

SJÖSÄKERHETSFÖRESKRIFT

Datum: 23.11.2010

Giltighetstid: 1.12.2010 – tills vidare

Författningsgrund: Lag om fartygs isklasser och isbrytarassistans (1121/2005)
4 § 1 mom.

Upphäver: -

Trafiksäkerhetsverket, PB 320, 00101 HELSINGFORS, tfn 020 618 500, fax 020 618 5095 www.trafi.fi

ISKLASSFÖRESKRIFTER OCH TILLÄMPNING AV DEM

1 Föreskrifternas syfte

Genom dessa föreskrifter utfärdar Trafiksäkerhetsverket de närmare bestämmelser (2010 års isklassföreskrifter) om krav gällande fartygs konstruktion, maskineffekt och övriga isgångsegenskaper, metoder för bestämmande av isklass och skillnader mellan isklasserna som avses i 4 § 1 mom. i lagen om fartygs isklasser och isbrytarassistans (1121/2005).

2 Tillämpning av 2010 års isklassföreskrifter

Isklassföreskrifterna av år 2010 tillämpas på fartyg om vilkas byggande kontrakteras den 1 januari 2012 eller senare.

Från och med den 1 december 2010 kan 2010 års isklassföreskrifter också tillämpas på fartyg om vilkas byggande kontrakteras den 1 december 2010 eller senare.

Bestämmelserna i avsnitt 1 (Allmänt) och avsnitt 2 (Isklassdjupgående) i 2010 års isklassföreskrifter gäller alla fartyg oavsett byggnadstidpunkt.

3 Tillämpning av 2008 års isklassföreskrifter

Sjöfartsverkets isklassföreskrifter av år 2008 (8.12.2008 Dnr 2530/30/2008) tillämpas på fartyg om vilkas byggande kontrakterats den 1 januari 2010 eller senare men före den 1 januari 2012.

4 Tillämpning av 2002 års isklassföreskrifter

Sjöfartsverkets isklassföreskrifter av år 2002 (20.9.2002 Dnr 5/30/2002) jämte ändringar tillämpas på fartyg som har kölsträckts eller som har befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium den 1 september 2003 eller senare och om vars byggande kontrakterats före den 1 januari 2010.

5 Tillämpning av 1985 års isklassbestämmelser

Sjöfartsstyrelsens bestämmelser av år 1985 angående fartygs hänförande till skilda isavgiftsklasser (2.9.1985 Dnr 2575/85/307) jämte ändringar tillämpas på fartyg som har kölsträckts eller som har befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium den 1 november 1986 eller senare men före den 1 september 2003. På redarens begäran kan dock kraven angående maskineffekten i Sjöfartsverkets isklassföreskrifter av år 2008 tillämpas på dessa fartyg.

Fartyg som hör till isklass IA Super eller IA och som har kölsträckts eller befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium före den 1 september 2003 ska dock uppfylla kraven i avsnitt 3.2.2 i Trafiksäkerhetsverkets isklassföreskrifter av år 2010 senast den 1 januari det år då det har förflutit tjugo år sedan fartyget levererades, beroende på vilket som inträffar senare.

6 Tillämpning av 1971 års isklassbestämmelser

Kraven i bilaga I till Sjöfartsstyrelsens bestämmelser av år 1971 angående fartygs hänförande till skilda isavgiftsklasser (6.4.1971 Dnr 1260/71/307) eller, beroende på fartygets ålder, kraven i beslutets 10 §, jämte ändringar, tillämpas på fartyg som har kölsträckts eller som har befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium före den 1 november 1986. På redarens begäran kan dock kraven angående maskineffekten i Sjöfartsstyrelsens bestämmelser angående fartygs hänförande till skilda isavgiftsklasser av år 1985 eller i Sjöfartsverkets isklassföreskrifter av år 2008 tillämpas på sådana fartyg.

Fartyg som hör till isklass IA Super eller IA och som har kölsträckts eller som har befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium före den 1 september 2003 ska dock uppfylla kraven i avsnitt 3.2.2 i Trafiksäkerhetsverkets isklassföreskrifter av år 2010 senast den 1 januari det år då det har förflutit tjugo år sedan fartyget levererades, beroende på vilket som inträffar senare.

7 Ikraftträdande

Dessa föreskrifter och isklassföreskrifterna av år 2010, som bifogas, träder i kraft den 1 december 2010.

Tuomas Routa
Överdirektör

Jorma Kämäräinen
Sjöfartsöverinspektör

ISKLASSFÖRESKRIFTER 2010

23.11.2010 TRAFI/31298/03.04.01.00/2010

INNEHÅLL

1	ALLMÄNT	4
	1.1 Isklasser	4
2	ISKLASSDJUPGÅENDE	4
	2.1 Övre och undre isvattenlinje	4
	2.2 Största och minsta djupgående förut och akterut	4
3	MASKINEFFEKT	5
	3.1 Definition av maskineffekt	5
	3.2 Krav på maskineffekt för fartyg med isklass IA Super, IA, IB och IC	5
	3.2.1 Definitioner	5
	3.2.2 Nya fartyg	6
	3.2.3 Existerande fartyg av isklass IB och IC	7
	3.2.4 Existerande fartyg av isklass IA Super och IA	8
	3.2.5 Andra metoder för bestämning av K_e eller R_{CH}	9
4	SKROVKONSTRUKTION	9
	4.1 Allmänt	9
	4.1.1 Skrovområden	10
	4.2 Isbelastning	11
	4.2.1 Isbelastningsområdets höjd	11
	4.2.2 Istryck	11
	4.3 Bordläggning	13
	4.3.1 Isförstärkningens (isbältets) vertikala utsträckning	13
	4.3.2 Plåttjocklek i isbältet	13
	4.4 Spant	14
	4.4.1 Vertikal utsträckning av isförstärkningen	14
	4.4.2 Tvärskeppsspant	15
	4.4.2.1 Böjmotstånd och skjuvarea	15
	4.4.2.2 Övre ändan av tvärskeppsspant	16
	4.4.2.3 Nedre ändan av tvärskeppsspant	16
	4.4.3 Längskeppsspant	17
	4.4.3.1 Spant med och utan knäbrickor	17
	4.4.4 Allmänt om spantning	17
	4.4.4.1 Fästandet av spanten till de stödjande konstruktionerna	17
	4.4.4.2 Spantens stöd för isklass IA Super och isklass IA i förskepps- och midskeppsområdet samt för isklass IB och IC i förskepps isförstärkta område	18

4.5	Isvägare	18
4.5.1	Vägare inom isbältet	18
4.5.2	Vägare utanför isbältet	19
4.5.3	Smala sidodäck	20
4.6	Ramspant	20
4.6.1	Isbelastning	20
4.6.2	Motståndsmoment och skjuvarea	20
4.7	Förstäv	21
4.8	Akterskepp	22
5	RODER OCH STYRARRANGEMANG	22
6	FRAMDIVNINGSMASKINERI	23
6.1	Omfattning	23
6.2	Definitioner	23
6.3	Dimensionerande isförhållanden	27
6.4	Material	28
6.4.1	Material utsatt för havsvatten	28
6.4.2	Material utsatt för havsvattentemperatur	28
6.5	Beräkningsbelastningar	28
6.5.1	Beräkningsbelastningar på propellerblad	28
6.5.1.1	Maximal bakåtriktad bladkraft F_b för öppna propellrar	28
6.5.1.2	Maximal framåtriktad bladkraft F_f för öppna propellrar	29
6.5.1.3	Belastningsområde på bladet för öppna propellrar	29
6.5.1.4	Maximal bakåtriktad iskraft på bladen F_b för dyspropellrar	31
6.5.1.5	Maximal framåtriktad iskraft på bladen F_f för dyspropellrar	31
6.5.1.6	Belastningsområde på bladet för dyspropellrar	31
6.5.1.7	Maximalt vridmoment på bladspindeln Q_{smax} för öppna och dyspropellrar	32
6.5.1.8	Belastningsfördelningar för bladlaster	32
6.5.1.9	Antal isbelastningar	33
6.5.2	Axiella beräkningsbelastningar för öppna och dyspropellrar	34
6.5.2.1	Maximalt istryck på propeller T_f och T_b för öppna och dyspropellrar	34
6.5.2.2	Dimensionerande istryck längs maskineriets axellinje för öppna och dyspropellrar	34
6.5.3	Beräkningsbelastningar för torsion	35
6.5.3.1	Dimensionerande isvridmoment på propeller Q_{max} för öppna propellrar	35
6.5.3.2	Dimensionerande isvridmoment på propeller Q_{max} för dyspropellrar	35
6.5.3.3	Uppbyggnad av isvridmoment för öppna och dyspropellrar	36
6.5.3.4	Dimensionerande vridmoment längs propelleraxelns linje	37
6.5.4	Belastning vid bladhaveri	37
6.6	Konstruktion	38
6.6.1	Konstruktionsprincip	38
6.6.2	Propellerblad	38
6.6.2.1	Beräkning av bladpåkänningar	38
6.6.2.2	Acceptanskriterium	38
6.6.2.3	Utmattningsdimensionering av propellerblad	39
6.6.2.4	Acceptanskriterium för utmattning	41
6.6.3	Propellernav och CP-mekanism	42
6.6.4	Framdrivningssystemets axellinje	42
6.6.4.1	Axlar och axelkomponenter	42
6.6.5	Vridbara huvudtrustrar	42

6.6.6	Vibrationer	42
6.7	Alternativa konstruktionsmetoder	43
6.7.1	Omfattning	43
6.7.2	Belastning	43
6.7.3	Dimensioneringsnivåer	43
7	DIVERSE MASKINERIKRAV	43
7.1	Startarrangemang	43
7.2	Sjövattenintag och kylvattensystem	43
Bilaga I	Spannet för effektkraven (avsnitt 3.2.2 i föreskrifterna) för isklasserna IA Super, IA, IB och IC och verifiering av effektberäkningen	45
Bilaga II	Maskineffekten för ett fartyg med isklass IB eller IC vilket har kölsträckts eller befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium före 1 september 2003	47
Bilaga III	Markering av isklassdjupgående	48

1 ALLMÄNT

1.1 Isklasser

Enligt 3 § i lagen om fartygs isklasser och isbrytarassistans (1121/2005) hör fartyg till isklasser 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.

2 ISKLASSDJUPGÅENDE

2.1 Övre och undre isvattenlinje

Den övre isvattenlinjen (UIWL) utgörs av den vattenlinje som motsvarar de största djupgåenden som fartyget kan operera i vid gång i is. Vattenlinjen kan vara en bruten linje.

Den undre isvattenlinjen (LIWL) utgörs av den vattenlinje som motsvarar de minsta djupgåenden som fartyget kan operera i vid gång i is. Vattenlinjen kan vara en bruten linje.

2.2 Största och minsta djupgåendet förut och akterut

Det största och minsta isklassdjupgåendet vid för- och akterperpendiklarna ska bestämmas enligt övre och undre isvattenlinjerna.

Djupgåendebegränsningar vid gång i is ska vara dokumenterade och informationen ska finnas ombord lätt tillgänglig för fartygets befäl. Största och minsta djupgående förut, midskepps och akterut vid gång i is ska redovisas i klasscertifikat. Fartyg som är kölsträckta eller där byggnationen påbörjats den 1 juli 2007 eller senare ska förses med ett fribordsmärke midskepps för isklass, om färskvattenlastlinjen sommartid någonstans är högre belägen än UIWL. Märke och varningstriangel ska enligt bilaga III placeras på vardera fartygssidan vid det djupgående som motsvarar största isklassdjupgåendet. Motsvarande fribordsmärke för isklass ska sättas på fartyg byggda före den 1 juli 2007, om UIWL är lägre än sommarfribordet. Detta ska ske senast vid den första dockning av fartyget som sker efter den 1 juli 2007.

Det djupgående och trim som begränsas av UIWL får inte överskridas då fartyget går i is. Vattnets salthalt längs den planerade ruten ska beaktas, då fartyget lastas.

Fartyget ska alltid vara nedlastat åtminstone till LIWL då det går i is. Varje barlasttank, som är belägen ovanför LIWL och som behövs för att lasta ned fartyget till denna vattenlinje, ska ha anordningar för att hindra vattnet att frysa. Då LIWL fastställs ska hänsyn tas till behovet att garantera en skälig förmåga att gå i is i barlast. Propellern ska vara helt under vatten och om möjligt helt under isen. Djupgåendet förut ska vara minst:

$$(2 + 0,00025 \Delta) h_o \text{ [m]}, \text{ men behöver inte vara större än } 4h_o,$$

där

Δ är fartygets displacement [t] på största isklassdjupgåendet enligt 2.1

h_o är den jämna isens tjocklek [m] enligt 4.2.1.

3 MASKINEFFEKT

3.1 Definition av maskineffekt

Maskineffekten P är den högsta effekt som framdrivningsmaskineriet kontinuerligt kan leverera till propellern/propellrarna. Om maskineffekten begränsas med tekniska medel eller av någon bestämmelse som är tillämplig på fartyget, ska den begränsade effekten utgöra P .

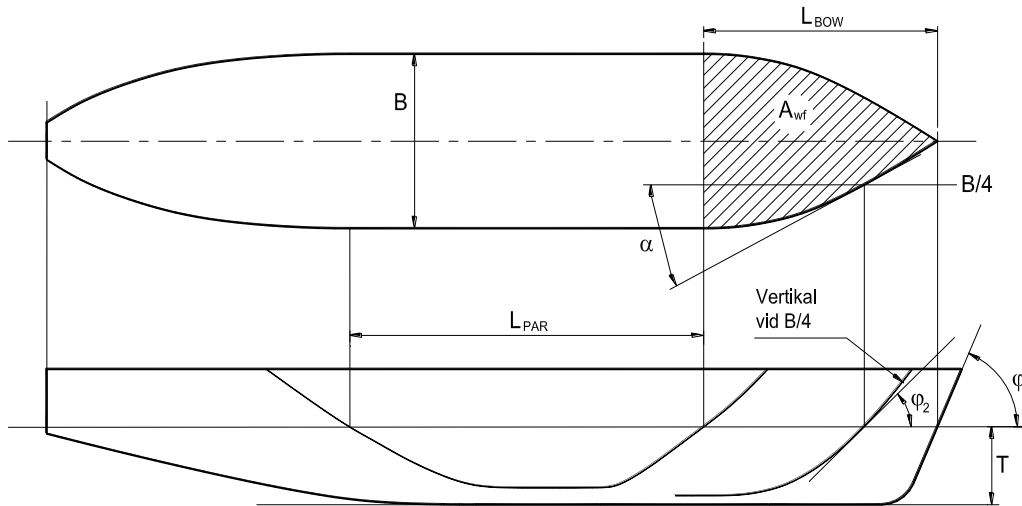
3.2 Krav på maskineffekt för fartyg med isklass IA Super, IA, IB och IC

Maskineffekten ska inte vara mindre än den som fås ur nedanstående formel och i ingen händelse mindre än 1000 kW för isklasserna IA, IB och IC och inte mindre än 2800 kW för isklass IA Super.

