

**Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd  
om finsk-svensk isklass**



**Innehåll**

<b>1 kap. Tillämplighet</b> .....	<b>1</b>
Ömsesidighetsklausul .....	2
Dispens från att tillämpa 6 kap. 15–49 §§.....	3
<b>2 kap. Isklassdjupgående</b> .....	<b>3</b>
Övre och undre isvattenlinje .....	3
Största och minsta isklassdjupgående förut och akterut.....	3
<b>3 kap. Maskineffekt</b> .....	<b>4</b>
Krav på maskineffekt för fartyg med isklass IA Super, IA, IB och IC .....	4
Giltighetsområde.....	6
Krav på maskineffekt för fartyg byggda den 1 september 2003 eller senare med isklass IA Super, IA, IB eller IC. ....	6
Krav på maskineffekt för fartyg byggda före den 1 september 2003 med isklass IA Super och IA .....	8
Andra metoder för bestämning av $K_e$ eller $R_{CH}$ .....	8
Krav på maskineffekt för fartyg byggda före den 1 september 2003 med isklass IB och IC .....	9
<b>4 kap. Skrovkonstruktion</b> .....	<b>10</b>
Tillämplighet.....	10
Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2012 .....	10
Områden .....	10
Isbelastning .....	11
<i>Belastningsområdets höjd</i> .....	11
<i>Istryck</i> .....	12
Bordläggning .....	13
<i>Plåttjocklek i isbältet</i> .....	14
Spant .....	15
<i>Tvärskippsspant</i> .....	15
<i>Övre ändan av tvärskippsspant</i> .....	16
<i>Nedre ändan av tvärskippsspant</i> .....	17
<i>Långskippsspant</i> .....	17
<i>Allmänt om spantning</i> .....	17
Isvägare.....	18
<i>Vägare inom isbältet</i> .....	18
<i>Vägare utanför isbältet</i> .....	18
<i>Smala sidodäck</i> .....	19
Ramskant .....	19
<i>Belastning</i> .....	19

<i>Motståndsmoment och skjuvarea</i> .....	20
Förstäv .....	21
Arrangemang för bogsering .....	22
Akterskepp .....	23
Slingerkölar .....	23
Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2012 eller senare .....	23
Områden .....	25
Isbelastning .....	26
<i>Belastningsområdets höjd</i> .....	26
<i>Istryck</i> .....	26
Bordläggning .....	28
<i>Plåttjocklek i isbältet</i> .....	28
Spant .....	29
<i>Tvärskippsspant</i> .....	30
<i>Övre ändan av tvärskippsspant</i> .....	31
<i>Nedre ändan av tvärskippsspant</i> .....	32
<i>Långskippsspant</i> .....	32
<i>Allmänt om spantning</i> .....	32
Isvägare .....	33
<i>Isvägare inom isbältet</i> .....	33
<i>Isvägare utanför isbältet</i> .....	34
<i>Smala sidodäck</i> .....	35
Ramspant .....	35
<i>Belastning</i> .....	35
<i>Motståndsmoment och skjuvarea</i> .....	35
Förstäv .....	36
Akterskepp .....	37
<b>5 kap. Roder och styrarrangemang</b> .....	<b>38</b>
<b>6 kap. Propeller, axlar och växlar</b> .....	<b>39</b>
Tillämplighet .....	39
Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2010 .....	39
Ismoment .....	39
Propellrar .....	39
Propelleraxel .....	41
Mellanaxlar .....	41
Reduktionsväxlar .....	42
Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2010 eller senare .....	42

Definitioner .....	42
Dimensionerande isförhållanden .....	46
Material utsatt för havsvatten och havsvattentemperaturer .....	46
Propellrar .....	47
<i>Beräkningslaster för öppna propellrar</i> .....	47
<i>Beräkningslaster för dyspropellrar</i> .....	49
<i>Maximalt vridmoment på bladspindeln för öppna propellrar och dyspropellrar</i> .....	50
<i>Belastningsfördelningar för bladlaster</i> .....	51
<i>Axiella beräkningslaster för öppna propellrar och dyspropellrar</i> .....	52
<i>Beräkningslaster för torsion</i> .....	53
<i>Belastning vid bladhaveri</i> .....	57
<i>Propellerkonstruktion</i> .....	57
<i>Beräkning av <math>\rho</math>-parametern för SN-kurva med dubbla lutningar</i> .....	59
<i>Vridbara huvudtrusrar</i> .....	61
<i>Trusterhus</i> .....	61
<i>Konstruktion av framdrivningssystemet</i> .....	62
<b>7 kap. Diverse maskinerikrav</b> .....	<b>62</b>
Startarrangemang .....	62
Sjövattenintag och kylvattensystem .....	62
<b>Ikraftträdande- och övergångsbestämmelser</b> .....	<b>63</b>
<b>Bilaga 1. Underlag för kontrollberäkning av effektkrav</b> .....	<b>65</b>
<b>Bilaga 2. Fribordsmärke för isklass</b> .....	<b>67</b>



## Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om finsk-svensk isklass;

**TSFS 2011:96**

Utkom från trycket  
den 30 november 2011

beslutade den 16 november 2011.

Transportstyrelsen föreskriver<sup>1</sup> följande med stöd av 2 kap. 1 § fartygs-  
säkerhetsförordningen (2003:438) samt beslutar följande allmänna råd.

**SJÖFART**

### 1 kap. Tillämplighet

**1 §** Fartyg som enligt isbrytarförordningen (2000:1149) kan få assistans  
ska ha någon av följande isklasser:

- isklass IA Super
- isklass IA
- isklass IB
- isklass IC
- isklass II.

**2 §** Dessa föreskrifter ska tillämpas på alla fartyg som trafikerar Östersjön  
vintertid eller andra områden där liknande isförhållanden kan uppstå, om  
inte annat särskilt anges.

**3 §** I dessa föreskrifter gäller följande definitioner, om inte annat särskilt  
anges.

<i>fartyg byggt</i>	fartyg vars köl har sträckts eller som har uppnått motsvarande byggnadsstadium
<i>isklass II</i>	fartyg som har klasscertifikat eller motsvarande dokument

<sup>1</sup> Föreskrifterna har utarbetats i samarbete mellan Transportstyrelsen i Sverige och Trafik-  
säkerhetsverket i Finland.

Anmälan har gjorts enligt Europaparlamentets och rådets direktiv 98/34/EG av den 22 juni  
1998 om ett informationsförfarande beträffande tekniska standarder och föreskrifter och  
beträffande föreskrifter för informationssamhällets tjänster (EGT L 204, 21.7.1998, s.37,  
Celex 398L0034), ändrat genom Europaparlamentets och rådets direktiv 98/48/EG (EGT L  
217, 5.8.1998, s. 18, Celex 398L0048).

<i>motsvarande</i>	stadium då
<i>byggnadsstadium</i>	1. byggande som hänför sig till ett visst fartyg påbörjas, och 2. sammanfogning av fartyget har påbörjats som omfattar minst 50 ton eller 1 procent av den beräknade vikten av allt byggnadsmaterial, om denna vikt understiger 50 ton

**4 §** Om ett fartyg på grund av ovanliga proportioner, skrovform, framdrivningsarrangemang eller någon annan egenskap i praktiken visar sig ha onormalt svag förmåga att gå i is, kan Transportstyrelsen sänka dess isklass.

**5 §** Transportstyrelsen kan, efter samråd med Sjöfartsverket i Sverige och Trafiksäkerhetsverket i Finland, godkänna att ett fartyg byggt före den 1 september 2003 får behålla sin ursprungliga isklass även om det inte uppfyller effektkraven i 3 kap. 5 och 6 §§, under förutsättning att fartyget vintertid regelbundet har anlöpt hamnar i Sverige eller Finland och att fartyget visat sig ha prestanda vid gång i is, som Transportstyrelsen anser vara tillfredsställande.

**6 §** Vid konstruktion av fartygets struktur, utrustning och arrangemang, vilka är väsentliga för fartygets säkerhet och funktion, ska temperaturens inverkan beaktas.

***Allmänna råd***

*Faktorer som bör beaktas är till exempel funktionen i de hydrauliska systemen, faran att vattenrör och tankar fryser, start av nöddieslar samt hållfasthet i material vid låga temperaturer. Hänsyn bör också tas till att lufttemperaturen kan ligga väl under  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  under långa perioder och tillfälligt kan gå ned till omkring  $-30^{\circ}\text{C}$ .*

**Ömsesidighetsklausul**

**7 §** Tekniska krav i dessa föreskrifter gäller inte för ett fartyg eller dess utrustning om fartyget eller utrustningen

- lagligen har tillverkats eller satts på marknaden i en annan medlemsstat inom EU eller i Turkiet, eller
- lagligen har tillverkats i ett EFTA-land som har undertecknat EES-avtalet.

Om fartyg eller utrustning enligt första stycket inte uppnår en säkerhetsnivå som är likvärdig med den som garanteras genom dessa föreskrifter, ska de tekniska kraven i dessa föreskrifter gälla.



## Dispens från att tillämpa 6 kap. 15–49 §§

**8 §** Transportstyrelsen kan meddela dispens från kraven i 6 kap. 15–49 §§. Dispens ska ges om en genomgripande konstruktionsutredning genomförts, som visar att framdrivningsmaskineriets konstruktion uppfyller föreskrivna hållfasthetskrav.

**9 §** Konstruktionsutredningen ska baseras på

1. de isförhållanden som anges i 6 kap. 16 § och
2. pyramidprincipen som anges i 6 kap. 36 §.

Konstruktionsutredningen ska innehålla beräkningar av de hydrodynamiska lasterna och isbelastningar som ska visa

a) att samtliga delar av framdrivningsmaskineriet som överför slumpvisa krafter, undantaget propellerblad, inte utsätts för spänningsnivåer som överstiger sträckspänningen hos komponentens material med en rimlig säkerhetsmarginal och

b) att de kumulativa utmattningsskadorna uppfyller en rimlig säkerhetsfaktor.

## 2 kap. Isklassdjupgående

### Övre och undre isvattenlinje

**1 §** Den övre isvattenlinjen (UIWL) utgörs av den vattenlinje som motsvarar det största djupgående som fartyget kan operera i vid gång i is. Vattenlinjen kan vara bruten.

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

### Största och minsta isklassdjupgående förut och akterut

**2 §** Det största och minsta isklassdjupgåendet förut och akterut ska bestämmas enligt övre och undre isvattenlinjerna.

**3 §** Djupgåendebegränsningar vid gång i is ska vara dokumenterade och informationen ska finnas lätt tillgänglig för fartygets befäl. Största och minsta djupgående förut, midskepps och akterut vid gång i is ska redovisas i klasscertifikat.

**4 §** 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 är högre belägen än UIWL. Märke och varningstriangel ska placeras på vardera fartygssidan enligt bilaga 2 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 torrsättning av fartyget som sker den 1 juli 2007 eller senare.

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

**6 §** 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.

**7 §** 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.

**8 §** Djupgåendet förut ska vara minst:

$(2 + 0,00025 \Delta)h_0$  [m], men behöver inte vara större än  $4 h_0$ , där

$\Delta$  = fartygets deplacement [t] på övre isvattenlinjen enligt 1 §

$h_0$  = istjocklek enligt 4 kap. 5 §.

### 3 kap. Maskineffekt

**1 §** 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  $P$ .

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

**2 §** Maskineffekten ska beräknas på de djupgåenden som motsvarar UIWL respektive LIWL. Den ska inte vara mindre än någon av dessa, vilka framgår av nedanstående formel; i ingen händelse ska den vara mindre än 1000 kW för isklasserna IA, IB och IC och inte mindre än 2800 kW för isklass IA Super.

