

Isförstärkning av fartyg

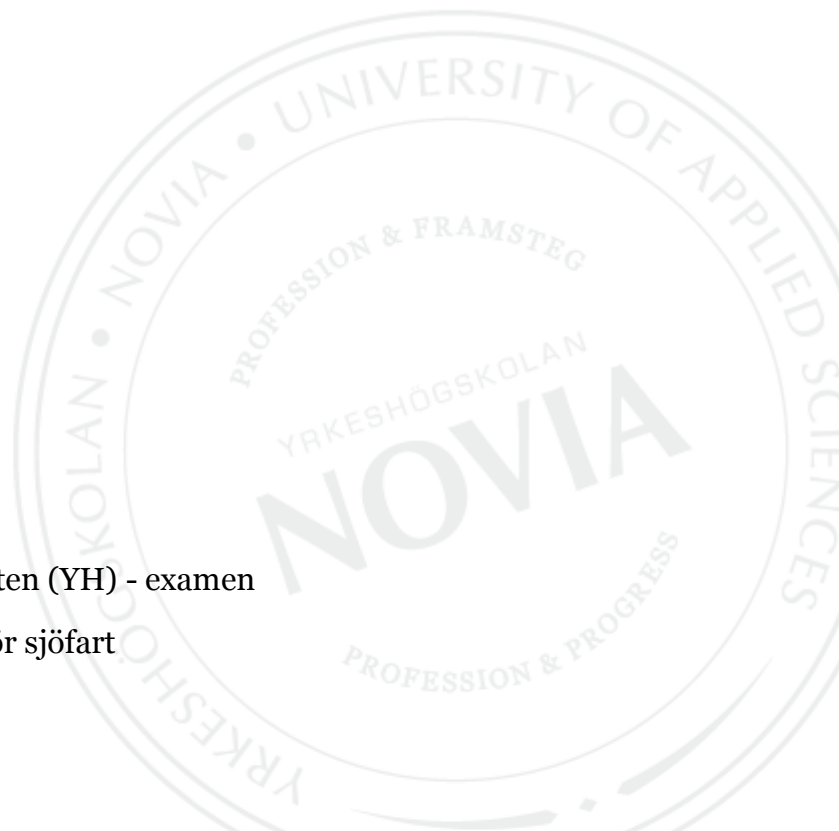
**En sammanfattning av de finsk-svenska
isklassföreskrifterna och isförstärkning på m/s Östern**

Tobias Nylund

Examensarbete för Sjökapten (YH) - examen

Utbildningsprogrammet för sjöfart

Åbo 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Tobias Nylund

Utbildning och ort: Utbildning i sjöfart, Åbo

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Sjökapten YH

Handledare: Bertel Henriksson

Titel: Isförstärkning av fartyg

Datum: 10.03.2016

Sidantal: 29

Bilagor: 4

Sammanfattning

Detta examensarbete behandlar isförstärkning av fartyg. Här sammanställs och analyseras de finsk-svenska isklassreglerna från 2010, gjorda av finska Trafiksäkerhetsverket och svenska Transportstyrelsen. Kraven på bland annat skrov, spantning, maskin, propeller och kylsystem behandlas i detta arbete.

I den teoretiska delen sammanfattas reglerna i allmänhet och i den praktiska delen anpassar jag dessa regler till en 33 meter lång skärgårdsfärja, m/s Östern.

Syftet med arbetet är att göra en förenklad version av rätt komplicerade regler och föreskrifter och sedan använda arbetet till att analysera om m/s Östern uppfyller kraven utgående från detta. Materialet jag har använt är mestadels TraFis regler samt material (stabilitetsdokument och ritningar) från m/s Östern.

I arbetet förekommer en hel del kalkyler och beräkningar gjorda med m/s Österns fartygs specifika data.

Arbetet ger en tydlig bild av vad klassningssällskapen granskar då de ger fartyg en specifik isklass.

Språk: Svenska

Nyckelord: isklass, TraFi, isklassföreskrifter, fartyg, klassningssällskap, skrov, maskin, isbälte

Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi eller i biblioteket

BACHELOR'S THESIS

Author: Tobias Nylund

Degree Programme: Degree Programme in Maritime Studies, Turku

Specialization: Bachelor of Marine Technology

Supervisors: Bertel Henriksson

Title: Ice strengthening of ship

Date: 10.03.2016

Number of pages: 29

Appendices: 4

Summary

This bachelor's thesis comprehends the rules of ice strengthening of ships. The Finnish-Swedish ice class rules from 2010, made by the Finnish Transport Safety Agency and the Swedish Transportstyrelsen are here summarized and analyzed. The demands on for example hull, span, engine, propellers and cooling systems are explained in this thesis.

In the theoretical part the rules are summarized in general and in the practical part the rules are being applied on a 33 meter long archipelago ferry, m/s Östern.

My goal with this thesis is to make a simplified version of otherwise complicated rules and then use my work to analyze if m/s Östern fulfill these rules, or what should be done to fulfill them. I have mostly used materials from the Finnish Transport Safety Agency and ship specific data (stability documents and drawings) from m/s Östern. The thesis comprehends some calculations made, using this data.

The thesis gives a clear view of what classification societies inspect when they give ships a certain ice class.

Language: Swedish

Key words: ice class, TraFi, rules, ship, classification society, hull, engine, icebelt.

The examination work is available either at the electronic library Theseus.fi or in the library

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Metodval	1
2.1	Bakgrund	2
2.2	Historia.....	3
3	Teoretisk utredning.....	4
3.1	Definition av isklass.....	5
3.2	Isklassdjupgående.....	6
3.3	Maskineffekt.....	7
3.4	Skrovkonstruktionen	8
3.4.1	Bordläggning	9
3.4.2	Spantning.....	12
3.4.3	Förstäv och akterskepp.....	14
3.4.4	Arrangemang för bogsering.....	15
3.5	Styrrangemang och framdrivningsmaskineri.....	16
3.5.1	Styrrangemang.....	16
3.5.2	Framdrivningsmaskineri.....	18
3.6	Startarrangemang och kylsystem	19
4	Praktisk utredning.....	20
4.1	Definition av isklass.....	21
4.2	Isklassdjupgående.....	22
4.3	Maskineffekt.....	22
4.4	Skrovkonstruktion.....	23
4.5	Styrrangemang och framdrivningsmaskineri.....	26
4.6	Startarrangemang och kylsystem	27
5	Avslutning	27
	Källhänvisning	29
	Bilagor.....	Error! Bookmark not defined.

1 Inledning

Om man går in på ämnet isklasser kommer man att märka att det är ett väldigt brett ämne. Läger man till regler och krav för de enskilda klasserna och adderar isbrytarassistans blir ämnet vidöppet. Nuförtiden är det de olika klassningssällskapen som godkänner byggandet av fartyg med isklass eller en eventuell isförstärkning av ett redan byggt fartyg. De olika klassningssällskapen har olika krav och bestämmelser gällande detta.

För att kunna förstå detta ämne bättre har jag bestämt mig för att göra en avhandling i ämnet och sammanfatta det hela. Min avhandling kommer att handla om att ta reda på vilka organ som gör upp reglerna för vad en viss isklass är, vilka regler gäller för dessa och hur tillämpar man reglerna.

Jag vill understryka att denna avhandling inte kommer att beröra isbrytningen på något sätt utan fokus kommer att ligga på isförstärkning av fartyg och detta inom norra Östersjön som är ett helt eget kapitel inom reglerna. Orsaken till att jag vill behandla denna region är såklart för att de ligger närmast oss skandinaver och finländare.

2 Metodval

Metoden för att samla information till detta arbete är enkelt. Den teoretiska delen kommer att bestå av två olika källor; Trafiksäkerhetsverket och Det Norske Veritas AS. Eftersom hela arbetet handlar om att sammanfatta, förenkla och förstå kraven för isförstärkning av ett fartyg lämpar det sig att utgå från de regler alla klassningssällskap utgår från. I och med detta kan man genast dra slutsatsen att källorna dessutom är tillförlitliga.

Den praktiska delen handlar om att tillämpa dessa regler på ett fartyg. Detta är ett fartyg jag har jobbat på under en sommar och vars ägare jag har och kommer att fortsätta ha kontakt med under processens gång. Ägaren till fartyget fungerar samtidigt som beställare till detta arbete.

Förklaring till val av källor och vidare information om dessa beskrivs i kapitlet nedan.

2.1 Bakgrund

Klassningsällskapen ger med jämna mellanrum ut uppdateringar över deras regler för klassificering av fartyg. Den senaste regelsamlingen gavs ut i juli 2013 och uppdaterades i juli 2014. Del 5, kapitel 1 i den utgåvan behandlar "Ships for navigation in Ice" dvs. fartyg som navigerar i is. Sektion 3 av detta kapitel behandlar i sin tur "Ice strenghtening for the Northern Baltic" vilket detta arbete handlar om.

På första sidan i denna sektion hittar man följande information: Metoden de har använt för att bestämma de olika reglerna för skrovkonstruktion, maskineffekt och det som hör till isförstärkningen för denna region är tagna från klimatupptäckter gjorda för just denna region. Dessa upptäckter finns beskrivna i "the Finnish-Swedish ice class rules".

Längre ner på sidan hittar man ett "Guidance note" som beskriver att alla referenser för DNVs regler gjorda för denna region finns beskrivna i dokumentet "Guidelines for the application of the Finnish-Swedish ice class rules", även kallad "Trafi Guidelines". DNV har alltså gjort dessa regler baserat på de Finsk-Svenska isklassreglerna, vilket är ett samarbete mellan Trafi i Finland och Transportstyrelsen i Sverige, och som finns sammanfattade i ett dokument kallat "Trafi Guidelines". (DNV, 2013, s.18)

Man kan lätt sammanfatta det hela enligt följande. Finland och Sverige har i ett samarbete mellan länderna gjort regler och krav som gäller för fartyg som seglar i Östersjön. Dessa regler kallas för de Finsk-Svenska isklassreglerna. Varken finska Trafi eller svenska Transportstyrelsen har någon rätt att utge certifikat eller "klassa" ett fartyg. Det gör istället de olika klassningssällskapen, exempelvis Det Norske Veritas AS. DNV har då gjort sina egna regler och krav, men baserade på Trafis och Transportstyrelsens regler. Ett samarbete som visat sig fungera bra.