3.2.1 Definitioner

Definitionerna av fartygets dimensioner och andra parametrar framgår nedan:

L	m	fartygets längd mellan pendiklar
L_{BOW}	m	bogens längd
L_{PAR}	m	längd av parallell midskeppsdel
B	m	fartygets maximala bredd
T	m	isklassdjupgåenden enligt avsnitt 3.2.2
A_{wf}	m ²	bogens vattenlinjearea
α	grader	vattenlinjens öppningsvinkel vid $B/4$
φ_1	grader	stävinkeln i centerlinjen
φ_2	grader	vertikalens lutningsvinkel mot vattenlinjen vid $B/4$
ψ	grader	utkast (flare) vinkeln beräknad som $\psi = \arctan(\tan\varphi/\sin\alpha)$ med användning av α och φ vid aktuell plats. För kapitel 3 beräknas vinkel med $\varphi = \varphi_2$.
D_P	m	propellerdiameter
H_M	m	tjocklek av krossis mitt i rännan
H_F	m	tjocklek av krossisbältet som förskjuts till sidan av bogen



Figur 3-1. Definition av skrovets geometriska parametrar. Om fartyget har bulb är $\phi_1 = 90^\circ$.

3.2.2 Nya fartyg

För att få isklass IA Super, IA, IB eller IC ska fartyg som har kölsträckts eller har befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium den 1 september 2003 eller senare uppfylla nedanstående krav avseende maskineffekt. Effektkravet ska beräknas för två djupgåenden. De djupgåenden vilka avses är det största isklassdjupgåendet UIWL och det minsta isklassdjupgåendet LIWL, definierade i avsnitt 2.2. De parametrar som är beroende av djupgåendet ska fastställas för motsvarande djupgående men L och B fastställs bara för det största djupgåendet. Maskineffekten får inte vara lägre än det större av dessa beräknade effekter.

$$P = K_e \frac{(R_{CH} / 1000)^{3/2}}{D_p} \quad [\text{kW}], \quad (3.1)$$

där K_e bestäms enligt tabellen nedan:

Antal propellrar	CP propeller eller elektriskt eller hydrauliskt maskineri	FP propeller
1 propeller	2,03	2,26
2 propellrar	1,44	1,60
3 propellrar	1,18	1,31

Dessa K_e -värden gäller för konventionella maskinerier. För att fastställa effektkravet för mer avancerade maskinerier kan också andra metoder användas (se avsnitt 3.2.4).

R_{CH} är fartygets ismotstånd i Newton i en bruten ränna med krossis (brash ice) och ett fruset toppskikt:

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 C_\mu (H_F + H_M)^2 (B + C_\psi H_F) + C_4 L_{PAR} H_F^2 + C_5 \left(\frac{LT}{B^2} \right)^3 \frac{A_{wf}}{L}, \quad (3.2)$$

där

$C_\mu = 0,15\cos\varphi_2 + \sin\psi\sin\alpha$, C_μ är lika med eller större än 0,45

$C_\psi = 0,047 \cdot \psi - 2,115$, $C_\psi = 0$ om $\psi \leq 45^\circ$

$H_F = 0,26 + (H_M B)^{0,5}$

$H_M = 1,0$ m för isklasserna IA och IA Super

= 0,8 m för isklass IB

= 0,6 m för isklass IC

C_1 och C_2 är faktorer för det frusna toppskiktet i rännan och kan sättas till noll för isklasserna IA, IB och IC.

För isklass IA Super gäller:

$$C_1 = f_1 \frac{BL_{PAR}}{2\frac{T}{B} + 1} + (1 + 0,021\varphi_1)(f_2 B + f_3 L_{BOW} + f_4 BL_{BOW})$$

$$C_2 = (1 + 0,063\varphi_1)(g_1 + g_2 B) + g_3 \left(1 + 1,2\frac{T}{B}\right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

För fartyg med bulbstäv ska φ_1 vara 90° .

$f_1 = 23$ N/m ²	$g_1 = 1530$ N
$f_2 = 45,8$ N/m	$g_2 = 170$ N/m
$f_3 = 14,7$ N/m	$g_3 = 400$ N/m ^{1,5}
$f_4 = 29$ N/m ²	

$$C_3 = 845 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_4 = 42 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_5 = 825 \text{ kg/s}^2$$

$$\psi = \arctan\left(\frac{\tan\varphi_2}{\sin\alpha}\right)$$

$$\left(\frac{LT}{B^2}\right)^3 \text{ ska inte tas mindre än 5 eller större än 20.}$$

Mer information om formlernas giltighetsintervall återfinns i bilaga I tillsammans med några exempel för att verifiera effektberäkningar. Om fartygsparametrar ligger utanför de intervall som redovisas i tabell I-1, bilaga I, ska andra metoder användas för att fastställa R_{CH} enligt avsnitt 3.2.5.

3.2.3 Existerande fartyg av isklass IB eller IC

För att ett fartyg byggt enligt Sjöfartsstyrelsens isklassbestämmelser från 1985 (2.9.1985, Dnr 2575/85/307 jämte ändringar) ska behålla isklass IB eller IC, ska de i avsnitt 3.2.1 i Sjöfartsstyrelsens isklassbestämmelser från 1985 fastställda kraven på minsta tillåtna maskineffekt uppfyllas. Bestämmelserna angående isklass IB och IC i avsnitt 3.2.1 av isklassbestämmelserna 1985 återges i bilaga II till dessa föreskrifter.

3.2.4 Existerande fartyg av isklass IA Super eller IA

För att behålla isklass IA Super eller IA ska fartyg som har kölsträckts eller befunnit sig i ett liknande bygnadsstadium före 1 september 2003 uppfylla kraven i avsnitt 3.2.2 senast vid följande datum:

- 1 januari 2005 eller
- 1 januari det år det har förflutit 20 år sedan fartyget levererades, beroende på vilket som inträffar sist.

För existerande fartyg kan det under vissa förhållanden vara svårt att fastställa de skrovparametrar som fordras för beräkningsmetoden i 3.2.2. Under sådana omständigheter kan nedanstående alternativa formel tillämpas:

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3(H_F + H_M)^2(B + 0,658H_F) + C_4LH_F^2 + C_5\left(\frac{LT}{B^2}\right)^3 \frac{B}{4}, \quad (3.3)$$

där för isklass IA C_1 och C_2 sätts till noll.

För isklass IA Super, fartyg utan bulb, gäller:

$$C_1 = f_1 \frac{BL}{2\frac{T}{B} + 1} + 1,84(f_2B + f_3L + f_4BL)$$

$$C_2 = 3,52(g_1 + g_2B) + g_3 \left(1 + 1,2 \frac{T}{B}\right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

För isklass IA Super, fartyg med bulb, gäller:

$$C_1 = f_1 \frac{BL}{2\frac{T}{B} + 1} + 2,89(f_2B + f_3L + f_4BL)$$

$$C_2 = 6,67(g_1 + g_2B) + g_3 \left(1 + 1,2 \frac{T}{B}\right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

där

$f_1 = 10,3 \text{ N/m}^2$	$g_1 = 1530 \text{ N}$
$f_2 = 45,8 \text{ N/m}$	$g_2 = 170 \text{ N/m}$
$f_3 = 2,94 \text{ N/m}$	$g_3 = 400 \text{ N/m}^{1,5}$
$f_4 = 5,8 \text{ N/m}^2$	

$$C_3 = 460 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_4 = 18,7 \text{ kg/(m}^2\text{s}^2\text{)}$$

$$C_5 = 825 \text{ kg/s}^2$$

$\left(\frac{LT}{B^2}\right)^3$ ska inte tas mindre än 5 eller större än 20.

3.2.5 Andra metoder för bestämning av K_e eller R_{CH}

För enskilda fartyg kan i stället för i 3.2.2 och 3.2.3 angivna värden för K_e eller R_{CH} godkännas K_e och R_{CH} värden baserade på mer exakta beräkningar eller modellförsök. Ett sådant godkännande medges under villkor att det kan omprövas, om fartygets prestanda i praktiken motiverar detta.

Fartyg ska kunna göra minst 5 knop i en ränna med krossis av nedanstående tjocklek:

IA Super	$H_M = 1,0$ m och ett fruset toppskikt på 0,1 m
IA	= 1,0 m
IB	= 0,8 m
IC	= 0,6 m.

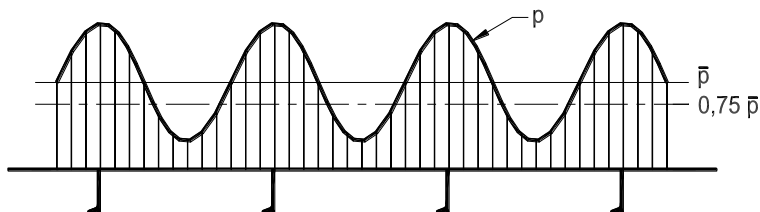
4 SKROVKONSTRUKTION

4.1 Allmänt

Metoden för bestämmandet av skrovdelarnas måttsättning är baserad på vissa antaganden om naturen av isbelastningen på konstruktionen. Dessa antaganden baserar sig på fullskaleobservationer i norra Östersjön.

Det har sålunda observerats att det lokala istrycket på små områden kan nå mycket höga värden. Detta tryck kan väl överskrida havsisens normala uniaxiella tryckhållfasthet. Förklaringen är att belastningen de facto är multiaxiell.

Vidare har det observerats att istrycket på ett spant kan vara högre än på plåten mellan spanten. Förklaringen till detta är den olika böjstyvheten hos spant och bordläggningsplåt. Belastningsfördelningen antas vara som visas i figur 4-1.



Figur 4-1. Isbelastningsfördelning på fartygssidan.

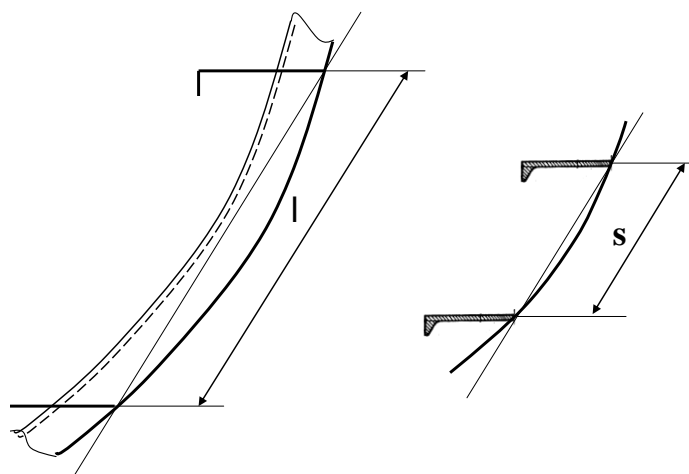
Om administrationen eller klassificeringssällskapet anser att de formler och värden som är beskrivna i detta kapitel inte är representativa eller applicerbara för en specifik detalj eller en viss struktur, kan de ersättas med direktberäkning. I övriga fall ska inte direktberäkning användas som ett alternativ till de analytiska metoder som finns föreskrivna i avsnitt 4.3 – 4.5.

Vid direktberäkning ska belastningsfördelning, vilken definieras i figur 4-2, tillämpas (p , h och l_a). Det tryck som ska användas är $1,8 p$ där p bestäms i enlighet med 4.2.2. Belastningsutbredningen ska appliceras på områden där strukturens kapacitet, som är utsatt för kombinerade effekter av böjning och skjuvning, är minimerad. Särskild hänsyn ska tas till strukturen när belastningsutbredningen ligger centrerad vid den övre isvattenlinjen UIWL, $0,5 h_0$ under den undre isvattenlinjen LIWL samt när den befinner sig på ett antal vertikala positioner däremellan. Flera horisontala platser ska kontrolleras, speciellt sådana som är centrerade mitt i en spännvidd eller mellan två spant. Om belastningsutbredningen l_a inte kan bestämmas utifrån strukturens utformning, ska flera värden av l_a kontrolleras och motsvarande värden för c_a användas.

Designens acceptanskriterium är att den kombinerade spänningen från böjning och skjuvning, då von Mises flytvillkor används, ska vara lägre än sträckgränsen σ_y . När balkteori används för direktberäkning tillåts inte skjuvspänningen överstiga $0,9 \cdot \tau_y$, där $\tau_y = \sigma_y / \sqrt{3}$.

Om de materialdimensioner som fås enligt dessa regler är mindre än de som krävs av klassificeringssällskapet för ett icke isförstärkt fartyg, ska klassificeringssällskapets regler användas.

Anm. 1. Spantavstånden och spännvidden för balkar som definieras i denna text antas normalt sett (i enlighet med klassificeringssällskapets regler för det aktuella fartyget) mätas längs med plåtfält, vinkelrätt mot förstyvningen för plåten, längs med en fläns samt längs med den fria ändan för flatjärn. I de fall där strukturen är böjd definieras spännvidden (eller spantavståndet) som längden (spantavstånden) av kordan mellan infästningspunkterna. Punkterna för en spännvidd definieras som skärningspunkten mellan flänsen eller den övre delen av elementet och det bärande strukturelement som den korsar (stringer, ramspant, däck eller skott). Figur 4-2 visar hur spännvidd och spantavstånd för böjda strukturer bestäms.



Figur 4-2. Bestämning av spännvidd (till vänster) och spantavstånd (till höger) för icke rätlinjiga strukturer.

Anm. 2. Den effektiva bredden av ett plåtfält som används vid beräkning av det kombinerade böjmotståndet för förstyvning, sidovägare, spant och tillhörande plåtfält ska beräknas i enlighet med klassificeringssällskapets regler. Den effektiva bredden ska inte vara större än vad som anges i klassificeringssällskapets regler för det aktuella fartyget.

