

# Kan man gå på vandet?

Ja, men hvor tyk  
skal isen være?

AF SKIBSINGENIØR RENÉ ZORN, 2022

# INDLEDNING

Med års mellemrum er det isvinter i Danmark<sup>1</sup>. Isen tiltrækker stor opmærksomhed, de indre danske farvande fryser til, skibene kan ikke sejle, færgefarter indstilles og isbrydere må hjælpe. På søer og langs kysterne ser befolkningen udfordringen i nye oplevelser, entusiaster finder skøjter og isbåde frem, og mange bevæger sig ud på isen. Disse oplevelser kan imidlertid være forbundet med stor fare, og hver gang situationen opstår, stiller politi, kommuner, idrætsklubber og pressen spørgsmålet: "Kan vi tillade, at folk går ud på isen?"



Issejllads og hygge, Arresø den 13. og 14. februar 2021

Foto: Jan F. Stephan

Når situationen kun opstår med flere års mellemrum, og når vi ofte ser, at isen hurtigt forsvinder igen, mister alle interessen, og 'systemet' glemmer det, alle spurgte om: "Hvor tyk skal isen være?"

Nogle gange hører man: "Sikker is er 13 cm tyk"<sup>2</sup>, som måske er et erfaringstal, som stammer fra dengang, vi målte i tommer (13 cm svarer til 5") og følte, at det var 'sikker is'. Hos flere kommuner ser man også anbefalinger på mellem 16-18 cm tyk is, som er opstået, hvis større grupper ønskede at færdes på isen.

Dette notat er udarbejdet i et forsøg på at dokumentere, hvorfor 13-18 cm tyk is til stadighed er til debat, når myndighederne skal godkende, at offentligheden kan færdes på isen efter dage eller uger med frostvejr.

Isbådssejlere er på isen allerede, når den er ca. 4-5 cm tyk, men det er ikke en tykkelse, som kan anbefales til almindelig færdsel på isen.

Sportsfolk, som sejler isbåd, har sikkerhedsregler og -udstyr til bjærgning af mand og båd, og det er en helt anden belastning af isen, når man bevæger sig hurtigt i en

isbåd sammenlignet med at gå på isen. Man skelner mellem to tilfælde af belastning, en korttidsbæreevne (spredt trafik) og en langtidsbæreevne; hvor en last anbringes i længere tid stationært på isen. I det sidste tilfælde vil der ske en plastisk deformation af isen, som er flydende, hvilket indebærer, at isens bæreevne vil være mindre. Man har set tilfælde, hvor lasten efter en vis tid simpelthen er gået gennem isen.

Det er relativt sjældent, at ingeniører stilles overfor opgaven at bestemme isens bæreevne, men det kan være aktuelt for entreprenører under vinterbyggeri af marinekonstruktioner, og transport over is kan ligefrem være medvirkende til at fremme og billiggøre arbejdet. Ved større sportsarrangementer på is kan det blive nødvendigt af sikkerhedsmæssige grunde at foretage en undersøgelse af isens bæreevne, når mange mennesker og udstyr skal færdes på isen, fx ved De Olympiske Lege, samt ved anlæggelse af veje og landingsbaner i de arktiske områder.

Beregning af isens bæreevne er en kompliceret sag, men der er på basis af teorier og praktiske erfaringer udviklet nogle ret enkle formler.



Foto: Politiet

1 Is i de indre danske farvande - Havisobservationer & isprognose, R. Zorn & M. Hvidberg-Knudsen, DHI. Artiklen er udgivet i Vejret nr. 4, 29. årgang, november 2007 (113).