**3 §** Nedan definierade fartygsdimensioner mäts på det största isklassdjupgåendet och barlastdjupgåendet, se figur 1.

$L$  = fartygets längd mellan perpendiklar [m]

$L_{BOW}$  = bogens längd [m]

$L_{PAR}$  = längd av parallell midskeppsdel [m]

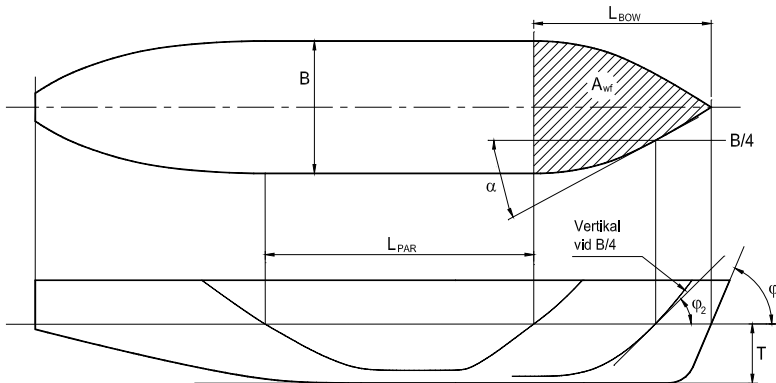
$B$  = fartygets maximala bredd [m]

$T$  = största isklassdjupgående (UIWL) eller barlastdjupgående (LIWL) [m] enligt 2 kap. 1 §

$A_{wf}$  = bogens vattenlinjearea [m<sup>2</sup>]

$\alpha$  = vattenlinjens öppningsvinkel vid B/4 [grader]

- $\varphi_1$  = stävinkeln i centerlinjen [grader]
- $\varphi_2$  = vertikalens lutningsvinkel mot vattenlinjen vid B/4 [grader]
- $\Psi$  = utkast (flare) vinkeln beräknad som  $\psi = (\arctan(\tan\varphi/\sin\alpha))$  med Användning av  $\alpha$  och  $\varphi$  vid aktuell plats. För kapitel 3 beräknas vinkel med  $\varphi = \varphi_2$ .
- $D_P$  = propellerdiameter [m]
- $H_M$  = tjocklek av krossis mitt i rännan [m]
- $H_F$  = tjocklek av krossisbältet som bryts av bogen [m]



Figur 1

Om fartyget har bulb är  $\varphi_1 = 90$

Vid bestämning av ett fartygs parametrar som beror av djupgående ska aktuellt djupgående användas.  $T$  i parametern  $D_P/T$  avser djupgåendet på UIWL.  $L$  och  $B$  bestäms däremot alltid av djupgåendet UIWL.

**Giltighetsområde**

4 § Formlerna för ismotstånd i 5 och 6 §§ ska tillämpas när fartygets parametrar ligger inom minimi- och maximivärdena i tabell 1 nedan.

		Minimum	Maximum
$\alpha$	[°]	15	55
$\varphi 1$	[°]	25	90
$\varphi 2$	[°]	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
$A_{wt}/(L \cdot B)$		0,09	0,27

Tabell 1

Om ett fartygs parametrar avviker från värdena i tabell 1, ska i stället metoder enligt 7 § tillämpas för att bestämma  $R_{CH}$ .

**Allmänna råd**

Formlerna för ismotstånd är av naturliga skäl semi-empiriska och av den anledningen har dessa ett visst giltighetsområde. Det är svårt att exakt fastställa gränserna för giltigheten. Tabell 1 visar spannet för de olika parametrarna, som ingår i formlerna.

**Krav på maskineffekt för fartyg byggda den 1 september 2003 eller senare med isklass IA Super, IA, IB eller IC.**

5 § För att klassificeras i isklass IA Super, IA, IB eller IC ska fartyg byggda den 1 september 2003 eller senare uppfylla nedanstående krav avseende maskineffekt.

$$P = K_e \frac{\left(\frac{R_{CH}}{1000}\right)^{3/2}}{D_P} \text{ där:}$$

$K_e$  bestäms enligt tabell 2:

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

Tabell 2

$R_{CH}$  är fartygets motstånd i bruten ränna (brash ice channel) med ett fruset toppskikt:

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

$$C_\mu = 0,15 \cos \varphi_2 + \sin \psi \sin \alpha, \quad C_\mu \text{ ska vara lika med eller större än } 0,45$$

$$C_\psi = 0,047 \cdot \psi - 2,115, \quad \text{och } C_\psi = 0 \text{ om } \psi \leq 45^\circ$$

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

$$H_M = 1,0 \text{ för isklass IA Super och IA}$$

$$= 0,8 \text{ för isklass IB}$$

$$= 0,6 \text{ för isklass IC}$$

$C_1$  och  $C_2$  är faktorer för det frusna toppskiktet i rännan och kan sättas till 0 för isklasserna IA, IB och IC.

För isklass IA Super gäller:

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

$$2 \frac{B}{T} + 1$$

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

För fartyg med bulbstäv ska  $\varphi_1$  vara =  $90^\circ$ .

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

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

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

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

$$\psi = \arctan \left( \frac{\tan \psi_2}{\sin \alpha} \right)$$

Följande villkor ska gälla:  $20 \geq \left(\frac{LT}{B^2}\right)^3 \geq 5$

**Krav på maskineffekt för fartyg byggda före den 1 september 2003 med isklass IA Super och IA**

6 § För att erhålla isklass IA Super eller IA ska fartyg byggda före den 1 september 2003 uppfylla kraven i 5 §.

Kan skrovparametrar inte bestämmas enligt 5 § ska nedanstående formel tillämpas.

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

För isklass IA kan  $C_1$  och  $C_2$  sättas = 0.

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, beräknas  $C_1$  och  $C_2$  enligt nedan:

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

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

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

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

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

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

$$\text{Följande villkor ska gälla: } 20 \geq \left(\frac{LT}{B^2}\right)^3 \geq 5$$

Underlag för kontrollberäkning av effektkrav finns i bilaga 1.

**Andra metoder för bestämning av  $K_e$  eller  $R_{CH}$**

7 § Transportstyrelsen kan för enskilda fartyg, i stället för värden angivna i 5 och 6 §§ för  $K_e$  eller  $R_{CH}$ , godkänna  $K_e$  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

**Krav på maskineffekt för fartyg byggda före den 1 september 2003 med isklass IB och IC**

8 § För att erhålla isklass IB eller IC på fartyg byggda före den 1 september 2003 får maskineffekten inte vara mindre än den som anges i nedanstående formel och i ingen händelse mindre än 740 kW.

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

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

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

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

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

$\varphi_1$  = den framåtriktade vinkeln mellan förstäven och UIWL. Om stäven bildar en jämn kurva inom isbältet, som definierat i 4 kap. 9 §, kan den framställas som en rät linje mellan stävens skärningspunkter med isbältets övre och nedre gränser. Om stäven bildar en bruten linje, ska det största värdet för  $\varphi_1$  användas.

$$f_2 = 1,1 \text{ för en bulbstäv}$$

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

$f_4$  och  $P_o$  ska tas som följer:

	IB	IC	IB	IC
	$\Delta < 30\ 000$		$\Delta \geq 30\ 000$	
$f_4$	0,22	0,18	0,13	0,11
$P_o$	370	0	3070	2100

$\Delta$  = fartygets displacement [t] på det största isklassdjupgåendet enligt 2 kap. 1 §. Displacementet behöver inte tas större än 80 000 t.

9 § Om fartyget har egenskaper som kan förutsättas förbättra fartygets prestanda då det går i is, kan Transportstyrelsen godkänna en maskineffekt som är mindre än den som krävs enligt 8§.

## 4 kap. Skrovkonstruktion

### Tillämplighet

1 § För fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2012 ska bestämmelserna i 3–30 §§ tillämpas.

2 § För fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2012 eller senare ska bestämmelserna i 31–60 §§ tillämpas.

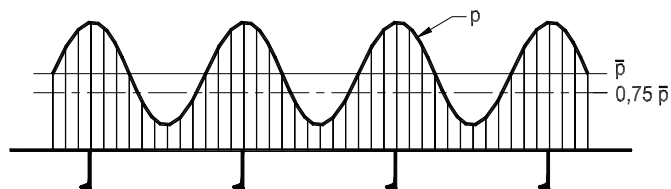
### Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2012

3 § De formler och värden, som ges i detta kapitel för måttsättning av skrovdelar, kan ersättas av mera exakta metoder, om dessa godkänts av Transportstyrelsen eller klassificeringssällskap.

4 § Om de materialdimensioner för ett icke förstärkt fartyg som fås enligt dessa regler är mindre än de som krävs av klassificeringssällskap, ska klassificeringssällskapets regler användas.

5 § Spantdistanser och avstånd ska mätas i ett vertikalplan parallellt med fartygets centerlinje. Om däremot fartygets sida avviker mer än 20° från ett vertikalplan parallellt med fartygets centerlinje ska spantdistanser och avstånd mätas utmed fartygssidan.

Istrycket på ett spant kan vara högre än på plåten mellan spanten. Belastningsfördelningen antas vara som visas i figur 2.

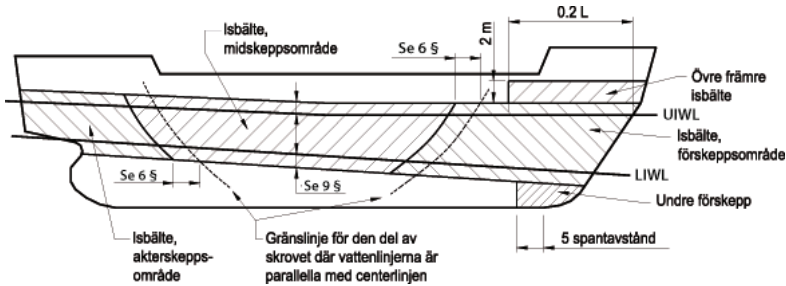


Figur 2  
Isbelastningsfördelning på fartygssidan

### Områden

6 § Fartygets skrov indelas i områden enligt figur 3.





Figur 3

**Förskeppsområdet:** Från förstäven till en linje parallell med och  $0,04L$  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 akter gräns till en linje parallell med och  $0,04L$  akter om den akter 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 akter gräns till akterstäv.  $L$  är den av klassificeringssällskapet tillämpade regellängden.

## Isbelastning

### Belastningsområdets höjd

7 § Ett isförstärkt fartyg antas gå i trafik i isförhållanden i öppen sjö motsvarande jämn is med en tjocklek som inte är över  $h_0$ . Beräkningshöjden  $h$  av det område som är under isbelastning vid en viss tidpunkt antas dock vara endast en del av istjockleken. Värden för  $h_0$  och  $h$  ges i tabell 3.

Isklass	$h_0$ [m]	$h$ [m]
IA Super	1,0	0,35
IA	0,8	0,30
IB	0,6	0,25
IC	0,4	0,22

Tabell 3

*Istryck*

**8 §** Beräkningsistrycket beräknas med formeln

$$p = c_d \cdot c_l \cdot c_a \cdot p_o \text{ [MPa]}, \text{ där}$$

$c_d$  = faktor som beaktar inverkan av fartygets storlek och maskineffekt.

Faktorn beräknas med formeln:

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

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

$a$  och  $b$  ges i tabell 4:

	Område			
	För		Midskepps & akter	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
$a$	30	6	8	2
$b$	230	518	214	286

Tabell 4

$\Delta$  = fartygets displacement på övre isvattenlinjen enligt 2 kap. 1 § [t]

$P$  = fartygets faktiska kontinuerliga maskineffekt [kW]

$c_l$  = faktor som beaktar sannolikheten att beräkningsistrycket uppträder i ett visst område av skrovet för ifrågavarande isklass.

Värdet av  $c_l$  ges i tabell 5:

Isklass	Område		
	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

Tabell 5

$c_a$  = 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:

$$c_a = \frac{47 - 5l_a}{44}, \text{ maximum } 1,0; \text{ minimum } 0,6$$

$l_a$  ska tas som följer av tabell 6:

Struktur	Spantningstyp	$l_a$ [m]
Bordläggning	tvärskepps	spantavståndet
	längskepps	2 · spantavståndet
Spant	tvärskepps	spantavståndet
	längskepps	spantets spännvidd
Isvägare		vägarrens spännvidd
Ramspant		2 · avståndet mellan ramspanten

Tabell 6

$p_o$  = det nominella istrycket; värdet 5,6 MPa ska användas.

### Bordläggning

9 § Isbältets vertikala utsträckning ska vara enligt figur 3 och ha en vertikal utsträckning enligt tabell 7:

Isklass	Ovan UIWL [m]	Under LIWL [m]
IA Super	0,6	0,75
IA	0,5	0,6
IB	0,4	0,5
IC	0,4	0,5

Tabell 7

Dessutom ska följande områden förstärkas:

**Undre förskeppet:** För isklass IA Super ska bordläggningsplåten nedanför isbältet, mellan förstäven och en position fem huvudspantavstånd 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.

#### Allmänna råd

*Det rekommenderas att förskeppet förstärks på motsvarande sätt på fartyg med lägre servicefart, om det t.ex. av modellförsök framgår att fartyget kommer att ha en kraftig bogvåg.*

10 § Fönsterventiler får inte placeras i isbältet. Om väderdäcket i någon del av fartyget är beläget nedanför isbältets övre kant, till exempel i däcksbrunnen 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.

