna muuallekin. Vähintään yksi sarja seuraavista käsityökaluista on löydettävä jokaisesta varastotilasta (Lloyd's Register 2022b, 29):

- 3 x lapio
- 3 x vasara tai nuija
- 3 x jääkaavin/jäärauta

Luokituslaitos ei ota kantaa siihen, minkälaisia kaapimet (scrapers) ovat, kunhan ne ovat saatavilla ja käyttökelpoisia.

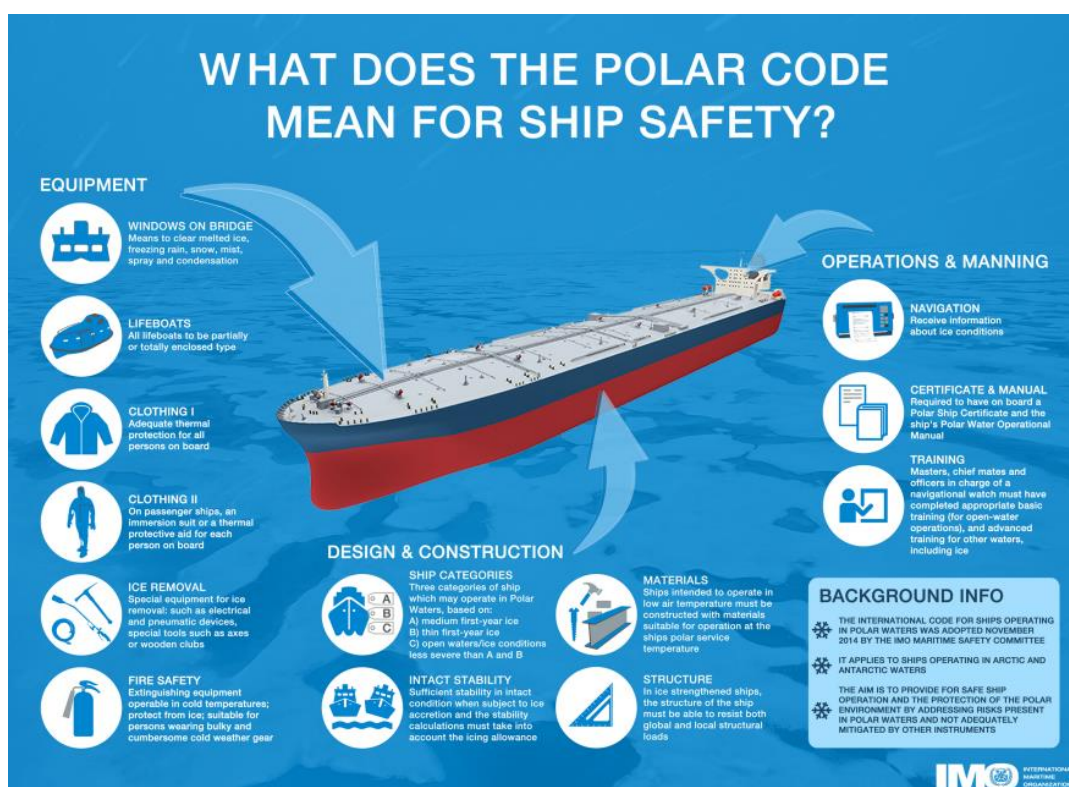
Winterisation B tarkentava ohjeistus.

Mekaaniset ja sähköiset ohjaustaulut on mahdollisuuksien mukaan koteloitava, jotta jäänpoistosta roiskuva vesi ei pääse vahingoittamaan komponentteja.

(Lloyd's Register 2022b, 35–36.)

## 6.4 IMO Polar Code

Tammikuussa 2017 astui voimaan IMO:n Polar Code. Polaarikoodi antaa lisämääräyksiä ihmishengen turvallisuuteen merellä (SOLAS) ja laivojen saastuttamisen ehkäisemiseen (MARPOL) napa-alueilla. Säännöstö sisältää suunnittelun, rakenteet, varustelun, toiminnot, harjoittelun ja pelastustoiminnan (Kuva 9) sekä ympäristönsuojelun (Kuva 10) napa-alueiden karuissa olosuhteissa. (IMO 2023.)



Kuva 9. Turvallisuus (IMO 2023).

Polaarikoodin ensimmäiseen osaan kuuluvat turvallisuusvaatimukset sekä miehistön ja koulutuksen vaatimukset. Turvallisuusmääräyksiin sisältyvät aluksen rakenteet, osastointi ja vakavuus, koneistojen asennukset, paloturvallisuus, pelastuslaitteet, navigointilaitteet, viestintälaitteet, matkan suunnittelu sekä henkilöstön koulutus ja pätevyys (Lloyd's Register 2016, 2–3).