Fastän min utgångspunkt är informationen DNV ger i sin regelsamling kommer mina källor i huvudsak vara tagna från de finsk-svenska isklassföreskrifter och anvisningarna till dessa eftersom dessa ger rubrik efter rubrik en mera lättförståelig information och DNV mer eller mindre bara kopierat dessa uppgifter och satt till lite information vartefter.

Trafi och Transportstyrelsen har tillsammans gjort en tillämpning av de finsk-svenska isklassföreskrifterna från 2005. Man har därtill utarbetat anvisningar s.k. "guidelines" för dessa föreskrifter.

Man har alltså de finsk-svenska isklassföreskrifterna från 2005 och som tillämpats 2010 och även anvisningarna till dessa föreskrifter. Orsaken till dessa anvisningar är att det skall underlätta för klassificeringssällskapen då de godkänner fartygsritningar och beräkningar. (TraFi, 2011a)

Syftet med dessa föreskrifter är att utfärda bestämmelser och krav för fartygs konstruktion, maskineffekt och isgångsegenskaper. Därtill att förklara de olika skillnaderna mellan isklasser och metoder för bestämmande av vilken isklass ett visst fartyg har.

Föreskrifterna från år 2010 trädde i kraft 1.12.2010. (TraFi, 2010, s.1)

2.2 Historia

I *anvisningarna* till de finsk-svenska isklassföreskrifterna kan man läsa att utvecklingen av dessa började redan på 1930-talet. Man har senare ändrat dessa 1971 och 1985. Senaste versionen är den som utkom 2010. Som tidigare nämnts har så gott som alla klassningssällskap tillhörande "International Association of Classification Societys (IACS)" tillämpat dessa regler i sina egna reglementen och föreskrifter (TraFi, 2011b, s.4)

Den största orsaken till att man gjort dessa *anvisningar* av föreskrifterna är att klassningssällskap, skeppsvarv och fartygsdesigners skall få ta del av informationen och kunna tolka och lättare förstå bakgrunden till regler och bestämmelser. Det är helt enkelt meningen att underlätta att förstå de annars rätt så komplicerade föreskrifterna. I *anvisningarna* förekommer det även rekommendationer av sådant som inte framkommer i föreskrifterna (TraFi, 2011b, s.4)

Isbrytarassistenten i Finland och Sverige sköts av myndigheterna i respektive land. Beroende på förhållandena vintertid är det viktigt för isbrytarna att fartygen i behov av assistans har tillräcklig maskineffekt och tillräcklig isklass för att kunna assisteras. Annat vore en säkerhetsrisk och tidsförsummelse. Detta är orsaken till att Finland och Sverige vill sätta sina egna regler. På grund av de svåra isförhållandena i

Östersjön är isbrytarassistansen väsentlig och om man då väljer att assistera ett fartyg som inte uppfyller kraven medan ett annat fartyg som gör det blir liggande uppstår problem. Kraven på isklass beror även på vart i Östersjön man är på väg. Till hamnar i Östra finska viken krävs en isklass om 1A och minimi dödviktston 2000 TDW. Till hamnar i norra Bottenviken krävs en isklass om 1A och minimi dödviktston 4000 TDW. Isbrytarassistansen ingår i farledsavgiften som betalas av alla fartyg som anlöper finska hamnar. Från och med januari 2006 ger inte TraFis inspektörer ut isklasscertifikat längre utan isklassen bestäms utgående från fartygets klassningscertifikat. Alla klassningssällskap har sina egna "isklasser" men en tolkning av dessa har gjorts och numera finns alltid en motsvarande finsk-svensk isklass. (TraFi, 2011b, s.4-5).

3 Teoretisk utredning

De finsk-svenska isklassföreskrifterna är gjorda för fartyg som opererar i s.k. första årets is. Det vill säga ny is. Grundkraven är en viss minsta maskineffekt för fartyg med isklass. Detta är ett krav som gäller alla fartyg i alla isförhållanden. De övriga kraven är individuella beroende på typ av fartyg. Man kan i alla fall säga att man grundlagt tre punkter för design:

Skrovet. Fartyget skall kunna ta sig an "iskammar" som är upp till 80 % tjockare än istäcket.

Framdrivningsmaskineriet. Propellern påverkas av söndrig is och i iskanaler kan flödet av söndrig is vara riklig och propellern bör vara stryktålig.

Framdrivningseffekten. Fartyget måste kunna följa isbrytaren med en viss hastighet och i vissa kanaler även självständigt framföras (TraFi, 2011b, s.6).

Såväl maskineffektskraven som skrovdesignskraven är grundade på basis av observationer från isbrytare under årens gång. Man har t.ex. upptäckt att fastän två olika stora fartyg har samma isklass klarar sig det större fartyget i allmänhet längre utan isbrytarassistans. Man har även observerat att fartyg med isklass 1A samt 1A Super sällan upplever några skrovsador p.g.a. is medan fartyg med isklass 1C har upplevt skador. Skrovsador är i allmänhet ovanliga i de finska vattnen eftersom

stressen på skrovet är som störst när fartyget blir liggande i isen och det blir de sällan här p.g.a. den snabba isbrytarassistansen. För propellermaskineriet är det oftast propellerbladen som tar mest skada och ju närmare själva maskineriet man kommer desto mindre risk för skador (TraFi, 2011b, s.7).

Enligt TraFi (TraFi, 2011b, s.8) är förhållandena i Östersjön unika vilket man kommenterar på följande sätt; *”Man bör ta i beaktande att den finsk-svenska isklassföreskrifterna gäller för fartyg som rör sig i norra Östersjön och kan inte jämföras med isförhållanden någon annanstans i världen”*

Det finns 6 kapitel i de finsk-svenska isklassföreskrifterna. *Isklasserna, isklassdjupgående, maskineffekt, Skrovets strukturella design, Roder och styrarrangemang och framdrivningsmaskineri.*

3.1 Definition av isklass

Isklasserna är definierade enligt följande:

1. isklass IA Super fartyg vars konstruktion, maskineffekt och övriga egenskaper är sådana att de kan ta sig fram under svåra isförhållanden, i regel utan isbrytarassistans.
2. isklass IA fartyg vars konstruktion, maskineffekt och övriga egenskaper är sådana att de kan ta sig fram under svåra isförhållanden, vid behov med isbrytarassistans.
3. isklass IB fartyg vars konstruktion, maskineffekt och övriga egenskaper är sådana att de kan ta sig fram under medelsvåra isförhållanden, vid behov med isbrytarassistans.
4. isklass IC fartyg vars konstruktion, maskineffekt och övriga egenskaper är sådana att de kan ta sig fram under lätta isförhållanden, vid behov med isbrytarassistans.
5. isklass II fartyg vars skrov är av stål och som är konstruerade för gång i högsjö och som trots att fartygen inte är isförstärkta för gång i is med eget framdrivningsmaskineri kan ta sig fram under mycket lätta isförhållanden.
6. isklass III fartyg som inte hör till någon av isklasserna i 1-5 punkten.

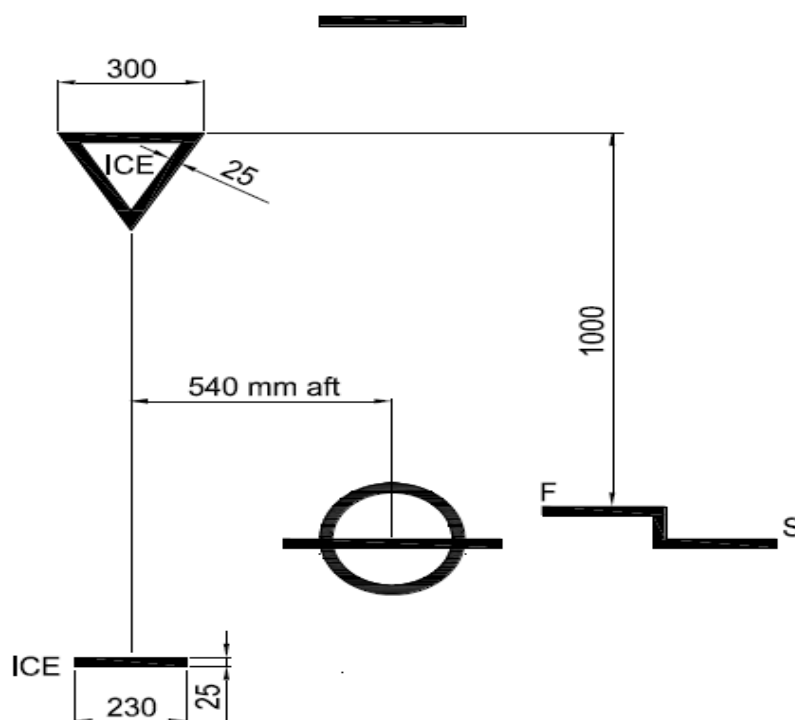
Tabell1. (TraFi, 2010, s.4)

Fartyg som har isklass 1A Super är menat att på årsbasis trafikera i Östersjöområdet. Fartyg med isklass 1A är även det menat att trafikera Östersjön på årsbasis men kan få isbrytarassistans vid behov. I denna isklass kan det förekomma

storleksbegränsningar. Fartyg med isklass 1B och 1C har begränsat tillträde till finska och svenska hamnar under isförhållanden. Fartyg med isklass II och III är inte isförstärkta alls, orsaken till att de kallas "isklasser" är att farledskostnaderna i Finland bestäms efter isklass (TraFi, 2011b, s.8)

3.2 Isklassdjupgående

För att konstatera hur lågt och hur högt skrovet skall isförstärkas måste man bestämma isklassdjupgående. Detta gör man genom att sätta ut två linjer; *Upper Ice Water Level (UIWL)* och *Lower Ice Water Level (LIWL)*. I klasscertifikatet skall ingå största och minsta djupgående i aktern, midskepps samt fören. Det är utgående från största och minsta djupgående man får fram UIWL och LIWL. Man måste vid fastställandet av LIWL ta i hänsyn att fartygets propeller då är helt under vattnet för att kunna gå i is. Man kan enkelt bestämma UIWL och LIWL genom att lägga linjerna längs med vattenlinjen vid full last och ballast men då blir även området på skrovet som måste förstärkas som störst. Man kan istället bestämma t.ex. att i isförhållanden aldrig trafikera fullt lastade (TraFi, 2010, s.4-5). I detta fall måste man midskepps på fartygets utsida med en triangel markera största tillåtna isklassdjupgående. Detta gör man för att visa att fartyget har en djupgåendebegränsning i isförhållanden. Inspektörer och isbrytare behöver denna information (TraFi, 2010, s.48).