2 Anders Tue Møllers interview af René Zorn, Politiken den 5. januar 1996.

# DANNELSE AF IS

Vand er helt unikt og den eneste substans, der naturligt findes på Jorden i tre tilstandsformer: Fast (is), flydende (vand) og gasform (vanddamp) (se fig. 1). Vi kan ikke overleve uden vand, og det er kendt, at søger man efter liv på andre planeter, søger man efter vand (eller is), for 'uden vand ingen liv'<sup>3</sup>

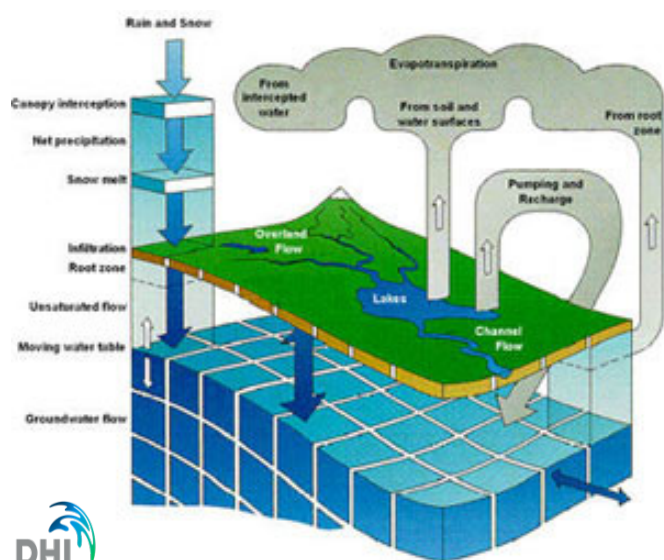


Fig. 1 DHI-model - beskriver vandets bevægelse rundt på Jorden<sup>4</sup>

For at is kan dannes, må vandet nedkøles til frysepunktet, der for ferskvand er 0 °C, mens det for havvand er noget lavere, idet frysepunktet aftager til -1,3 °C ved et saltindhold på ca. 25 ‰.

Det er bemærkelsesværdigt, at ferskvand har maksimal densitet (massefylde) ved 4 °C, mens det for brakvand med et saltindhold på 25 ‰ har maksimal densitet ved ca. -1,3 °C (se fig. 2).

Ovennævnte forhold spiller en afgørende rolle ved dannelse af is. Ferskvand vil, efterhånden som overfladevandet afkøles pga. den overliggende kolde luft, blive tungere og gå til bunds, mens det varmere bundvand stiger til vejs, indtil vandtemperaturen i hele vandsøjlen bliver 4 °C.

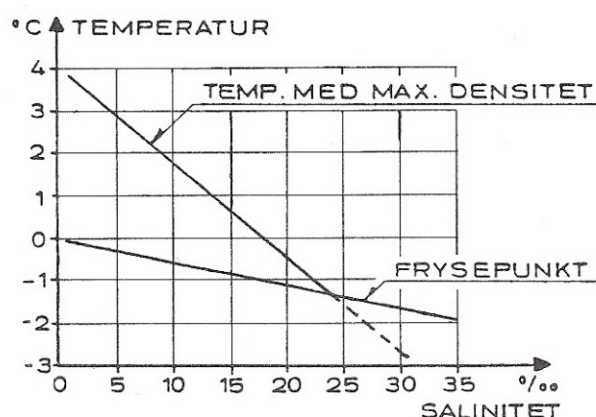


Fig. 2. Frysepunkt og temperatur med maksimal densitet (massefylde) som funktion af temperatur og salinitet (saltindhold)<sup>5</sup>

Ved yderligere afkøling af vandet under 4 °C vil overfladevandet stabilisere sig, idet vandet under 4 °C bliver lettere. Den cirkulation, der fandt sted i begyndelsen, standser, og kun overfladelaget afkøles, mens det underliggende vand godt kan have temperaturer op til 4 °C. Det er forklaringen på, at ferskvandssøer fryser hurtigere til end havet, idet vandet i hele søen, der i øvrigt ofte er af ringe dybde, først bliver kølet ned til 4 °C i en periode, inden den egentlige vinter sætter ind, og derefter skal kun det øverste lag nedkøles til 0 °C, for at tilfrysningen kan finde sted. Frossen vand vejer 9 % mindre en flydende vand, hvilket medfører, at is flyder på vandet.

Processen med hele vandsøjlen nedkøling til 4 °C, forklarer bl.a. også, hvorfor fx Arresø fryser hurtigere til end Esrum Sø, som er meget dybere.

3 Fakta om vand, H<sub>2</sub>O; R. Zorn, Rotary foredrag, januar 2013.

4 www.dhigroup.com.