Aluksella on oltava operointimanuaali (PWOM). Manuaali sisältää tiedot aluksen toiminta- ja kulkukyvystä sekä rajoituksista. Sen tarkoituksena on auttaa omistajaa ja aluksen miehistöä päätöksentekoprosesseissa. (Lloyd's Register 2016, 28.) Napa-alueilla operoivien alusten on oltava asianmukaisesti miehitetty, henkilöstön on oltava pätevä, koulutettu ja kokenut (Lloyd's Register 2016, 64).

Aluksen rakenteiden materiaalien tulee soveltua suunniteltuun ulkolämpötilaan. Jäävahvistettujen alusten rakenne on suunniteltava niin, että ne kestävät kuormitusta ennakoituissa ja suunnitelluissa jääolosuhteissa (Lloyd's Register 2016, 32).

Aluksen vakavuudessa on otettava huomioon riittävä vuotovakavuus mahdollisten jään aiheuttamien vahinkojen varalta sekä jään ja lumen kertyminen rakenteisiin. Alus on suunniteltava niin, että jään kertyminen olisi vähäistä ja jään poistoa varten on oltava laitteistoja ja työkaluja. (Lloyd's Register 2016, 34.)

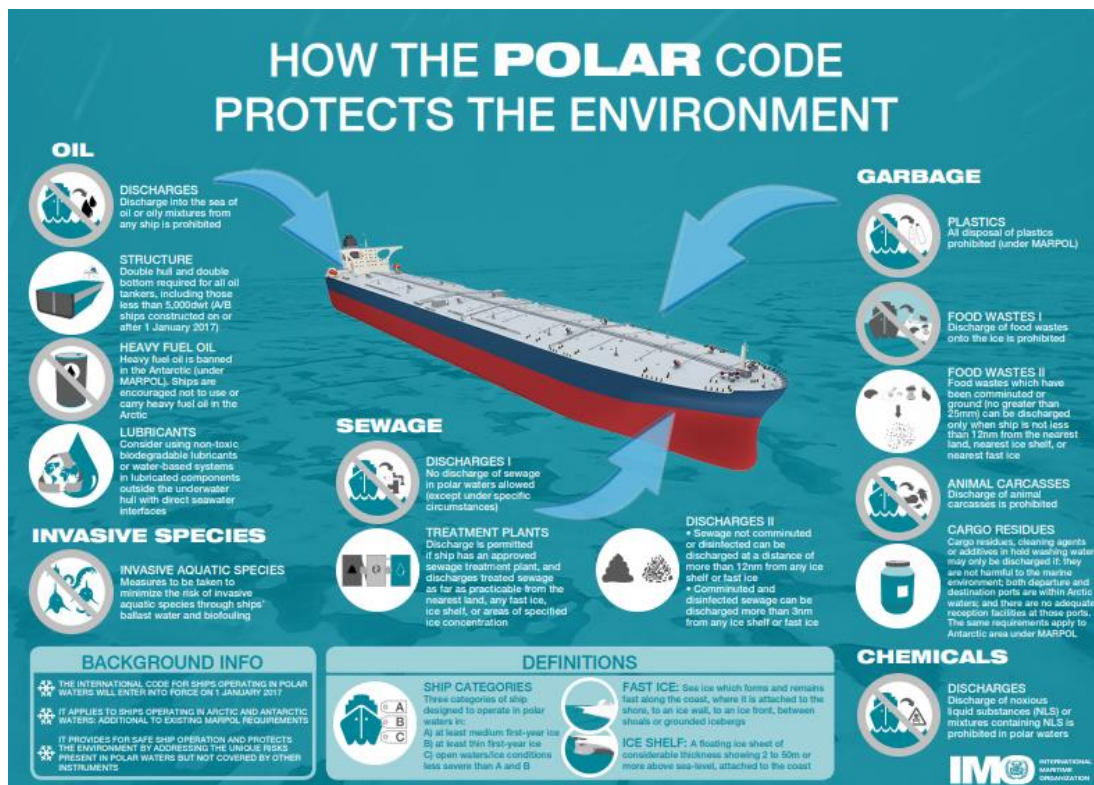
Ovien ja luukkujen on oltava käytettävissä. Lumi ja jää on poistettava niiden ympäriltä, tai lumen ja jään kertyminen niihin on ehkäistävä. Myös ovien ja luukkujen mekanismeissa olevien hydraulinesteiden jäätyminen on ehkäistävä. (Lloyd's Register 2016, 38.) Koneenasennuksissa on otettava huomioon vallitsevat olosuhteet. Tavoitteena on varmistaa, että laitteet ja koneet toimivat, jotta aluksen toiminta pysyy turvallisena. (Lloyd's Register 2016, 40.)