*Plåttjocklek i isbältet*

**11 §** Vid tvärskeppsspantning ska bordläggningsplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

$$t = 667s \sqrt{\frac{f_1 p_{pL}}{\sigma_y}} + t_c [\text{mm}]$$

Vid längskeppsspantning ska bordläggningsplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

$$t = 667s \sqrt{\frac{p_{pL}}{f_2 \sigma_y}} + t_c [\text{mm}]$$

$s$  = spantavståndet [m]

$p_{pL}$  = 0,75  $p$  [MPa]

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa]

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

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

$$f_2 = 1,4 - 0,4 (h/s); \text{ då } 1 \leq h/s < 1,8$$

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m]

$\sigma_y$  = materialets sträckgräns [N/mm<sup>2</sup>]; följande värden ska användas:

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

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

$\sigma_y = 355 \text{ N/mm}^2$  för höghållfast skrovkonstruktionsstål

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

$t_c$  = slit- och korrosionsmån [mm]; normalt ska  $t_c$  vara 2 mm.

Om en speciell ytbeläggning har lagts på och underhålls, vilken erfarenhetsmässig kan stå emot slitaget från isen, kan lägre värden godkännas.

## Spant

12 § Den vertikala utsträckningen av spantningen ska som lägst uppfylla kraven enligt tabell 8:

Isklass	Område	Ovan UIWL [m]	Under LIWL [m]
IA Super	från stäven till 0,3 L akter om den	1,2	till tanktak eller under överkant av bottenstockar
	akter om 0,3 L från stäven	1,2	1,6
	midskepps	1,2	1,6
	akter	1,2	1,2
IA, IB, IC	från stäven till 0,3 L akter om den	1,0	1,6
	akter om 0,3 L från stäven	1,0	1,3
	midskepps	1,0	1,3
	akter	1,0	1,0

Tabell 8

Där ett övre, främre isbälte krävs enligt 9 § ska isförstärkningen av spantningen sträcka sig till minst höjden av detta isbälte.

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

### Tvårskeppsspant

13 § Motståndsmomentet för ett huvud- eller mellantvårskeppsspant ska beräknas med formeln:

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

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa]

$s$  = spantavståndet [m]

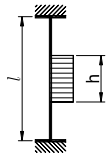
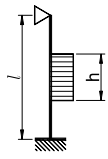
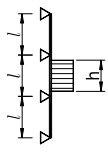
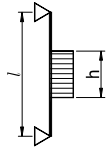
$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m]

$l$  = spantets spännvidd [m]

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

$\sigma_y$  = sträckgränsen som i 11 § [N/mm<sup>2</sup>]

$m_o$  = faktor vars värde ges i tabell 9:

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

Tabell 9

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

Då mindre än 15 procent av spannet  $l$  av spantet är inom området för förstärkningen enligt 12 §, kan ordinarie spantdimensioner användas.

#### Övre ändan av tvärskeppsspant

1. Övre ändan av den förstärkta delen av ett huvudspant eller ett mellanspant ska fästas till ett däck eller en isvägare enligt 17 och 18 §§.

2. Då ett spant slutar ovanför ett däck eller en isvägare, som befinner sig på eller ovanför isbältets övre kant enligt 9 §, kan den del som befinner sig ovanför detta däck eller denna vägare ha de materialdimensioner som skulle ha krävts av klassificeringssällskapet för ett icke förstärkt fartyg. Den övre ändan av mellanspantet kan förenas med bredvidliggande huvudspant med en vågrät karvel av samma dimension som huvudspantet. Ett sådant mellanspant kan även sträckas ut till ovanförliggande däck. Om det ovanförliggande däckets befinner sig mer än 1,8 meter ovanför isbältet, behöver mellanspantet inte fästas till detta däck utom i förskeppsområdet.

*Nedre ändan av tvärskeppsspant*

1. Nedre ändan av den förstärkta delen av ett isspant eller av ett mellanspant ska fästas till ett däck, tanktak eller en isvägare enligt 17 och 18 §§.

2. Då ett mellanspant avslutas nedanför ett däck, tanktak eller en isvägare, som är belägen på eller nedanför isbältets undre kant enligt 9 §, kan nedre ändan förbindas med intilliggande huvudspant med en vågrät karvel med samma materialdimensioner som huvudspantet.

*Långskeppsspant*

**14 §** Motståndsmomentet för ett långskeppsspant ska beräknas enligt formeln:

$$Z = \frac{f_3 \cdot f_4 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 [\text{cm}^3]$$

Skjuvarean av ett långskeppsspant ska vara:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_3 \cdot p \cdot h \cdot l}{2\sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2]$$

Denna formel ska tillämpas endast om långskeppsspantet fästs till stödjande konstruktioner med knäbrickor, såsom är föreskrivet i 15 §.

$f_3$  = faktor som beaktar belastningens fördelning på närliggande spant

$$f_3 = (1 - 0,2 \text{ h/s})$$

$f_4$  = faktor som beaktar belastningskoncentrationen till understödspunkten;

$$f_4 = 0,6$$

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m]

$s$  = spantavstånd [m]. Spantavståndet ska inte överskrida 0,35 meter för isklasserna IA Super eller IA och ska i ingen händelse överskrida 0,45 meter

$l$  = spantets spännvidd [m]

$m$  = randvillkorsfaktor:  $m = 13,3$  för en kontinuerlig balk; då randvillkoren avviker avsevärt från en kontinuerlig balk, t.ex. i ett ändområde, kan en lägre randvillkorsfaktor användas

$\sigma_y$  = sträckgräns som i 11 § [N/mm<sup>2</sup>]

*Allmänt om spantning*

**15 §** 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, som 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 liv och dess kant ska vara tillräckligt stark för att stå emot buckling.

**16 §** För isklass IA Super och IA i förskepps- och midskeppsområdet samt för isklass IB och IC i förskeppsområdet ska följande gälla i det isförstärkta området:

1. Spant som inte står vinkelrätt mot bordläggningen ska stödjas mot kantring med brickor, interkostaler, vägare eller liknande på ett avstånd som inte överstiger 1300 mm.

2. Spanten ska fästas till bordläggningen med dubbel kontinuerlig svets. Notchar är tillåtna endast vid svetsar i bordläggningsplåten.

3. Spantens livplåstjocklek ska vara minst hälften av bordläggningsplåtens tjocklek och i varje fall inte tunnare än 9 mm. Där ett däck, tanktak eller skott ersätter ett spant, ska plåttjockleken vara enligt ovan till ett djup motsvarande höjden av närliggande spant.

## Isvägare

### *Vägare inom isbältet*

**17 §** Motståndsmoment för en vägare som befinner sig inom isbältet enligt 9 § ska beräknas enligt formeln:

$$Z = \frac{f_5 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} 10^6 [cm^3]$$

Skjuvarean ska vara:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_5 \cdot p \cdot h \cdot l}{2 \sigma_y} 10^4 [cm^2]$$

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m]

Produkten  $p \cdot h$  ska inte tas mindre än 0,30.

$l$  = vägarens spännvidd [m]

$m$  = randvillkorsfaktor enligt 14 §

$f_5$  = faktor som beaktar belastningens fördelning på tvärskeppsspanten;  
 $f_5 = 0,9$

$\sigma_y$  = materialets sträckgräns som i 11 §.

### *Vägare utanför isbältet*

**18 §** Motståndsmomentet för en vägare som befinner sig utanför isbältet men som stöder isförstärkta spant ska beräknas med formeln

$$Z = \frac{f_6 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_y} (1 - h_s/l_s) 10^6 [cm^3]$$



Skjuvarean ska vara:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_6 \cdot p \cdot h \cdot l}{2\sigma_y} (1 - h_s/l_s) 10^4 [\text{cm}^2]$$

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m].

Produkten  $p \cdot h$  ska inte tas mindre än 0,30

$l$  = vägarens spännvidd [m]

$m$  = randvillkorsfaktor enligt 14 §

$l_s$  = avstånd till närliggande isvägare [m]

$h_s$  = avståndet till isbältet [m]

$f_6$  = faktor som beaktar belastningsfördelningen till tvärskeppsspanten;  
 $f_6 = 0,95$

$\sigma_y$  = materialets sträckgräns som i 11 §.

### Smala sidodäck

**19 §** Smala sidodäck vid lucköppningar, vilka fungerar som isvägare, ska uppfylla kraven på motståndsmoment och skjuvarean enligt 17 § respektive 18 §. I fråga om osedvanligt långa lucköppningar kan klassificeringssällskap tillåta att produkten  $p \cdot h$  tas mindre än 0,30 men i ingen händelse mindre än 0,20.

### Allmänna råd

*Uppmärksamhet bör fästas vid fartygssidans inböjning under ispressning vid osedvanligt långa lucköppningar med tanke på konstruktionen av väderdäcksluckor och deras beslag.*

## Ramspant

### Belastning

**20 §** Den belastning som överförs till ett ramspant från en isvägare eller från långskeppsspantning ska beräknas med formeln:

$$F = f_6 \cdot p \cdot h \cdot S [\text{MN}]$$

$p$  = istrycket som givet i 8 § [MPa];

vid beräkningen av  $c_a$  ska dock  $l_a$  tas som  $2 \cdot S$

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 7 § [m]

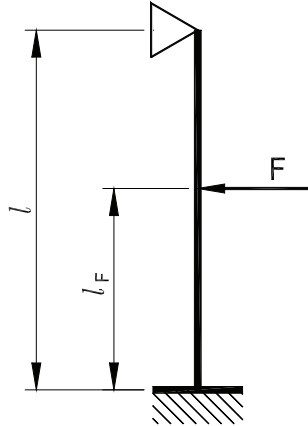
Produkten  $p \cdot h$  ska inte tas mindre än 0,30

$S$  = avståndet mellan ramspanten [m]

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 18 §.

*Motståndsmoment och skjuvarea*

21 § När ett ramspant följer konstruktionsmodellen i figur 4, ska motståndsmomentet och skjuvarean beräknas med nedanstående formler:



Figur 4

Skjuvarea:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot \alpha \cdot Q}{\sigma_y} 10^4 [\text{cm}^2]$$

$\alpha$  = som givet i nedanstående tabell

$\sigma_y$  = sträckgränsen som i 11 §

$Q$  = beräknad maximal skärkraft för lasten F enligt 20 §, eller  $k_1 \cdot F$  där:

$$k_1 = 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^3 - \frac{3}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^2 \text{ eller}$$

$$= \frac{3}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^2 - \frac{1}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^3 \text{ beroende på vilket värde som är störst.}$$

För ramspantens nedre del ska det minsta  $l_F$ -värdet inom isbältet användas, och för övre delen ska det största  $l_F$ -värdet inom isbältet användas.

Motståndsmoment:

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

$M$  = beräknat maximalt böjande moment för lasten F enligt 20 §, eller  $k_2 \cdot F \cdot l$  där:

$$k_2 = \frac{1}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^3 - \frac{3}{2} \left( \frac{l_F}{l} \right)^2 + \left( \frac{l_F}{l} \right)$$

$\gamma$  = som givet i tabellen nedan

$A =$  erforderlig skjuvarea då  
 $k_f = 1 + 1/2 (l_f/l)^3 - 3/2 (l_f/l)^2$

$A_a =$  ramspantens faktiska tvärsnittsarea

Faktorena  $\alpha$  och  $\gamma$

$A_f/A_w$	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
$\alpha$	1,50	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
$\gamma$	0	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

$A_f =$  tvärsnittsytta för fri fläns

$A_w =$  tvärsnittsytta för livplåten

**22 §** För andra arrangemang och randvillkor för ett ramspant än de som givits i 21 § ska en direkt spänningsberäkning utföras.

Punktbelastningen på ett ramspant är given i 20 §.

Angreppspunkten ska i varje enskilt fall, med hänsyn till arrangemanget av vägare och långskeppsspant, väljas så att största skjuvkrafter och böjmoment erhålls.