Figur 1. Markering av isklassdjupgående (TraFi, 2010, s.48)

3.3 Maskineffekt

Maskineffekten är den högsta effekten som fartygets maskin(er) kan ge till propellern. Det kan finnas begränsningar som drar ner effekten och då måste dessa räknas bort när man ger värdet på maskineffekten (P).

Maskineffekten på ett fartyg med isklass 1A, 1B eller 1C får *aldrig* vara lägre än 1000 kW och på ett fartyg med isklass 1A Super *aldrig* lägre än 2800 kW (TraFi, 2010, s.5)

För nya fartyg, i bygnadsstadium 1.9.2003 eller senare, räknar man ut kravet på maskineffekt genom en formel som är baserad på fartygets egenskaper.

$$P = K_e \frac{(R_{ch} / 1000)^{3/2}}{D_p} \quad [\text{kW}],$$

Formel 1. Maskineffekt (TraFi, 2010, s.6)

K_e är ett värde som gäller konventionella maskinerier. Värdet på K_e beror på typ av propeller (fixed pitch, controllable pitch osv.) samt antalet propellrar.

R_{ch} är ett värde för ismotståndet i en frusen isränna med krossad is. Enheten är Newton. R_{ch} värdet varierar bland annat beroende på vilken isklass man eftersträvar och om fartyget har bulbstäv.

D_p är diametern (m) på propellern (TraFi, 2010, s. 6-7).

I enskilda fall kan man för fartyg godkänna värden på K_e samt R_{ch} som inte motsvarar ovanstående beräkningar. Detta endast om fartygets prestanda i praktiken kan motivera att maskineffekten är tillräckligt hög fastän beräkningarna visar annat.

Fartygen skall kunna göra 5 knop i en krossad isränna med följande tjocklek och för följande isklasser:

1A Super – 1,0 m tjock isränna med fruset toppskikt av 1dm.

1A – 1,0 m tjock isränna

1B – 0,8 m tjock isränna

1C – 0,6 m tjock isränna (TraFi, 2010, s.9).

3.4 Skrovkonstruktionen

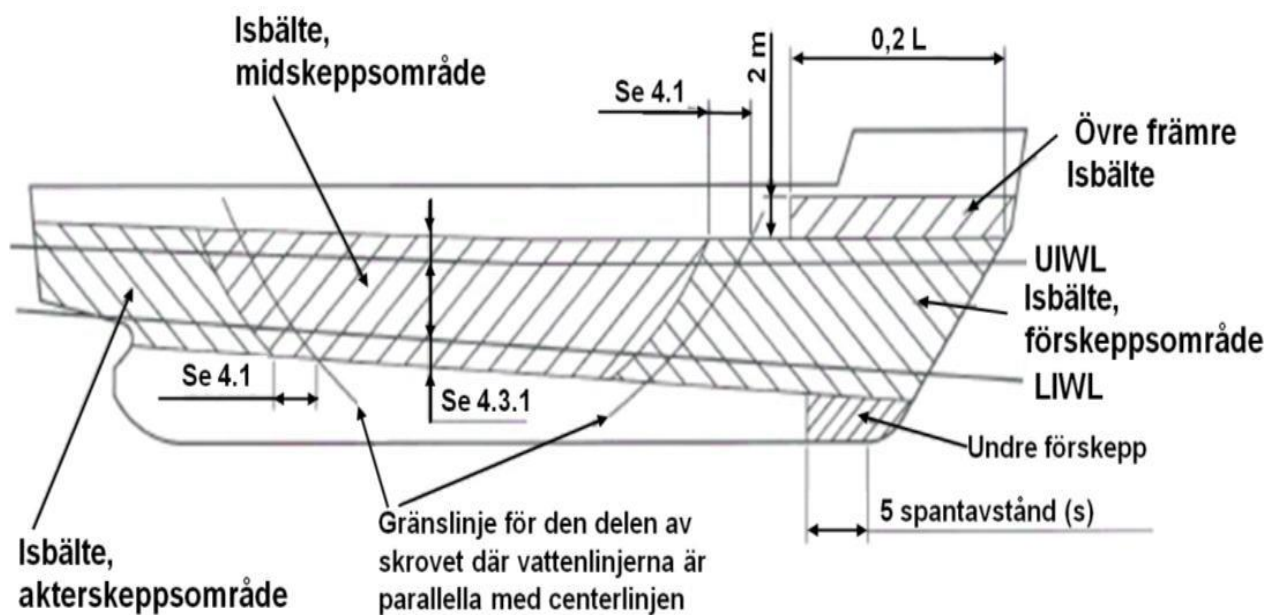
Reglerna för skrovkonstruktion behandlar styrkan på de olika delarna som håller ihop skrovet dvs. Plåtar, spant och ramar. Man har då inte tagit i beaktande de påtryckningar på skrovet som uppstår då ett fartyg fastnar i is och blir på samma ställe en tid. Man utgår ifrån att isbrytarassistans alltid finns på plats (TraFi, 2011b, s.7).

Man har länge undersökt hur istrycket påverkar skrovet på ett fartyg.

Observationerna är för det mesta gjorda i norra Östersjön med tanke på att det är de finsk-svenska isklassföreskrifterna det handlar om och detta är den mest krävande miljön. Man har kommit fram till att tvärtemot vad många tror kan istrycket vara högre på ett spant än på plåten mellan spanterna. Istrycket är väldigt ojämnt och man säger att belastningen är *multiaxiell*.

Reglerna kräver att om materialdimensioner är högre enligt klassningssällskapens egna beräkningar skall de finsk-svenska reglerna förkastas och värdena skall tas från klassningssällskapens egna beräkningar (TraFi, 2010, s. 9-10).

Man kan dela in ett fartyg i följande skrovområden: *Förskeppsområde*, *midskeppsområde* samt *akterskeppsområde*.



Figur 2. Fartygsskrovets isbälte (TraFi, 2010, s.11)

Förskeppsområdet sträcker sig från förstäven till $0,04 \times$ fartygets längd mellan perpendiklar akter om linjen där vattenlinjerna är parallella med centerlinjen. Längden ($0,04 \times$ fartygets längd mellan perpendiklar) bör aldrig vara längre än 6m.

Midskeppsområdet sträcker sig från förskeppsområdets aktra gräns till $0,04 \times$ fartygets längd mellan perpendiklar akter om linjen där vattenlinjerna är parallella med centerlinjen. Längden ($0,04 \times$ fartygets längd mellan perpendiklar) bör aldrig vara längre än 6 m.

Akterskeppsområdet sträcker sig från midskeppsområdets aktra gräns till akterstäven (TraFi, 2010, s.10-11).

3.4.1 Bordläggning

Bordläggningen beskriver det yttre skalet (plåten) på ett fartyg. Inom skrovets isbälte bör dessa plåtar förstärkas, lagas grövre. Isförstärkningens vertikala utsträckning beror på vilken isklass man eftersträvar. 1A Super har sina mått, 1A har sina mått och 1B och 1C har samma mått. För enkelhetens skull använder vi isklass 1A:s mått för den vertikala utsträckningen. På ett fartyg med eftersträvande isklass 1A bör isbältet börja 0,5 m ovanför UIWL (behandlades i kap. 2.2). I förskeppsområdet bör isbältet

börja 0,9 m under LIWL och i midskepps samt akterområdet bör isbältet börja 0,75 m ovanför.

Utöver detta bör följande områden isförstärkas:

Undre förskeppet (endast isklass 1A Super). Området från nedre gränsen för isbältet till gränsen där kölen börjar och från förspanten och 5 spantavstånd akterut (Se figur 2). Detta område skall minst ha samma tjocklek som midskeppspartiet i isbältet.

Övre främre isbältet (Endast isklass 1A Super/1A fartyg med en fart på minst 18 knop). Områden från isbältets övre gräns och 2 meter ovanför denna och från förstäven till en position 0,2 x fartygets längd akter om den förliga perpendikeln. Detta område skall minst ha samma tjocklek som midskeppspartiet i isbältet.

Inga ventiler bör placeras i isbältet och om väderdäckslinjen något ställe ingår i isbältet bör dessa ställen förstärkas (TraFi, 2010, s. 13).

3.4.1.1 Bordläggningsplåt

Inom reglerna för skrovkonstruktion finns många olika delar. Man talar om isbelastning, belastningsområde, istryck, spanter och spantavstånd, val av material osv. Alla dessa komponenter ger upphov till en formel där man kan beräkna tjockleken på bordläggningsplåtarna, de plåtar som kommer i isbältet på skrovet (TraFi, 2010, s.11-14).

$$t = 667 s \sqrt{\frac{f_1 \cdot P_{PL}}{\sigma_y}} + t_c \text{ [mm]}$$

Formel 2. Bordläggningsplåtarnas tjocklek vid tvärskeppspantning (TraFi, 2010, s.13)

$$t = 667 s \sqrt{\frac{P}{f_2 \cdot \sigma_y}} + t_c \text{ [mm]},$$

Formel 3. Bordläggningsplåtarnas tjocklek vid långskeppspantning (TraFi, 2010, s.14)

I texten nedan kommer jag att redogöra för vad dessa formlers komponenter betyder.