Paloturvalaitteiden ja -järjestelmien on pysyttävä tehokkaina ja toimintakuntoisina. Pelastuskannelle on oltava nopea ja turvallinen kulku vallitsevissa olosuhteissa. (Lloyd's Register 2016, 44.)



Navigointijärjestelmät on suunniteltava, rakennettava ja asennettava niin, että ne pysyvät toimintakykyisinä suunnitellussa toimintaympäristössä. Alusten on pystyttävä vastaanottamaan operointialueen jääkartoitustietoa ja visuaalisesti havaitsemaan jää operoidessaan pimeässä. (Lloyd's Register 2016, 54.)

Alusten on pystyttävä kommunikoimaan muiden alusten kanssa sekä maihin puhe- ja/tai dataviestinnällä suunnitellulla reitillä. Pelastusveneissä ja -lautoissa on oltava myös viestintälaitteistot ja niiden on toimittava vähintään ETR:n määrittämän ajan. Sijainnin ja olosuhteiden vuoksi pelastajien saapuminen napa-alueille on vaikeampaa ja kestää kauemmin. Enimmäiskesto pelastajien saapumiselle (maximum Expected Time to Rescue) määrittää mm. ruoka-annosten määrän ja kauanko pelastuslaitteistojen tulee toimia. ETR:n on oltava vähintään viisi päivää. (Lloyd's Register 2016, 58, 23.)



Kuva 10. Ympäristönsuojelu (IMO 2023).

Polaarikoodin toinen osa sisältää ympäristönsuojelua koskevia vaatimuksia, joihin kuuluvat öljyn aiheuttaman saastumisen ehkäisy, myrkylliset nesteet,

haitalliset pakatut aineet, alusten jätevedet (käymälä) ja aluksista peräisin olevien jätteiden aiheuttama saastuttaminen. (Lloyd's Register 2016, 4.)

Napa-alueiden vesillä kaikenlaisen öljyn ja öljyisten seosten laskeminen alukselta mereen on kiellettyä. Aluksen kokonaispolttoainemäärä vaikuttaa polttoainetankkien kokoon sekä etäisyyteen rungosta. Säännöt vaikuttavat myös pilssivesitankkien ja jäteöljytankkien (sludge) kokoon sekä etäisyyteen rungon ulkokuoresta. (Lloyd's Register 2016, 82.) Napa-alueiden vesiin ei myöskään saa laskea myrkyllisiä nesteitä (NLS) tai nesteyhdisteitä, jotka sisältävät myrkyllisiä materiaalia (Lloyd's Register 2016, 84).

Viemärijätteiden laskeminen napa-alueiden vesiin on kiellettyä, paitsi jos se suoritetaan yli kolmen merimailin päässä jääreunasta tai mannerjäädästä, ja se on desinfioitu ja hienonnettu, yli 12 merimailin päässä, jos se ei ole desinfioitu ja hienonnettu, tai jos aluksessa on viemärijätteiden käsittelylaitos tai puhdistamo (Lloyd's Register 2016, 88). Ruokajätteitä ei saa laskea veteen alle 12 merimailin päähän rannikosta tai rannikon edustalla olevasta jäädästä. Ruokajätteet on hienonnettava tai jauhettava ja niitä ei saa laskea jään päälle. (Lloyd's Register 2016, 90.)

Lastijäännöksien (pesuvedet) laskeminen vesistöön on sallittua vain, jos ne eivät sisällä haitallisia aineita, lähtösatama ja seuraava satama ovat napa-alueiden vesillä, ja alus ei kulje näiden alueiden ulkopuolella satamien välillä, ja satamissa ei ole mahdollista tyhjentää pesuvesiä aluksesta. Jos edellä mainitut vaatimukset täyttyvät, voidaan lastiruumien pesuvedet laskea mereen yli 12 merimailin päähän rannikosta tai sen edustalla olevasta jääalueesta. (Lloyd's Register 2016, 90.)