Anm. 3. Kraven för böjmotstånd och skjuvare för spant, vägare och ramspant i 4.4, 4.5 och 4.6 är beskrivna med hänsyn till det effektiva tvärsnittet av profilen. I de fall då elementet inte är vinkelrätt mot plåtfältet ska det effektiva tvärsnittets egenskaper beräknas så att de stämmer överens med klassificeringssällskapets regler för det aktuella fartyget.

4.1.1 Skrovområden

Fartygets skrov indelas i skrovområden enligt följande (se även figur 4-3).

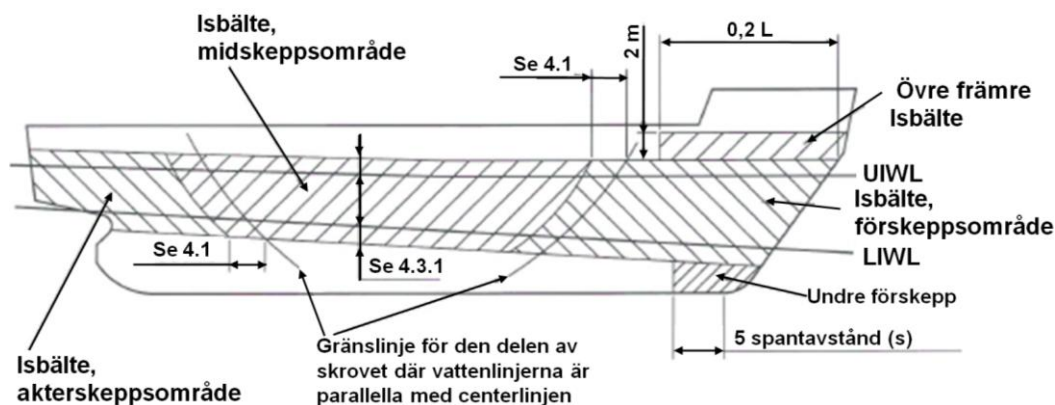
Förskeppsområdet: Från förstäven till en linje parallell med och $0,04 \cdot L$ akter om den främre gränslinjen för den del av skrovet där vattenlinjerna är parallella med centerlinjen. För isklasserna IA

Super och IA behöver överlappet över gränslinjen inte överstiga 6 meter, för isklasserna IB och IC behöver överlappet inte överstiga 5 meter.

Midskeppsområdet: Från förskeppsområdets aktre gräns till en linje parallell med och $0,04 \cdot L$ akter om den aktra gränslinjen för den del av skrovet där vattenlinjerna är parallella med centerlinjen. För isklasserna IA Super och IA behöver överlappet över gränslinjen inte överstiga 6 meter och för isklasserna IB och IC behöver överlappet inte överstiga 5 meter.

Akterskeppsområdet: Från midskeppsområdets aktre gräns till akterstävnen.

L är den av klassificeringssällskapet tillämpade regellängden.



Figur 4-3. Skrovets isförstärkta områden.

4.2 Isbelastning

4.2.1 Isbelastningsområdets höjd

Ett isförstärkt fartyg antas gå i trafik i isförhållanden i öppen sjö motsvarande jämn is med en tjocklek som inte är över h_o . Isbelastningshöjden (h) av det område som är under isbelastning vid en viss tidpunkt antas dock vara endast en del av istjockleken. Värden för h_o och h ges i följande tabell:

Isklass	h_o [m]	h [m]
IA Super	1,0	0,35
IA	0,8	0,30
IB	0,6	0,25
IC	0,4	0,22

4.2.2 Istryck

Beräkningsistryck beräknas med formeln

$$p = c_d \cdot c_p \cdot c_a \cdot p_0 \text{ [MPa]}, \quad (4.1)$$

där

c_d är faktorn som beaktar inverkan av fartygets storlek och maskineffekt. Faktorn har ett maxvärde där $c_d = 1$. c_d beräknas med formeln:

$$c_d = \frac{a \cdot k + b}{1000},$$

där

$$k = \frac{\sqrt{\Delta \cdot P}}{1000}$$

a och b ges i följande tabell:

	O m r å d e			
	För		Midskepps & akter	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

Δ är fartygets displacement på största isklassdjupgående [t] (se 2.1)

P är fartygets faktiska kontinuerliga maskineffekt [kW] (se 3.1)

c_p är faktorn som beaktar sannolikheten att beräkningsstrycket uppträder i ett visst område av skrovet för ifrågavarande isklass.

Värdet av c_p ges i följande tabell:

Isklass	O m r å d e		
	För	Midskepps	Akter
IA Super	1,0	1,0	0,75
IA	1,0	0,85	0,65
IB	1,0	0,70	0,45
IC	1,0	0,50	0,25

c_a är en faktor som beaktar sannolikheten för att hela längden av området i fråga kommer att vara utsatt för tryck på samma gång. Faktorn beräknas med formeln:

$$c_a = \sqrt{\frac{l_0}{l_a}}, \text{ maximum } 1,0, \text{ minimum } 0,35, l_0 = 0,6 \text{ m},$$

där l_a ska tas som följer:

Struktur	Spantningstyp	l_a [m]
bordläggning	tvärskepps	spantavståndet
	långskepps	$1,7 \cdot$ spantavståndet
spant	tvärskepps	spantavståndet
	långskepps	spantets spännvidd
isvägare		vägarens spännvidd
ramspant		$2 \cdot$ avståndet mellan ramspanten

p_0 är det nominella istrycket; värdet 5,6 MPa ska användas.

4.3 Bordläggning

4.3.1 Isförstärkningens (isbältets) vertikala utsträckning

Isförstärkningens vertikala utsträckning ska vara följande (se figur 4-3):

Isklass	Skrovområde	Ovan UIWL	Under LIWL
IA Super	Förskepp	0,60 m	1,20 m
	Midskepp		1,0 m
	Akter		
IA	Förskepp	0,50 m	0,90 m
	Midskepp		0,75 m
	Akter		
IB och IC	Förskepp	0,40 m	0,70 m
	Midskepp		0,60 m
	Akter		

Dessutom ska följande områden isförstärkas:

Undre förskeppet: För isklass IA Super ska bordläggningssplåten nedanför isbältet, mellan förstäven och en position fem huvudspantsavstånd akter om den punkt där stävprofilen avviker från köllinjen, ha åtminstone den tjocklek som krävs i isbältet i midskeppsområdet.

Övre främre isbältet: För isklasserna IA Super och IA på fartyg med en servicefart i öppet vatten på 18 knop eller mer ska bordläggningen från isbältets övre kant till 2 meter över denna och från förstäven till en position åtminstone 0,2 L akter om förliga perpendikeln i varje fall inte vara mindre än den tjocklek som krävs i isbältet i midskeppsområdet. Det rekommenderas att förskeppet isförstärks på motsvarande sätt på fartyg med lägre servicefart, om det t.ex. av modellförsök framgår att fartyget kommer att ha en kraftig bogvåg.

Fönsterventiler får inte placeras i isbältet. Om väderdäcket i någon del av fartyget är beläget nedanför isbältets övre kant, t.ex. i däcksbryggan på ett welldäckt fartyg, ska brädgången ha åtminstone samma styrka som krävs för bordläggningen i isbältet. Konstruktionen av länsportar ska ha tillräcklig styrka för ändamålet.

4.3.2 Plåttjocklek i isbältet

Vid tvärskeppsspantning ska bordläggningssplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

$$t = 667 s \sqrt{\frac{f_1 \cdot P_{PL}}{\sigma_y}} + t_c \text{ [mm]} \quad (4.2)$$

Vid längskeppsspantning ska bordläggningssplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

$$t = 667s \sqrt{\frac{p}{f_2 \cdot \sigma_y}} + t_c \text{ [mm]}, \quad (4.3)$$

där

s är spantavståndet [m]

$$p_{PL} = 0,75 p \text{ [MPa]}$$

p är som givet i 4.2.2

$$f_1 = 1,3 - \frac{4,2}{(h/s + 1,8)^2}; \text{ maximum } 1,0$$

$$f_2 = 0,6 + \frac{0,4}{h/s}; \text{ då } h/s \leq 1$$

$$f_3 = 1,4 - 0,4h/s; \text{ då } 1 \leq h/s < 1,8$$

där h är höjden av belastningsområdet som given i 4.2.1

σ_y är materialets sträckgräns [N/mm²], för vilken följande värden ska användas:

$$\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2 \text{ för skrovkonstruktionsstål med normal hållfasthet}$$

$$\sigma_y = 315 \text{ N/mm}^2 \text{ eller högre för höghållfast skrovkonstruktionsstål}$$

Om stål med avvikande sträckgräns används, kan den faktiska sträckgränsen användas på villkor att det accepterats av klassificeringssällskapet.

t_c är slit- och korrosionsmån [mm]; normalt ska t_c vara 2 mm. Om en speciell ytbeläggning har lagts på och underhålls, vilken erfarenhetsmässigt kan stå emot slitaget från isen, kan lägre värden godkännas.

4.4 Spant

4.4.1 Vertikal utsträckning av isförstärkningen

Den vertikala utsträckningen av isförstärkningen av spantningen ska som lägst uppfylla följande krav:

Isklass	Skrovområde	Ovan UIWL	Under LIWL
IA Super	Förskepp	1,2 m	Till dubbelbotten eller under överkant av bottenstockar
	Midskepp		2,0 m
	Akter		1,6 m
IA, IB och IC	Förskepp	1,0 m	1,6 m
	Midskepp		1,3 m
	Akter		1,0 m

Där ett övre, främre isbälte krävs (se 4.3.1) ska isförstärkningen av spantningen sträcka sig till minst höjden av detta isbälte.

Där isförstärkningen ska utsträckas förbi ett däck eller ett tanktak (eller tank botten) med högst 250 mm, kan den avslutas vid detta däck eller tanktak (eller tank botten).

4.4.2 Tvärskeppsspant

4.4.2.1 Böjmotstånd och skjuvarea

Böjmotståndet för ett huvud- eller mellantvärskeppsspant ska beräknas med formeln:

$$Z = \frac{p \cdot s \cdot h \cdot l}{m_t \cdot \sigma_y} 10^6 \text{ [cm}^3\text{]}, \quad (4.4)$$

Den effektiva skjuvarean ska beräknas med formeln:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_3 \cdot p \cdot h \cdot s}{2\sigma_y} 10^4, \text{ [cm}^2\text{]} \quad (4.5)$$

där

p är istrycket som givet i 4.2.2 [MPa]

s är spantavståndet [m]

h är höjden av belastningsområdet som given i 4.2.1 [m]

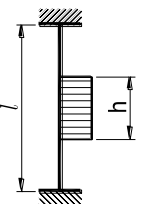
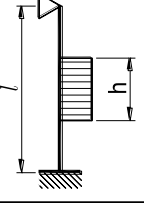
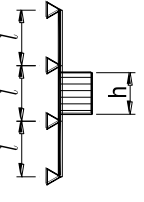
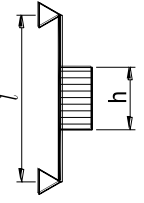
l är spantets spännvidd [m]

$$m_t = \frac{7m_o}{7 - 5h/l}$$

f_3 är en faktor som beaktar den maximala skjuvkraften i förhållande till belastningspositionen och skjuvspänningens utbredning, $f_3 = 1,2$

σ_y är sträckgränsen som i 4.3.2 [N/mm²]

m_o tar i beaktande randvillkoren. Faktorns värde ges i följande tabell:

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

Randvillkoren gäller både för huvudspant och för mellanspant. Belastningen är tänkt att verka mitt emellan stödpunkterna.

Då mindre än 15 % av spannet, l , av spantet är inom området för isförstärkning enligt 4.4.1, kan ordinarie spantdimensioner användas.

4.4.2.2 Övre ändan av tvärskeppsspant

Övre ändan av den isförstärkta delen av ett huvudspant eller ett mellanspant ska fästas till ett däck, tanktak (eller tankbotten) eller en isvägare (se 4.5).

Då ett spant slutar ovanför ett däck eller en isvägare, som befinner sig på eller ovanför isbältets övre kant (se 4.3.1), kan den del som befinner sig ovanför detta däck eller denna vägare ha de materialdimensioner som skulle ha krävts av klassificeringssällskapet för ett icke isförstärkt fartyg. Den övre ändan av mellanspantet kan förenas med bredvidliggande huvudspant med en vågrät karvel av samma dimension som huvudspantet.

4.4.2.3 Nedre ändan av tvärskeppsspant

Nedre ändan av den isförstärkta delen av ett huvudspant eller ett mellanspant ska fästas till ett däck, tanktak (eller tankbotten) eller en isvägare (se 4.5).

Då ett mellanspant avslutas nedanför ett däck, tanktak (eller tankbotten) eller en isvägare, som är belägen på eller nedanför isbältets undre kant (se 4.3.1), kan nedre ändan förbindas med intilliggande huvudspant med en vågrät profil med samma materialdimensioner som huvudspanten. Huvudspant beläget under den nedre delen av isbältet ska vara isförstärkt enligt 4.4.1.

4.4.3 Långskeppsspant

Följande krav är avsedda för långskeppsspant med alla randvillkor.

4.4.3.1 Spant med och utan knäbrickor

Böjmotståndet för ett långskeppsspant ska beräknas enligt formeln:

$$Z = \frac{f_4 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 \text{ [cm}^3\text{]}. \quad (4.6)$$

Den effektiva skjuvarean av långskeppsspant beräknas enligt formeln:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot p \cdot h \cdot l}{2\sigma_y} 10^4 \text{ [cm}^2\text{]}. \quad (4.7)$$

Vid beräkning av den effektiva skjuvarean för spant ska inte tvärsnittsarean av brickor räknas med i formeln.

I ovanstående formler:

f_4 är faktorn som beaktar belastningsutbredningen på närliggande spant

$$f_4 = (1 - 0,2 h/s)$$

f_5 är faktorn som tar hänsyn till maximal skjuvkraft versus belastningsposition och skjuvspänningsfördelning;

$$f_5 = 2,16$$

p är istrycket givet i 4.2.2 [MPa]

h är belastningsområdets höjd i enlighet med 4.2.1 [m]

s är spantavståndet [m]

l är den totala spännvidden av spantet [m]

m är randvillkorsfaktorn; $m = 13,3$ för en kontinuerlig balk; då randvillkoren avviker avsevärt från en kontinuerlig balk, t.ex. i ett ändområde, kan en lägre randvillkorsfaktor användas. För spant utan brickor ska m antas $m = 11,0$.