Av isens tjocklek (h_0) är det bara en del (h) man räknar med att i själva fallet påverkar skrovet, den s.k. *isbelastningen*. Det finns värden för h_0 och h som varje isklassat fartyg bör uppfylla. Isklass 1A Super bör kunna gå i 1 m tjock is där h beräknas vara 0,35 m. Dessa värden behövs då man skall räkna ut f_1 och f_2 i ovanstående formler (TraFi, 2010, s.11).

Spantavståndet (s) gäller för ramspanter och beskriver med vilket avstånd, i meter, ramspanterna är utplacerade. Värdet på denna faktor är direktproportionell med slutsvaret, vilket betyder att ju större avstånden mellan ramspanterna är desto grövre plåt kommer att behövas.

Istrycket (p) beräknas utgående följande faktorer:

- Fartygets storlek och maskineffekt
- Sannolikheten för att istrycket uppträder på en viss del av skrovet (För, midskepps, akter). Värdet på denna faktor ges enligt en tabell och beroende på isklassen i fråga.
- Sannolikheten för att hela denna del (För, midskepps, akter) utsätts för samma tryck. Denna faktor beror på bordläggningen (tvärskepps eller längskepps) och typ av spanter och spantavstånd .
- P_{pl} är en faktor som beräknas enligt **0.75p** (TraFi, 2010, s.11-12).

Materialets sträckgräns (σ_y) beskriver materialets hållfasthet och följande värden skall användas i ekvationen:

- Stål med normal hållfasthet, $\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2$
- Stål med hög hållfasthet, $\sigma_y = 315 \text{ N/mm}^2$

Slit och korrosionsmån (t_c) beskriver hur yttåligt skrovet är. Om man har behandlat stålet på något vis kan värdet på denna faktor sjunka men i vanligt fall används värdet **2mm** (TraFi, 2010, s.14).

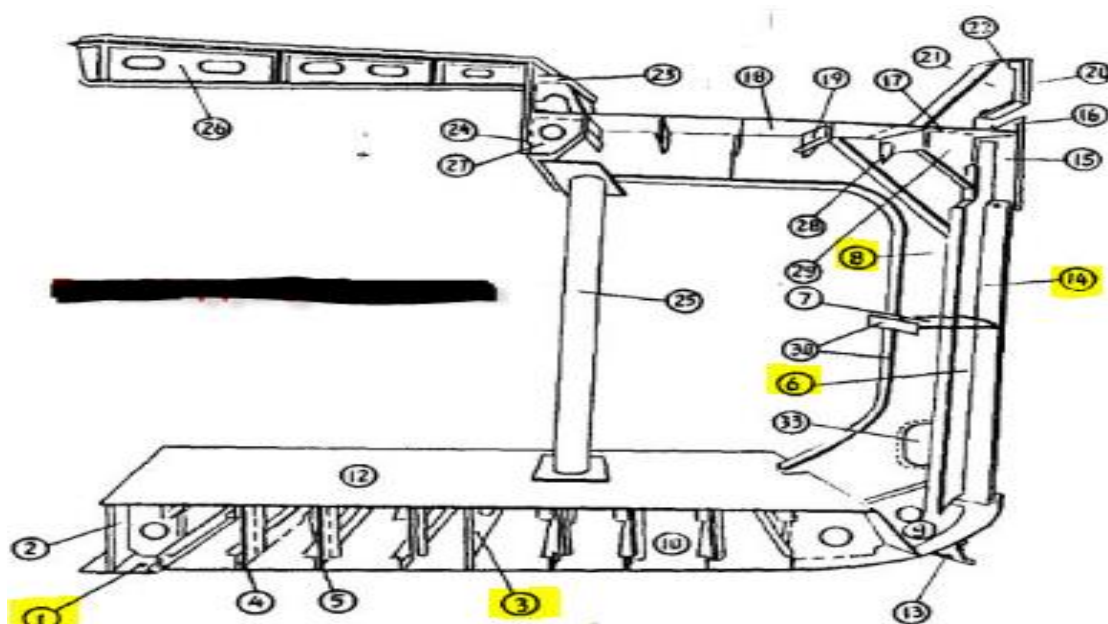
Denna formel kommer i praktiken att användas i den praktiska utredningen i detta arbete.

3.4.2 Spantning

Ett fartygs ram består av spant. Spantet utgör fartygets "revben". Ett fartyg kan endera ha *tvärskeppspankning* eller *långskeppspankning*. Tvärskeppspankning innebär att spantet går från sida till sida eller däck till däck. Långskeppspankning innebär att spantet går i riktning för till akter dvs. längs med fartyget.

Ett tvärskeppsspant kan fästas till däck, tanktak, tankbotten eller *vägare*. Om ett spant slutar ovanför ett däck eller en isvägare som befinner sig utanför isbältets övre kant, kan denna del av spantet ha normala dimensioner. Om ett spant däremot slutar nedanför ett däck eller en isvägare bör denna del fortfarande ha dimensioner som gäller för isförstärkning (TraFi, 2010, s. 16-17).

Spantningen behöver stödjande konstruktioner. Dessa kan t.ex. vara *ramspanter* och *vägare*. Ramspanter och vägare är ofta grövre och färre än de vanliga spanten. Alla spant, inom isbältet, bör fästas i dessa stödjande konstruktioner. Vanliga tvär- och långskeppsspant fästs till skott och ramspant med knäbrickor. Spant som t.ex. korsar en vägare skall fästas till denna genom svetsning på båda sidorna. Kragplåt eller stödbricka med samma dimensioner som spantet kan förekomma. Bordläggningen fästs till spantningen genom dubbel svets och tjockleken på spantets plåt varierar beroende på spantningsmodellen (långskepps-, tvärskepps osv.) (TraFi, 2010, s.17-18).



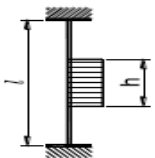
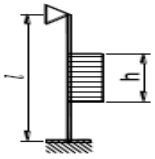
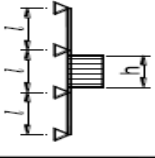
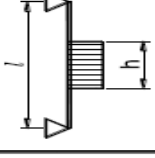
1. Centervägare, 3. Vägare, 6. Spant, 8. Ramspant, 14. Bordläggningens plåt

Figur 4. Spantning (Dictionary picture)

Bilden ovan visar var i skrovet de olika delarna befinner sig.

Ett spant utgörs oftast av t.ex. vinkeljärn medan ramspant och vägare kan kallas för balk och det finns krav på spantets dimensioner, *böjmotstånd* och *skjuvarea*.

Böjmotståndet beskriver hur lätt ett visst material böjs och varierar hos olika sorters stål. Böjmotståndet kan beräknas med en formel. När man studerar denna formel inser man att resultatet är direkt proportionellt till *randvillkoren*. Randvillkor är en faktor som varje spant får beroende på vare den befinner sig och till vad den är fäst. Har man t.ex. ett spant som sträcker sig hela vägen från ett tanktak i botten till övre däck (enkeldäckt fartyg) är randvillkoret högt vilket betyder att böjmotståndet blir litet. Har man däremot ett spant som sträcker sig endast mellan två mellandäck eller som är fäst till vägare någonstans i mitten blir randvillkoret lågt vilket betyder att spantets böjmotstånd blir högt (TraFi, 2010, s. 15-16).

Randvillkor	m_0	Exempel
	7	Spant i ett bulkfartyg med toppvingtankar
	6	Spant som sträcker sig från tanktaket till däck på ett enkeldäckt fartyg
	5,7	Kontinuerligt spant mellan flera däck eller vägare
	5	Spant som sträcker sig endast mellan två däck

Figur 5. Randvillkor (TraFi, 2010, s.16)

Skjuvarean har med materialets skjuvspänning att göra. En skjuvspänning uppstår t.ex. då man fäster ett spant till ett skott (plåt). Skjuvarean beskriver då storleken på den area där de båda objekten är fästa till varandra.

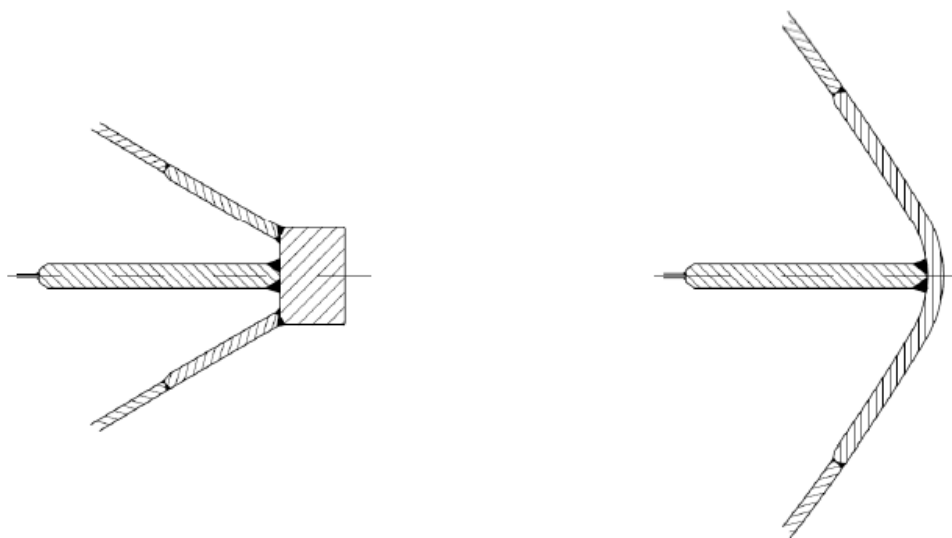
På utsidan av spantningen kommer bordläggningen som ansluts genom svetsning (TraFi, 2010, s.16-18).