5 Reeh, N.: Isens fysiske egenskaber. ISVA - DTU 1972.

# ISTYKKELSE

Man kan selvfølgelig måle istykkelsen, som er det mest almindelige, når man skal frigive et område til at færdes på, men man kan også beregne istykkelsen på havet ud fra følgende formel:

$$e = 0,032 * (K - 50)^{\frac{1}{2}}$$

Den 'karakteristiske is-tykkelse', som erfaringsmæssigt giver det største produkt af isens trykstyrke  $r_c$  (kN/m<sup>2</sup>) og isens tykkelse (m), hvilket er de parametre, som benyttes til projektering for iskræfter (tryk på konstruktioner), hvor  $K = 0,9K_{max}$ .

$K_{max}$  er 'Kuldesummen', defineret som 'summen af frostperiodens daglige middeltemperatur', hvor frostperioden er defineret som dage, hvor døgnmiddeltemperaturen har været under 0 °C. År med 'Kuldesummen  $\geq K_{max} = ca. 100'$  betegnes erfaringsmæssigt som en 'Isvinter' med 'svære iskoncentrationer' i de danske farvande.

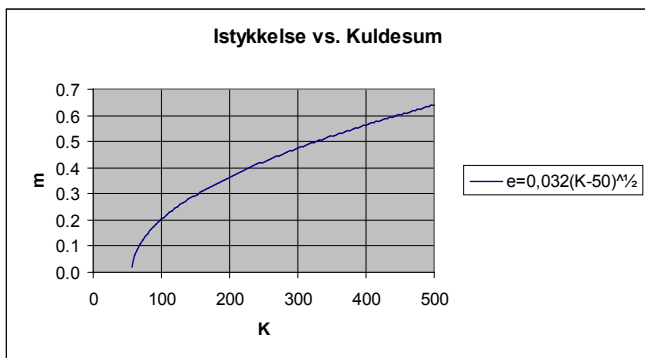


Fig. 3 Istykkelse vs. 'kuldesum'<sup>1</sup>

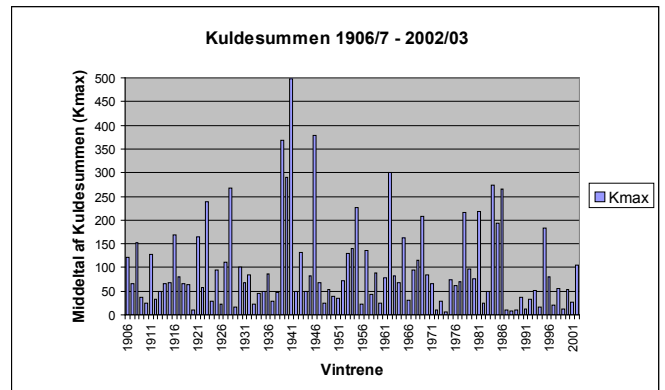


Fig. 4. Histogram af 'Kuldesummen' i Danmark i perioden 1906/7 til 2002/3<sup>6</sup>

Man kan på histogrammet se fordelingen af isvintre over tid og genkende de strenge vintre i 1940'erne, i 1960'erne og igen i 1980'erne, og der er intet statistisk, som indikerer, at der ikke fremover vil forekomme isvintre.

6 Is- og besejlingsforholdene i de danske farvande i vinteren 2002 - 2003. Søværnets Operative Kommando (SOK).

# ISENS STYRKE

Isen har en trykstyrke ( $r_c$ ) og en bøjningsstyrke ( $r_f$ ), som anvendes til at beregne isens 'bæreevne'. Bøjningsstyrken er 3-4 gange mindre end trykstyrken og beregnes ud fra et målt brudmoment i en bøjningspåvirket bjælke af is med et rektangulært tværsnit. Forskning og teoretiske studier angiver følgende udtryk for bøjningsstyrken<sup>7</sup>

$$r_f = 0,75 \left( 1 - \left( \frac{v}{0,202} \right)^{0,5} \right) \text{ (MPa)}$$