σ_y är sträckgränsen i enlighet med 4.3.2 [N/mm²].

4.4.4 Allmänt om spantning

4.4.4.1 Fästandet av spanten till de stödjande konstruktionerna

Inom det isförstärkta området ska alla spant effektivt fästas till alla stödjande konstruktioner. Ett långskeppsspant ska fästas till alla ramspant och skott med knäbrickor. Tvärskeppsspant, vilka slutar

mot en vägare eller ett däck, ska fästas med en knäbricka eller motsvarande konstruktion. Spant som korsar bärande konstruktionsdelar ska på båda sidor stödjas mot strukturen genom direkt svetsning, kragplåt eller stödbricka. En bricka ska ha minst samma tjocklek som spantets livplåt och dess kant ska vara tillräckligt stark för att motstå buckling.

4.4.4.2 Spantens stöd för isklass IA Super och isklass IA i förskepps- och midskeppsområdet samt för isklass IB och IC i förskeppsområdets isförstärkta område

Spanten ska vara fästade till bordläggningen med dubbel kontinuerlig svets. Inga uddar är tillåtna (förutom när en svets korsar bordläggnings ända).

Livplåtens tjocklek på spantet ska åtminstone ha det största värdet av följande:

- $\frac{h_w \sqrt{\sigma_y}}{C}$, h_w är livplåtens höjd och $C = 805$ för profiler och $C = 282$ för plattjärn,
- 2,5 % av spantavståndet för tvärskeppsspantning,
- hälften av nettotjockleken för bordläggningen $t - t_c$. När tjockleken av livplåtens tjocklek på spanten beräknas, ska tjockleken på bordläggningen beräknas i enlighet med 4.3.2, men sträckhållfastheten σ_y för spanten ska då användas, eller
- 9 mm.

Där det finns ett däck, tanktak (eller tank botten) eller skott i stället för ett spant, ska plåtjockleken beräknas som ovan. Plåtjocklekens utbredning ska motsvaras av höjden av närliggande spant.

Spant, som inte ligger vinkelrätt mot plåtfält eller där profilerna inte är symmetriska och spännvidden överstiger 4 m, ska stödjas mot vridning med hjälp av brickor, interkostaler, vägare eller liknande. Avståndet för dessa får inte överstiga 1,3 m. Om spännvidden understiger 4 m krävs stödjande struktur mot vridning för icke symmetriska profiler och isförstärkningar samt för spant, vilka inte ligger vinkelrätt mot bordläggningen i följande skrovområden:

IA Super	Samtliga skrovområden
IA	För- och midskeppsområden
IB och IC	Förskeppsområdet.

4.5 Isvägare

4.5.1 Vägare inom isbältet

Böjmotstånd för en vägare som befinner sig inom isbältet (se 4.3.1) ska beräknas enligt formeln:

$$Z = \frac{f_6 \cdot f_7 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 [\text{cm}^3]. \quad (4.8)$$

Den effektiva skjuvarean ska vara:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8 \cdot p \cdot h \cdot l}{2 \cdot \sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2], \quad (4.9)$$

där

p är istrycket enligt 4.2.2 [MPa]

h är belastningsområdets höjd enligt 4.2.1 [m]

Produkten $p \cdot h$ ska inte tas mindre än 0,15.

l är vägarens spännvidd [m]

m är randvillkorsfaktorn enligt 4.4.3

f_6 är faktorn som beaktar belastningens fördelning på tvärskeppsspanten; $f_6 = 0,9$

f_7 är säkerhetsfaktorn för vägare; $f_7 = 1,8$

f_8 är faktorn som beaktar den maximala skjuvkraften i förhållande till belastningspositionen och skjuvspänningens utbredning; $f_8 = 1,2$

σ_y är sträckgränsen som i 4.3.2.

4.5.2 Isvägare utanför isbältet

Böjmotståndet för en vägare som befinner sig utanför isbältet men som stöder isförstärka spant ska beräknas med formeln

$$Z = \frac{f_9 \cdot f_{10} \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} (1 - h_s / l_s) \cdot 10^6 [\text{cm}^3]. \quad (4.10)$$

Den effektiva skjuvarean ska vara

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_9 \cdot f_{10} \cdot f_{11} \cdot p \cdot h \cdot l}{2\sigma_y} (1 - h_s / l_s) \cdot 10^4 [\text{cm}^2], \quad (4.11)$$

där

p är istrycket som givet i 4.2.2 [MPa]

h är belastningsområdets höjd som given i 4.2.1 [m]

Produkten $p \cdot h$ ska inte tas mindre än 0,15

l är isvägarens spännvidd [m]

m är randvillkorsfaktorn, se 4.4.3

l_s är avståndet till närliggande isvägare [m]

h_s är avståndet till isbältet [m]

f_9 är faktorn som beaktar belastningens utbredning till tvärskeppsspanten; $f_9 = 0,80$

f_{10} är säkerhetsfaktorn för vägare; $f_{10} = 1,8$

f_{11} är faktorn som beaktar den maximala skjuvkraften i förhållande till belastningspositionen och skjuvspänningens utbredning; $f_{11} = 1,2$

σ_y är materialets sträckgräns som i 4.3.2.

4.5.3 Smala sidodäck

Smala sidodäck vid lucköppningar, vilka fungerar som isvägare, ska uppfylla kraven på böjmotstånd och skjuvarea enligt 4.5.1 respektive 4.5.2. I fråga om osedvanligt långa lucköppningar kan klassificeringssällskap tillåta att produkten $p \cdot h$ tas mindre än 0,15 men i ingen händelse mindre än 0,10.

Uppmärksamhet bör fästas vid fartygssidans inböjning under ispressning vid osedvanligt långa lucköppningar (längre än $B/2$) med tanke på konstruktionen av väderdäcksluckor och deras beslag.

4.6 Ramspant

4.6.1 Isbelastning

Den isbelastning som överförs till ett ramspant från en isvägare eller från långskeppsspantning ska beräknas med formeln:

$$F = f_{12} \cdot p \cdot h \cdot S \text{ [MN]}, \quad (4.5)$$

där

p är istrycket som givet i 4.2.2 [MPa], vid beräkningen av c_a ska dock l_a tas som $2S$.

h är belastningsområdets höjd som given i 4.2.1 [m]

Produkten $p \cdot h$ ska inte tas mindre än 0,15.

S är avståndet mellan ramspanten [m]

f_{12} är säkerhetsfaktorn för ramspanten; $f_{12} = 1,8$.

I de fall den stödjande isvägaren ligger utanför isbältet ska kraften F multipliceras med $(1-h_s/l_s)$, där h_s och l_s är definierade i 4.5.2.

4.6.2 Böjmotstånd och skjuvarea

Ramspanternas böjmotstånd och skjuvarea beräknas med nedanstående formler:

Den effektiva skjuvarean:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot \alpha \cdot f_{13} \cdot Q \cdot 10^4}{\sigma_y} \text{ [cm}^2\text{]}, \quad (4.6)$$

där

Q är beräknad maximal skärkraft för isbelastningen F enligt 4.6.1

f_{13} är faktorn som beaktar skjuvkraftens utbredning; $f_{13} = 1,1$

α är som givet i tabellen nedan

σ_y är sträckgränsen som i 4.3.2.

Böjmotstånd:

$$Z = \frac{M}{\sigma_y} \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - (\gamma \cdot A / A_a)^2}} \cdot 10^6 \text{ [cm}^3\text{]}, \quad (4.7)$$

där

M är beräknat maximalt böjande moment för isbelastningen F , detta ska räknas som $M = 0,193 \cdot F \cdot l$

γ är som givet i tabellen nedan

A är erforderlig skjuvarea

A_a är ramspantets faktiska tvärsnittsarea, $A_a = A_f + A_w$

Faktorerna α och γ ges i tabellen nedan:

A_f/A_w	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
α	1,5	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
γ	0	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

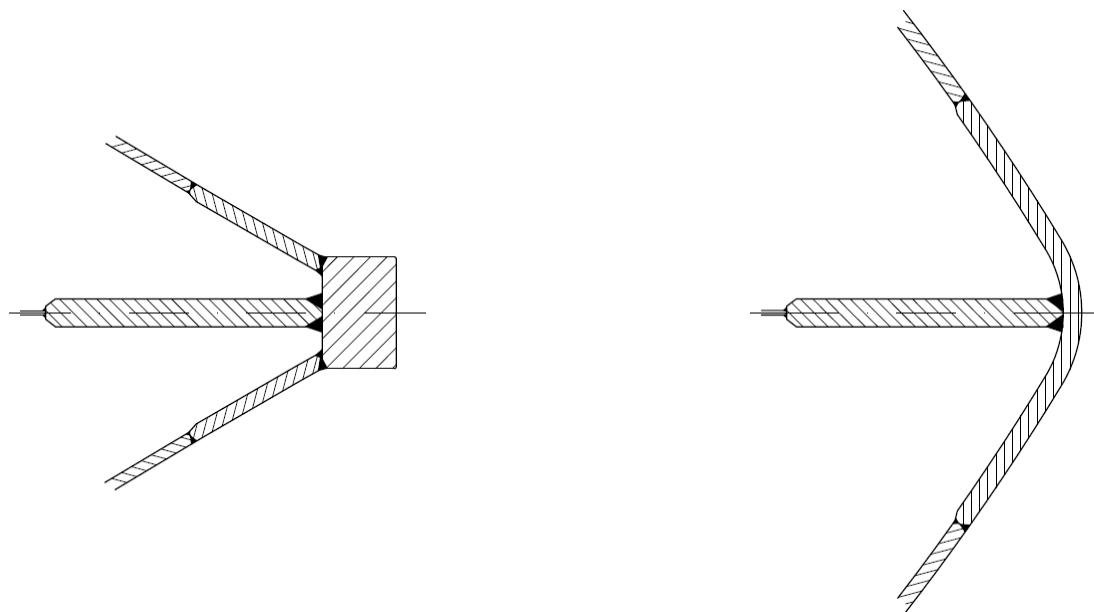
där

A_f är tvärsnittsytta för fri fläns

A_w är tvärsnittsytta för livplåten.

4.7 Förstäv

Stäven ska tillverkas av valsat, gjutet eller smitt stål eller av bockad stålplåt (se figur 4-4).



Figur 4-4. Exempel på lämplig stäv

Plåttjockleken för en bockad förstävsplåt och i de fall där det förekommer trubbig stäv samt för hela bordläggningen där $\alpha \geq 30^\circ$ and $\psi \geq 75^\circ$ (se 3.2.1 för vinkeldefinition), ska beräknas i enlighet med formeln i 4.3.2 där det antas att:

s är avståndet mellan de element som stöder plåten [m]

$$p_{PL} = p \text{ [MPa]} \text{ (se 4.3.2)}$$

l_a är avståndet mellan de vertikala understödande elementen [m]

Stäven och den del av en trubbig stäv som beskrivs ovan ska stödjäs av bottenstockar eller knäbrickor, vilkas inbördes avstånd inte får överskrida 0,6 m och vilkas tjocklek är minst hälften av bordläggningsplåtens tjocklek. Isförstärkningen av stäven ska sträcka sig från kölen till en punkt 0,75 m över UIWL eller, då ett övre främre isbälte krävs enligt 4.3.1, till isbältets övre gräns.

4.8 Akterskepp

Vid dimensionering av skrov på fartyg med propulsionsarrangemang med vridbara trustrar eller av typen 'azipod', vilka ger en ökad manöverförmåga, bör beaktas att dessa typer av propulsionsarrangemang har visat sig ge högre isbelastningar på akterskepp och akterstäv.

För att undvika höga belastningar på propellerbladets spets ska distansen mellan propellern och skrovet (inkluderande akterstäven) inte vara mindre än h_0 (se 4.2.1).

På fartyg med två eller tre propellrar ska isförstärkning av bordläggning och spantning sträckas till dubbelbotten på en sträcka av 1,5 meter för och akter om sidopropellrarna.

Axlar och axelhylsor till sidopropellrar ska normalt inneslutas i slutna utrymmen. Om fristående bockar används, ska styrka och infästning av dessa dimensioneras så att tillräcklig styrka uppnås.

5 RODER OCH STYRARRANGEMANG

Måttsättningen av roderstäv, hjärtstock, rodertapp, styrmaskin samt övriga delar av styrarrangemanget såväl som styrmaskinens kapacitet ska bestämmas enligt klassreglerna. Den högsta servicefart för fartyget som används i dessa beräkningar ska dock inte vara mindre än följande värden:

IA Super	20 knop
IA	18 knop
IB	16 knop
IC	14 knop.

Om fartygets verkliga högsta servicefart är högre, ska den hastigheten användas.

Vid dimensionering av roder ska man anta att hela rodret hör till isbältet. Vidare ska roderplåt och spant dimensioneras utgående från istrycket p för bordläggning och spant i midskeppsområdet.

För isklass IA och IA Super ska rodret (hjärtstocken och den övre delen av rodret) skyddas från direktkontakt med isen genom att en iskniv installeras, som sträcker sig nedanför LIWL (eller liknande linje) om det är praktiskt möjligt. Särskild hänsyn ska tas till roderdesign och iskniv då det gäller s.k. flap-type-roder.

För isklass IA och IA Super ska hänsyn tas till höga belastningar som kan uppstå när rodret inte är midskepps och då fartyget backar i is eller in i ett isflak. Praktiska arrangemang såsom roderstoppare ska installeras för att ta upp dessa krafter.

Övertrycksventil för hydraultrycket i roderstyrningsmekanismen ska finnas. Komponenterna för styrmaskin (hjärtstock, roderkopplingar, roderhorn etc.) ska dimensioneras så att de klarar av de belastningar som orsakar flytspänningen i hjärtstocken.

6 FRAMDRIVNINGSMASKINERI

6.1 Omfattning

Dessa föreskrifter gäller för framdrivningsmaskineri som omfattar propellrar av öppen typ eller i dysa med vridbara blad eller fasta blad för isklasserna IA Super, IA, IB och IC. De uppgivna belastningarna är de förväntade isbelastningarna under fartygets hela livslängd vid normala driftsförhållanden, inklusive sådana belastningar som beror på byte av rotationsriktning hos FP-propellrar. Belastningarna täcker emellertid inte driftsförhållanden som ligger utanför dimensioneringen, t.ex. då en stillastående propeller dras genom is. Föreskrifterna gäller även vridbara och fasta truster för huvudmaskineriet med hänsyn tagen till de belastningar som uppstår vid växelverkan mellan propeller och is. Belastningsmodellerna i föreskrifterna inkluderar däremot inte påkänningar från växelverkan mellan propeller och is för det fall att isen kommer in i propellern på en vinklad vridbar truster från sidan (radiellt), inte heller belastningsfallet då isblock träffar navet på en dragande propeller. Ispåkänningar till följd av stötar mot trusterhuset måste uppskattas, det finns inga belastningsformler för dem.