På samma sätt som det finns regler för den vertikala utsträckningen av bordläggningen finns det även för spantningen. Även här utgår man från UIWL och LIWL och även här är fartyget indelat i förskepp, midskepp och akter. Man pratar alltså om en *isförstärkning av spantningen*.

För isklass 1A Super bör isförstärkningen av spantningen, över hela skrovet, börja 1,2 meter ovanför UIWL. Den bör förskepps sluta vid dubbelbottnet eller under överkant av bottenstockar. Midskepps bör den sluta 2 meter under LIWL och i aktern 1,6 m under LIWL. För övriga isklasser (1A, 1B och 1C) bör isförstärkningen av spantningen, över hela skrovet börja 1 meter ovanför UIWL. Den bör förskepps sluta 1,6 meter under LIWL, midskepps 1,3 meter under LIWL och i aktern 1 meter under LIWL (TraFi, 2010, s.14).

3.4.3 Förstäv och akterskepp

Förstäven bör vara gjord av valsat, gjutet eller smitt stål. Ett annat alternativ är bockad stålplåt. Bockad stålplåt används oftast för fartyg med en förstäv med liten vinkel. Stävens plåttjocklek beräknas med samma formel som bordläggningsplåten men med lite andra ingångsvärden p.g.a. att bland annat spantningen ser annorlunda ut vid stäven. Stäven skall stödjas av bottenstockar eller knäbrickor. Avstånden mellan dessa bör inte överskrida 0,6m och tjockleken bör vara minst hälften av bordläggningsplåtens tjocklek. Isförstärkningen av stäven börjar vid kölen och sträcker sig till en punkt 0,75 m över UIWL. Krävs ett övre främre isbälte (Figur 2), bör förstärkningen sträcka sig till denna dels övre gräns (TraFi, 2010, s.21-22).



Figur 6. Till vänster en stäv med bockad stålplåt och till höger en trubbig stäv (TraFi, 2010, s.21)

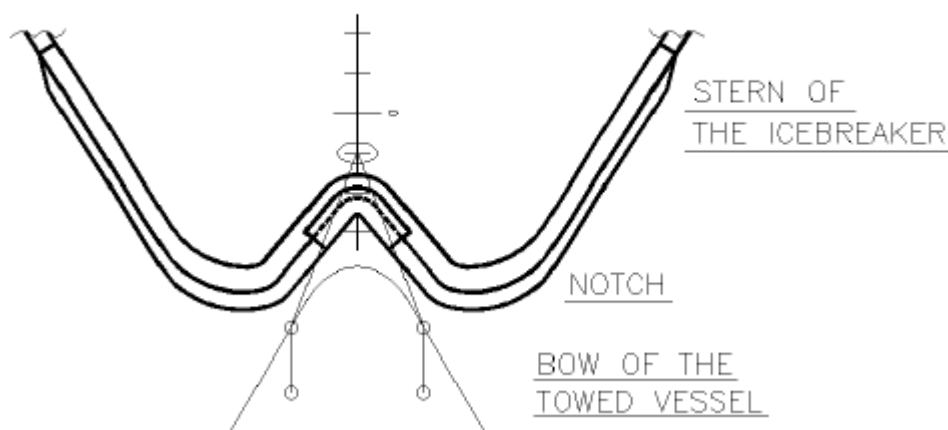
Fartyg med vridbara propellrar utsätts för större isbelastning i aktern och mot *akterstäven*. Detta bör tas i beaktande vid isförstärkning av dylika fartyg. För fartyg med två eller tre propellrar bör spantningen och bordläggningen förstärkas ända ner till dubbelbottnet 1,5m för och akter om sidopropellrarna (TraFi, 2010, s.22).

Det viktigaste för ett isklassat fartyg (speciellt de högre klasserna) är förmågan att kunna backa i is. Fartyg med en *bred akterspegel* kommer att ha svårigheter att göra detta eftersom is kommer att krossas mot akterspegeln, speciellt om akterspegeln sträcker sig under UIWL. Om akterspegeln gör detta bör den vara så smal som möjligt och den bör isförstärkas enligt samma krav som midskeppsområdet på fartyget (TraFi, 2011b, s.21).

"*Bilge keels*" blir ofta förstörda eller bortslitna från skrovet vid gång i is. De bör därför undvikas eller byggas på ett sådant sätt att de inte förstör skrovet om de blir bortslitna (DNV, 2013, s.28)

3.4.4 Arrangemang för bogsering

Då man blir bogserad genom is på Östersjön använder sig isbrytarna oftast av en s.k. *klyka*. Det är då viktigt att fartygets förstäv passar bra in i klykan och att fartyget är utrustade med pollare som kan hålla den dragkraft som isbrytaren har med sina vajrar. Om fartyg inte är tillräckligt bra utrustade eller inte passar in i klykan kan det hända att de tvingas vänta tills isläget lättat och de kan bogseras på annat sätt.



Figur 7. Ett typiskt bogseringsarrangemang i klyka (TraFi, 2011b, s.16)

Fartygets stäv bör ha rätt form på den höjd där isbrytarens klyka sätts fast. Höjden för klykan är ungefär 2,5 m. Om stäven är för trubbig kommer den inte att passa in i klykan. Fartyg med bulb som sträcker sig längre fram än fartygets främre pendikel kommer likväl att ha svårt att passa in i klykan. Man rekommenderar att bulben på fartyget inte bör sträcka sig längre än 2,5 m framför fartygets främre pendikel. När fartyget är lastat och bulben är låg finns det risk för att den träffar isbrytarens propellrar. Om fartyget är utrustat med en iskniv framtill kan denna förstöra isbrytarens klyka och bör därför avlägsnas.

Det finns profiler och ritningar över isbrytarna och deras "klykarrangemang" och dessa bör studeras av fartyget i fråga och se om det är lämpligt för isbrytarassistans (TraFi, 2011b, s.16-20).

3.5 Styrarrangemang och framdrivningsmaskineri

Med styrarrangemang menar man rodret samt rodrets alla delar. Med framdrivningsmaskineri menas propellrar av olika slag.

3.5.1 Styrarrangemang

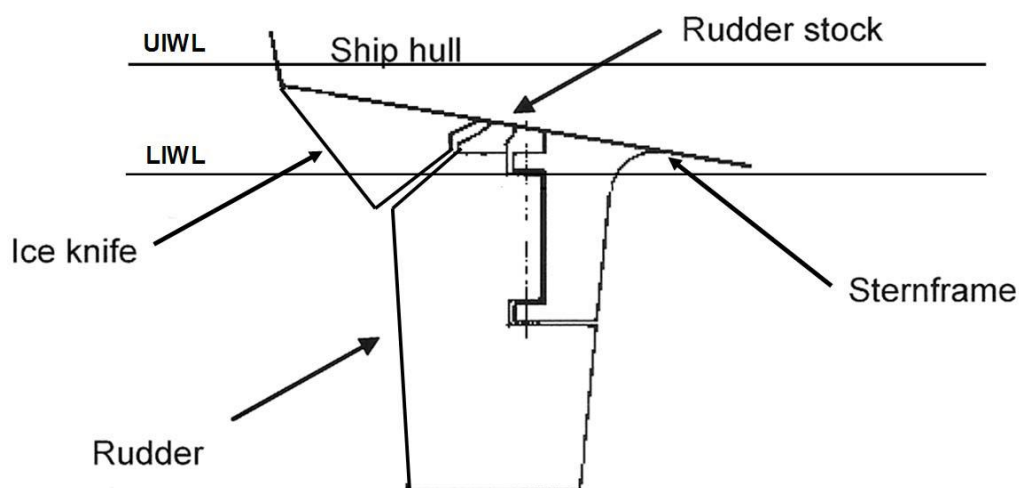
Själva måttsättningen av fartygs roder och roderdelar bestäms enligt klassreglerna. Inom dessa beräkningar skall en viss servicefart användas vilket bestäms beroende på vilken klass fartyget hör till.

När det kommer till rodrets dimensioner skall man anta att rodret hör till isbältet, fastän det i de flesta fall är under isbältet. Rodrets plåt samt spant (om finns) skall klara samma istryck som spantningen och bordläggningen i midskeppsområdet på skrovet.

För isklass 1A Super samt 1A skall en *iskniv* installeras ovanför rodret och därtill skall det installeras *roderstoppare* för att undvika att de stora krafter som verkar på rodret vid backning i is förstör rodret. Dessutom skall det finnas en övertrycksventil till hydraultrycket i roderstyrningsmekanismen (TraFi, 2010, s.22).

3.5.1.1 Iskniv

När ett fartyg backar i is är det vanligt att isflak och större bitar sugas under aktern och strömmar mot rodret där det kan ge upphov till skador på rodret eller göra så att rodret svängs. Man kan då installera en iskniv bakom rodret. Iskniven har som uppgift att skuffa isbitarna neråt så att de inte träffar rodret. Den lägsta delen av iskniven skall alltid vara under vattenlinjen, oberoende djupgång. En iskniv skall installeras på alla fartyg med isklass 1A Super och 1A, och för fartyg med "flap type rudder" bör man ta stor hänsyn till att installera en ordentlig iskniv eftersom dessa tvådelade roder är extra känsliga för is (TraFi, 2011b, s.23).



Figur 8. En bild över hur en iskniv skall installeras (TraFi, 2011b, s.23)

3.5.1.2 Roderstoppare

Det bildas stort tryck på rodret när man backar i is och ännu större tryck om man låter rodret avvika från midskeppsposition. Eftersom rodret lätt tar skada om isen

träffar det är det viktigt att hålla rodret midskepps, och därtill installera roderstoppare för att undvika onödiga och överdrivna rörelser av rodret (TraFi, 2011b, s.23).