Följande spänningar ska tillämpas:

Skjuvspänning:  $\tau = \sigma_y / \sqrt{3}$

Böjspänning:  $\sigma_b = \sigma_y$

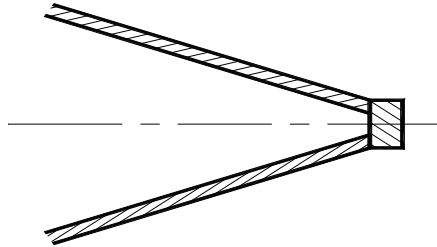
Jämförelsespänning:  $\sigma_c = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau^2} = \sigma_y$

**Förstäv**

**23 §** Stäven ska tillverkas av valsat, gjutet eller smitt stål eller av bockad stålplåt.

**Allmänna råd**

*I syfte att förbättra fartygets manöverförmåga i is rekommenderas en skarpkantad stäv enligt figur 5, speciellt för mindre fartyg med en längd under 150 m.*



Figur 5

Exempel på lämplig stäv

**24 §** För en stäv av bockad plåt ska plåttjockleken beräknas enligt formelerna i 11 § under antagande att:

$s$  = avståndet mellan de element som stödjer plåten [m]

$p_{PL}$  =  $p$  enligt 8 § [MPa]

$l_a$  = avståndet mellan vertikala understödjande element [m]

Detsamma gäller för alla delar av bordläggningen som bildar en vinkel om 30° eller mer med centerlinjen i horisontalplanet i anslutning till en trubbig stäv.

Stäven och den del av en trubbig stäv som beskrivs i första stycket ska stödjas av bottenstockar eller knäbrickor, vilkas inbördes avstånd inte överstiger 0,6 m och vilkas tjocklek är minst hälften av bordläggningsplåtens tjocklek. Förstärkningen av stäven ska sträcka sig från kölen till en punkt 0,75 m över UIWL eller, då ett övre främre isbälte krävs enligt 9 §, till isbältets övre gräns.

#### Arrangemang för bogsering

**25 §** Ett klys med en öppning på minst 250 x 300 mm, en längd av minst 150 mm och en radie för inre ytan på minst 100 mm ska placeras i brädgången i bogen på centerlinjen.

En pollare eller annan anordning där en bogserlina kan läggas fast ska finnas, dimensionerad att hålla brottsbelastningen på bogserlinan.

**26 §** På fartyg vars displacement inte överstiger 30 000 ton ska den del av bogen, som sträcker sig till en höjd av minst 5 meter över UIWL och minst 3 meter akterut från stäven, förstärkas för att hålla de belastningar som förorsakas vid bogsering i klyka. För detta ändamål ska mellanspant sättas in och spanten ska stödjas av vägare eller däck.

## Akterskepp

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

### *Allmänna råd*

*Ett förhållandevis litet mellanrum mellan propellerbladspetsen och akterstävven bör undvikas, då detta kan förorsaka höga belastningar på bladspetsen.*

28 § 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.

29 § En akterspegel ska om möjligt inte utsträckas under UIWL. Kan detta inte undvikas ska den del av akterspegeln som befinner sig under UIWL hållas så smal som möjligt. Den del av en akterspegel som befinner sig inom isbältet ska förstärkas på samma sätt som midskeppsområdet.

### *Allmänna råd*

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

## Slingerkölar

30 § Infästningen av en slingerköl till skrovet ska utformas så att risken för skada på skrovet är så liten som möjligt om slingerkölen skulle slitas loss.

### *Allmänna råd*

*I syfte att begränsa skadan då en slingerköl delvis slits loss i is bör slingerkölar delas upp i korta, separata längder.*

## Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2012 eller senare

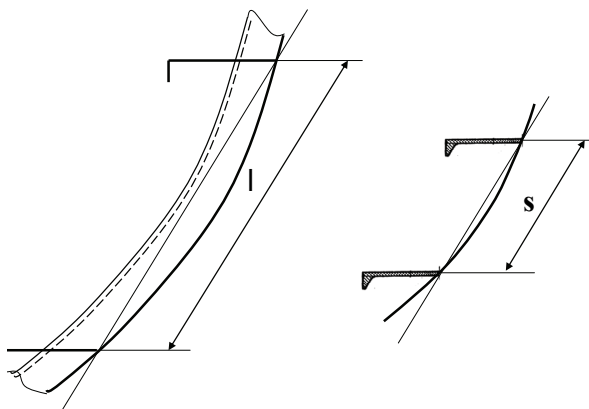
31 § Om Transportstyrelsen eller klassificeringssällskap anser att de formler och värden som är beskrivna i detta kapitel inte är representativa eller applicerbara för en specifik detalj eller en viss struktur, kan de ersättas med direktberäkning. I övriga fall ska inte direktberäkning användas som ett alternativ till de analytiska metoder som finns föreskrivna i 31–59 §§.

**32 §** Vid direktberäkning ska belastningsfördelning, vilken definieras i figur 7, användas. Det tryck som ska användas är  $1,8 p$  där  $p$  bestäms i enlighet med 41 §. 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. Horisontala platser ska kontrolleras, speciellt sådana som är centrerade mitt i en spännvidd eller mellan två spant. Om lastutbredningen  $l_a$  inte kan bestämmas utifrån strukturens utformning, ska flera värden av  $l_a$  kontrolleras och motsvarande värden för  $c_a$  användas.

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

**34 §** Om de materialdimensioner för ett icke förstärkt fartyg som fås enligt dessa regler är mindre än de som krävs av klassificeringssällskap, ska klassificeringssällskapets regler användas.

**35 §** Spantavstånden och spännvidden för balkar som definieras i denna paragraf antas normalt sett (i enlighet med ett klassificeringssällskaps regler för det aktuella fartyget) mätas längs med ett plattfält, vinkelrätt mot förstyvningen för plattan, längs med en fläns samt längs med den fria ändan för plattjärn. 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, vebbspant, däck eller skott). Figur 6 visar hur spännvidd och spantavstånd bestäms.

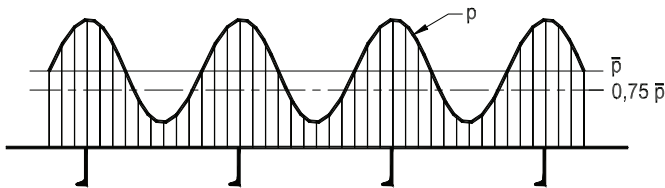


Figur 6  
Bestämning av spännvidd och spantavstånd

**36 §** Den effektiva bredden av ett plattfält som används vid beräkning av det kombinerade böjmotståndet för förstyvning, sidovägare, spant och tillhörande plattfält ska beräknas i enlighet med ett klassificeringssällskaps regler. Den effektiva bredden ska inte vara större än vad som anges i ett accepterat klassificeringssällskaps regler för aktuellt fartyg.

**37 §** Kraven för motståndsmoment och skjuvarea för spant, stringer och plåtspant i 44, 46, 47, 50 och 51 §§ är beskrivna med hänsyn till den effektiva delens tvärsnitt. I de fall då elementet inte är vinkelrätt mot plattfältet ska egenskaperna justeras så att de stämmer överens med ett klassificeringssällskaps regler för aktuellt fartyg.

**38 §** Istrycket på ett spant kan vara högre än på plåten mellan spanten. Belastningsfördelningen antas vara som visas i figur 7.

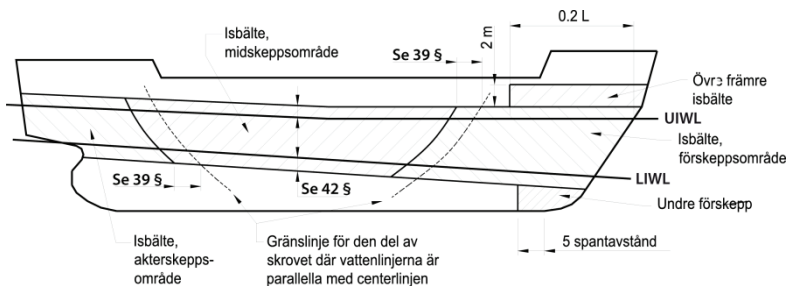


Figur 7

*Isbelastningsfördelning på fartygssidan.*

## Områden

**39 §** Fartygets skrov indelas i områden enligt figur 8.



Figur 8

**Förskeppsområdet:** Från förstäven till en linje parallell med och  $0,04L$  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 akte gräns till en linje parallell med och  $0,04L$  akter om den akte 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 akte gräns till akterstäven.  $L$  är den av klassificeringssällskapet tillämpade regellängden.

## Isbelastning

### Belastningsområdets höjd

**40 §** Ett isförstärkt fartyg antas gå i trafik i isförhållanden i öppen sjö motsvarande jämn is med en tjocklek som inte är över  $h_0$ . Beräkningshöjden  $h$  av det område som är under isbelastning vid en viss tidpunkt antas dock vara endast en del av istjockleken. Värden för  $h_0$  och  $h$  ges i tabell 10.

Isklass	$h_0$ [m]	$h$ [m]
IA Super	1,0	0,35
IA	0,8	0,30
IB	0,6	0,25
IC	0,4	0,22

Tabell 10

### Istryck

**41 §** Beräkningsistryck beräknas med formeln

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

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

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

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



$a$  och  $b$  ges i tabell 11:

	Område			
	För		Midskepps & akter	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

Tabell 11

$\Delta$  = fartygets displacement på övre isvattenlinjen enligt 2 kap. 1 § [t]

$P$  = fartygets faktiska kontinuerliga maskineffekt [kW]

$C_p$  = faktor som beaktar sannolikheten att beräkningsstrycket uppträder i ett visst område av skrovet för ifrågavarande isklass.

Värdet av  $c_p$  ges i tabell 12:

Isklass	Område		
	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

Tabell 12

$c_a$  = 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:

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

$l_a$  ska tas som följer av tabell 13:

Struktur	Spantningstyp	$l_a$ [m]
Bordläggning	tvärskepps	spantavståndet
	längskepps	$1,7 \cdot$ spantavståndet
Spant	tvärskepps	spantavståndet
	längskepps	spantets spännvidd
Isvägare		vägarens spännvidd
Ramskant		$2 \cdot$ avståndet mellan ramskanten

Tabell 13

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

**Bordläggning**

42 § Isbältets vertikala utsträckning ska vara enligt tabell 14:

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

Tabell 14

Dessutom ska följande områden förstärkas:

**Undre förskeppet:** För isklass IA Super ska bordläggningsplåten nedanför isbältet, mellan förstaven och en position fem huvudspantavstånd 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 förstaven 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.

**Allmänna råd**

*Det rekommenderas att förskeppet förstärks på motsvarande sätt på fartyg med lägre servicefart, om det t.ex. av modellförsök framgår att fartyget kommer att ha en kraftig bogvåg.*

43 § Fönsterventiler får inte placeras i isbältet. Om väderdäcket i någon del av fartyget är beläget nedanför isbältets övre kant, till exempel i däcksbrunnen 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.

**Plåttjocklek i isbältet**

44 § Vid tvärskeppsspantning ska bordläggningsplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

$$t = 667s \sqrt{\frac{f_1 p_{pL}}{\sigma_y}} + t_c [\text{mm}]$$

Vid långskeppsspantning ska bordläggningsplåtarnas tjocklek bestämmas enligt formeln:

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

$s$  = spantavståndet [m]

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

$p$  = istrycket som givet i 41 § [MPa]

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

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

$$f_2 = 1,4 - 0,4 (h/s); \text{ då } 1 \leq h/s < 1,8$$

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]

$\sigma_y$  = materialets sträckgräns [N/mm<sup>2</sup>]; följande värden ska användas:

$\sigma_y$  = 235 N/mm<sup>2</sup> för skrovkonstruktionsstål med normal hållfasthet

$\sigma_y$  = 315 N/mm<sup>2</sup> för höghållfast skrovkonstruktionsstål

$\sigma_y$  = 355 N/mm<sup>2</sup> för höghållfast skrovkonstruktionsstål

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

$t_c$  = 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.

## Spant

45 § Den vertikala utsträckningen av spantningen ska som lägst uppfylla kraven enligt tabell 15:

Isklass	Område	Ovan UIWL [m]	Under LIWL [m]
IA Super	För	1,2	Ner till dubbelbotten eller under toppen av innerbotten
	Midskepps	1,2	2,0
	Akter	1,2	1,6
IA, IB, IC	För	1,0	1,6
	Midskepps	1,0	1,3
	Akter	1,0	1,0

Tabell 15

Där ett övre, främre isbälte krävs enligt 42 § ska isförstärkningen av spantningen sträcka sig till minst höjden av detta isbälte.