6.2 Definitioner

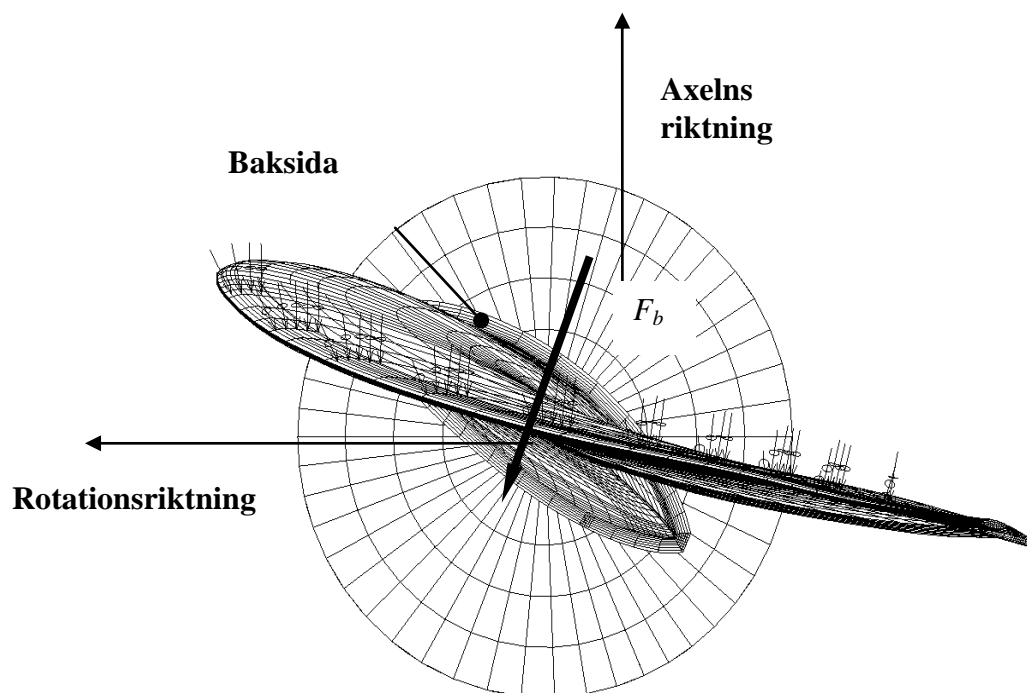
c	m	längd på bladsektionens korda
$c_{0,7}$	m	längd på bladsektionens korda vid propellerradie 0,7R
CP		propeller med ställbar stigning
D	m	propellerdiameter
d	m	propellernavets ytterdiameter (vid propellerplanet)
D_{limit}	m	gränsvärde för propellerdiameter
EAR		expanderad bladarea
F_b	kN	maximal bakåtriktad bladkraft under fartygets livslängd
F_{ex}	kN	maximal kraft på blad resulterande i plastisk böjning till brott
F_f	kN	maximal framåtriktad bladkraft under fartygets livstid
F_{ice}	kN	isbelastning
$(F_{ice})_{max}$	kN	maximal isbelastning under fartygets livstid
FP		propeller med fast stigning
h_0	m	propellerns centrumlinjes djup under den undre isvattenlinjen
H_{ice}	m	tjocklek hos det största beräknade isblock som går in i propellern
I	kgm ²	ekvivalent masströghetsmoment för alla delar på maskinsidan av den komponent som avses
I_t	kgm ²	ekvivalent masströghetsmoment för hela framdrivningssystemet
k		formparameter för weibullfördelningen
LIWL	m	undre isvattenlinjen
m		lutning för SN-kurva i logg/loggskala
M_{BL}	kNm	bladets böjmoment
MCR		maximal kontinuerlig effekt

n	varv/s	propellerns rotationshastighet
n_n	varv/s	propellerns nominella rotationshastighet vid MCR i öppet vatten
N_{class}		referenstal för impulser per propellerrotationshastighet och isklass
N_{ice}		totalt antal isbelastningar på propellerbladet under fartygets livstid
N_R		referensantal belastningar för ekvivalent utmattningsspänning (10^8 cykler)
N_Q		antal propellervarv under en ismalningssekvens
$P_{0,7}$	m	propellerstigning vid radie 0,7 R
$P_{0,7n}$	m	propellerstigning vid radie 0,7 R och MCR i öppet vatten
$P_{0,7b}$	m	propellerstigning vid radie 0,7 R och MCR i bollard pull
Q	kNm	vridmoment
Q_{emax}	kNm	maximalt motorvridmoment
Q_{max}	kNm	maximalt vridmoment på propellern till följd av växelverkan mellan propeller och is
Q_{motor}	kNm	toppvridmoment för elektrisk motor
Q_n	kNm	nominellt vridmoment vid MCR i öppet vatten
Q_r	kNm	maximalt reaktionsvridmoment längs propelleraxelns linje
Q_{smax}	kNm	maximalt spindelvridmoment på bladet under fartygets livstid
R	m	propellerradie
r	m	bladsektionens radie
T	kN	propellertryck
T_b	kN	maximalt bakåtriktat propellerstryck under fartygets livstid
T_f	kN	maximalt framåtriktat propellerstryck under fartygets livstid
T_n	kN	propellertryck vid MCR i öppet vatten
T_r	kN	maximalt reaktionstryck längs axelns linje
t	m	maximal tjocklek på bladsektion
Z		antal propellerblad
α_i	[grader]	varaktighet av växelverkan mellan propellerblad och is angiven som rotationsvinkel
γ_ε		reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av spridning och provföremålets storlek
γ_v		reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av variation i belastningsamplitud
γ_m		reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av genomsnittlig spänning
ρ		reduktionsfaktor för utmattning som korrelerar den maximala spänningsamplituden med den ekvivalenta utmattningsspänningen under 10^8 påkänningscykler
$\sigma_{0,2}$	MPa	sträckgräns hos bladmaterialet (0,2 % förlängningsgräns)

σ_{exp}	MPa	genomsnittlig utmattningshållfasthet hos bladmaterialiet vid 10^8 utmattningscykler i havsvatten
σ_{fat}	MPa	ekvivalent spänningsamplitud från isbelastning för utmattning vid 10^8 påkänningscykler
σ_{fl}	MPa	karaktäristisk utmattningshållfasthet hos bladmaterialiet
σ_{ref}	MPa	referensspänning $\sigma_{ref} = 0,6 \cdot \sigma_{0,2} + 0,4 \cdot \sigma_u$
σ_{ref2}	MPa	referensspänning, det minsta värdet av $\sigma_{ref2} = 0,7 \cdot \sigma_u$ eller $\sigma_{ref2} = 0,6 \cdot \sigma_{0,2} + 0,4 \cdot \sigma_u$
σ_{st}	MPa	maximal spänning resulterande från F_b eller F_f
σ_u	MPa	dragbrottgräns hos bladmaterialiet
$(\sigma_{ice})_{bmax}$	MPa	huvudspänning orsakad av den maximala bakåtriktade isbelastningen på propellern
$(\sigma_{ice})_{fmax}$	MPa	huvudspänning orsakad av den maximala framåtriktade isbelastningen på propellern
$(\sigma_{ice})_{max}$	MPa	maximal spänningsamplitud för isbelastningen

Tabell 6-1. Definition av belastningar

	Definition	Tillämpning av belastningen vid konstruktionsberäkningar
F_b	Den under livslängden maximala bakåtriktade kraften på ett propellerblad till följd av växelverkan mellan propeller och is, inklusive hydrodynamiska laster på detta blad. Kraftens riktning är vinkelrät mot kordan $0,7R$. Se figur 6-1.	Dimensionerande kraft för hållfasthetsberäkning av propellerbladet.
F_f	Den under livslängden maximala framåtriktade kraften på ett propellerblad till följd av växelverkan mellan propeller och is, inklusive hydrodynamiska belastningar på detta blad. Kraftens riktning är vinkelrät mot kordan $0,7R$.	Dimensionerande kraft för hållfasthetsberäkning av propellerbladet.
Q_{smax}	Det under livslängden maximala spindelvridmomentet på ett propellerblad till följd av växelverkan mellan propeller och is, inklusive hydrodynamiska belastningar på detta blad.	Vid beräkning av propellerns hållfasthet beaktas spindelns vridmoment automatiskt eftersom propellerbelastningen verkar på bladet som ett fördelat tryck på den ledande kanten eller spetsområdet.
T_b	Den under livslängden maximala tryckkraften på propellern (samtliga blad) till följd av växelverkan mellan propeller och is. Tryckriktningen är lika med propelleraxelns riktning och kraften är motriktad det hydrodynamiska trycket.	Används för bestämning av reaktionstryckkraften T_r . T_b kan användas för bestämning av excitation för axiella vibrationsberäkningar. Axiella vibrationsberäkningar krävs dock inte i föreskrifterna.
T_f	Den under livslängden maximala tryckkraften på propellern (samtliga blad) till följd av växelverkan mellan propeller och is. Tryckriktningen är lika med propelleraxelns riktning och verkar i samma riktning som det hydrodynamiska trycket.	Används för bestämning av reaktionstryckkraften T_r . T_f kan användas för bestämning av excitation för axiella vibrationsberäkningar. Axiella vibrationsberäkningar krävs dock inte i föreskrifterna.
Q_{max}	Det maximala isinducerade vridmomentet till följd av växelverkan mellan propeller och is på ett propellerblad, inklusive hydrodynamiska belastningar på detta blad.	Används för bestämning av reaktionsvridmomentet (Q_r) längs maskineriets axellinje och som excitation för beräkningar av torsionsvibrationer.
F_{ex}	Den kraft som krävs för bladbrott genom plastisk böjning. Den kraft som krävs för bladets totala kollaps i dess rotområde genom plastisk deformation. Kraften verkar på $0,8R$. Spindelarmen ska tas som det största värdet av $2/3$ av avståndet mellan bladets rotationsaxel och bladets framkant eller bladets bakkant vid radie $0,8R$.	Bladbrottsbelastning används för dimensionering av bladbultar, styrmekanism för stigningen, propelleraxel, propelleraxellager och trycklager. Syftet är att säkerställa att ett totalt propellerbladshaveri inte ska orsaka skada på andra komponenter.
Q_r	Maximalt reaktionsvridmoment längs propelleraxelns linje med hänsyn tagen till axellinjens dynamiska agerande vid ispåverkan (torsionsvibrationer) och genomsnittligt hydrodynamiskt vridmoment på propellern.	Dimensionerande vridmoment för komponenter i propellerns axellinje.
T_r	Maximal reaktionstryckkraft längs axeln med hänsyn tagen till dynamiskt agerande vid ispåverkan (axiella vibrationer) och genomsnittligt hydrodynamiskt tryck på propellern.	Dimensionerande tryckkraft för komponenter i propellerns axellinje.



Figur 6-1. Den bakåtriktade propellerbladkraftens resultant vinkelrätt mot kordan vid radien $0,7R$. Isens kontaktryck vid den ledande kanten visas med små pilar.

6.3 Dimensionerande isförhållanden

Vid bestämning av isbelastningarna på propellern för olika isklasser har olika driftsförhållanden enligt tabell 6-2 beaktats. För bestämning av de dimensionerande isbelastningarna fastställs en maximal storlek på isblock. Det maximala dimensionerande isblock som kommer in i propellern är ett rektangulärt block med måtten $H_{ice} \cdot 2H_{ice} \cdot 3H_{ice}$. Tjockleken på isblocket (H_{ice}) framgår av tabell 6-3.

Tabell 6-2.

Isklass	Fartygets drift
IA Super	Gång i isränna och i jämn is Gång med ansatser i is
IA, IB, IC	Gång i isränna

Tabell 6-3.

	IA Super	IA	IB	IC
Tjockleken på det största isblock som kommer in i propellern (H_{ice})	1,75 m	1,5 m	1,2 m	1,0 m

6.4 Material

6.4.1 Material utsatt för havsvatten

Materialet i komponenter som exponeras för havsvatten såsom propellerblad, propellernav och trustarhus ska ha en förlängning ej understigande 15 % hos ett provobjekt där provets mätlängd är fem gånger dess diameter. Ett Charpy V-slagprov ska utföras för andra material än brons och austenitiskt stål. Ett medelvärde på 20 J slagenergi från tre prover vid minus 10 °C krävs.

6.4.2 Material utsatt för havsvattentemperatur

Material som är utsatta för havsvattentemperaturer ska vara av stål eller något annat segt material. Ett medelvärde på 20 J slagenergi från tre prover vid minus 10 °C krävs. Kravet gäller bladbulvar, CP-mekanismer, axelbulvar, bulvar till stöd, poddar etc. Det gäller inte ythärdade komponenter såsom lager och kugghjulständer.

6.5 Beräkningsbelastningar

De angivna belastningarna är endast avsedda för beräkningar av komponenters hållfasthet och är de totala belastningarna inklusive isinducerade belastningar och hydrodynamiska belastningar vid växelverkan mellan propeller och is.

Värdena på parametrarna i formlerna i detta avsnitt ska anges i de enheter som visas i listan med definitioner.

Om propellern inte är helt under vatten då fartyget är i barlastläge, ska framdrivningssystemet konstrueras enligt isklass IA för isklasserna IB och IC.

6.5.1 Beräkningsbelastningar på propellerblad

F_b är den maximala bakåtriktade bladkraften under fartygets livstid, vilken böjer ett propellerblad bakåt under det att propellern bryter sönder ett isblock medan den roterar framåt. F_f är motsvarande maximala kraft under fartygets livstid som böjer ett propellerblad framåt under det att propellern bryter sönder ett isblock medan den roterar framåt. F_b och F_f härrör från olika växelverkansfenomen mellan propeller och is och uppträder inte samtidigt. Därför måste de tillämpas separat per blad.

6.5.1.1 Maximal bakåtriktad bladkraft F_b för öppna propellrar

$$F_b = 27 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right]^{0,3} \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit} \quad (6.1)$$

$$F_b = 23 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right]^{0,3} \cdot D \cdot H_{ice}^{1,4} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.2)$$

där

$$D_{limit} = 0,85 \cdot H_{ice}^{1,4} \text{ [m]}$$

n är den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en CP-propeller och 85 % av den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en FP-propeller.