3.5.1.3 Bogpropellrar

Fartyg bör inte använda bogpropellrar vid manövrering i is eftersom is kan strömma in i tunnlarna och förstöra propellern men även fastna vilket gör bogpropellern oanvändbar. Man kan placera galler utanpå tunnlarna för att förhindra detta men det påverkar effekten av bogpropellern i isfria förhållanden. Klassningssällskapen kan ha sina egna regler om hur detta bör hanteras (TraFi, 2011b, s.24). Inget nämns dock i DNVs regler (DNV, 2013).

3.5.2 Framdrivningsmaskineri

Med framdrivningsmaskineri syftar man på fartygets propeller eller propellrar. Isklassföreskrifterna ger modeller och krav för hur man beräknar isens belastning på olika propellertyper så som *öppen propeller* och *dyspropeller* med fasta eller vridbara blad. En dyspropeller är en propeller som innesluts i exempelvis en ring. Isklassföreskrifterna gäller även för fasta och vridbara trustrar (TraFi, 2010, s.23).

3.5.2.1 Belastningsberäkningar

Belastningsberäkningarna omfattar de belastningarna som förekommer under normal drift, inkluderat de belastningar som förekommer på *fixed pitch* propellrar vid byte av rotationsriktning. *De omfattar inte* den belastning som förekommer då t.ex. en stillastående propeller dras genom is.

Belastningsberäkningarna omfattar även belastningarna som uppstår vid växelverkan mellan propeller och is för huvudmaskineriets vridbara och fasta trustrar, *men inte* belastningarna som uppstår från växelverkan mellan propeller och is då isen kommer in i propellern från sidan på en vinklad truster. Beräkningarna omfattar inte heller de fall där isblock träffar *navet* på en dragande propeller (TraFi, 2010, s.23).

Vid belastningsberäkningar för fartygets propeller och isklass är det väsentligt att veta driftsförhållanden och maximala dimensioner på isblock som kan komma in i

propellern. Från tabellerna på sidan 27 i Isklassföreskrifterna 2010 (TraFi, 2010), kan man läsa att förutom drift i isränna skall fartyg med isklass 1A Super kunna gå i jämn is och kunna göra ansatser i jämn is. Den maximala dimensionen på ett isblock som kan komma in i propellern på ett dylikt fartyg (hypotetiskt) är 1,75m x 2,5m x 5,25m (TraFi, 2010, s.27).

Materialet på propellrar beror på om propellerdelarna är utsatta för havsvatten eller enbart för havsvattentemperaturer. Propellerdelar som är utsatta för enbart havsvattentemperaturer är t.ex. bultar av olika slag (TraFi, 2010, s.28).

3.6 Startarrangemang och kylsystem

Vi utgår från att fartygets maskineri startas med tryckluft. Luftbehållarnas kapacitet måste då vara så stor att de utan påfyllning skall räcka till 12 efter varandra följande starter av huvudmaskineriet, då man beräknar att hälften av dessa går till att reversera (ändra rotationsriktning, backa) maskineriet. Om man inte behöver reversera maskineriet vid backning, räcker det med kapacitet till 6 efter varandra följande starter. Om annan utrustning är kopplat till luftsystemet bör behållarna ha tillagd kapacitet för dessa. Behållarna skall kunna laddas till fullt tryck på en timme och på fartyg med isklass 1A Super på en halvtimme.

Fartyget bör alltid ha tillgång till kylvatten vid gång i is, och därför bör åtminstone en bottenbrunn vara konstruerad på följande sätt:

- Intaget bör vara placerad i mitten av fartyget och så långt akterut som möjligt.
- Bottenbrunnens volym bör vara cirka $1 \text{ m}^3/750 \text{ kW}$ maskineffekt.
Hjälpmaskiner som behövs för fartygets drift är inräknade.
- Bottenbrunnen bör vara så hög att isen kan samlas ovanför röret för inloppsvatten.
- Ett avloppsrör med en volym som tillåter hela kylvattenskapaciteten bör fästas till brunnen.
- Bottenbrunnens hålarea bör vara 4 gånger så stor som inloppsröret.

Vid problem att uppfylla kraven om bottenbrunnens dimensioner (punkt 2 och 3) kan två mindre bottenbrunnar installeras. Det rekommenderas att man installerar

värmslingor i bottenbrunnen och arrangemang för användningen av barlast som kylning kan vara bra att ha som reserv (TraFi, 2010, s.43-44).

4 Praktisk utredning

Detta kapitel kommer att handla om att anpassa dessa isklassföreskrifter till fartyget m/s Östern. Mitt mål är att ta reda på vilka krav som skulle ställas på att få m/s Östern isklassad, om det ens är möjligt att isklassa fartyget. Detta gör jag genom att tillämpa reglerna för isklassning i praktiken.

M/s Östern är byggt 1974 på Skaalurens Skipsbyggeri i Rosendal, Norge. Fartyget hette då "VÆRØY" och byggdes under inspektion av Det norske Veritas (Bilaga 1). Fartyget fick dock ingen isklass.

Nedan en bild av m/s Östern från aura å vintern 2016.



Bild 1. M/s Östern i aura å 2016.

Namn	M/s Östern
Längd	33,01 m
Bredd	9,40 m
Djupgång	3,00 m
Bruttoton	475
Däckslast	67,5 t
Huvudmaskineri	Caterpillar 3508 B, 746 kW
Hjälpmaskineri	2 x Volvo Penta MD 70, 80 kW
Hastighet	10-11 knop

Tabell 2. Fakta om m/s Östern (Sundqvist Investments, 2016)

4.1 Definition av isklass

Från en redares synvinkel är det viktigt att ha ett fartyg med isklass eftersom det kan krävas då man skall lägga anbud på vissa kontrakt och linjer. Vi leker med tanken att en potentiell redare har köpt ett fartyg. För att sedan få fartyget in på en viss linje kan det krävas att fartyget är isklassat eftersom det är en året runt linje, och fart i is är sannolikt. För att fartyget skall ha rätt till isbrytarassistans bör fartyget vara klassat med åtminstone isklass 1C. Majoriteten av alla lastfartyg som trafikerar i Östersjön byggs med en isklass och det är förstås enklare än att tillämpa kraven i ett senare skede. M/s Östern är dock en 33 meter lång skärgårdsfärja och har inte behövt isklass tidigare. Man bör även ta i beaktande att dessa finsk-svenska isklassföreskrifter i allmänhet är gjorda för att tillämpa på större fartyg och visst spelrum kan finnas för dessa mindre fartyg, främst gällande maskineffekt osv. Meningen är dock att så långt som möjligt följa reglerna och i slutändan är det upp till klassificeringssällskapet att döma vilken isklass ett fartyg hör till.

I samtycke med m/s Österns ägare har beslut tagits om att den eftersträvande isklassen på fartyget är 1C. Denna isklass har de lägsta kraven men innefattar rätt till isbrytarassistans. 1C innebär att man kanske inte har rätt att gå till alla hamnar i Finland men det skulle ju heller inte behövas eftersom fartyget trafikerar en linje dvs. mellan 2-3 hamnar.

4.2 Isklassdjupgående

Enligt m/s Österns stabilitetsdokument (Bilaga 2) är fartygets största djupgående, vid full last och 100 % bunker, följande:

$$D_f = 3,164, D_m = 3,120 \text{ och } D_a = 3,077 \quad UIWL \text{ (m)}$$

Fartygets minsta djupgående, vid ballast och 10 % bunker, är följande:

$$D_f = 2,353, D_m = 2,636 \text{ och } D_a = 2,919 \quad LIWL \text{ (m)}$$

Dessa värden för djupgående bildar alltså fartygets *isklassdjupgående*, *UIWL* och *LIWL*.

Som tidigare nämnts (kapitel 3.2) kan man utgå från att t.ex. aldrig trafikera med full last och 100 % bunker i isförhållanden. Då bestäms isklassdjupgående utifrån ett på förhand bestämt största djupgående, under vilka man trafikerar vintertid. För m/s Österns del utgår vi däremot från ovanstående djupgåenden, och därmed behövs heller ingen märkning för största och lägsta isklassdjupgående på fartygets utsida, som beskrivs i kapitel 3.2.

4.3 Maskineffekt

M/s Östern är utrustad med en 746 kW caterpillar diesel som huvudmaskin. "Ekonomisk" fart och den fart som oftast används är 8-9 knop. Topphastigheten är drygt 11 knop men då är även bunkeråtgången störst.

Isklassföreskrifterna säger att maskineffekten på ett fartyg med isklass 1C aldrig får understiga 1000 kW. Detta skulle betyda att fartygets huvudmaskin för tillfället inte uppfyller dessa krav. Det bör dock fastställas att dessa "regler" främst är gjorda för större lastfartyg och det bör därför inte vara en omöjlighet att t.ex. kraven på

maskineffekt är mindre före dylika fartyg som Östern. I slutändan är det klassningssällskapen som fastställer isklass.