Polaarikoodi jakaa alukset kolmeen ryhmään, joissa merkittävänä tekijänä on vaatimukset jäissä kulkemiseen. Katteoria A on napavesialueilla kulkeville aluksille, jotka on suunniteltu vähintään kohtalaiseen ensimmäisen vuoden jäähän, joka on paksuudeltaan 0,7–1,2 m ja joka saattaa sisältää vanhaa jäätä. Polaariluokka on PC 5:ttä korkeampi, tai vastaava. Katteoria B on napavesialueilla kulkeville aluksille, jotka on suunniteltu vähintään ohuelle

ensimmäisen vuoden jäälle, joka on paksuudeltaan 0,3–0,7 m ja joka saattaa sisältää vanhaa jäätä. Polaariluokka on PC 6 tai PC 7, tai vastaava. Kategorian C alukset on tarkoitettu operointiin avovedessä tai vesistöissä, joissa jäänpaksuus on pienempi kuin kategorioissa A ja B. Jääluokkaa ei välttämättä ole, riippuen toiminta-alueen jääolosuhteista. Kategoriointi on tärkeää, koska toimintaympäristö vaikuttaa rungon rakenteisiin, propulsiokoneistoon, vakavuuteen, tankkien rakenteisiin ja suojauksiin sekä haitallisten aineiden kuljetukseen. Pää tarkoitus on ryhmitellä alukset sen mukaan mikä on niiden kyky toimia turvallisesti jäissä. (Lloyd's Register 2016, 6, 16.)

Jokaisella aluksella, johon tätä säännöstöä sovelletaan, tulee olla mukana voimassa oleva polaarilaivatodistuskirja (Polar Ship Certificate). Jos sertifikaatti on muilla kielillä kuin englanti, ranska tai espanja, on siitä oltava käännös jollekin näistä kielistä. (Lloyd's Register 2016, 24.)

## 7 Winterisation -menetelmät

### 7.1 Lämpöeristys

Jäänmurtajan suunnittelussa on otettava huomioon lämpöeristys.

Lämpöeristeen tehtävä on estää lämmön siirtyminen laivasta ympäristöön, sekä veden kondensoituminen rajapintoihin. Eriste kiinnitetään laivan runkoon villapiikeillä, joiden pituus määräytyy eristeen paksuuden mukaisesti, ja eristeet peitetään tarpeen mukaan erilaisilla pinnoitteilla, jos villassa ei itsessään ole pinnoitetta valmiina. Lämpöeristeet eristävät myös ääntä, mutta sen lisäksi on käytettävä muita eristystapoja, koska aluksilla on myös määräykset sallituista melutasoista. (Mäkelä ym. 2014, 125, 127–128). Esimerkiksi aluksen koosta riippuen hyttien suurimman melutason (dB(A)) on oltava 55–60 dB (IMO 2012, 17).

Aluksissa on käytettävä eristeitä myös paloturvallisuuden takia. SOLAS määrittää aluksen rakenteen paloluokituksen ja rakenteiden paloluokat. Alukset jaetaan pysty- ja vaakasuuntaisiin palovyöhykkeisiin. Kaikki alukset on myös jaettava tiloihin, joissa huomioidaan niiden paloriskit. Osastojen rajapinnoissa olevan rakenteen ja eristeen on kestettävä sille annetut määräykset. A-luokan rajapinnan tulee olla rakennettu teräksestä tai vastaavasta materiaalista. Niissä on jäykisteet ja niiden on estettävä liekin ja savun kulkeutuminen muihin tiloihin tunnin palokokeen ajan. Rajapinta on eristettävä hyväksytyllä palamattomalla eristeellä ja vastakkaisen puolen pintojen keskilämpötila ei saa nousta yli 140 °C, eikä missään kohdassa yli 180 °C alkuperäistä lämpötilaa korkeammaksi seuraavien aikarajojen mukaisesti (Mäkelä ym. 2014, 123–124; SOLAS 2023):

A-60, 60 min

A-30, 30 min

A-15, 15 min

A-0, 0 min

B-luokan rajapinnan materiaalien tulee olla hyväksytyjä palamattomia materiaaleja ja vastakkaisen puolen pintojen keskilämpötila ei saa nousta yli 140 °C, eikä missään kohdassa yli 225 °C alkuperäistä lämpötilaa korkeammaksi seuraavien aikarajojen mukaisesti (Mäkelä ym. 2014, 126; SOLAS 2023):

B-15, 15 min

B-0, 0 min

C-luokassa rajapinnat on tehty hyväksytyistä palamattomista materiaaleista. Niiden ei kuitenkaan tarvitse täyttää vaatimuksia liekin ja savun kulkeutumisesta, eikä niillä ole lämpötilan nousuun liittyviä rajoituksia (SOLAS 2023).