6.5.1.2 Maximal framåtriktad bladkraft F_f för öppna propellrar

$$F_f = 250 \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right] \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit} \quad (6.3)$$

$$F_f = 500 \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right] \cdot D \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.4)$$

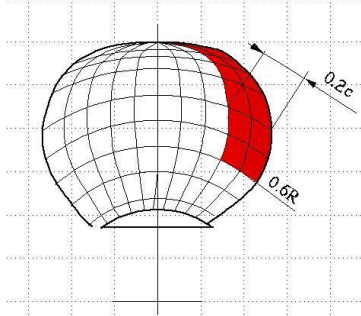
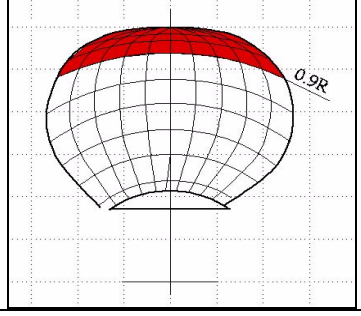
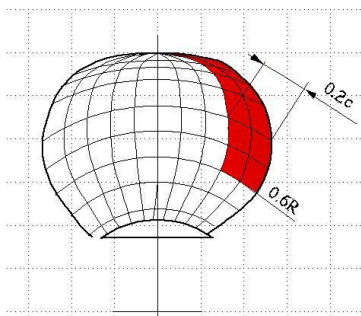
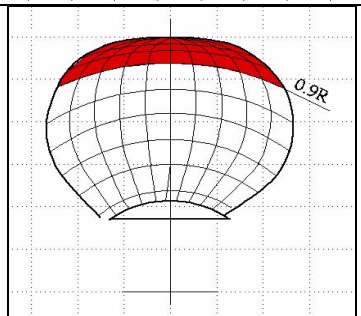
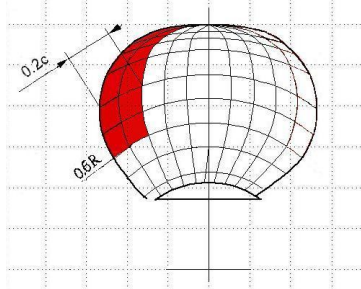
där

$$D_{limit} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \text{ [m]}.$$

6.5.1.3 Belastningsområde på bladet för öppna propellrar

Belastningsfall 1–4 ska täckas in för CP- och FP-propellrar enligt tabell 4 nedan. För att isbelastningen på bladen i en reverserande propeller ska erhållas, ska även belastningsfall 5 täckas in för FP-propellrar.

Tabell 6-4. Belastningsfall för öppna propellrar

	Kraft	Belastningsområde	Högervridet propellerblad sett från bladets baksida
Belastningsfall 1	F_b	Konstant tryck som verkar på bladets baksida (sugsida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från den ledande kanten till $0,2$ gånger kordans längd.	
Belastningsfall 2	50 % av F_b	Konstant tryck som verkar på bladets baksida (sugsida) till propellerns spetsområde utanför radien $0,9 R$.	
Belastningsfall 3	F_f	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från den ledande kanten till $0,2$ gånger kordans längd.	
Belastningsfall 4	50 % av F_f	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till propellerns spetsområde utanför radien $0,9 R$.	
Belastningsfall 5	60 % av det största av värdena F_f eller F_b	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från bladets bakkant till $0,2$ gånger kordans längd.	

6.5.1.4 Maximal bakåtriktad iskraft på bladen F_b för dyspropellrar

$$F_b = 9,5 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right]^{0,3} \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit}, \quad (6.5)$$

$$F_b = 66 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right]^{0,3} \cdot D^{0,6} \cdot H_{ice}^{1,4} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.6)$$

där

$$D_{limit} = 4 \cdot H_{ice} \text{ [m]}$$

n är den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en CP-propeller och 85 % av den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en FP-propeller.

6.5.1.5 Maximal framåtriktad iskraft på bladen F_f för dyspropellrar

$$F_f = 250 \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right] \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit}, \quad (6.7)$$

$$F_f = 500 \cdot \left[\frac{EAR}{Z} \right] \cdot D \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.8)$$

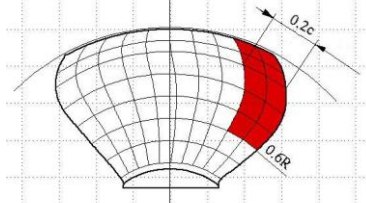
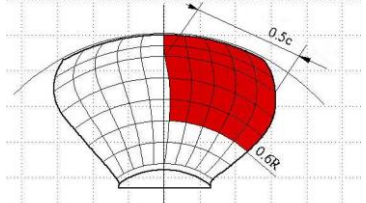
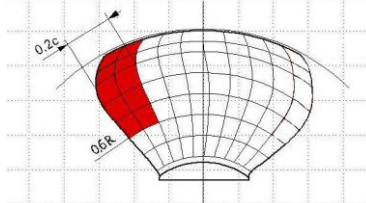
där

$$D_{limit} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \text{ [m]}.$$

6.5.1.6 Belastningsområde på bladet för dyspropellrar

Alla propellrar ska uppfylla belastningsfall 1 och 3 i tabell 6-5. FP-propellrar ska dessutom uppfylla belastningsfall 5, som tar hänsyn till isbelastningar när propellern backas.

Tabell 6-5. Belastningsfall för dyspropellrar

	Kraft	Belastningsområde	Högervridet propellerblad sett bakifrån
Belastningsfall 1	F_b	Konstant tryck som verkar på bladets baksida (sugsida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från den ledande kanten till $0,2$ gånger kordans längd.	
Belastningsfall 3	F_f	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från den ledande kanten till $0,5$ gånger kordans längd.	
Belastningsfall 5	60 % av det största av värdena F_f eller F_b	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till ett område från $0,6 R$ till spetsen och från bladets bakkant till $0,2$ gånger kordans längd.	

6.5.1.7 Maximalt vridmoment på bladspindeln Q_{smax} för öppna propellrar och dyspropellrar

Spindelvridmomentet Q_{smax} runt axeln för bladets infästning ska bestämmas för såväl F_b som F_f enligt tabell 6-4 och 6-5. Om ovanstående metod ger ett värde som är mindre än standardvärdet enligt nedanstående formel, ska standardvärdet användas.

$$\text{Standardvärde } Q_{smax} = 0,25 \cdot F \cdot c_{0,7} \text{ [kNm]}, \quad (6.9)$$

där $c_{0,7}$ är längden på bladsektionen vid radien $0,7 R$ och F är det absoluta värdet av F_b eller F_f , av vilka det största värdet väljs.

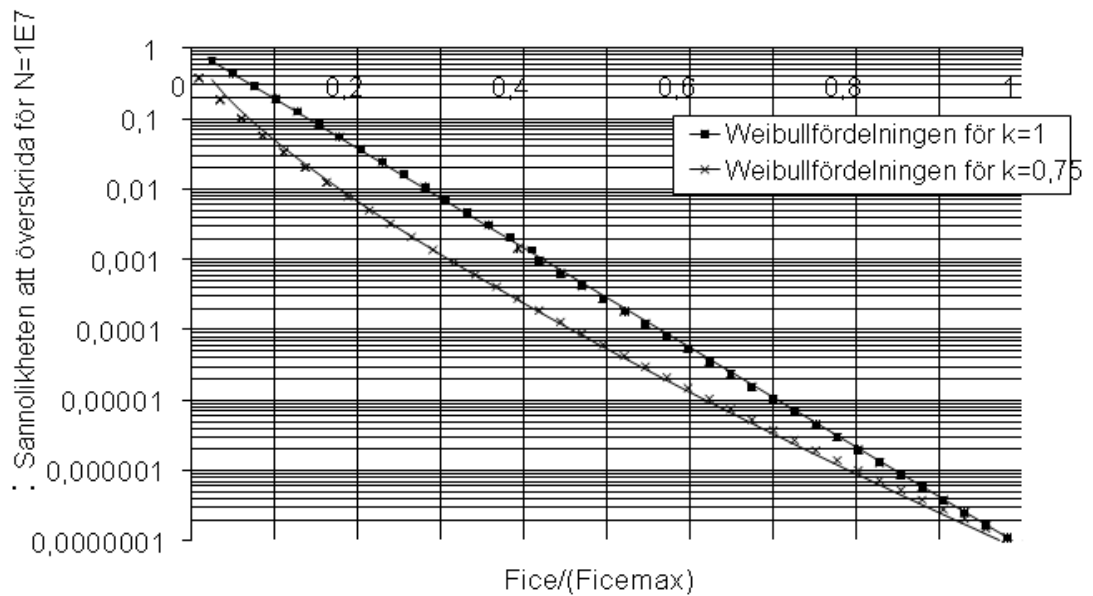
6.5.1.8 Belastningsfördelningar för bladlaster

Weibullfördelningen (sannolikheten för att F_{ice} överskrider F_{icemax}) enligt figur 6-2 används för dimensionering av bladet mot utmattning.

$$P\left(\frac{F_{ice}}{(F_{ice})_{max}} \geq \frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right) = e^{-\left(\left(\frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right)^k \cdot \ln(N_{ice})\right)} \quad (6.10)$$

Här är k formparametern för spektrumet, N_{ice} är antalet belastningscykler i spektrumet och F_{ice} är slumpvariabeln för isbelastningar på bladet, $0 \leq F_{ice} \leq (F_{ice})_{max}$. Formparametern $k = 0,75$ ska

användas för iskraftens fördelning på en öppen propeller och formparametern $k = 1,0$ för motsvarande på ett propellerblad i dysa.



Figur 6-2. Weibullfördelningen (sannolikheten att F_{ice} överskrider F_{icemax}) som används för utmattningsdimensionering.

6.5.1.9 Antal isbelastningar

Antalet belastningscykler per propellerblad i belastningsspektrumet ska bestämmas enligt formeln:

$$N_{ice} = k_1 k_2 k_3 k_4 N_{class} n \quad (6.11)$$

där

Antal belastningar (referens) för isklasser N_{class}

Klass	IA Super	IA	IB	IC
impulser under livstiden/ n	$9 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$

Propellerns lokaliseringsfaktor k_1

Mittpropeller		Dubbel propeller
k_1	1	1,35

Propellerns typfaktor k_2

typ	öppen	i dysa
k_2	1	1,1

Framdrivningssystemets typfaktor k_3

typ	fast	vridbar truster
k_3	1	1,2

Nedsänkningsfaktorn k_4 bestäms ur ekvationen

$$\begin{aligned}
k_4 &= 0,8 - f & \text{för} & f < 0 \\
&= 0,8 - 0,4 \cdot f & \text{för} & 0 \leq f \leq 1 \\
&= 0,6 - 0,2 \cdot f & \text{för} & 1 < f \leq 2,5 \\
&= 0,1 & \text{för} & f > 2,5
\end{aligned} \tag{6.12}$$

där nedsänkningsfunktionen f är:

$$f = \frac{h_o - H_{ice}}{D/2} - 1, \tag{6.13}$$

där h_o är djupet på propellerns centrumlinje vid fartygets undre isvattenlinje (LIWL).

För komponenter som är utsatta för belastning till följd av växelverkan mellan propeller och is med samtliga propellerblad ska antalet belastningscykler (N_{ice}) multipliceras med antalet propellerblad (Z).

6.5.2 Axiella beräkningsbelastningar för öppna propellrar och dyspropellrar

6.5.2.1 Maximalt istryck på propeller T_f och T_b för öppna propellrar och dyspropellrar

De maximala istrycken framåt och bakåt är:

$$T_f = 1,1 \cdot F_f \text{ [kN]} \tag{6.14}$$

$$T_b = 1,1 \cdot F_b \text{ [kN]}. \tag{6.15}$$

6.5.2.2 Dimensionerande istryck längs maskineriets axellinje för öppna propellrar och dyspropellrar

Det dimensionerande trycket längs propellerns axellinje ska beräknas enligt nedanstående formel. Det största värdet av belastningen i framåt- och bakåtriktning ska användas som beräkningsbelastning för båda riktningar. Faktorerna 2,2 och 1,5 beaktar den dynamiska ökningen som beror på axiell vibration.

I riktning framåt

$$T_r = T + 2,2 \cdot T_f \text{ [kN]}, \tag{6.16}$$

i riktning bakåt

$$T_r = 1,5 \cdot T_b \text{ [kN]}. \tag{6.17}$$

Om den hydrodynamiska bollardkraften T inte är känd, används T från nedanstående uppställning:

Propellertyp	T
CP-propellrar (öppna)	$1,25 T_n$
CP-propellrar (dysa)	$1,1 T_n$
FP-propellrar drivna av turbin eller elektrisk motor	T_n
FP-propellrar drivna av dieselmotor (öppna)	$0,85 T_n$
FP-propellrar drivna av dieselmotor (dysa)	$0,75 T_n$

Här är T_n det nominella propellertrycket vid MCR i öppet vatten.

6.5.3 Beräkningsbelastningar för torsion

6.5.3.1 Dimensionerande isvridmoment på propeller Q_{max} för öppna propellrar

Q_{max} är det maximala vridmomentet på en propeller till följd av växelverkan mellan is och propeller.

$$Q_{max} = 10,9 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0,16} \cdot (nD)^{0,17} \cdot D^3 \text{ [kNm]}, \text{ när } D \leq D_{limit}, \quad (6.18)$$

$$Q_{max} = 20,7 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0,16} \cdot (nD)^{0,17} \cdot D^{1,9} \cdot H_{ice}^{1,1} \text{ [kNm]} \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.19)$$

där

$$D_{limit} = 1,8 \cdot H_{ice} \text{ [m]}$$

n är propellerns rotationshastighet i bollard pull kondition. Om n inte är känt ska det bestämmas enligt nedanstående uppställning:

Propellertyp	rotationshastighet n
CP-propellrar	n_n
FP-propellrar drivna av turbin eller elektrisk motor	n_n
FP-propellrar drivna av dieselmotor	$0,85 n_n$

Här är n_n den nominella rotationshastigheten vid MCR i öppet vatten.

För CP-propellrar ska propellerstigningen $P_{0,7}$ motsvara MCR i bollard pull kondition. Om den inte är känd, ska $P_{0,7}$ beräknas som $0,7 \cdot P_{0,7n}$, där $P_{0,7n}$ är propellerstigningen vid MCR i öppet vatten.