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

*Tvårskeppsspant*

**46 §** Motståndsmomentet för ett huvud- eller mellantvårskeppsspant ska beräknas med formeln:

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

Den effektiva skjuvarean ska beräknas med formeln

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

$p$  = istrycket som givet i 41 § [MPa]

$s$  = spantavståndet [m]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]

$l$  = spantets spännvidd [m]

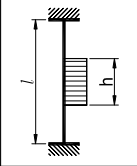
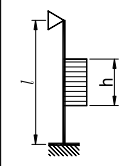
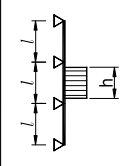
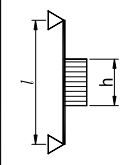
$$m_t = \frac{7m_o}{7-5h/l}$$

$f_3$  = faktor som beaktar den maximala skjuvkraften i förhållande till lastpositionen och skjuvspänningens utbredning

$$f_3 = 1,2$$

$\sigma_y$  = sträckgränsen som given i 44 § [N/mm<sup>2</sup>]

$m_o$  = faktor som beaktar randvillkoren. Faktorns värde ges i tabell 16:

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

Tabell 16

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

Då mindre än 15 procent av spannet  $l$  av spantet är inom området för förstärkningen enligt 42 §, kan ordinarie spantdimensioner användas.

#### Övre ändan av tvärskeppsspant

1. Övre ändan av den förstärkta delen av ett huvudspant eller ett mellanspant ska fästas till ett däck eller en isvägare enligt 50 och 51 §§.

2. Då ett spant slutar ovanför ett däck eller en isvägare, som befinner sig på eller ovanför isbältets övre kant enligt 42 §, kan den del som befinner sig ovanför detta däck eller denna vägare ha de materialdimensioner som skulle ha krävts av klassificeringssällskapet för ett icke förstärkt fartyg. Den övre ändan av mellanspantet kan förenas med bredvidliggande huvudspant med en vågrät karvel av samma dimension som huvudspantet.

*Nedre ändan av tvärskeppsspant*

1. Nedre ändan av den förstärkta delen av ett isspant eller av ett mellanspant ska fästas till ett däck, tanktak eller en isvägare enligt 50 och 51 §§.

2. Då ett mellanspant avslutas nedanför ett däck, tanktak eller en isvägare, som är belägen på eller nedanför isbältets undre kant enligt 42 §, kan nedre ändan förbindas med intilliggande huvudspant med en vågrät karvel med samma materialdimensioner som huvudspantet. Huvudspant beläget vid den nedre delen av isbältet ska vara isförstärkt enligt 40 §.

*Längskeppsspant*

47 § Motståndsmomentet för ett längskeppsspant ska beräknas enligt formeln:

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

Den effektiva skjuvarean av längskeppsspant beräknas enligt följande:

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

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

$f_4$  = faktor som beaktar lastutbredningen på närliggande spant

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

$f_5$  = faktor som beaktar maximal skjuvkraft i förhållande till belastningsposition och skjuvspänningsfördelning på tvärskeppsspanten

$$f_5 = 2,16$$

$p$  = istrycket som givet i 41 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]

$s$  = spantavståndet [m]

$l$  = den totala spännvidden av spantet [m]

$m$  = randvillkorsfaktor:  $m = 13,3$  för en kontinuerlig balk; då randvillkoren avviker avsevärt från en kontinuerlig balk, till exempel i ett ändområde, kan en lägre randvillkorsfaktor användas.

För spant utan brickor ska  $m$  antas  $m = 11,0$

$\sigma_y$  = sträckgräns i enlighet med 44 § [N/mm<sup>2</sup>].

*Allmänt om spantning*

48 § Inom det isförstärkta området ska alla spant effektivt fästas till alla stödjande konstruktioner. Ett längskeppsspant 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 stöbricka. En bricka ska ha minst samma tjocklek som spantets liv och dess kant ska vara tillräckligt stark för att stå emot buckling.

**49 §** För isklass IA Super och IA i förskepps- och midskeppsområdet samt för isklass IB och IC i förskeppsområdet ska följande gälla i det isförstärkta området:

1. Spanten ska vara fästade till bordläggningen med dubbel kontinuerlig svets. Inga uddar är tillåtna (förutom när en svets korsar en bordläggnings ända).
2. Livets tjocklek på spantet ska åtminstone ha det största värdet av följande:
  - $\frac{h_w \sqrt{\sigma_Y}}{C}$ ,  $h_w$  är livets höjd och  
 $C = 805$  för profiler och  
 $C = 282$  för plattjärn
  - 2,5 procent av spantavståndet för tvärskeppsspantning
  - hälften av nettotjockleken för bordläggningen  $t-t_c$ . När tjockleken av livets tjocklek på spanten beräknas, ska tjockleken på bordläggningen beräknas i enlighet med 44 §, men  $\sigma_y$  för spanten ska då användas, eller
  - 9 mm.

Där det är ett däck, tanktak eller skott i stället för ett spant, ska plattjockleken beräknas som ovan. Plattjocklekens utbredning ska motsvaras av höjden av närliggande spant.

3. Spant, som inte ligger vinkelrätt mot plattfält 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 förstärkningar samt för spant, vilka inte ligger vinkelrätt mot bordläggningen i följande områden:

IA Super	Samtliga skrovområden
IA	För- och midskeppsområden
IB och IC	Förområdet

## Isvägare

*Isvägare inom isbältet*

**50 §** Motståndsmoment för en vägare som befinner sig inom isbältet enligt 9 § ska beräknas enligt formeln:

$$Z = \frac{f_6 \cdot f_7 \cdot p \cdot h \cdot l^2}{m \cdot \sigma_Y} 10^6 \text{ [cm}^3 \text{ ]}$$

Skjuvarean ska vara:

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

$p$  = istrycket som givet i 41 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]

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

$l$  = vägarens spännvidd [m]

$m$  = randvillkorsfaktor enligt 47 §

$f_6$  = faktor som beaktar belastningens fördelning på tvärskeppsspanten  
 $f_6 = 0,9$

$f_7$  = faktor som beaktar beräkningspunkten på tvärskeppsspanten  
 $f_7 = 1,8$

$f_8$  = faktor som beaktar maximala skjuvkraften i förhållande till lastpositionen och skjuvspänningens utbredning  
 $f_8 = 1,2$

$\sigma_y$  = sträckgräns som given i 44 §.

#### *Isvägare utanför isbältet*

**51 §** Motståndsmomentet för en vägare som befinner sig utanför isbältet men som stöder isförstärkta spant ska beräknas med formeln

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

Skjuvarean ska vara:

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

$p$  = istrycket som givet i 41 § [MPa]

$h$  = höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]

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

$l$  = isvägarens spännvidd [m]

$m$  = randvillkorsfaktor enligt 47 §

$l_s$  = avstånd till närliggande isvägare [m]

$h_s$  = avstånd till isbältet [m]

$f_9$  = faktor som beaktar lastens utbredning till tvärskeppsspanten  
 $f_9 = 0,8$

$f_{10}$  = faktor som beaktar beräkningspunkten på vägare  
 $f_{10} = 1,8$

$f_{11}$  = faktor som beaktar den maximala skjuvkraften i förhållande till lastpositionen och skjuvspänningens utbredning  
 $f_{11} = 1,2$

$\sigma_y$  = materialets sträckgräns som given i 44 § (N/mm<sup>2</sup>).



### Smala sidodäck

**52 §** Smala sidodäck vid lucköppningar, vilka fungerar som isvägare, ska uppfylla kraven på motståndsmoment enligt 46 § och skjuvarea enligt 47 §. 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.

#### *Allmänna råd*

*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.*

### Ramspant

#### *Belastning*

**53 §** Den belastning som överförs till ett ramspant från en isvägare eller från långskeppsspantning ska beräknas med formeln:

$$F = f_{12} \cdot p \cdot h \cdot S \text{ [MN]}$$

$$p = \text{istrycket som givet i 41 § [MPa]} \\ \text{vid beräkning av } c_a \text{ ska dock } l_a \text{ tas som } 2 \cdot S.$$

$$h = \text{höjden av belastningsområdet som given i 40 § [m]}$$

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

$$S = \text{avståndet mellan ramspanten [m]}$$

$$f_{12} = \text{säkerhetsfaktorn för ramspanten} \\ f_{12} = 1,8$$

I de fall den stödjande isvägaren ligger utanför isbältet ska kraften  $F$  multipliceras med  $(l - h_s / l_s)$ , där  $h_s$  och  $l_s$  är definierade i 51 §.

#### *Motståndsmoment och skjuvarea*

**54 §** Motståndsmomentet och skjuvarean beräknas med nedanstående formler:

Skjuvarea:

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

$$\alpha = \text{som givet i nedanstående tabell}$$

$$f_{13} = \text{faktor som beaktar skjuvkraftens utbredning} \\ f_{13} = 1,1$$

$$\sigma_y = \text{sträckgränsen som given i 44 §}$$

$$Q = \text{beräknad maximal skärkraft för lasten } F \text{ enligt 21 §.}$$

$F$  följer av figur 4 samt 53 §.

Motståndsmoment:

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

$M$  = beräknat maximalt böjande moment för lasten  $F$ , detta ska räknas som  $= 0,193 \times F \times 1$

$\gamma$  = som givet i tabellen nedan

$A$  = erforderlig skjuvarea

$A_a$  = ramspantens faktiska tvärsnittsarea  $A_a = A_f + A_w$

Faktorena  $\alpha$  och  $\gamma$

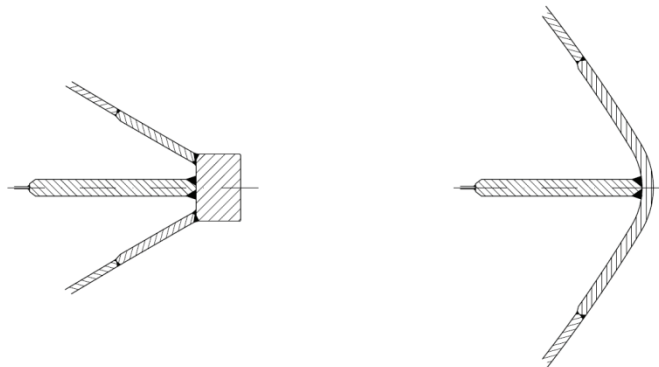
$A_f/A_w$	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
$\alpha$	1,50	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
$\gamma$	0	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

$A_f$  = tvärsnittsytta för fri fläns

$A_w$  = tvärsnittsytta för livplåten

### Förstäv

55 § Stäven ska tillverkas av valsat, gjutet eller smitt stål eller av bockad stålplåt.



Figur 9

Exempel på lämpliga konstruktioner av förstäven

**56 §** Plattjockleken för en bockad förstävsplåt och i de fall där det förekommer trubbig stäv samt för hela bordläggningen där  $\alpha \geq 30^\circ$  och  $\psi \geq 75^\circ$  (se 3 kap. 3 § för vinkeldefinition), ska beräknas enligt formeln i 44 § där det antas att:

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

$P_{pl} = p$  [MPa] se 44 §

$l_a$  är avståndet mellan de vertikala understödande elementen [m].

Stäven och den del av en trubbig stäv som beskrivs i första stycket ska stödjas av bottenstockar eller knäbrickor, vilkas inbördes avstånd inte får överstiga 0,6 m och vilkas tjocklek är minst hälften av bordläggningsplåtens tjocklek. Förstärkningen av stäven ska sträcka sig från kölen till en punkt 0,75 m över UIWL eller, då ett övre främre isbälte krävs enligt 40 §, till isbältets övre gräns.

## Akterskepp

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

### *Allmänna råd*

*Vid dimensionering av skrov på fartyg med propulsionsarrangemang med vridbara trustar 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.*

**57 §** För att undvika höga laster på propellerbladets spets ska distansen mellan propellern och skrovet (inkluderat akterspantet) inte vara mindre än  $h_0$ , se 40 §.

**58 §** 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.

**59 §** 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 kap. Roder och styrarrangemang

1 § 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.

2 § Den lokala strukturen för roder ska bestämmas med antagandet att hela rodret är inom isbältet. Vidare ska plattjocklek och spant på rodret beräknas i enlighet med motsvarande istryck,  $p$ , som för plattfält och spant inom midskeppsområdet.

3 § För isklass IA och IA Super ska rodret (roderstocken 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.

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

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

## 6 kap. Propeller, axlar och växlar

### Tillämplighet

1 § För fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2010 ska bestämmelserna i 3–14 §§ tillämpas.

2 § För fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2010 eller senare ska bestämmelserna i 15–49 §§ tillämpas.

### Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats före den 1 januari 2010

#### Ismoment

3 § Ismomentet beräknas enligt följande formel:

$$M = m \cdot D^2 \quad [\text{Mpm}], \text{ där:}$$

$D$  = propellerdiameter i meter

$m$  = 2,15 för isklass IA Super

= 1,60 för isklass IA

= 1,33 för isklass IB

= 1,22 för isklass IC

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

#### Propellrar

4 § Propellermaterialets brottöjning ska vara minst 19 procent för en provstav med en mätlängd = 5 ggr provstavens diameter. Slagsegheten vid Charpy V-prov ska vara minst 2,1 kpm vid -10°C.

#### *Allmänna råd*

*Propellermaterialets brottöjning rekommenderas vara minst 22 procent för en provstav av utförande som ovan.*

5 § Bredden  $c$  och tjockleken  $t$  av propellerbladets tvärsnitt ska bestämmas så att:

a) vid radien  $0,25 D/2$  för propellrar med fasta blad

$$ct^2 = \frac{2,70}{\sigma_b (0,65 + 0,7 \cdot H/D)} \cdot \left( 20000 \frac{P_s}{Z \cdot N} + 22000 \cdot M \right)$$

b) vid radien  $0,35 D/2$  för propellrar med vridbara blad

$$ct^2 = \frac{2,15}{\sigma_b(0,65 + 0,7 \cdot H/D)} \cdot (20000 \frac{P_s}{Z \cdot N} + 23000 \cdot M)$$

c) vid radien  $0,6 D/2$

$$ct^2 = \frac{0,95}{\sigma_b(0,65 + 0,7 \cdot H/D)} \cdot (20000 \frac{P_s}{Z \cdot N} + 28000 \cdot M)$$

där:  $c$  = längd i cm av bladets utbredda cylindriska tvärsnitt vid ifrågavarande radie

$t$  = motsvarande största tjocklek i cm vid ifrågavarande radie

$H$  = propellerns stigning i m vid ifrågavarande radie. (För propellrar med vridbara blad bör  $0,7 H_{nominell}$  användas)

$P_s$  = axelhästkrafttalet. Se 3 kap. 1 §

$N$  = propellervarvtalet r/min

$M$  = ismomentet, enligt 3 §

$Z$  = bladantalet

$\sigma_b$  = propellermaterialets brottgräns i  $\text{kp/mm}^2$

**6 §** Bladspetsens tjocklek,  $t$ , vid radien  $1,0 D/2$  ska bestämmas enligt följande formler:

isklass IA Super

$$t = (20 + 2D) \sqrt{\frac{50}{\sigma_b}} \text{ mm}$$

isklass IA, IB och IC

$$t = (15 + 2D) \sqrt{\frac{50}{\sigma_b}} \text{ mm}$$

där:  $D$  och  $\sigma_b$  är vad som angivits ovan.

**7 §** Tjockleken av övriga sektioner ska bestämmas av en jämn kurva som förenar ovannämnda sektioners tjocklekar.

**8 §** I de fall där den erhållna bladtjockleken är mindre än klassregeltjockleken ska den sistnämnda användas.

**9 §** Bladkanternas tjocklek får inte vara mindre än 50 procent av den beräknade spetstjockleken  $t$ , mätt vid  $1,25 t$  från kanten. För propellrar med vridbara blad i kombination med maskiner, vilka inte kan reverseras, gäller detta endast bladens ledande kant.

**10 §** Navmekanismens hållfasthet ska i en propeller med vridbara blad vara 1,5 gånger större än bladets hållfasthet då bladet antas vara belastat vid radien  $0,9 \cdot D/2$  i dess svagaste riktning.

### Propelleraxel

**11 §** Propelleraxelns diameter vid akre hylslagret får inte vara mindre än

$$d_s = 10,8^3 \sqrt{\frac{\sigma_b \cdot ct^2}{\sigma_y}}$$

där:  $\sigma_b$  = propellerbladets brottgräns i  $\text{kp}/\text{mm}^2$ ,  
 $ct^2$  = värdet som erhållits enligt 5 §,  
 $\sigma_y$  = sträckgränsen i  $\text{kp}/\text{mm}^2$  för propelleraxelns material.

Om propellernavets diameter är större än  $0,25 \cdot D$  ska följande formel användas:

$$d_s = 11,5^3 \sqrt{\frac{\sigma_b \cdot ct^2}{\sigma_y}}$$

där:  $\sigma_b$  och  $\sigma_y$  som ovan angivits  
 $ct^2$  = värdet som erhållits enligt 5 §.

**12 §** Om den erhållna diametern för propelleraxeln är mindre än klassregeldiametern, ska den sistnämnda användas. Axelns änddiametrar kan minskas enligt klassreglerna.

### Mellanaxlar

**13 §** Diametern,  $d_i$ , av mellanaxlar och tryckaxlar i fristående lager får inte vara mindre än:

$$d_i = 1,1 \cdot d_{\text{klassregel}} \text{ för isklass IA Super}$$

För isklasserna IA, IB och IC ska klassregeldiametern användas.

### Reduktionsväxlar

14 § För beräkning av den största tillåtna kuggbelastningen vid maximalt axelhästkrafttal  $P_s$  se 3 kap. 1 §, ska följande belastningsfaktor,  $K_i$ , användas:

$$K_i = K \frac{N}{N + \frac{M \cdot I_h \cdot R^2}{I_l + I_h \cdot R^2}}$$

där:  $K$  = klassregel-belastningsfaktorn

$M$  = ismomentet enligt 3 §

$N$  =  $0,716 P_s / n$

där:  $P_s$  = axelhästkrafttalet se 3 kap. 1 §

$n$  = motsvarande motorvarvtal r/min.

$R$  = reduktionsfaktor; förhållandet mellan inkommande axels varvtal och utgående axels varvtal

$I_h$  = masströghetsmomentet av de maskinkomponenter som roterar med det högre varvtalet

$I_l$  = masströghetsmomentet av de maskinkomponenter som roterar med det lägre varvtalet, propellern inkluderad med 30 procent tillägg för vatten ( $I_h$  och  $I_l$  bör uttryckas i samma dimension).

### Fartyg för vilka nybyggnadskontrakt tecknats den 1 januari 2010 eller senare

#### Definitioner

15 § Följande definitioner används i 16–49 §§:

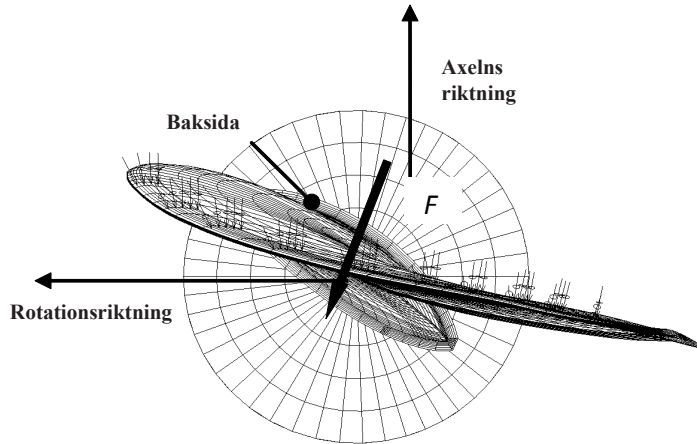
$c$	m	Längd på bladsektionens korda.
$c_{0.7}$	m	Längd på bladsektionens korda vid propellerradie 0,7R.
$CP$		Propeller med ställbar stigning.
$D$	m	Propellerdiameter.
$d$	m	Propellernavets ytterdiameter (vid propellerplanet).
$D_{limit}$	m	Gränsvärde för propellerdiameter.
$EAR$		Expanderad bladarea.



$F_b$	kN	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 10.
$F_{ex}$	kN	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 $0,8R$ .
$F_f$	kN	Den under livslängden maximala framåtriktade kraften på ett propellerblad till följd av växelverkan mellan propeller och is, inklusive hydrodynamiska laster på detta blad. Kraftens riktning är vinkelrät mot kordan $0,7R$ .
$F_{ice}$	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.
$I$	$\text{kgm}^2$	Ekvivalent masströghetsmoment för alla delar på maskin-sidan av den komponent som avses.
$I_t$	$\text{kgm}^2$	Ekvivalent masströghetsmoment för hela framdrivnings-systemet.
$K$		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 0,7R.
$P_{0.7n}$	m	Propellerstigning vid radie 0,7R och MCR i öppet vatten.
$P_{0.7b}$	m	Propellerstigning vid radie 0,7R och MCR i bollard pull.
$Q$	kNm	Vridmoment.
$Q_{emax}$	kNm	Maximalt motorvridmoment.
$Q_{max}$	kNm	Maximalt isinducerade vridmomentet till följd av växelverkan mellan propeller och is på ett propellerblad, inklusive hydrodynamiska laster på detta blad.
$Q_{motor}$	kNm	Toppvridmoment för elektrisk motor.
$Q_n$	kNm	Nominellt vridmoment vid MCR i öppet vatten.
$Q_r$	kNm	Maximalt reaktionsvridmoment längs propelleraxelns linje med hänsyn tagen till axellinjens dynamiska agerande vid ispåverkan (torsionsvibrationer) och genomsnittligt hydrodynamiskt vridmoment på propellern.
$Q_{smax}$	kNm	Det under livslängden maximala spindelvridmomentet på ett propellerblad till följd av växelverkan mellan propeller och is, inklusive hydrodynamiska laster på detta blad.
$R$	m	Propellerradie.
$r$	m	Bladsektionens radie.
$T$	kN	Propellertryck.
$T_b$	kN	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.
$T_f$	kN	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.
$T_n$	kN	Propellertryck vid MCR i öppet vatten.
$T_r$	kN	Maximal reaktionstryckkraft längs axeln med hänsyn tagen till dynamiskt agerande vid ispåverkan (axiella vibrationer) och genomsnittligt hydrodynamiskt tryck på propellern.
$t$	m	Maximal tjocklek på bladsektion.

<i>Weibull-fördelning</i>		Sannolikheten att $F_{ice}$ överskrider $F_{icemax}$ .
$Z$		Antal propellerblad.
$\alpha_i$	[grader]	Varaktighet av växelverkan mellan propellerblad och is angiven som rotationsvinkel.
$\gamma_\varepsilon$		Reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av spridning och provföremålets storlek.
$\gamma_v$		Reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av variation i belastningsamplitud.
$\gamma_m$		Reduktionsfaktor för utmattning; inverkan av genomsnittlig spänning.
$\rho$		Reduktionsfaktor för utmattning som korrelerar den maximala spänningsamplituden med den ekvivalenta utmattningsspänningen under $10^8$ påkänningscykler.
$\sigma_{0.2}$	MPa	Sträckgräns hos bladmaterialet.
$\sigma_{exp}$	MPa	Genomsnittlig utmattningshållfasthet hos bladmaterialet vid $10^8$ utmattningscykler i havsvatten.
$\sigma_{fat}$	MPa	Ekvivalent spänningsamplitud från isbelastning för utmattning vid $10^8$ påkänningscykler.
$\sigma_{fl}$	MPa	Karaktäristisk utmattningshållfasthet hos bladmaterialet.
$\sigma_{ref}$	MPa	Referensspänning $\sigma_{ref} = 0,6 \cdot \sigma_{0.2} + 0,4 \cdot \sigma_u$
$\sigma_{ref2}$	MPa	Referensspänning, det minsta värdet av $\sigma_{ref2} = 0,7 \cdot \sigma_u$ eller $\sigma_{ref2} = 0,6 \cdot \sigma_{0.2} + 0,4 \cdot \sigma_u$
$\sigma_{st}$	MPa	Maximal spänning resulterande från $F_b$ eller $F_f$
$\sigma_u$	MPa	Dragbrottgräns hos bladmaterialet.
$(\sigma_{ice})_{bma}$	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.



Figur 10

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

### Dimensionerande isförhållanden

16 § För bestämning av de dimensionerande isbelastningarna fastställs den maximala storleken på isblock enligt följande formel:

$$H_{ice} \cdot 2H_{ice} \cdot 3H_{ice}$$

$H_{ice}$  i isklass IA Super till IC framgår av tabell 17:

Isklass*	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

\* För definition av respektive isklass se 7 §.

### Material utsatt för havsvatten och havsvattentemperatur

17 § Material i komponenter som exponeras för havsvatten ska ha en förlängning som inte understiger 15 procent hos ett provobjekt där provets mätlängd är fem gånger dess diameter.