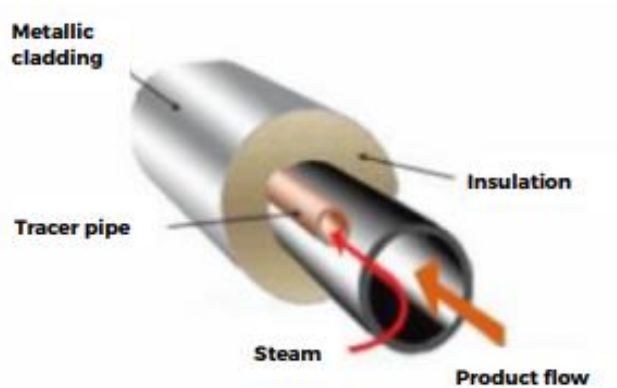
Lämpöeristettä tulisi käyttää rakenteiden rajapintoihin, kuten kansiin, laipioihin, putkiin, tankkeihin, paineastioihin ja muihin laitteisiin, jotka ovat alttiina matalille lämpötiloille. Yleensä eristykseen on yhdistetty myös lämmitys, koska eristys vain pidentää jäätymiseen kuluvaan aikaa. (Yang ym. 2013, 200–202.)

Kosteuden jäätyminen voi aiheuttaa vaurioita rajapintojen eristeissä. Vaurioitumisen todennäköisyyttä on pyrittävä vähentämään varustamalla varsinkin asuintilojen laipioiden ja kansien eristeet höyrysululla kuten alumiinipinnoitteella tai -foliolla tai vastaavalla materiaalilla. Kaikissa kylpyhuoneissa ja pesuhuoneissa, joissa on ulkoisia rajapintoja, on oltava lämmitys ja eristys veden jäätyksen ehkäisemiseksi. (Lloyd's Register 2022b, 28.)

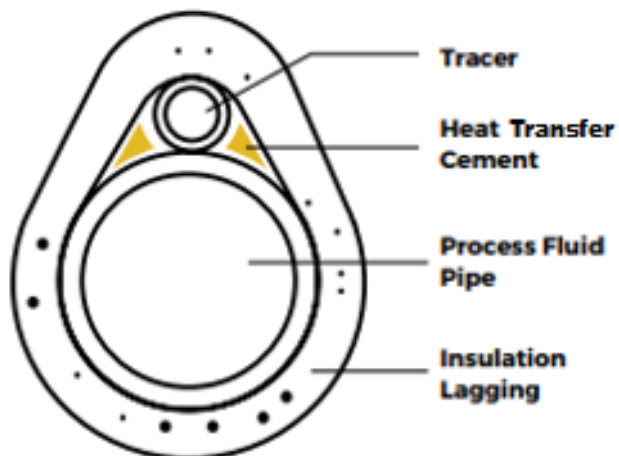
## 7.2 Saattolämmitys

Saattolämmityksellä tarkoitetaan yleensä putkien ja niihin liittyvien laitteiden sulana pitoa, ja sen tärkeä tehtävä on pitää putkistoissa virtaavien aineiden lämpötila ja virtaus tasaisena (Epicsensors 2023). Saattolämmitys voidaan jakaa kahteen eri ryhmään, joista toisessa kuuma fluidi kiertää saattoputkessa eli putkisaatto, ja toinen on sähköllä toteutettu eli sähkösaatto.

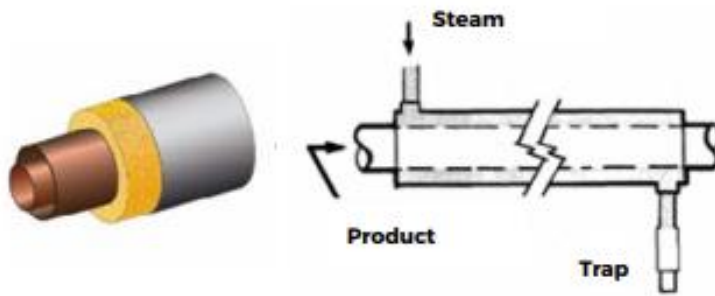
Höyrysaatto voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla. Tavallisin keino on kiinnittää ulkoinen höyryputki tai putket prosessiputkeen (Kuva 11). Saattolämmitysputken on oltava mahdollisimman hyvin kosketuksissa prosessiputken kanssa, jotta lämmönsiirto olisi mahdollisimman tehokasta. Lisäämällä lämmönsiirtomassaa (HTC) putkien ympärille (Kuva 12), voidaan parantaa lämmönsiirtoa. Tätä menetelmää kutsutaan sementoiduksi saattolämmitykseksi. Saattolämmitys voidaan toteuttaa myös vaippaputkella (Kuva 13), jossa prosessiputki on saattoputken sisällä. (Motiva n.d., 24.)