Hvor  $v$  er det relative volumen af luft og saltopløsning, som afhænger af isens temperatur  $T$  (°C) og saltholdighed  $S$  (‰)<sup>8</sup>

$$v = \left( 0,532 - \frac{49,185}{T} \right) S, \text{ for } -22,9 \text{ °C} < T < -0,5 \text{ °C}$$

Som funktion af is-temperaturen ( $T$ ) og en saltholdighed i isen på 1‰ får man følgende værdier for bøjningsstyrken,  $r_f$ :

**Tabel 1:  $r_f$  som funktion af  $T$**

T	$r_f$	
°C	MPa =	kN/m <sup>2</sup>
-0,5	0,225	225
-1	0,378	378
-2	0,485	485
-3	0,533	533
-4	0,561	561
-5	0,580	580
-6	0,594	594
-7	0,605	605
-8	0,614	614
-9	0,621	621
-10	0,627	627

Den Danske Norm (DS 410) angiver følgende for karakteristisk bøjnings- og trykstyrke til beregning af last på konstruktioner:

Istype	bøjningsstyrke $r_f$	trykstyrke $r_c$
Ferskvand	1200 kN/m <sup>2</sup>	2500 kN/m <sup>2</sup>
Havvand	500 kN/m <sup>2</sup>	1600 kN/m <sup>2</sup> *)

**Tabel 2:** \*) hævet med 1/3 efter bl.a. de danske feltmålinger<sup>9</sup>.

Det fremgår af normen, at bøjningsstyrken for havvand er ca. det halve af bøjningsstyrken for ferskvand og ca. 2/3, når det gælder trykstyrken.

7 Weeks, W. & A. Assur, The mechanical properties of sea ice. Cold Regions Science, US Army 1967.

8 Frankenstein, G. & R. Garner, Linear relationship of brine volume and temperature from -0,5 to -22,9 °C for sea ice, Journal of Glaciology, 1967.

# FELTMÅLINGER

Der er, bl.a. i forbindelse med de store infrastruktur-projekter, gennemført is-styrkemålinger flere steder i Danmark og Grønland for at bestemme bøjningsstyrken ( $r_f$ ) og trykstyrken ( $r_c$ ) som funktion af is-temperaturen ( $T$ ) og salt-holdighed ( $S$ ). Resultaterne fra disse målinger i vinteren 1978/79<sup>9</sup> gav en middelværdi for bøjningsstyrken ( $r_f$ ) på 130 kN/m<sup>2</sup> med en standardafvigelse på 90 kN/m<sup>2</sup> for  $-4\text{ °C} \leq T \leq -0,5\text{ °C}$  samt en gennemsnitstemperatur på  $-2\text{ °C}$  og en trykstyrke ( $r_c$ ) med en middelværdi på 1250 kN/m<sup>2</sup> og en standardafvigelse på 470 kN/m<sup>2</sup>.

I januar 1982<sup>10</sup> blev lignende målinger gennemført med en middelværdi for  $r_f$  på 356 kN/m<sup>2</sup> med en standardafvigelse på 40 kN/m<sup>2</sup> og  $-4,7\text{ °C} \leq T \leq -2,6\text{ °C}$  og en gennemsnitstemperatur på  $-3,2\text{ °C}$  og for  $r_c$  en middelværdi på 1652 kN/m<sup>2</sup> med en standardafvigelse på 429 kN/m<sup>2</sup>.



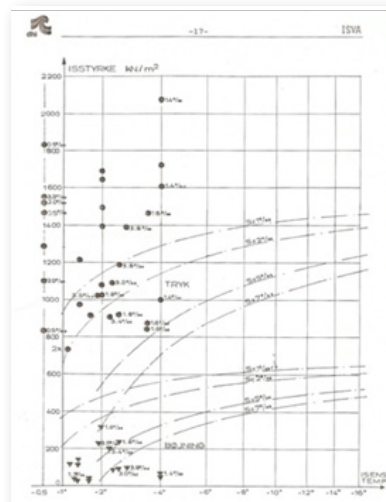
Is-undersøgelse ved Farøbroerne, februar 1982 (bøjningsstyrke  $r_f$ )<sup>10</sup>