18 § Material i komponenter som utsätts för havsvattentemperaturer ska uppfylla kravet på 20 J slagenergi. 20 J slagenergi motsvarar medelvärdet av tre prover vid minus  $10^{\circ}\text{C}$ .

Ythärdade komponenter är undantagna från kravet på 20 J slagenergi.

## Propellrar

19 § Beräkningslasterna utgör de totala belastningarna inklusive is-inducerade laster och hydrodynamiska laster vid växelverkan mellan propeller och is.

För propellrar som inte är helt under vatten i barlastläge ska framdrivningssystemet konstrueras enligt isklass IA för isklasserna IB och IC.

$F_b$  och  $F_f$  ska tillämpas separat per blad.

*Beräkningslaster för öppna propellrar*

20 §  $F_b$  för öppna propellrar beräknas enligt följande formel:

$$F_b = 27 \cdot [n \cdot D]^{0.7} \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right]^{0.3} \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit}$$

$$F_b = 23 \cdot [n \cdot D]^{0.7} \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right]^{0.3} \cdot D \cdot H_{ice}^{1.4} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit},$$

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 procent av den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en FP-propeller.

21 §  $F_f$  för öppna propellrar beräknas enligt följande formel:

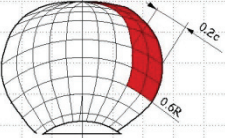
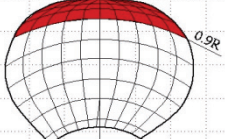
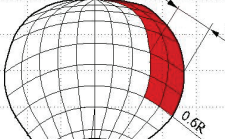
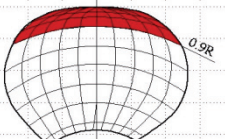
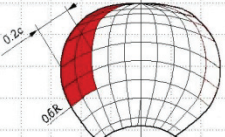
$$F_f = 250 \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right] \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit}$$

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

där

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

22 § Belastningsfall 1–4 ska tillämpas för CP- och FP-propellrar enligt tabell 18. Utöver detta ska för FP-propellrar belastningsfall 5 tillämpas som tar hänsyn till isbelastningar när propellern reverseras.

	Kraft	Belastningsområde	Högervridet propellerblad sett från bladets baksida
Belastningsfall 1	$F_b$	Konstant tryck som verkar på bladets baksida (sugsida) till ett område från 0,6R 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 0,9R.	
Belastningsfall 3	$F_f$	Konstant tryck som verkar på bladets framsida (trycksida) till ett område från 0,6R 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 0,9R.	
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 0,6R till spetsen och från bladets bakkant till 0,2 gånger kordans längd.	

Tabell 18

*Beräkningslaster för dyspropellrar*

**23 §**  $F_b$  för dyspropellrar beräknas enligt följande formel:

$$F_b = 9.5 \cdot [n \cdot D]^{0.7} \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right]^{0.3} \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit},$$

$$F_b = 66 \cdot [n \cdot D]^{0.7} \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right]^{0.3} \cdot D^{0.6} \cdot H_{ice}^{1.4} \text{ [kN]}, \text{ när } D > D_{limit},$$

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 procent av den nominella rotationshastigheten (vid MCR i öppet vatten) för en FP-propeller.

**24 §**  $F_f$  för dyspropellrar beräknas enligt följande formel:

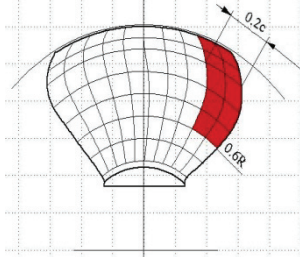
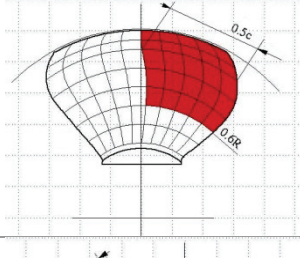
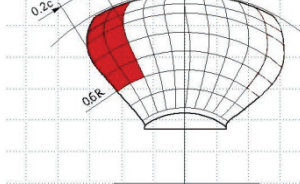
$$F_f = 250 \cdot \left[ \frac{EAR}{Z} \right] \cdot D^2 \text{ [kN]}, \text{ när } D \leq D_{limit},$$

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

där

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

**25 §** Belastningsfall 1 och 3 ska tillämpas för alla propellrar enligt tabell 19. Utöver detta ska för FP-propellrar belastningsfall 5 tillämpas som tar hänsyn till isbelastningar när propellern reverseras.

	Kraft	Belastningsområde	Högervridet propellerblad sett bakifrån
Belastningsfall 1	$F_b$	Konstant tryck som verkar på bladets baksida (sugsida) till ett område från 0,6R 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 0,6R 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 0,6R till spetsen och från bladets bakkant till 0,2 gånger kordans längd.	

Tabell 19

*Maximalt vridmoment på bladspindeln för öppna propellrar och dyspropellrar*

26 § Spindelvridmomentet  $Q_{smax}$  runt axeln för bladets infästning ska bestämmas för såväl  $F_b$  som  $F_f$  enligt tabell 18 och 19 ovan. Om ovanstående metod ger ett värde som är mindre än standardvärdet enligt nedanstående formel, ska standardvärdet användas.

$$\text{Standardvärde } Q_{smax} = 0.25 \cdot F \cdot c_{0.7},$$

där  $c_{0.7}$  är längden på bladsektionen vid radien 0,7R och  $F$  är det absoluta värdet av  $F_b$  eller  $F_f$ , av vilka det största värdet väljs.

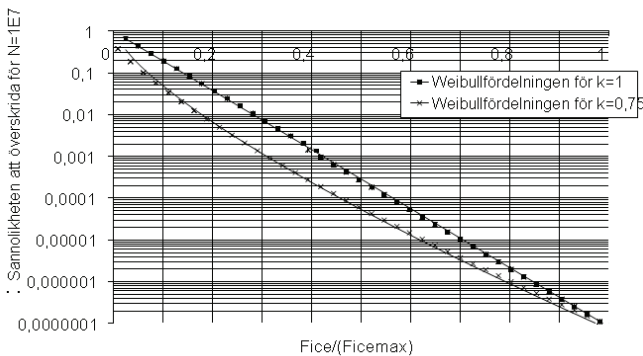


*Belastningsfördelningar för bladlaster*

27 § Weibullfördelningen (sannolikheten för att  $F_{ice}$  överskrider  $F_{icemax}$ ) enligt figur 11 ska användas för dimensionering av bladet mot utmattning.

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

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 11

*Weibullfördelningen som används för utmattningsdimensionering*

28 § Antalet belastningscykler per propellerblad i belastningsspektrumet ska bestämmas enligt följande formel:

$$N_{ice} = k_1 k_2 k_3 k_4 N_{class} n$$

där antal belastningar (referens) för isklasser  $N_{class}$  framgår av tabell 20:

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

Tabell 20

Propellerns lokaliseringsfaktor  $k_1$

Mittpropeller	Dubbel propeller
$k_1$	1,35

Tabell 21

Propellerns typfaktor  $k_2$

Typ	Öppen	I dysa
$k_2$	1	1,1

Tabell 22

Framdrivningssystemets typfaktor  $k_3$

Typ	Fast	Vridbar truster
$k_3$	1	1,2

Tabell 23

Nedsänkningsfaktorn  $k_4$  bestäms ur ekvationen

$$\begin{aligned}
 k_4 &= 0.8 - f && \text{för } f < 0 \\
 &= 0.8 - 0.4 \cdot f && \text{för } 0 \leq f \leq 1 \\
 &= 0.6 - 0.2 \cdot f && \text{för } 1 < f \leq 2.5 \\
 &= 0.1 && \text{för } f > 2.5
 \end{aligned}$$

där nedsänkningsfunktionen  $f$  är:

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

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 ( $Z$ ).

*Axiella beräkningslaster för öppna propellrar och dyspropellrar*

**29 §** De maximala istrycken framåt och bakåt på propellern beräknas enligt följande formel:

$$T_f = 1.1 \cdot F_f \text{ [kN]}$$

$$T_b = 1.1 \cdot F_b \text{ [kN]}$$

**30 §** Det dimensionerande trycket längs propellerns axellinje beräknas enligt nedanstående formel. Det största värdet av belastningen i framåt- och bakåtriktning ska användas som beräkningslast för båda riktningarna. Faktorerna 2,2 och 1,5 tar hänsyn till den dynamiska ökning som beror på axiell vibration.

I riktning framåt

$$T_r = T + 2.2 \cdot T_f \text{ [kN]}$$

I riktning bakåt

$$T_r = 1.5 \cdot T_b \text{ [kN]}$$

Om den hydrodynamiska bollard pull-kraften  $T$  inte är känd, används  $T$  från tabell 24:

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 $T_n$

Tabell 24

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

*Beräkningslaster för torsion*

31 §  $Q_{max}$  för öppna propellrar beräknas enligt följande formel:

$$Q_{max} = 10.9 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0.7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^3 \text{ [kNm]}$$

när  $D \leq D_{limit}$ ,

$$Q_{max} = 20.7 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0.7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^{1.9} \cdot H_{ice}^{1.1} \text{ [kNm]}$$

när  $D > D_{limit}$ ,

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 tabell 25:

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

Tabell 25

$n_n$  är 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.

32 §  $Q_{max}$  för dyspropellrar beräknas enligt följande formel:

$$Q_{max} = 7.7 \cdot \left[ 1 - \frac{d}{D} \right] \cdot \left[ \frac{P_{0,7}}{D} \right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^3 \text{ [kNm] när}$$

$$D \leq D_{limit},$$

$$Q_{max} = 14.6 \cdot \left[ 1 - \frac{d}{D} \right] \cdot \left[ \frac{P_{0,7}}{D} \right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^{1.9} \cdot H_{ice}^{1.1} \text{ [kNm] när}$$

$$D > D_{limit},$$

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 tabell 26:

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

Tabell 26

$n_n$  är 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.

**33 §** Beräkningen av isvridmoment på propellern för analys av transienta torsionvibrationer i axellinjen framgår av tabell 27.

Det resulterande vridmomentet från ett enstaka blads impuls som funktion av propellerns rotationsvinkel beräknas enligt följande formel:

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

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

där parametrarna  $C_q$  och  $\alpha_i$  ges av tabell 27.  $\alpha_i$  är varaktigheten av växelverkan mellan propellerblad och is uttryckt som propellerns rotationsvinkel enligt figur 12.

Vridmoments- alstring	Växelverkan mellan propellerblad och is	$C_q$	$\alpha_i$
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

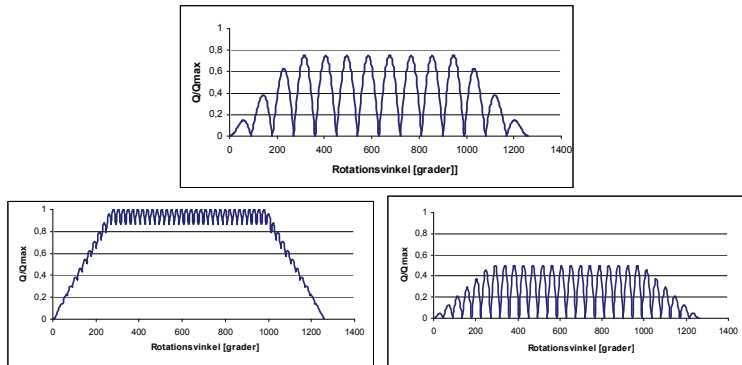
Tabell 27

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

Antalet propellervarv under en ismalningssekvens beräknas enligt formeln:

$$N_Q = 2 \cdot H_{ice}$$

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



Figur 12

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

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

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

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 tabell 28:

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	$0,75 Q_n$

Tabell 28

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

*Belastning vid bladhaveri*

**35 §** Brottsbelastningen vid ett bladhaveri som beror på plastisk böjning kring bladets rot ska beräknas enligt följande formel. Brottlasten verkar på bladet vid radien  $0,8R$  i bladets svagaste riktning. För beräkning av spindelns högsta vridmoment ska spindelarmen tas som  $2/3$  av det största av avstånden mellan bladets vridningsaxel och bladets framkant eller bakkant vid radien  $0,8R$ .

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

där

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

*Propellerkonstruktion*

**36 §** För att undvika att förlust av ett propellerblad medför betydande skada på andra komponenter i propellerns axellina ska hållfastheten på drivlinan dimensioneras enligt pyramidprincipen.

**37 §** För de dimensionerade beräkningslasterna ska påkänningar på propellerbladen beräknas. Beräkningen ska ske genom en finit elementanalys av spänningarna i bladen.