Kuva 11. Ulkoinen höyrysaatto (Motiva n.d., 24).



Kuva 12. Sementoitu höyrysaatto (Motiva n.d., 24).



Kuva 13. Vaippaputki (Motiva n.d., 24).

Sähkösaatossa (Kuva 14) lämmityskaapeli on kiinnitetty lämmitettävään kappaleeseen. Järjestelmä sisältää lämpöä tuottavan johtimen, anturin, joka tunnistaa ilman lämpötilan sekä releen, joka kytkee virran päälle. Kun virta kulkee kaapelin läpi johtimien vastus aiheuttaa kaapelin lämpenemisen. (Yang ym. 2013, 201.) Sähkösaattoa voidaan käyttää myös kulkuväylien (Kuva 15) ja portaikkojen (Kuva 16) sulana pidossa.



Kuva 14. Saattolämmitys, sähkö (Gis Elektrik 2023).



Kuva 15. Kulkuväylien lämmitys (Aker Arctic 2023).



Kuva 16. Portaikkojen lämmitys (Thermon n.d., 3).

Kansivarustelun laitteissa voi olla sisäänrakennettu lämmitys, kuten tutka-antennissa, mutta laitteita voidaan suojata jäätymiseltä myös lämpöpeitteillä. Kulkuväylien sulana pidossa voidaan käyttää sähkölämmitteisiä elementtejä, kuten kuvassa 15, mutta lämpöelementin sisällä voi myös kiertää höyryä tai kuumaa vettä. Kulkuväylien lämmitysjärjestelmä voi sijaita myös kannen alla. Myös kaiteet saadaan pidettyä sulana sähkösaatolla, mutta niissäkin voidaan vaihtoehtoisesti käyttää sisäistä kuumaa nesteen tai höyryn kiertoa. Jos kulkuväyliä ei ole lämmitetty, voidaan ne pitää sulana myös höyrypuhalluksella.



Kulkuväylän liukkaus estetään karhealla pinnoituksella tai vastaavalla luokituslaitoksen hyväksymällä tavalla.

Lämmitysjärjestelmää valittaessa tulee ottaa huomioon aluksen höyrygeneraattorin kyky tuottaa tarvittava määrä höyryä tai sähkögeneraattorien kyky tuottaa tarvittava määrä energiaa sähkölämmityksen tarpeisiin. Toisin sanoen tarvittava kulutus on laskettava ja sen jälkeen valittava kulutuksen mukaan riittävän tehokas generaattori.

### 7.3 Jäänesto ja jäänpoisto

Winterisation -ohjeissa määrätään, että kansialueilla on oltava turvalliset kulkuyhteydet työskentelyalueille ja pelastautumisvälineistölle, kuten pelastusveneelle ja muille välttämättömille alueille. Pelastautumisvälineistöä ja kansialueiden muita välttämättömiä laitteita on myös pystyttävä käyttämään operoinnin aikana. Miehistö voi suorittaa jääneston ja -poiston useilla eri menetelmillä.

Kansien, portaikkojen ja työskentelytasojen jäänpoistoon voidaan käyttää useita kemikaaleja kuten erilaisia suoloja. Näiden etuna on alhainen hinta ja helppo käyttö, mutta haittapuolena mahdollinen korroosio. (Yang ym. 2013, 202.)

Jäänpoisto voidaan toteuttaa myös höyryllä sekä manuaalisesti kumi- tai puunuijilla (Kuva 17), lapioilla ja erilaisilla kaapimilla. Nuijien on oltava puusta tai vastaavasta materiaalista, ei metallista, jotta laitteiden, rakenteiden ja maalipinnan mekaaniset vauriot voidaan minimoida (DNV 2019, 15).



Kuva 17: Manuaalinen jäänpoisto (Rashid 2018).

Jäätä hylkivä pinnoite voi lieventää jään ja lumen kertymistä. Pinnoitteille sopivia kohteita ovat mm. kannet, kansirakennukset sekä kansikoneikot. Jäätymisen esto pinnoitteella yksinään ei ole realistista, mutta se voi auttaa jään poistamisessa. (Yang ym. 2013, 202.)