6.5.3.2 Dimensionerande isvridmoment på propeller Q_{max} för dyspropellrar

Q_{max} är det maximala vridmomentet på en propeller till följd av växelverkan mellan is och propeller.

$$Q_{max} = 7,7 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0,16} \cdot (nD)^{0,17} \cdot D^3 \text{ [kNm]}, \text{ när } D \leq D_{limit}, \quad (6.20)$$

$$Q_{max} = 14,6 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0,16} \cdot (nD)^{0,17} \cdot D^{1,9} \cdot H_{ice}^{1,1} \text{ [kNm]}, \text{ när } D > D_{limit}, \quad (6.21)$$

där

$$D_{limit} = 1,8 \cdot H_{ice} \text{ [m]}$$

n är propellerns rotationshastighet i bollard pull kondition. Om n inte är känt ska det bestämmas enligt nedanstående uppställning:

Propellertyp	rotationshastighet n
CP-propellrar	n_n
FP-propellrar drivna av turbin eller elektrisk motor	n_n
FP-propellrar drivna av dieselmotor	$0,85 n_n$

Här är n_n den nominella rotationshastigheten vid MCR i öppet vatten.

För CP-propellrar ska propellerstigningen $P_{0,7}$ motsvara MCR i bollard pull kondition. Om den inte är känd, ska $P_{0,7}$ beräknas som $0,7 \cdot P_{0,7n}$, där $P_{0,7n}$ är propellerstigningen vid MCR i öppet vatten.

6.5.3.3 Uppbyggnad av isvridmoment för öppna propellrar och dyspropellrar

Uppbyggnaden av isvridmoment på propellern för analys av transienta torsionsvibrationer i axellinjen ska beskrivas som en serie av bladimpulser med formen av en halv sinuskurva, se figur 6-3.

Det resulterande vridmomentet från ett enstaka blads impuls som funktion av propellerns rotationsvinkel är då

$$Q(\varphi) = C_q \cdot Q_{\max} \cdot \sin(\varphi(180/\alpha_i)), \text{ när } \varphi = 0 \dots \alpha_i \quad (6.22)$$

$$Q(\varphi) = 0, \text{ när } \varphi = \alpha_i \dots 360$$

där parametrarna C_q och α_i ges av nedanstående tabell. α_i är varaktigheten av växelverkan mellan propellerblad och is uttryckt som propellerns rotationsvinkel.

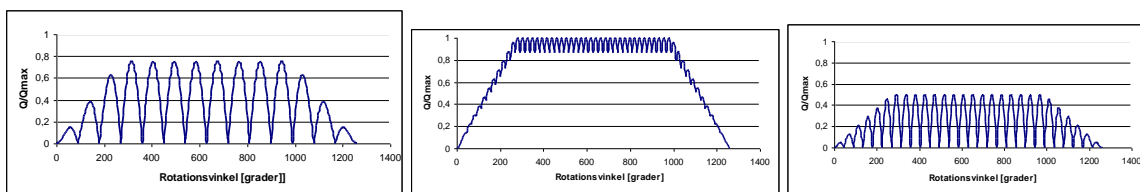
Vridmomentsalstring	Växelverkan mellan propellerblad och is	C_q	α_i
Fall 1	Ett isblock	0,75	90
Fall 2	Ett isblock	1,0	135
Fall 3	Två isblock (fasskift 360/2/Z)	0,5	45

Det totala isvridmomentet erhålls genom summering av vridmomenten för enskilda blad med hänsyn tagen till fasskiftet $360^\circ/Z$. Dessutom ska en linjär rampfunktion för 270° rotationsvinkel användas i början och slutet av malningssekvensen.

Antalet propellervarv under en malningssekvens fås genom formeln:

$$N_Q = 2 \cdot H_{ice} \quad (6.23)$$

Antalet impulser är $Z \cdot N_Q$ för bladens excitationsordning.



Figur 6-3. Formen på uppbyggnaden av propellerns isvridmoment för 90° och 135° enkelblads impulssekvenser och 45° dubbelblads impulssekvenser. (Figurerna visar propellrar med fyra blad.)

6.5.3.4 Dimensionerande vridmoment längs propelleraxelns linje

Om det inte finns någon relevant första ordningens torsionsresonans för bladen inom det rotationshastighetsområde som konstruktionen avser, utökat med rotationshastighet 20 % över den maximala och 20 % under den minimala driftshastigheten, kan följande uppskattning av det maximala vridmomentet användas.

$$Q_r = Q_{e\max} + Q_{\max} \cdot \frac{I}{I_t} \quad [\text{kNm}] \quad (6.24)$$

där I är ekvivalent masströghetsmoment för alla delar på maskinsidan av den komponent som avses, och I_t är ekvivalent masströghetsmoment för hela framdrivningssystemet.

Samtliga vridmoment och tröghetsmoment ska reduceras till rotationshastigheten hos den komponent som studeras.

Om det maximala vridmomentet $Q_{e\max}$ inte är känt, ska det hämtas ur nedanstående uppställning:

Propellertyp	$Q_{e\max}$
Propellrar drivna av elektrisk motor	Q_{motor}
CP-propellrar ej drivna av elektrisk motor	Q_n
FP-propellrar drivna av turbin	Q_n
FP-propellrar drivna av dieselmotor	$0,75 Q_n$

Här är Q_{motor} den elektriska motorns toppvridmoment.

Om det finns en relevant första ordningens torsionsresonans för bladen inom det rotationshastighetsområde som konstruktionen avser, utökat med 20 % över den maximala och 20 % under den minimala driftshastigheten, ska det dimensionerande vridmomentet (Q_r) för axelkomponenter bestämmas med hjälp av torsionsanalys längs drivlinan.

6.5.4 Belastning vid bladhaveri

Brottsbelastningen vid ett bladhaveri som beror på plastisk böjning kring bladets rot ska beräknas med nedanstående formel. Brottsbelastningen verkar på bladet vid radien $0,8 R$ i bladets svagaste riktning. För beräkning av spindelns högsta vridmoment ska spindelarmen tas som $2/3$ av det största av avstånden mellan bladrotationens axel och bladets framkant respektive bakkant vid radien $0,8 R$.

$$F_{ex} = \frac{300 \cdot c \cdot t^2 \cdot \sigma_{ref}}{0,8 \cdot D - 2 \cdot r} \text{ [kN]}, \quad (6.25)$$

där

$$\sigma_{ref} = 0,6 \cdot \sigma_{0,2} + 0,4 \cdot \sigma_u$$

c , t , och r är längden, tjockleken respektive radien av bladets cylinderformade rotsektion vid den svagaste sektionen utanför rotkålen.

6.6 Konstruktion

6.6.1 Konstruktionsprincip

Hållfastheten på drivlinan ska dimensioneras enligt pyramidprincipen. Det innebär att förlust av ett propellerblad inte ska medföra någon betydande skada på andra komponenter i propellerns axellina.

6.6.2 Propellerblad

6.6.2.1 Beräkning av bladpåkänningar

Påkänningarna på bladen ska beräknas för de dimensionerande beräkningsbelastningarna i avsnitt 6.5.1. Finit elementanalys ska användas för analys av spänningarna inför slutligt godkännande av alla propellrar. Följande förenklade formel kan användas för bestämning av bladspänningarna för alla propellrar i rotområdet ($r/R < 0,5$). Rotområdets dimensioner baserade på formel (6.26) kan godkännas även om FEM-analysen skulle visa större spänningar i rotområdet.

$$\sigma_{st} = C_1 \frac{M_{BL}}{100 \cdot ct^2} \text{ [MPa]}, \quad (6.26)$$

där

konstanten C_1 är $\frac{\text{faktisk spänning}}{\text{spänning genom balkekvationen}}$. Om det faktiska värdet inte finns tillgängligt ska C_1 sättas till 1,6.

$$M_{BL} = (0,75 - r/R) \cdot R \cdot F \text{ för relativa radien } r/R < 0,5,$$

där F är maximum av den största av F_b och F_f .

6.6.2.2 Acceptanskriterium

Följande kriterium för de beräknade bladspänningarna måste vara uppfyllt:

$$\frac{\sigma_{ref2}}{\sigma_t} \geq 1,5, \quad (6.27)$$

där

σ_{st} är den kalkylerade spänningen för beräkningsbelastningarna. Om finit elementanalys används för bestämning av spänningarna ska von Mises spänningar användas.

σ_{ref2} är referensspänningen definierad som det minsta värdet av

$$\sigma_{ref2} = 0,7 \cdot \sigma_u \text{ eller}$$

$$\sigma_{ref2} = 0,6 \cdot \sigma_{0,2} + 0,4 \cdot \sigma_u.$$

6.6.2.3 Utmattningsdimensionering av propellerblad

Dimensioneringen för utmattning av propellerbladet baseras på en antagen belastningsfördelning under fartygets livstid och SN-kurvan för bladmaterialet. En ekvivalent spänning som orsakar samma utmattningsskador som den förväntade belastningsfördelningen ska beräknas, och acceptanskriteriet för utmattning enligt avsnitt 6.6.2.4 ska vara uppfyllt. Den ekvivalenta spänningen är normaliserad för 100 miljoner cykler.

Om följande kriterium är uppfyllt, krävs inte utmattningsberäkningar enligt detta kapitel.

$$\sigma_{exp} \geq B_1 \cdot \sigma_{ref2}^{B_2} \cdot \log(N_{ice})^{B_3}, \quad (6.28)$$

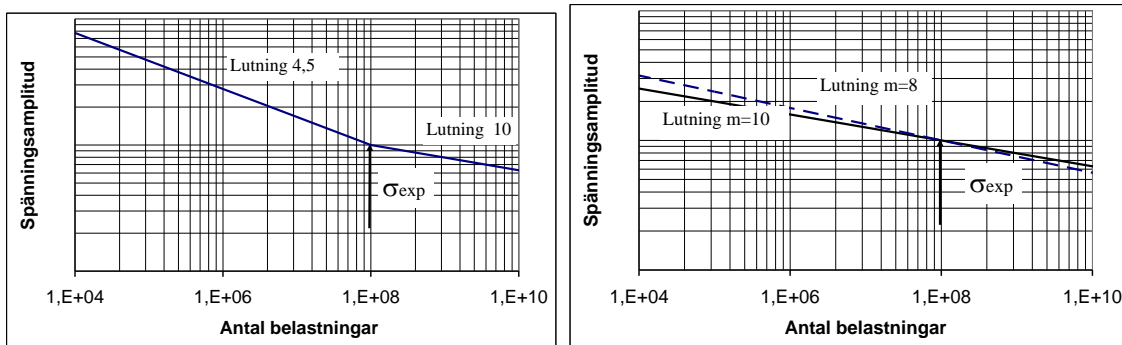
där koefficienterna B_1 , B_2 och B_3 för öppna propellrar och dyspropellrar är angivna i tabellen nedan.

	Öppen propeller	Dyspropeller
B_1	0,00270	0,00184
B_2	1,007	1,007
B_3	2,101	2,470

För beräkning av ekvivalent spänning finns det två typer av SN-kurvor.

1. SN-kurva med dubbla lutningar (lutning 4,5 och 10), se figur 6-4.
2. SN-kurva med konstant lutning (lutning kan väljas), se figur 6-5.

Typen av SN-kurva ska väljas så att den motsvarar bladets materialegenskaper. Om SN-kurvan inte är känd ska SN-kurvan med dubbla lutningar användas.



Figur 6-4. SN-kurva med dubbla lutningar. Figur 6-5. SN-kurva med konstant lutning.

Ekvivalent utmattningsspänning

Den ekvivalenta utmattningsspänning för 100 miljoner spänningscykler som ger upphov till samma utmattningsskada som belastningsfördelningen är:

$$\sigma_{fat} = \rho \cdot (\sigma_{ice})_{max}, \quad (6.29)$$

där

$$(\sigma_{ice})_{max} = 0,5 \cdot ((\sigma_{ice})_{fmax} - (\sigma_{ice})_{bmax})$$

$(\sigma_{ice})_{max}$ är medelvärdet av huvudspänningsamplituderna orsakade av de dimensionerande fram- och bakåtriktade bladkrafterna i det område som studeras.

$(\sigma_{ice})_{fmax}$ är huvudspänningen från den framåtriktade belastningen.

$(\sigma_{ice})_{bmax}$ är huvudspänningen från den bakåtriktade belastningen.

Vid beräkning av $(\sigma_{ice})_{max}$ betraktas fall 1 och fall 3 (eller fall 2 och fall 4) som ett par för beräkningarna av $(\sigma_{ice})_{fmax}$ och $(\sigma_{ice})_{bmax}$. Fall 5 ingår inte i utmattningsanalysen.

Beräkning av parametern ρ för SN-kurva med dubbla lutningar

Parametern ρ relaterar den maximala isbelastningen till fördelningen av isbelastningar enligt regressionsformeln.

$$\rho = C_1 \cdot (\sigma_{ice})_{max}^{C_2} \cdot \sigma_{fl}^{C_3} \cdot \log(N_{ice})^{C_4}, \quad (6.30)$$

där

$$\sigma_{fl} = \gamma_\varepsilon \cdot \gamma_v \cdot \gamma_m \cdot \sigma_{exp}$$

där

γ_ε är reduktionsfaktorn för inverkan av spridning och provföremålets storlek

γ_v är reduktionsfaktorn för inverkan av variabel amplitudbelastning

γ_m är reduktionsfaktorn för medelspänning

σ_{exp} är den genomsnittliga utmattningshållfastheten hos bladmaterialet vid 10^8 utmattningscykler i havsvatten. Följande värden ska användas för reduktionsfaktorerna om faktiska värden inte finns tillgängliga: $\gamma_\varepsilon = 0,67$, $\gamma_v = 0,75$ och $\gamma_m = 0,75$.

Koefficienterna C_1 , C_2 , C_3 och C_4 finns i tabell 6-6.

Tabell 6-6.

	Öppen propeller	Dyspropeller
C_1	0,000711	0,000509
C_2	0,0645	0,0533
C_3	-0,0565	-0,0459
C_4	2,22	2,584

Beräkning av parametern ρ för SN-kurva med konstant lutning

För material som har en SN-kurva med konstant lutning – se figur 5 – ska parametern ρ beräknas enligt följande formel:

$$\rho = \left(G \frac{N_{ice}}{N_R} \right)^{1/m} (\ln(N_{ice}))^{-1/k}, \quad (6.31)$$

där

k är formparametern för weibullfördelningen; $k = 1,0$ för dyspropellrar och $k = 0,75$ för öppna propellrar. N_R är referensantalet belastningscykler ($= 10^8$).