Foto: R. Zorn

Resultater af bøjnings- og trykstyrke  $r_f$  &  $r_c$  som funktion af is-temperaturen  $T$  (1978/9<sup>9</sup> og 1982<sup>10</sup>)



Rungsted Havn, februar 1979 (trykstyrke  $r_c$ )<sup>9</sup>



Figur 5: Isens bøjnings- og trykstyrke som funktion af  $T$

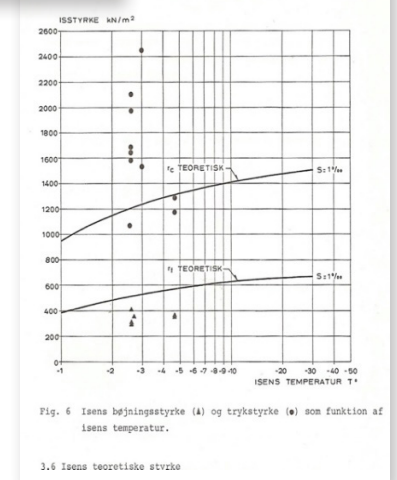


Fig. 6 Isens bøjningsstyrke (a) og trykstyrke (e) som funktion af isens temperatur.

3.6 Isens teoretiske styrke

9 ISSTYRKEMÅLING i indre danske farvande, vinteren 1978 - 79, R. Zorn, DHI/ISVA, maj 1979, STVF.

10 Isundersøgelse, Farøbroerne. R. Zorn, Dansk Hydraulisk Institut, marts 1982. (Klientrapport for Christiani & Nielsen A/S).

# ISKRÆFTER

Når trykstyrken ( $r_c$ ) omtales her, skyldes det, at ingeniører, når de får spørgsmål om isbelastning, oftest får spørgsmål vedrørende iskræfter (tryk) på konstruktioner.

Ved beregning af vandrette is-kræfter virkende på lodrette flader, fx broer, kan følgende generelle formel anvendes:

$$F = k r_c e d = r_i e d$$

Hvor  $r_i = k r_c$  indtrykningsstyrken,

$k$  er en dimensionsløs faktor  $= 1+3(1+d/e)^{-1}$ , hvor  $d$  (m) er bredden af konstruktionen, og  $e$  (m) er istykkelsen.



Sprogø NE Fyr, marts 1985<sup>12</sup>

Foto: R. Zorn

# ISENS BÆREEVNE

For at angive bæreevnen anvendes en simpel bæreevneformel, der er baseret på teorien om en elastisk plade (isen) hvilende på et elastisk underlag (vandet)<sup>11</sup>.

Lastens størrelse kan bestemmes af formlen:

$$P = \pi \alpha r_f e^2 / 3(1 + \nu) k e i' \alpha$$

Følgende indgår i beregningerne:

**Lasten:**  $P$  (kN), som er en funktion af  
**Istykkelsen:**  $e$  (m) og  
**Isens bøjningsstyrke:**  $r_f$  (kN/m<sup>2</sup>) (igen er en funktion af  $T$  (°C) og  $S$  (%)).

Samt nogle få **konstanter** bl.a. afhængig af lastens fordeling:

$\alpha = a/l$ , hvor  $a$  (m) er radius af en cirkel lasten fordeles over, og

$$l = \sqrt[4]{E e^3 / 12 \gamma (1 - \nu^2)}$$

$E$  isens elasticitetsmodul ( $5 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma$  specifik tyngde af vandet ( $10$  kN/m<sup>3</sup>)  
 $\nu$  Poissons tal (= 0.3)

<sup>11</sup> Ice-induced vibrations of the Sprogø NE Lighthouse. R. Zorn, MB Bryndum og FT. Christensen, DHI 1994.04.25

<sup>12</sup> ISTEKNIK, Havisens fysiske og mekaniske egenskaber - Iskræfter på konstruktioner, P. Tryde, ISVA DTU, Lyngby 1983.