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia miten sääolosuhteet vaikuttavat jäätä murtavan monitoimialuksen kansivarusteluun. Työssä kartoitettiin mitä toimenpiteitä tarvitsee tehdä ja mitä seikkoja on otettava huomioon, kun suunniteltava alus on tarkoitettu suorittamaan tehtäviä kylmissä olosuhteissa. Alus luokitellaan Lloyd's Registerin sääntöjen mukaisesti, joten tässä opinäytetyössä on perehdytty kyseisen luokituslaitoksen sääntöihin. Säännöt ovat perusta turvalliselle toiminnalle kylmissä olosuhteissa.

Winterisation perustuu pääsääntöisesti oikeiden materiaalien valitsemiseen, jäänpoistoon, jäätyminen ehkäisyyn sekä kansialueiden varustelun suunnitteluun. Materiaalien ja laitteiden on kestettävä suunniteltua ulkolämpötilaa. Toimintaympäristö sekä toiminnan kesto alueella määrittävät winterisation -tason ja toimenpiteiden laajuuden. Suunnittelussa on otettava huomioon mm. mahdolliset syvennykset pelastusveneille ja valmiusveneille sekä keulakannen mooring-laitteita ympäröivät rakenteet ts. onko kansi katettu, vai onko laitteet vain suojattu jäätämisläpeltä peitteillä. Kannen ollessa katettu siellä on oltava lämmitys ja winterisation -taso määrittää käytettävän lämmitysjärjestelmän. Lämmitysjärjestelmät sekä toimenpiteet jään ja lumen poistoa varten ovat iso osa aluksen turvallisuutta sekä toimintakykyä aluksen toimiessa kylmissä olosuhteissa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on auttaa suunnittelijaa huomioimaan suunnittelutyössä sekä materiaali- ja laitevalinnoissa Lloyd's Registerin sääntöjä.

## Lähteet

ABB 2023. A breakthrough in icebreaking. Viitattu 6.2. [Shipping 4.0 - A breakthrough in icebreaking - Generations | ABB Marine & Ports](#)

Aker Arctic. 2023. Winterisation plan. Viitattu 25.1.2023. [Winterization Plan | Aker Arctic](#)

Alanko, J. 2011. Laivan yleissuunnittelu. Kolmas painos. Turku: Multiprint Oy. Viitattu 15.2.2023.

Arctia 2023. Jäänmurto. Viitattu 22.2.2023. [Jäänmurto - Arctia](#)

DNV 2017. Maritime, Polar Code. Viitattu 23.2.2023

DNV 2019. Winterization for cold climate operations. DNV-OS-A201 Edition July 2019, Amended august 2021. Viitattu 25.1.2023.

Elomatic 2023a. Meidän tarinamme. Viitattu 9.1.2023. [Meidän tarinamme • Elomatic](#)

Elomatic 2023b. Elomatic lyhyesti. Viitattu 9.1.2023. <https://www.elomatic.com/fi/yritys/elomatic-lyhyesti.html>

Elomatic 2023c. Insinööri- ja konsultointiyhtiö Elomaticilla ennätysellinen liikevaihto – myös tulevaisuus näyttää valoisalta. Viitattu 31.3.2023. [Insinööri- ja konsultointiyhtiö Elomaticilla ennätysellinen liikevaihto – myös tulevaisuus näyttää valoisalta • Elomatic](#)

Elomatic 2023d. Elomatic jatkaa tiivistä yhteistyötä Seaspan Vancouver Shipyardsin kanssa Kanadassa. Viitattu 23.2.2023. [Elomatic jatkaa tiivistä yhteistyötä Seaspan Vancouver Shipyardsin kanssa Kanadassa • Elomatic](#)

Epicsensors 2023. Usein kysytyjä kysymyksiä. Viitattu 21.2.2023. [Mitä tarkoittavat saattolämmitys ja -anturi? | EPIC® SENSORS \(epicsensors.fi\)](#)

Escovèm -Hawse pipe 2023. Glossário de Termos Náuticos - Português/Inglês. Viitattu 31.3.2023. [Escovém - Hawsepipe | Glossário de Termos Náuticos - Português/Inglês - YouTube](#)

Finlex 2021. Merenkulun ympäristönsuojelulaki. Viitattu 13.2.2023. [Merenkulun ympäristönsuojelulaki 1672/2009 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#)

GIS Elektrik 2023. What is Heat Tracing. Viitattu 11.1.2023.

<http://www.giselektrik.com/isitici-kablo-heat-tracing-hizmetleri/>.

IACS 2022. Classification societies – what, why and how? Viitattu 7.2.2023.

