

Isvinteren, der blev væk i kulden, igen igen

Af Flemming Vejen, DMI

Vinteren 2010/11 lagde ud med et brag med sne og frost allerede fra slutningen af november med etablering af et noget nær landsdækkende snetæppe, og kulden fortsatte med stigende strengthed hen gennem december kun afbrudt af en kortere mildning omtrent midt i måneden.

Men der blev aldrig brug for statsisbryderne, kun for de mindre isbrydere i fjorde og sunde, for vejret slog om, og januar og februar blev omtrent normale. I lighed med sidste vinter melder sig spørgsmålet: hvorfor blev det ikke en isvinter? Selvom svaret denne gang ligger lige for, funderes der i artiklen over årsag og virkning og kastes lidt mere lys over, hvad vi forstår ved en isvinter. Der trækkes informationer om tidligere tiders isvintre ind, og den gængse definition på en isvinter tages under kærlig behandling. Men først nogle ord om vinteren, der gik.

Is- og vejrforholdene vinteren 2010/11

Det blev den koldeste start på en vinter i mange år, og vi skal

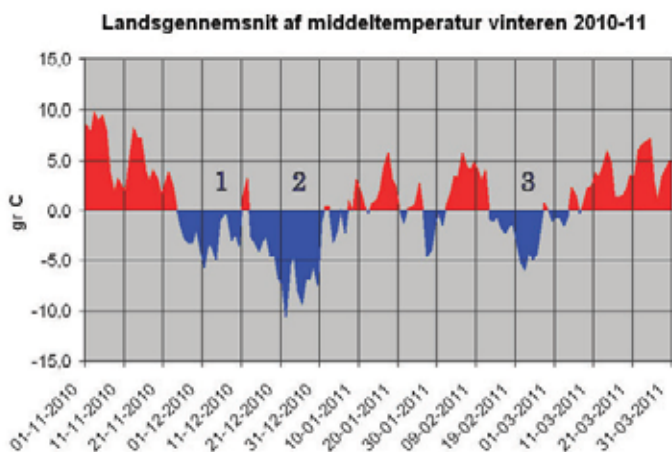
tilbage til isvinteren 1981/82 for at finde noget tilsvarende. Den globale opvarmning til trods var december på kanten af ny kulderekord, og især huskes den voldsomme sne-storm kort før jul, der særskilt ramte Bornholm med rekordstore mængder sne og helt exceptionelt førte til hvid jul nr. to i streg.

Frosten startede allerede i november, og kun afbrudt af en kortere mildning fortsatte den gennem hele december (figur 1), der dermed blev den næstkoldeste julemåned med sit gennemsnit på $-3,9^{\circ}\text{C}$.

Grunden burde derfor langt om længe være lagt for en ny isvinter efter mange års venten, og der blev da også varmet godt op i dagspres-

sen til en sådan. Men i lighed med forrige vinter kom vi igen ud i en "lige ved og næsten": under påvirkning af juledagens strenge frost bredte isen sig for alvor i hovedfarvandene, der var så småt problemer for skibsfarten, statsisbryderne var utålmodigt på spring for at gå i aktion, og vejrudsigerne lød på fortsat kulde. Nu måtte den da være der!

Den 30/12 lød det, at et fragtskib var løbet ind i problemer med isen i farvandet omkring Læsø, og det blev af Søværnets Operative Kommando (SOK) sendt på en stor omvej for at undgå at sidde fast /1/. Videre lød det, at SOK med slæbebåden Hugin havde hjulpet tre skibe med at sejle fra Hals til Nr. Sundby



Figur 1. Landsgennemsnit af døgnmiddeltemperatur november 2010 til marts 2011. Vinterens hårdeste kulde falder primært i 3 perioder, to i vinterens første tredjedel, og en tredje da det lakker mod enden.

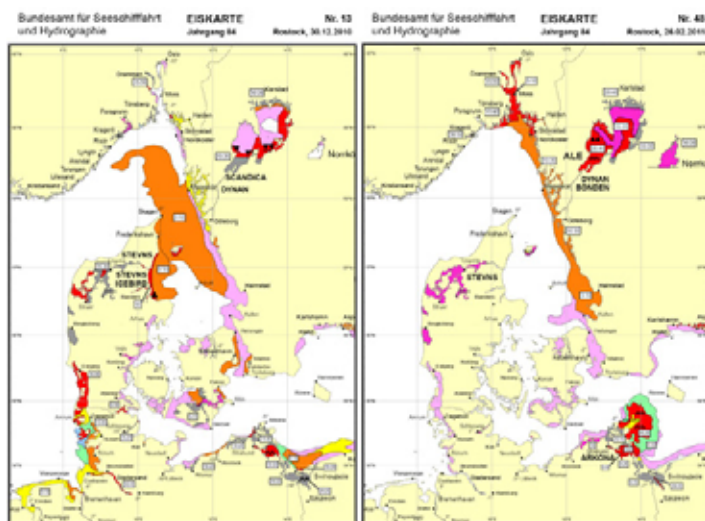
og Aalborg, og ligeledes at samme slæbebåd havde flere opgaver i vente i isen i Mariager og Randers Fjord.

Det er nu, isudbredelsen topper i de danske farvande, og et iskort (figur 2) fra den tyske istjeneste under Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) tegner situationen. Nyis er ved at brede sig i dele af Storebælt og i hele Øresund, i en stor del af Kattegat er der tæt drivis af en tykkelse på 2-12 cm, i den vestlige del mod Aalborg Bugt endog 5-15 cm, og ved indsejlingen til Randers Fjord er der forekomst af isvolde. Praktisk taget alle fjorde, også hele Limfjorden, har fastis, meget tæt drivis eller kompakt og konsolideret is, og isen er sine steder op til 30 cm tyk.