4.4 Skrovkonstruktion

Följande områden inom skrovkonstruktionen på m/s Östern bör förstärkas:

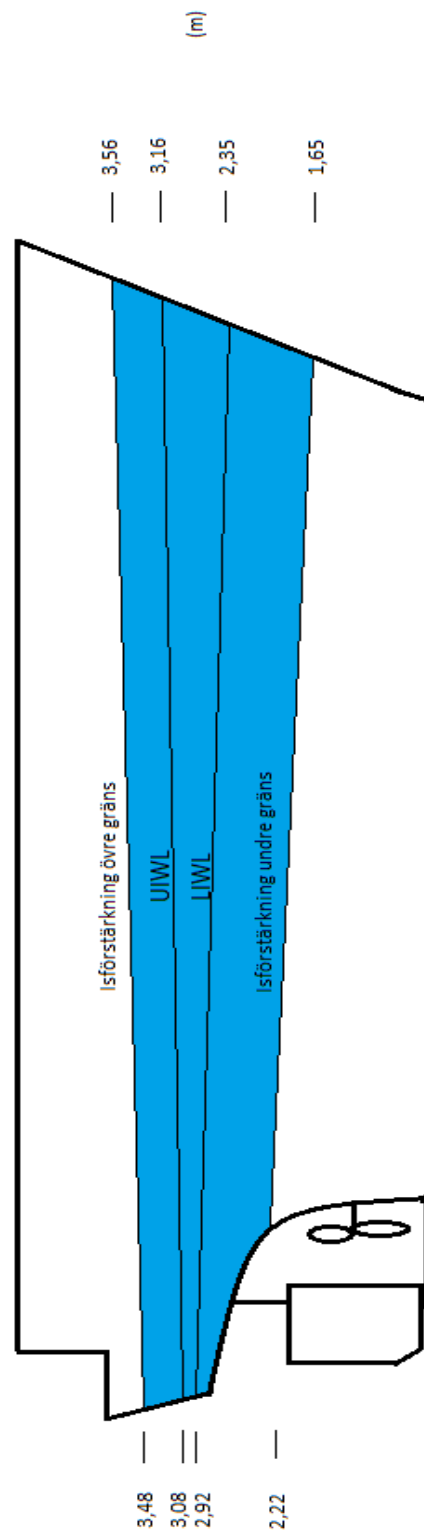
- Bordläggningen i isbältet
- Spantningen

Bordläggningen bör förstärkas i isbältet. Storleken på isbältet och dess gränser kan vi räkna ut i och med att vi vet UIWL och LIWL. Enligt isklassföreskrifterna bör isbältet sträcka sig, för klass 1C, 40cm ovanför UIWL över hela skrovet. Den undre gränsen är 70cm under UIWL i förskeppsområdet och 60cm under LIWL i midskepps- och akterområdet (TraFi, 2010, s.13)

För att bestämma var förskeppsområdet slutar och midskeppsområdet börjar behövs fartygets linjeritningar, och eftersom skribenten inte är insatt i skeppsrutning väljer vi för enkelhetens skull att använda 70 cm över hela skrovet.

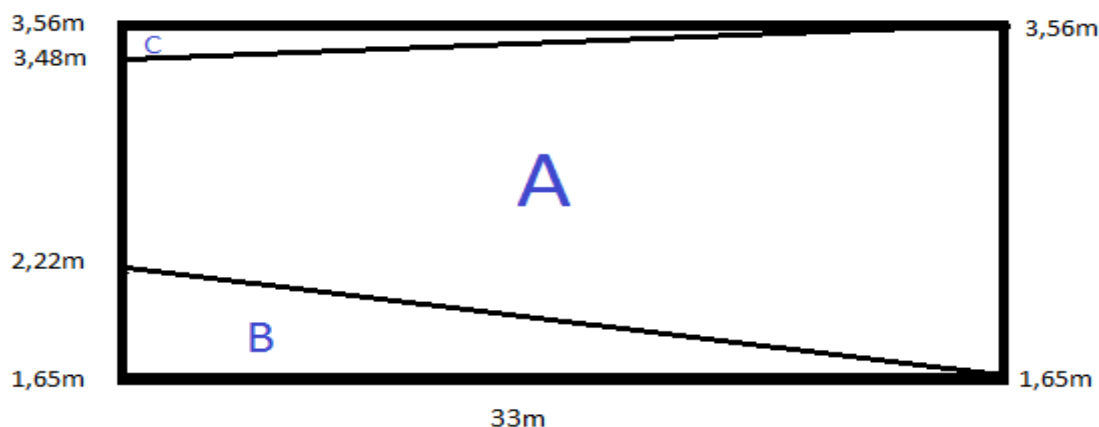
Detta ger oss ett isbälte som i fören sträcker sig mellan djupgång 1,65m och 3,56 m. I aktern mellan djupgång 2,92m och 3,48m. Området visas i bilden nedan.

Vertikala utsträckningen av bordläggningens isförstärkning på m/s Östern



Figur 9. Området för isförstärkning av bordläggningens plåt på m/s Östern.

Den isförstärkta bordläggningen area kan man nu räkna ut på ett ungefär. Vi bortser från att skrovet är en böjd kropp, dvs. sträckan från för till akter blir lite större än fartygets längd. Vi använder dock fartygets längd (33m) till uträkningarna. Isbältet bildar en fyrkant över skrovets sida. Man kan se det som en rektangel minus två rätvinkliga trianglar. Isbältets storlek räknas på följande sätt:



Figur 10. Isförstärkta bordläggningens area.

Area A representerar isbältet. Area A = Hela arean – Area B – Area C.

$$\text{Hela arean} = (3,56\text{m} - 1,65\text{m}) \times 33\text{m} = 63,03\text{m}^2$$

$$\text{Area B} = ((2,22\text{m} - 1,65\text{m}) \times 33\text{m}) / 2 = 9,41\text{m}^2$$

$$\text{Area C} = ((3,56\text{m} - 3,48\text{m}) \times 33\text{m}) / 2 = 1,32\text{m}^2$$

$$\text{Area A} = 63,03\text{m}^2 - 9,41\text{m}^2 - 1,32\text{m}^2 = \mathbf{52,3\text{m}^2}$$

Isbältet på ena sidan av fartyget blir härmed cirka 52m^2 , eftersom fartyget har två sidor blir storleken på hela fartygets isbälte cirka 104m^2 .

Bordläggningsplåtens tjocklek i isbältet är beräknad i bilaga 3 och 4. Formeln för uträkningen av bordläggningsplåtens tjocklek i isbältet är förklarad i kapitel 3.4.1.1 i detta arbete. Det bör likväl förklaras att tjockleken på bordläggningen varierar i förskepps-, midskepps- och akterområdet på fartyget. Detta gäller då man beräknar faktorn c_a samt c_p som ingår i beräkningen för istrycket (p).

Vissa faktorer som ingår i formeln är *fartygsbaserade* och andra är *isklassbaserade*. De fartygsbaserade faktorerna är spantavsånd (s), displacementet vid största djupgående

(Δf) samt fartygets högsta kontinuerliga maskineffekt (P_s). De isklassbaserade faktorerna är isbelastningshöjden (h) och faktorn c_p som beräknar sannolikheten för att istrycket uppträder på ett visst område på fartyget.

Beräkningen av denna formel ger följande resultat. Bordläggningens tjocklek bör vara:

- **11,4 mm** i förskeppsområdet
- **8,2 mm** i midskeppsområdet och
- **6,4 mm** i akterområdet

Spantningen på m/s Östern är tvärskeppspantning och för tillfället är spantavståndet 0,5m. I samråd med ägaren har vi beslutat att vid en eventuell isförstärkning lägga till ett spant mellan varje nuvarande spant. Detta skulle betyda att nya spantavståndet skulle bli 0,25m.

Övriga krav på spantning överläts till vidare forskning eller klassningssällskap eftersom det är ett för komplicerat kapitel, som dessutom faller inom ramarna för skeppsbyggnad.

*Förstäv*en på m/s Östern är av bockad stålplåt men om spantningen i fören uppfyller kraven för isklass C får vidare undersökningar utvisa.

4.5 Styrarrangemang och framdrivningsmaskineri

Styrarrangemanget på m/s Östern består av ett helt vanligt roder som inte är isförstärkt. Det är även enbart fäst i övre änden av rodret eftersom det inte finns något "fiskjärn" installerat. Enligt isklassföreskrifterna bör rodret klara av samma istryck som midskeppspartiet i isbältet. Detta tryck är, enligt mina beräkningar i bilaga 3, 0,6 MPa. Detta är förstås något som testas av ett klassningssällskap, men med största sannolikhet bör rodret förstärkas eller ersättas.

Fartyget är utrustat med en bogpropeller och denna bör, enligt reglerna, skyddas exempelvis med ett galler utanför tunneln. Detta inverkar dock på bogpropellerns effekt och bör testas på fartyget.

Framdrivningsmaskineriet på m/s Östern består av en öppen Finnøy CP propeller. Det är alltså en "controlled pitch" propeller vilket betyder att den inte ändrar rotationsriktning utan endast propellerns blad regleras vid fart fram och bak. Om propellern klarar de belastningar som krävs för isklass 1C måste vidare tester och mätningar utvisa.

4.6 Startarrangemang och kylsystem

Startarrangemanget på m/s Östern består av tryckluft. Fartyget är utrustat med två tryckluftsbehållare. Volymen på behållarna är 0,2m³. Enligt isklassföreskrifterna bör fartyget kunna startas 6 gånger på varandra följande gånger (då maskineriet inte behöver reverseras vid backning) utan att kärnen behöver påfyllas. Enligt fartygets ägare uppfyller fartyget detta krav. Tryckluftsbehållarna behövs även vid tankpejling vilket är en daglig procedur.

Fartyget är utrustat med två bottenbrunnar, av vilka en är i funktion. Bottenbrunnens design och egenskaper är avgörande för om fartyget uppfyller kraven för kylvattensystem för isklass 1C. Ritningar på bottenbrunnen fattas dock och utan en eventuell torrdockning är det inte möjligt för skribenten att avgöra om m/s Österns bottenbrunn uppfyller kraven för isklassning.

Det skulle dock vara möjligt att installera en s.k. "box cooler" som installeras enligt klassningssällskapens direktiv. Denna utrustning installeras under skrovet och ger därför inga krav på "inre kylvattensystem". Detta betyder också att utrustningen kan granskas och underhållas medan fartyget flyter (NRF, 2016).

5 Avslutning

Valet av ämne i mitt examensarbete har inte ångrats en enda gång sedan jag började. Det är nytt, det är ovanligt och framförallt är det aktuellt för oss finländare och skandinaver. Fastän fartygs uppbyggnad och allt som hör till detta ämne kanske inte är det viktigaste för just en framtida sjökapten tycker jag det är bra att även förstå denna del. Viss kunskap i detta område kan absolut vara nyttigt då man skall navigera ett fartyg i isförhållanden.