<classification-what-why-how.pdf> (iacs.org.uk)

IMO 2023. International Code for Ships Operating in Polar Waters. Viitattu

23.1.2023. [International Code for Ships Operating in Polar Waters \(Polar Code\)](International Code for Ships Operating in Polar Waters (Polar Code) (imo.org)) (imo.org)

IMO 2012. Resolution MSC.337(91). Adoption of the code on noise levels on board ship. Viitattu 2.3.2023. [Session](Session (imo.org)) (imo.org)

Kujala, P & Riska, K. 2010. Talvimerenkulku. Espoo: Multiprint Oy.

Lloyd's Register 2022a. Rules and Regulations for the Classification of Ships.

Lloyd's Register 2022b. Rules for the Winterisation of Ships.

Lloyd's Register 2016. The International Code for Ships Operating in Polar Waters. A regulatory interpretation guide.

Logistiikan Maailma® 2023. Merikuljetukset Suomessa. Viitattu 22.2.2023.

<Merikuljetukset Suomessa – Logistiikan Maailma>

Motiva. n.d. Teollisuuden tekninen eristys & energiatehokkuus. Viitattu

3.3.2023. <Teollisuuden tekninen eristys energiatehokkuus.pdf> (motiva.fi)

Mäkelä, S & Itäpalo, E. 2014. Teknisen eristäjän käsikirja. Tampere: Juvenes Print– Suomen Yliopistopaino Oy

Rashid, T. 2018. Monitoring of Marine Ice and its Thickness for Ship Anti-/De-icing, Experimental and Analytical Study using Infrared Thermography. Viitattu 23.1.2023. <thesis.pdf> (uit.no)

Räisänen, P. 2000. Laivatekniikka. Modernin laivanrakennuksen käsikirja.

Toinen, korjattu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino.

Seaspan Shipyards. n.d. Proudly building ships for Canada's Coast Guard and Navy. Viitattu 26.1.2023.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiJxqb286j9AhUOZlsKHY4xBEQQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fsectormaritimo.es%2Fwp->

[content%2Fuploads%2F2019%2F06%2FSeaspan\\_Shipyards\\_NSS.pdf&usg=AOvVaw2qDLgyHFSY21Mye4CsNUvR](#)

SOLAS 2023. Chapter II-2 Construction. Viitattu 2.3.2023. [Regulation 3 - Definitions \(imorules.com\)](#)

Thermon n.d. Arctic offshore and maritime heating solutions. Viitattu 25.1.2023. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwibh42v26P9AhWCHHcKHYBfClgQFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Fpistesarjat.fi%2Ffiles%2Fpdf%2FThermon\\_arctic\\_pst.pdf&usg=AOvVaw2FI5\\_n3lcZ\\_-C28QWyVNZK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwibh42v26P9AhWCHHcKHYBfClgQFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Fpistesarjat.fi%2Ffiles%2Fpdf%2FThermon_arctic_pst.pdf&usg=AOvVaw2FI5_n3lcZ_-C28QWyVNZK)

Tieteen termipankki 2023. Viitattu 13.2.2023. [jäätäminen - Tieteen termipankki](#)

Traficom 2021, Liikenne- ja viestintävirasto. Jääluokkamääräykset ja niiden soveltaminen. Viitattu 16.2023. [Alusten jääluokat | Traficom](#)

Turunen, A & Partanen, P. 2011. Raakaa voimaa. Ensimmäinen painos. Jyväskylä: Atena Kustannus Oy.

Väisänen, P. 2007. Teräs, Perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. Viitattu 8.2.2023. [Teras web.pdf \(terasrakenneyhdistys.fi\)](#)

Väylävirasto 2022. Suomen talvimerenkulku 2022–2023, Ohjeita talvimerenkulun toimijoille. Viitattu 6.2.2023. [Suomen talvimerenkulku suomenkielinen \(vayla.fi\)](#)

Yang, M.; Khan F.; Lye L.; Sulistiyono H.; Dolny J & Oldford D. 2013. Risk-based Winterization for Vessels Operations in Arctic Environments. Journal of Ship Production and Design, Vol 29, No 4, s.199-210. Viitattu 11.1.2023. [\(PDF\) Risk-based Winterization for Vessels Operations in Arctic Environments \(researchgate.net\)](#)

Ympäristöministeriö 2018. Faktaa Rakennetusta ympäristöstä, Lumikuorma ja kattorakenteet. Viitattu 24.2.2023. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwim18rJ4a39AhWGY4sKHQaXA0sQFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ymparisto.fi%2Fdownload%2Fnoname%2F%257B3184B14D-5BC8-475D-B0B6-C09248A26BC7%257D%2F115621&usg=AOvVaw24zqHngDIg5NaCHir3Mp58>