# EKSEMPLER PÅ BELASTNING AF ISEN

Tabel 3 er baseret på eksperimentelle og teoretiske beregninger og viser en række eksempler på, hvilken last  $P_e$  (kg) isen kan bære som funktion af istykkelsen  $e$  (cm), af bøjningsstyrken  $r_f$  (kN/m<sup>2</sup>), som er en funktion af istemperatu-

ren  $T$  (°C), og saltholdigheden  $S$  (‰), samt af en belastningsradius på  $a$  (m).

Tabel 3: Beregning af lasten  $P(e)$  som funktion af bøjningsstyrken  $r_f$  (havis  $S=1‰$ ) og en belastningsradius  $a$ .

Ca. $T$ (°C)	0> $T$ >-0,25		-0,25> $T$ >-0,5		-0,5> $T$ >-0,75		-0,75> $T$ >-1		-1> $T$ >-1,5		-1,5> $T$ >-3		$T$ >-6	
$r_f$ (kN/m <sup>2</sup> )	50		150		300		350		400		500		600	
	kN	kg	kN	kg	kN	kg	kN	kg	kN	kg	kN	kg	kN	kg
<b>a = 0.5 m</b>														
$P_4$	0,082	8	0,246	25	0,493	50	0,575	59	0,657	67	0,821	84	0,985	100
$P_{10}$	0,387	39	1,161	118	2,322	237	2,709	276	3,096	316	3,871	395	4,645	473
$P_{13}$	0,566	58	1,697	173	3,394	346	3,960	404	4,525	461	5,657	577	6,788	692
$P_{18}$	0,897	91	2,690	274	5,381	549	6,278	640	7,174	731	8,968	914	10,762	1097
<b>a = 1,5 m</b>														
$P_{10}$	0,645	66	1,935	197	3,871	395	4,516	460	5,161	526	6,451	658	7,741	789
$P_{13}$	0,921	94	2,763	282	5,526	563	6,447	657	7,368	751	9,211	939	11,053	1127
$P_{18}$	1,614	165	4,843	494	9,686	987	11,300	1152	12,914	1316	16,143	1646	19,371	1975
$P_{30}$	8,685	885	26,054	2656	52,108	5312	60,793	6197	69,478	7082	86,847	8853	104,217	10624
<b>a = 3 m</b>														
$P_{10}$	1,290	132	3,871	395	7,742	789	9,032	921	10,323	1052	12,903	1315	15,484	1578
$P_{13}$	1,697	173	5,091	519	10,181	1038	11,878	1211	13,575	1384	16,969	1730	20,362	2076
$P_{18}$	2,690	274	8,070	823	16,140	1645	18,830	1920	21,520	2194	26,901	2742	32,281	3291



# GENERELLE BETRAGTNINGER

Beregningerne i tabel 3 og de beskrevne feltmålingerne viser bl.a., at øges belastningsradius (a) fra 0,5 m til 1,5 m eller fra 1,5 m til 3 m, øges belastningsgraden (bæreevnen) med ca. 67 %. Øges istykkelsen fra 13 cm til 18 cm øges belastningsgraden med ca. 60 til 75 %, og øges bøjningsstyrken til det dobbelte, øges belastningsgraden tilsvarende. Ligger istemperaturen på  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , er isstyrken halveret i forhold til temperaturer på mellem  $-1,5$  og  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og bøjningsstyrken falder til 0 ('nul') med temperaturen 'gående' mod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 'Kold is' er stærkere end 'varm is'.

Data i dette notat fra de teoretiske beregninger og eksperimentelle forsøg er gældende for havis ( $S = 1\%$ ). Hvis alt

andet lige, vil der være en (ukendt) 'sikkerhedsfaktor' ved at anvende resultaterne i forbindelse med ferskvandsis, idet

## 'Ferskvandsis er stærkere end saltvandsis (havis)'.

Der er ikke indregnet en egentlig sikkerhedsfaktor i beregningerne.



Sankt Jørgens Sø i København den 13. februar 2021 inden isens 'frigivelse', lufttemperatur ca.  $0^{\circ}\text{C}$ !