Som för många andra har den första iden förändrats under arbetets gång. Framförallt de första veckorna då jag enbart samlade och studerade material. Från början skulle mitt arbete enbart handla om "isförstärkning av m/s Östern" men jag insåg ganska snabbt att det skulle bli för komplicerat och utmanande. Istället beslöt jag mig för att sammanfatta, förenkla och försöka förstå reglerna för ett fartygs isklassning och därefter tillämpa dessa regler på m/s Östern.

Det mest utmanande under arbetets gång har varit just det jag ämnade göra. Att ta en rätt svårskriven text, förstå den och sedan försöka beskriva den på ett förståeligt sätt. Många gånger har jag kommit på mig själv med att läsa ett stycke på fem rader ungefär 20 gånger.

En annan utmaning har varit att "lämna bort information". Jag har svårt att förstå när jag tagit mig vatten över huvudet och har många gånger fått bli påmind och även påminna mig själv om att mitt mål är att förenkla. Jag skriver dock om ett ämne som väldigt lätt kan gå över till utbildning för skeppsbyggnad eller liknande. Jag har gjort mitt bästa för att inte ta med allt för svåra kapitel men fortfarande ha med all väsentlig information.

Mitt mål var att skriva den teoretiska delen så tydlig och lättläslig att jag i den praktiska delen inte skulle behöva gå tillbaka till källorna utan skriva utgående från den teoretiska delen. Detta lyckades jag med.

Jag har under hela arbetets gång varit i kontakt med min uppdragsgivare som samtidigt är ägare till m/s Östern och fått tips och information som varit viktig i mitt skrivande. Jag har dessutom fått tillgång till material och ritningar över fartyget.

Jag anser att jag har lyckats med målsättningen, jag har tillverkat en modell som jag hoppas att alla som vill ta del av även kan förstå.

Källhänvisning

Det Norske Veritas AS (DNV), juli 2013, *Ships for navigation in ice*,
<https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNV/rulesship/2014-07/ts501.pdf>

Dictionary picture, *Cargo ship: general structure, equipment and arrangement*,
<http://forshipbuilding.com/ship-types/cargo-ship/>

NRF, 2016, *productgroups, marine, box coolers*, http://www.nrf.eu/en_US/product-groups-1/marine-1/box-coolers-1#.VuEzD01f2Uk

Sundqvist Investments, 2016, *Tilausristeilyt/Chartertrafik*,
<http://www.ostern.fi/tilausristeilyt-chartertrafik>

Trafiksäkerhetsverket (TraFi), 2010, *Isklassföreskrifter och tillämpning av dem*,
http://www.finlex.fi/data/normit/36441-Jaaluokkamaaraykset_TRAFI_31298_03.04.01.00_2010_SE.pdf

Trafiksäkerhetsverket (TraFi), 2011a, *Anvisningar om tillämpningen av isklassföreskrifterna*,
http://www.trafi.fi/sv/trafi/aktuellt/1655/anvisningar_om_tillampningen_av_isklass_foreskrifterna

Trafiksäkerhetsverket (TraFi), 2011b, *Guidelines for the application of the Finnish-Swedish ice class rules*,
[http://www.trafi.fi/filebank/a/1325687628/54f2cc9036a11edad8b032cbb9a77b67/4954-Guidelines - 20 December 2011 - Final.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1325687628/54f2cc9036a11edad8b032cbb9a77b67/4954-Guidelines%20December%202011-Final.pdf)

Herved bevitnes at stål-motorferjen

"VÆRØY"

bygget år 1974 i Rosendal

av Skaalurens Skipsbyggeri A/S

hjemmehørende i Bergen

tilhørende Fylkesbåtane i Sogn og Fjordane

er besiktet av Det norske Veritas og etter avslutning av besiktelsen den 16. september 1974—

opptatt/registrert i Institusjonens skipsregister med følgende klasse:

— **1A1 - K - Innenskjærs - Bilferje B** —

Angående grunnlaget for sertifikatets utstedelse, plikten til å underkaste skipet besiktelser og Institusjonens adgang til å trekke skipets klasse tilbake, henvises til Det norske Veritas' regler og bestemmelser.

Viktige forutsetninger og instruksjoner angående behandling av skipet er gitt i særskilt vedlegg.

Det norske Veritas er uten ansvar for skade eller tap voldt av dets organer, tillitsmenn, funksjonærer eller andre som opptrer etter oppdrag av Institusjonen, uten hensyn til om vedkommende har opptrådt forsømmelig eller uaktsomt og uten hensyn til om skaden eller tapet har rammet et rederi, et verksted eller andre som har anmodet om Institusjonens assistanse, eller en tredjemann som uten å stå i kontraktsforhold til Institusjonen, har handlet eller innrettet seg i tillit til beslutninger truffet eller opplysninger gitt av eller på vegne av Institusjonen.

I tilfelle som er nevnt i 1. ledd, kan ansvar heller ikke gjøres gjeldende mot vedkommende som personlig har voldt skaden eller tapet.

(Lovenes § 15).

Det norske Veritas' hov

[Handwritten signature]
Assist. direktør

Assist. direktør

Bilaga3

BORDLÄGGNINGSPLÅTENS TJOCKLEK (FÖREN)

$$t = 667 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{f_t \cdot P_{PL}}{\sigma_y}} + t_c \quad (\text{mm})$$

$$s = 0,25 \quad , \quad h = 0,22 \quad (\text{givet})$$

$$f_t = 1,3 - \frac{4,2}{(h/s + 1,8)^2} = 1,3 - \frac{4,2}{(0,22/0,25 + 1,8)^2} = 1,3 - 0,585 = \underline{0,715}$$

$$P_{PL} = 0,75 \cdot P$$

$$P = C_d \cdot C_p \cdot C_a \cdot P_0$$

$$C_d = \frac{2 \cdot k + b}{1000} \quad , \quad k = \frac{\sqrt{\Delta_f \cdot P_s}}{1000} = \frac{\sqrt{448,2 \cdot 746 \text{ kW}}}{1000} = 0,578$$

$$a = 30 \quad , \quad b = 230 \quad (\text{givet})$$

$$C_d = \frac{30 \cdot 0,578 + 230}{1000} = 0,247$$

$$C_p = 1,0 \quad (\text{givet})$$

$$C_a = \sqrt{\frac{l_0}{l_2}} \quad (\text{max} = 1,0) \quad , \quad l_0 = 0,6 \quad l_2 = 0,25 \quad (\text{givet})$$

$$= \sqrt{\frac{0,6}{0,25}} = 1,549 \rightarrow 1,0$$

$$P_0 = 5,6 \text{ MPa} \quad (\text{givet})$$

$$P = 0,247 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5,6 \text{ MPa} = 1,383 \text{ MPa}$$

$$P_{PL} = 0,75 \cdot 1,383 \text{ MPa} = \underline{1,04 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{givet}) \quad , \quad t_c = 2 \text{ mm} \quad (\text{givet})$$

$$t = 667 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot \sqrt{\frac{0,715 \cdot 1,04 \text{ MPa}}{235 \text{ N/mm}^2}} + 2 \text{ mm} = 11,388 \text{ mm}$$

$$\approx \underline{\underline{11,4 \text{ mm}}}$$

BORDLÄGGNINGSPLÄTENS TJOCKLEK (MIDSKEPP & AKTER)

$$t = 667 \cdot s \cdot \sqrt{\frac{f_i \cdot P_{PL}}{\sigma_y}} + t_c \quad (\text{mm})$$

$$s = 0,25, \quad h = 0,22 \quad (\text{givet})$$

$$f_i = 1,3 - \frac{4,2}{(h/s + 1,8)^2} = 1,3 - \frac{4,2}{(0,22/0,25 + 1,8)^2} = 1,3 - 0,585 = \underline{0,715}$$

$$P_{PL} = 0,75 \times P$$

$$P = C_d \cdot C_p \cdot C_2 \cdot P_0$$

$$C_d = \frac{2 \cdot k + b}{1000}, \quad k = \sqrt{\frac{\Delta_f \cdot P_s}{1000}} = \sqrt{\frac{448,2 \cdot 746}{1000}} = 0,578$$

$$2 = 8, \quad b = 214 \quad (\text{givet})$$

$$C_d = \frac{8 \cdot 0,578 + 214}{1000} = 0,218$$

$$C_p = 0,5 \quad (\text{Midskepps}) \quad C_p = 0,25 \quad (\text{Akter})$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{l_0}{l_2}} \quad (\text{max } 1,0), \quad l_0 = 0,6 \quad l_2 = 0,25 \quad (\text{givet})$$

$$= \sqrt{\frac{0,6}{0,25}} = 1,549 \rightarrow 1,0$$

$$P_0 = 5,6 \text{ MPa} \quad (\text{givet})$$

$$P_{\text{midskepps}} = 0,218 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 5,6 \text{ MPa} = 0,610 \text{ MPa}$$

$$P_{\text{akter}} = 0,218 \cdot 0,25 \cdot 1,0 \cdot 5,6 \text{ MPa} = 0,305 \text{ MPa}$$

$$P_{PL} = 0,75 \times 0,610 \text{ MPa} = 0,458 \text{ MPa} \quad (\text{midskepps})$$

$$P_{PL} = 0,75 \times 0,305 \text{ MPa} = 0,229 \text{ MPa} \quad (\text{akter})$$

$$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{givet}), \quad t_c = 2 \text{ mm} \quad (\text{givet})$$

$$t_{\text{midske.}} = 667 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot \sqrt{\frac{0,715 \cdot 0,458 \text{ MPa}}{235 \text{ N/mm}^2}} + 2 \text{ mm} = 8,225 \text{ mm} \approx \underline{8,2 \text{ mm}}$$

$$t_{\text{akter}} = 667 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot \sqrt{\frac{0,715 \cdot 0,229 \text{ MPa}}{235 \text{ N/mm}^2}} + 2 \text{ mm} = 6,402 \text{ mm} \approx \underline{6,4 \text{ mm}}$$