Värden för parametern G finns i tabell 6-7. Linjär interpolation kan användas för beräkning av värden för andra förhållanden $\frac{m}{k}$ än de som finns i tabell 6-7.

Tabell 6-7. Värden för parametern G för olika förhållanden m/k

$\frac{m}{k}$	G	$\frac{m}{k}$	G	$\frac{m}{k}$	G
3	6	5,5	287,9	8	40320
3,5	11,6	6	720	8,5	119292
4	24	6,5	1871	9	362880
4,5	52,3	7	5040	9,5	$1.133 \cdot 10^6$
5	120	7,5	14034	10	$3.623 \cdot 10^6$

6.6.2.4 Acceptanskriterium för utmattning

Den ekvivalenta utmattningsspänningen överallt på bladet måste uppfylla följande acceptanskriterium:

$$\frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{fat}} \geq 1,5, \quad (6.32)$$

där

$$\sigma_{fl} = \gamma_\varepsilon \cdot \gamma_v \cdot \gamma_m \cdot \sigma_{exp},$$

där

γ_ε är reduktionsfaktorn för inverkan av spridning och provföremålets storlek

γ_v är reduktionsfaktorn för inverkan av variabel amplitudbelastning

γ_m är reduktionsfaktorn för medelspänning

σ_{exp} är den genomsnittliga utmattningshållfastheten hos bladmaterialiet vid 10^8 utmattningscykler i havsvatten. Följande värden ska användas för reduktions-

faktorerna om faktiska värden inte finns tillgängliga: $\gamma_\epsilon = 0,67$, $\gamma_v = 0,75$ och $\gamma_m = 0,75$.

6.6.3 Propellernav och CP-mekanism

Bladbultarna, CP-mekanismen, propellernavet och infästningen av propellern vid propelleraxeln ska konstrueras för att motstå de maximala beräkningsbelastningarna och utmattningspåkänningarna enligt definition i avsnitt 6.5. Säkerhetsfaktorn för töjning ska vara större än 1.3 och mot utmattning större än 1.5. Dessutom ska säkerhetsfaktorn för belastningar till följd av förlust av propellerblad genom plastisk böjning enligt definition i avsnitt 6.5.4 vara större än 1.0 mot sträckning.

6.6.4 Framdrivningssystemets axellinje

Axlar och axelkomponenter såsom trycklager, stödlager, kopplingar, flänsar och tätningar ska konstrueras för att motstå växelverkanskrafterna mellan propeller och is enligt avsnitt 6.5. Säkerhetsfaktorn ska vara minst 1,3.

6.6.4.1 Axlar och axelkomponenter

Brottbelastningen vid ett totalt bladhaveri enligt definition i avsnitt 6.5.4 ska inte orsaka bestående töjning i axlar och axelkomponenter. Belastningen ska utgöras av de sammanlagda axiella belastningarna, böjbelastningarna och torsionsbelastningarna när dessa är signifikanta. Den minsta säkerhetsfaktorn mot töjning ska vara 1.0 för böj- och torsionsspänningar.

6.6.5 Vridbara huvudtrustrar

Utöver ovanstående krav ska särskild uppmärksamhet ägnas åt sådana belastningsfall som är extraordinära för vridbara huvudtrustrar i jämförelse med konventionella propellrar. Beräkningen av belastningsfall måste återspegla funktionen hos fartyget och trustrarna. Därför måste sådana belastningar beaktas som orsakas av exempelvis stötar från isblock mot navet på en dragande propeller. Dessutom måste påkänningar från trustrar som arbetar i en sned vinkel mot flödet tas i beaktande. Styrmekanismen, infästningen av enheten och trusterhuset ska konstrueras för att motstå förlust av ett blad utan skada. Förlust av ett blad ska beaktas för den orientering på propellerbladet som orsakar den högsta belastningen på komponenten i fråga. Exempelvis ger vertikal bladorientering de maximala böjbelastningarna på trusterhuset.

Vridbara trustrar ska också konstrueras för beräknade belastningar som uppkommer från växelverkan mellan trusterhus och is. Trusterhuset måste klara de belastningar som uppstår när det maximala isblocket enligt avsnitt 6.3 träffar trusterhuset då fartyget håller en typisk hastighet vid gång i is. Därutöver ska situationen då ett isflak glider längs fartygsskrovet och pressas mot thrusterhuset beaktas. Flaktjockleken ska tas som tjockleken på det maximala isblock som kommer in i propellern enligt definition i avsnitt 6.3.

6.6.6 Vibrationer

Framdrivningssystemet ska konstrueras så att hela det dynamiska systemet är fritt från skadliga torsions-, böj- och axiella resonanser vid en första ordningens bladfrekvens inom det avsedda rotationshastighetsområdet, utökat med 20 % över och under högsta respektive lägsta rotationshastighet under drift. Om detta villkor inte kan uppfyllas, måste en detaljerad torsions- och vibrationsanalys genomföras som påvisar att acceptabel hållfasthet hos komponenterna kan uppnås.

6.7 Alternativa konstruktionsmetoder

6.7.1 Omfattning

Som alternativ till avsnitt 6.5 och 6.6 kan en genomgripande konstruktionsutredning genomföras för godkännande av administrationen eller klassificeringssällskapet. Utredningen måste grunda sig på de isförhållanden som gäller för de olika isklasserna enligt avsnitt 6.3. Den måste omfatta såväl utmattningsberäkningar som bestämning av maximal beräkningsbelastning och ska uppfylla pyramidprincipen enligt avsnitt 6.6.1.

6.7.2 Belastning

Belastningar på propellerblad och framdrivningssystem ska baseras på en godtagbar beräkning av hydrodynamiska belastningar och isbelastningar.

6.7.3 Dimensioneringsnivåer

Konstruktionsutredningen ska visa att alla komponenter som överför slumpvisa (tillfälliga) krafter, undantaget propellerblad, inte utsätts för spänningsnivåer som överskrider sträckspänningen hos komponentens material med en rimlig säkerhetsmarginal.

Beräkning av kumulativa utmattningsskador ska påvisa en rimlig säkerhetsfaktor. Vederbörlig hänsyn ska tas till materialegenskaper, spänningsförhöjande faktorer och ökade utmattningspåkänningar.

En vibrationsanalys ska utföras och den ska visa att hela det dynamiska systemet är fritt från skadliga torsionsresonanser till följd av växelverkan mellan propeller och is.

7 DIVERSE MASKINERIKRAV

7.1 Startarrangemang

Luftbehållarnas kapacitet ska vara tillräcklig för att utan påfyllning leverera luft till inte mindre än 12 på varandra följande starter av framdrivningsmaskineriet, om detta måste reverseras för back, eller 6 på varandra följande starter om framdrivningsmaskineriet inte behöver reverseras för back.

Om luftbehållarna tjänar några andra ändamål än start av framdrivningsmaskineriet, ska de ha tillräcklig tilläggskapacitet för dessa ändamål.

Luftkompressorernas kapacitet ska vara tillräcklig för att ladda luftbehållarna från atmosfäriskt till fullt tryck inom en (1) timme. Om framdrivningsmaskineriet för ett fartyg med isklass IA Super måste reverseras för back, ska kompressorerna kunna ladda behållarna inom en halv timme.

7.2 Sjövattenintag och kylvattensystem

Kylvattensystemet ska vara konstruerat så att tillgång på kylvatten är säkrad då fartyget går i is.

För detta ändamål ska åtminstone en bottenbrunn för intag av kylvatten vara arrangerad på följande sätt:

1. Kylvattenintaget ska vara placerat nära fartygets centerlinje och om möjligt långt akterut.
2. Som riktvärde för konstruktionen ska bottenbrunnens volym vara omkring en kubikmeter för varje 750 kW maskineffekt för fartyget, inberäknat effekten av de hjälpmaskiner som är nödvändiga för fartygets drift.
3. Brunnen ska vara tillräckligt hög för att tillåta isen att samla sig ovanför inloppsöröret.
4. Ett avloppsror för kylvatten, vilket tillåter avlopp av hela kylvattenkapaciteten, ska anslutas till brunnen.
5. Bottensilens hålarea ska inte vara mindre än 4 gånger tvärsnittsarean av inloppsöröret.

Om det är svårt att möta kraven i punkterna 2 och 3 ovan, kan två mindre brunnar arrangeras för alternerande intag och utsläpp av kylvatten. Arrangemanget i övrigt ska vara som ovan.

Värmeslingor kan installeras i brunnens eller brunnarnas övre del.

Arrangemang för användning av barlastvatten för kylning kan vara till nytta som reserv i barlastkondition men kan inte accepteras som ersättning för de sjövattnensbrunnar som beskrivits ovan.

Bilaga I

Spannet för effektkraven (avsnitt 3.2.2 i föreskrifterna) för isklasserna IA Super, IA, IB och IC och verifiering av effektberäkningen

1. Spann

Tabell I-1 visar spannet för de olika parametrarna, vilka ingår som parametrar i formlerna. Vid beräkning av parametern D_P/T ska T fastställas för det största djupgåendet midskepps.

Tabell I-1. Spannet för de olika parametrarna

Parameter	Minimum	Maximum
α [°]	15	55
φ_1 [°]	25	90
φ_2 [°]	10	90
L [m]	65,0	250,0
B [m]	11,0	40,0
T [m]	4,0	15,0
L_{BOW}/L	0,15	0,40
L_{PAR}/L	0,25	0,75
D_P/T	0,45	0,75
$A_{wf}/(L \cdot B)$	0,09	0,27

Bilaga II

Maskineffekten för ett fartyg med isklass IB eller IC vilket har kölsträckts eller befunnit sig i ett liknande byggnadsstadium före 1 september 2003

Maskineffekten ska inte vara mindre än den som fås ur nedanstående formel och i ingen händelse mindre än 740 kW för isklasserna IB och IC.

$$P = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot (f_4 \Delta + P_0) \text{ [kW]},$$

där

$$f_1 = 1,0 \text{ för en propeller med fasta blad} \\ = 0,9 \text{ för en propeller med vridbara blad}$$

$$f_2 = \varphi_1 / 200 + 0,675 \text{ men inte större än } 1,1,$$

där

φ_1 är stävvinkeln i centerlinjen [grader] (se figur 3-1)

Produkten $f_1 f_2$ ska inte tas mindre än 0,85.

$$f_2 = 1,1 \text{ för en bulbstäv}$$

$$f_3 = 1,2B / \Delta^{1/3} \text{ men inte mindre än } 1,0$$

f_4 och P_0 ska tas som följer:

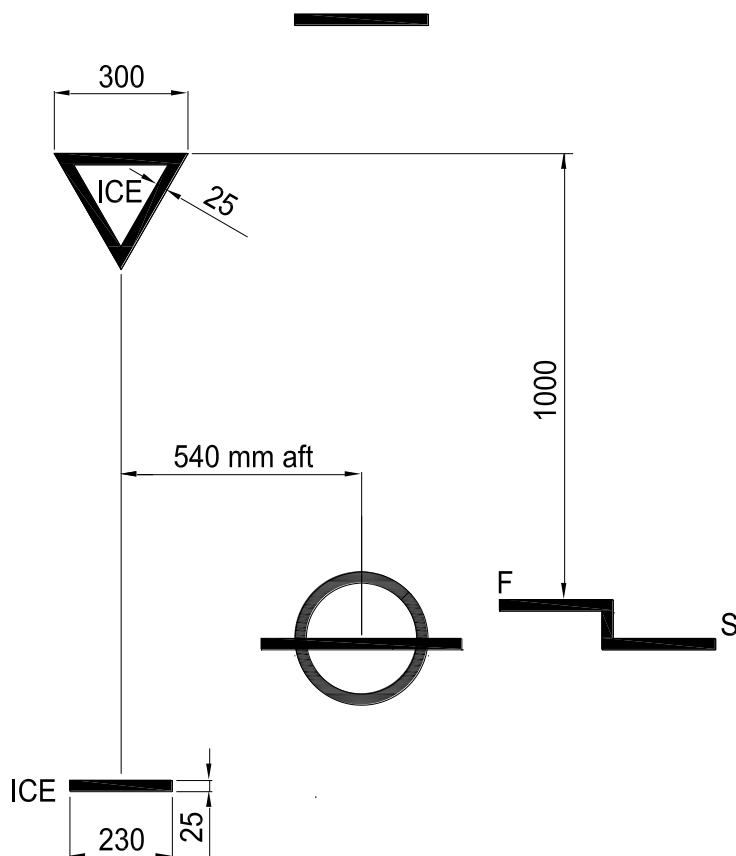
Isklass	IB	IC	IB	IC
Displacement	$\Delta < 30\,000 \text{ t}$		$\Delta \geq 30\,000 \text{ t}$	
f_4	0,22	0,18	0,13	0,11
P_0	370	0	3070	2100

Δ är fartygets displacement [t] på det största isklassdjupgåendet enligt avsnitt 2.1. Displacementet behöver inte tas större än 80 000 t.

Bilaga III

Markering av isklassdjupgående

Enligt avsnitt 2.2 ska det på vardera fartygssidan finnas en varningstriangel och ett märke för djupgåendet vid det största tillåtna isklassdjupgåendet midskepps (se figur III-1). Varningstriangeln är till för att visa att fartyget har en djupgåendebegränsning vid gång i is. Denna information är viktig för befäl på isbrytare och inspektörer i hamn.



Figur III-1. Markering av isklassdjupgående

Kommentarer till figur 1

1. Övre kanten av varningstriangeln ska vara placerad vertikalt ovanför ICE-märket, 1000 mm över sommarlastlinjen i färskvatten men i ingen händelse över däckslinjen. Triangelns sidor ska ha en längd av 300 mm.
2. Märket för isklassdjupgåendet ska vara placerat 540 mm akter om lastmärkets mittpunkt eller 540 mm akter om trälastmärkets vertikala markering, om detta är tillämpligt.
3. Markeringarna ska utföras i 5-8 mm plåt och svetsas på fartygssidan. Markeringarna ska målas röda eller gula i reflekterande färg för att markeringarna ska vara väl synliga även under isförhållanden.
4. Alla bokstäver ska ha samma dimensioner som lastlinjemärket.