För att fastställa bladspänningarna för alla propellar i rotområdet ( $r/R < 0,5$ ) kan följande förenklade formel användas. Rotområdets dimensioner baserade på formeln kan, efter särskilt beslut av Transportstyrelsen, godkännas även om FEM-analysen skulle visa större spänningar i rotområdet.

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

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  $F_f$

**38 §** För de beräknade bladspänningarna ska följande kriterium vara uppfyllt:

$$\frac{\sigma_{ref2}}{\sigma_{st}} \geq 1.5,$$

där  $\sigma_{st}$  är den kalkylerade spänningen för beräkningslasterna. Om finita elementanalysen används för bestämning av spänningarna ska von Mises spänningar användas.

**39 §** Dimensioneringen för utmattning av propellerbladet ska 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 ska vara uppfyllt. Den ekvivalenta spänningen är normaliserad för 100 miljoner cykler.

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

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

där koefficienterna  $B_1$ ,  $B_2$  och  $B_3$  för öppna propellrar och dyspropellrar är angivna i tabell 29:

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

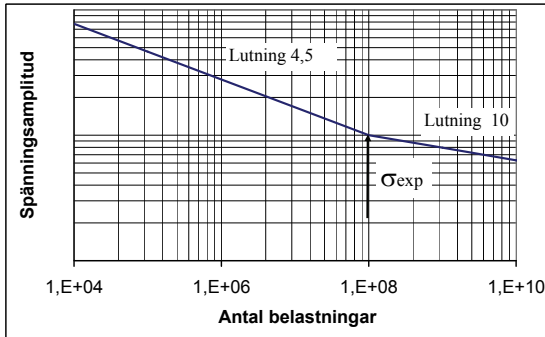
Tabell 29

**40 §** 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 13.
2. SN-kurva med konstant lutning (lutning kan väljas), se figur 14.

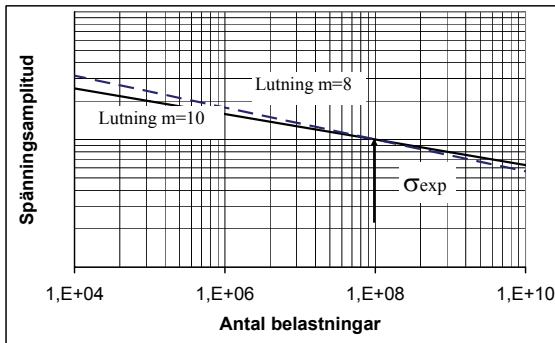
Typen av SN-kurva ska väljas så att den motsvarar bladets material-egenskaper. Om SN-kurvan inte är känd ska SN-kurvan med dubbla lutningar användas.





Figur 13

SN-kurva med dubbla lutningar



Figur 14

SN-kurva med konstant lutning

41 § Den ekvivalenta utmattningsspänning för 100 miljoner spänningscykler som ger upphov till samma utmattningskada som belastningsfördelningen beräknas enligt följande formel:

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

där

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

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

*Beräkning av  $\rho$ -parametern för SN-kurva med dubbla lutningar*

Parametern  $\rho$  relaterar den maximala isbelastningen till fördelningen av islaster enligt regressionsformeln.

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

där

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

där 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 30.

	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

Tabell 30

42 § För material som har en SN-kurva med konstant lutning ska  $\rho$ -parametern beräknas enligt följande formel:

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

där  $k = 1,0$  för dyspropellrar och  $k = 0,75$  för öppna propellrar.

Värden för  $G$ -parametern finns i tabell 24. Linjär interpolation kan användas för beräkning av  $G$ -värden för andra förhållanden  $\frac{m}{k}$  än de som finns i tabell 31.

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	1,133E6
5	120	7,5	14034	10	3,623E6

Tabell 31

**43 §** Den ekvivalenta utmattningsspänningen på samtliga punkter på bladet ska uppfylla följande acceptanskriterium:

$$\frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{fat}} \geq 1.5,$$

där

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

där följande värden ska användas för reduktionsfaktorerna om faktiska värden inte finns tillgängliga:  $\gamma_{\varepsilon} = 0,67$ ,  $\gamma_v = 0,75$  och  $\gamma_m = 0,75$ .

**44 §** Bladbultarna, CP-mekanismen, propellernavet och infästningen av propellern vid propelleraxeln ska konstrueras för att motstå de maximala beräkningslasterna och utmattningspåkänningarna. Säkerhetsfaktorn för töjning ska vara större än 1,3 och mot utmattning större än 1,5. Dessutom ska säkerhetsfaktorn mot elastisk deformation vid belastning till följd av förlust av propellerblad genom plastisk böjning vara större än 1,0.

**45 §** Axlar och axelkomponenter ska konstrueras för att motstå växelverkanskrafterna mellan propeller och is. Säkerhetsfaktorn ska vara minst 1,3.

**46 §** Axlar och axelkomponenter ska konstrueras så att brottlasten vid ett totalt bladhaveri inte orsakar bestående töjning. Belastningen ska utgöras av summan av de axiella lasterna, böj- och torsionslasterna. Säkerhetsfaktorn för böj- och torsionsspänningar mot töjning ska vara minst 1,0.

#### *Vridbara huvudtrustrar*

**47 §** Vid beräkning av belastningsfall för vridbara huvudtrustrar ska funktionen hos fartyget och trustrarna beaktas. Belastningar som orsakas av stötar från isblock mot navet på en dragande propeller och påkänningar från trustrar som arbetar i sned vinkel mot flödet ska beräknas.

Styrmekanismen, infästningen av enheten och trusterhuset ska konstrueras så att förlust av ett propellerblad inte leder till att dessa skadas. Den orientering på propellerbladet som orsakar den högsta belastningen på komponenten i fråga ska definieras. Vertikal bladorientering ger de maximala böjlasterna på trusterhuset.

#### *Trusterhus*

**48 §** Trusterhus ska vara konstruerade för att tåla

1. de belastningar som uppstår när det maximala isblocket träffar trusterhuset då fartyget håller en hastighet av minst 8 knop vid gång i is och
2. de belastningar som uppstår då ett isflak glider längs fartygsskrovet och pressas mot trusterhuset.

Den maximala storleken på isblocket/isflaket beräknas enligt 16 §.

### *Konstruktion av framdrivningssystemet*

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

## **7 kap. Diverse maskinerikrav**

### **Startarrangemang**

**1 §** Luftbehållarnas kapacitet ska vara tillräcklig för att utan påfyllning leverera luft till minst 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.

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

**3 §** Luftkompressorernas kapacitet ska vara tillräcklig för att ladda luftbehållarna från atmosfäriskt till fullt tryck inom en timme. Om framdrivningsmaskineriet för ett fartyg med isklass IA Super måste reverseras för back, ska kompressorerna kunna ladda behållarna inom 30 minuter.

### **Sjövattenintag och kylvattensystem**

**4 §** Kylvattensystemet ska vara konstruerat så att tillgången 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. Kylvattenintag 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 att isen samlas ovanför inloppsröret.

4. Ett avloppsrör för kylvatten, vilket tillåter avlopp av hela kylvattenkapaciteten, ska anslutas till brunnen.

5. Bottensilens hållarea ska inte vara mindre än 4 gånger tvärsnittsarean av inloppsröret.

**5 §** Om det är svårt att möta kraven i 4 § 2 och 3, kan två mindre brunnar arrangeras för alternerande intag och utsläpp av kylvatten. Arrangemanget i övrigt ska vara enligt 4 §.

*Allmänna råd*

*Om värmeslingor installeras bör dessa placeras i brunnens nedre eller övre del. Anordning där barlastvatten används till kylning får i reservsyfte nyttjas i barlastkondition.*

**Ikraftträdande- och övergångsbestämmelser**

1. Denna författning träder i kraft den 1 januari 2012.
2. Genom författningen upphävs Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd (TSFS 2009:111) om finsk-svensk isklass.
3. För fartyg byggda före den 1 september 2003 och som innehar isklass 1A Super och 1A gäller bestämmelserna i Sjöfartsverkets kungörelse (1986:14) med föreskrifter om finsk-svensk isklass avseende maskineffekt längst till den 1 januari det år det löpt 20 år sedan fartyget levererades.
4. Om det i en föreskrift som har beslutats av Sjöfartsverket hänvisas till Sjöfartsverkets föreskrifter och allmänna råd (SJÖFS 2003:4) om finsk-svensk isklass, ska denna hänvisning i stället avse dessa föreskrifter.
5. Sjöfartsverkets och Transportstyrelsens beslut som gäller då denna författning träder i kraft gäller även efter ikraftträdandet av denna författning. Sådana beslut ska anses ha meddelats av Transportstyrelsen och gäller till dess Transportstyrelsen meddelar ett nytt beslut eller giltighetstiden för beslutet går ut.

På Transportstyrelsens vägnar

STAFFAN WIDLERT

Albert Wiström  
(Sjöfartsavdelningen)



**Bilaga 1. Underlag för kontrollberäkning av effektkrav**

För att möjliggöra kontrollberäkning av effektkraven visas i tabell 1 nedan ingångsdata för ett antal typfartyg.

		Exempel nr.								
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
Isklass		IAS	IA	IB	IC	IAS	IAS	IA	IA	IB
$\alpha$	[°]	24	24	24	24	24	24	36	20	24
$\varphi_1$	[°]	90	90	90	90	30	90	30	30	90
$\varphi_2$	[°]	30	30	30	30	30	30	30	30	30
L	[m]	150	150	150	150	150	150	150	150	150
B	[m]	25	25	25	25	25	22	25	25	25
T	[m]	9	9	9	9	9	9	9	9	9
L <sub>BOW</sub>	[m]	45	45	45	45	45	45	45	45	45
L <sub>PAR</sub>	[m]	70	70	70	70	70	70	70	70	70
A <sub>wf</sub>	[m <sup>2</sup> ]	500	500	500	500	500	500	500	500	500
D <sub>p</sub>	[m]	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Antal propellrar/ typ		1/CP	1/CP	1/CP	1/CP	1/CP	1/CP	1/CP	1/CP	1/FP
Nytt fartyg	[kW]	7838	4939	3477	2252	6797	6404	5342	5017	3870
Fartyg byggda före 1 september 2003 (beräknade enligt 3 kap. 6 §)	[kW]	9198	6614			8469	7645	6614	6614	

Tabell 1



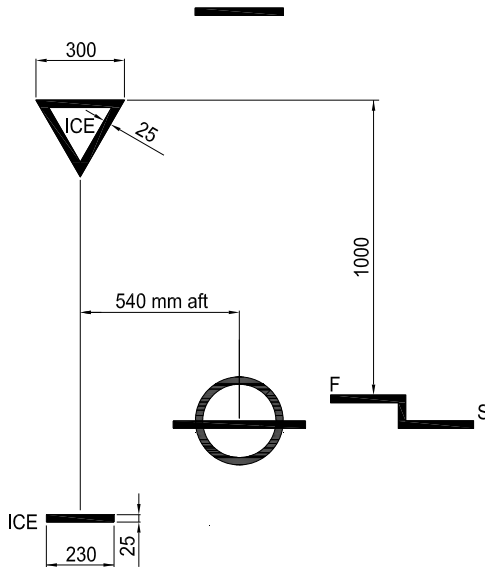


## Bilaga 2. Fribordsmärke för isklass

Om det enligt 2 kap. 4 § krävs att det på varje fartygssida ska finnas ett fribordsmärke med tillhörande varningstriangel för isklass, ska det utformas enligt figur 1 nedan.

Varningstriangeln är till för att visa att fartyget har en djupgående-begränsning vid gång i is. Denna information är viktig för befäl på isbrytare och inspektörer i hamn.

### Kommentarer till figur 1



Figur 1

1. Övre kanten av varningstriangeln är placerad vertikalt ovanför 'ICE'-märket, 1 000 mm över sommarfribordet i färskvatten. Varningstriangeln behöver dock inte placeras över däckslinjen. Triangelns sidor är 300 mm.
2. Fribordsmärket för isklass ska placeras 540 mm akter om centrum av fribordsmärket. Om fartyget är försett med fribordsmärke för trälast ska 'ICE'-märket placeras 540 mm akter om trälastmärkets vertikala markering.

Markeringarna ska utföras i 5–8 mm plåt och svetsas på fartygssidan.

Markeringarna ska målas röda eller gula i reflekterande färg för att märkena ska vara väl synliga även under isförhållanden.