Foto: Per Leif Suhr

# TRE 'TÆNKTE' EKSEMPLER

Ud fra de ovennævnte teoretiske beregninger i tabel 3, kan man stille følgende spørgsmål:

1 Kan man køre med en bil, som vejer 1,3 ton på en sø med 13 cm tyk is?

**Ja**, hvis istemperaturen er ca.  $-0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C} > T > -1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $r_f \sim 300/350\text{ kN/m}^2$ ;  $a=0,5\text{ m}$ ) idet belastningsgraden (bæreevnen) så er på 350 til 400 kg pr. hjul x 4  $\sim 1,4/1,6\text{ ton}$ , men

**Nej**, hvis istemperaturen er  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $r_f \sim 225\text{ kN/m}^2$  \*), som giver en belastningsgrad på ca. 260 kg pr. hjul x 4  $\sim 1\text{ ton}$ , men

**Ja**, hvis isen, i tilfældet med  $T = -0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , er 18 cm tyk, for så er belastningsgraden 1,6 ton.

\*)  $r_f \sim 225\text{ kN/m}^2$  er middel af 150 & 300  $\text{kN/m}^2$

2 Det idylliske foto fra Sankt Jørgens Sø i København fra den 13. februar 2021, viser eftermiddagen med lufttemperaturen ( $T_l$ ) fra kl. 12 til kl. 18  $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (natten til den 13. februar var  $T_l$  ned til mellem  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (se DMI-målinger fig. 7).

10 personer á ca. 75 kg = 750 kg står til højre i foto. Hvis isens temperatur er  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $r_f \sim 225\text{ kN/m}^2$  \*;  $a=3\text{ m}$ ) kan 13 cm istykkelse lige netop teoretisk klare lasten med en belastningsgrad på 780 kg, men går yderligere 5-6 af personerne på isen hen til gruppen, skal istykkelsen være 18 cm, hvilket giver en belastningsgrad på 1.234 kg.



Issejllads på Arresø den 13. og 14. februar 2021,  $T_l$  ca.  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ !

Foto: Jan F. Stephan

3 Isbådssejlladsen kan bedst beskrives med et par citater fra minbaad.dk:

*"To herlige dage med isbåd på Arresø er slut. Godt 50 isbåde mødte frem, og stemningen var intens og kameratlig - ja faktisk festlig.*

*Når man sejler isbåd er man sin egen skipper og sejler på eget ansvar. Vi har ispigge, issko, styrthjelm, kasteliner, svømmevest og varmt tøj på. Vi sejler aldrig alene, og vi hjælper hinanden.*

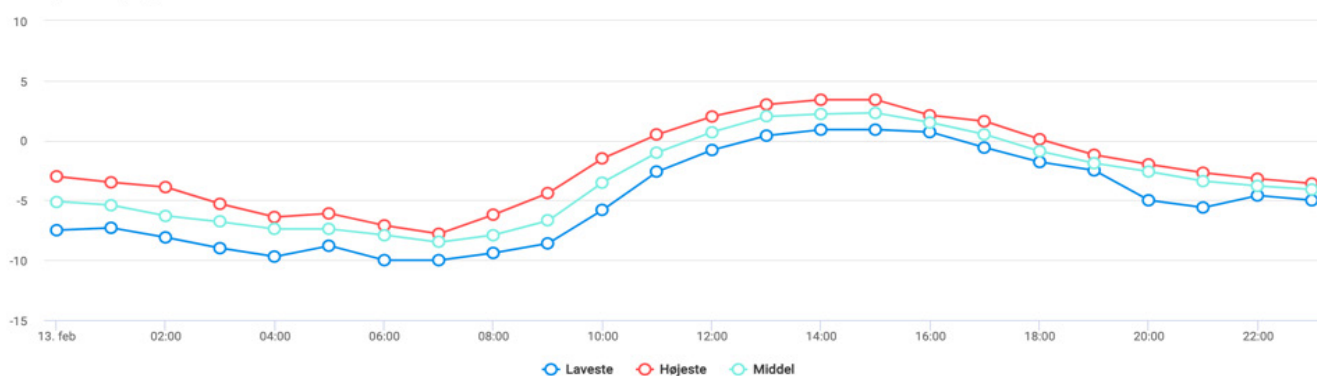
*Vi kan "sejle", når der bare er 4 centimeter kerne-is. Med den istykkelse er det ikke sikkert for turister.*

*Tre røg i en våge - en af dem brækkede desværre sin ene fod og kom på sygehuset."*

Isbådssejlere er hurtigt på isen, når vandet fryser til (også på tynd is 4-5 cm tyk). Dette kan lade sig gøre, fordi belastningen er fordelt på tre skøjter med ca. 1-2 m mellem skøjterne, og fordi isbådene flytter sig hurtigt hen over isen, hvilket mindsker den plastiske deformation.

Det sker imidlertid ofte, at Beredskabet rykker ud for at hjælpe issejlere i problemer!

Københavns kommune 13. februar 2021  
Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )



Figur 7: DMI's temperaturmålinger fra København lørdag den 13. februar 2021

# KONKLUSION

Kan man så svare på det indledende spørgsmål: "Kan man gå på vandet?", eller kan man svare myndighederne, om isen skal være 13 eller 18 cm tyk, før man slipper publikum løs på en sø eller en fjord med is?

Når det er svært at svare entydigt på, er det fordi, det afhænger af mange faktorer, som skal måles, vurderes og/eller diskuteres. Svaret bliver let filosofisk, idet det er lidt som at fortælle: "Hvorfor humlebien kan flyve", hvor man faktisk skal forklare, hvordan en helikopter fungerer.

Ja, man kan gå på isen, men ud over de teoretiske og eksperimentelle beregninger, er der imidlertid en lang række vigtige forhold, som kan ændre isens fysiske og mekaniske egenskaber, som på et givet tidspunkt og et givet sted skal tages hensyn til:

Istykkelsen ( $e$ ), og lufttemperaturen ( $T_l$ ) kan ret let måles på stedet, isens bøjningsstyrke ( $r_b$ ), er noget vanskeligere at bestemme, og det geografiske sted har stor betydning. Udløb fra åer, 'ukendte' udløb, sø-planter (fx siv), varmerør, strømsteder, sejltrender samt bundforhold kan alt sammen give varierende istykkelse og/eller istemperatur og derved varierende isstyrke.

Når man som offentlig myndighed giver tilladelse til, at publikum kan færdes på isen, når den er 13 eller 18 cm tyk, kan man forvente, at folk stimler sammen, hopper, danser, kører osv. Samtidig er sportsarrangementer som fx speedway eller ishockey fascinerende og tiltrækker mange publikummer.

Det er mennesker, og menneskeliv vi har med at gøre!

## GODE RÅD TIL FÆRDSEL PÅ ISEN

- Markér et sikkert område på isen - eller omvendt - et område, hvor man ikke må færdes.
- Tilladelse til færdsel på isen kræver kontrol med løbende målinger af istykkelsen samt frostvejr - 'kold is' er stærkere end 'varm is'.
- Fjern tilladelsen til at færdes på isen, når det er tøvejr. Omskiftning i vejret ændrer hurtigt på istykkelsen og ikke mindst isstyrken.
- Brug den sunde fornuft.
- Lad være med at stimle sammen, hoppe og danse på isen. Det kan være farligt.
- Man skal færdes på isen med omtanke og god opførsel.
- Vær aldrig alene på isen, og sørg for, at der er folk på land, der kan tilkalde hjælp.
- Gå ikke ud på isen, hvis en person er gået igennem isen. Tilkald i stedet hjælp.

### For yderligere information om isens bærevne kontakt:

René Zorn

Telefon: 2460 6360

Email: [rene@zorn.dk](mailto:rene@zorn.dk)

# EFTERSKRIFT

Hver 'isvinter', selv med få aktive dage på isen, får man beretninger om, at folk eller biler er gået igennem isen, at isbåde er sejlet i en våge etc. Det kan være livsfarligt, hvis man ikke tænker sig om. Overlevelseschancen er lille, hvis man ikke kan komme op af det kolde vand!



**Forfatteren (3 år) undersøger sammen med sin morbror en revne i isen på Damhussøen i Rødovre, februar 1947.**  
(‘Isvinteren’ 1946/47, se fig. 4) Foto: Frank Zorn