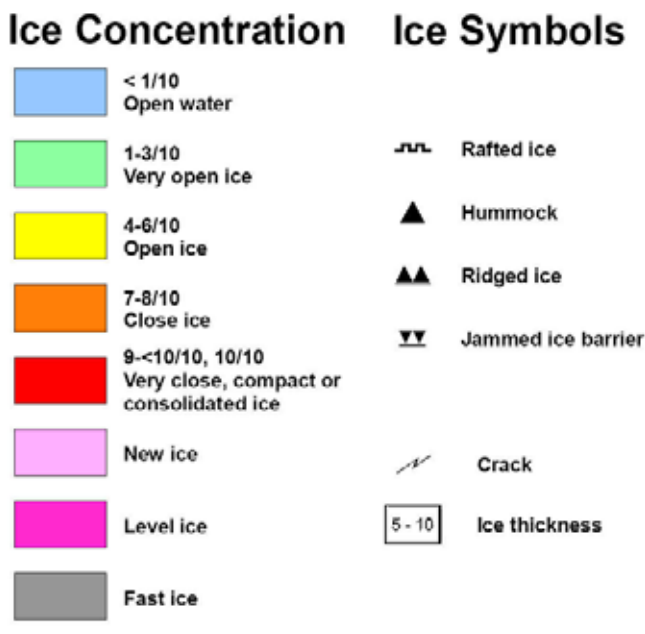
En fortsættelse af kulden ville formentlig inden for en uges tid have sparket en isvinter i gang, men det er på dette tidspunkt vejret skifter: allerede henover årsskiftet slår det om til tøj, og i starten af januar er kulden for svag til at udbygge isdækket. Faktisk bliver det for alvor mildere hen gennem januar, og på tærsklen til vinterens næste seriøse frostperiode fra midt i februar (figur 1) er stort set al isen forsvundet fra de danske farvande. Det ses af havtemperaturen for 11/2 (figur 3), at der skulle betydelig afkøling til for en sidste øjeblik kickstart af en isvinter, og der er så vidt vides kun ét kendt fortilfælde for meget sene isproblemer. Det ligger helt tilbage i 1888.

Dengang kom vinteren med stor streghed i februar og marts, og april satte kul-

derekord med 2,5 °C i middel. Der blev meldt om isdannelse i Storebælt sidst i februar,



Figur 2. Iskort fra den tyske istjeneste under Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) for 30/12-2010 ved slutningen af vinterens første meget kolde periode, samt for 26/2-2011 ved afslutningen af den anden knapt så kolde periode. Signaturforklaringer kan ses i figur 1a. Det har af hensyn til dens læsbarhed været nødvendigt at fjerne signaturforklaringen fra de oprindelige iskort – derfor mangler den sydlige del af Vättern.



Figur 2a. Signaturforklaring til BSH's iskort i figur 2.

og fra 14. marts til 1. april var der isbådstransport over bæltet /2/. Den 21. marts var der fastis fra Knudshoved til øst for Sprogø, og i Kattegat var der isfyldt en uge midt i marts. I Øresund sad dampere fast i store isskrudninger så sent som 13/3, isen var tiltagende, 17/3 meldtes om forbindelse til Sverige over isen ved Taarbæk, og dagen efter kunne man gå fra Helsingør til Hveen! Det kolde vejr fortsatte, og der var is til langt ind i april - i Sundet sad adskillige dampere fast i isen i midten af april ... dengang

skulle der nok ikke så meget til.

Tilbage i nutiden måtte konstateres, at et sådant scenarie var meget usandsynligt. Selvom vinterens sidste frostperiode afkølede vandene så meget, at der sidst i februar igen var begyndende isdannelse i hovedfarvandene, nu også i Østersøen (figur 2), stod foråret for døren, og det måtte snart konstateres, at dette var historien om isvinteren, der forsvandt – igen igen.

Vinteren kommer med en middeltemperatur for kalen-

dervinteren på $-1,2^{\circ}\text{C}$ indsom den 22. koldeste siden 1874, og hvis den rangeres blandt vintre med isobservationer og oplysninger om status som isvinter, dvs. siden vinteren 1906/07, kommer den ind på en 13. plads. Da der ofte opleves decideret vintervejr i marts, er marts regnet med i oversigten i tabel 1 over de koldeste vintre siden 1906/07, og da den såkaldte kuldesum (se lidt senere) ofte benyttes til at sammenligne vintre efter deres strenghed, er vintrene sorteret efter værdien af denne. Opgjort sådan overhaler 2010/11 på en 21. plads flere af de historiske isvintre fra den første del af forrige århundrede. Dengang skulle der dog mindre til end i dag for, at skibe gav op overfor isen.

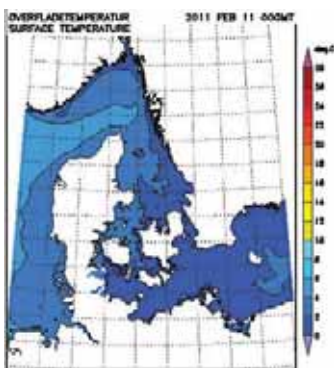
Den gængse definition: hvornår kalder vi det en isvinter?

Som omtalt i en tidligere artikel i Vejret /3/ er den oftest benyttede definition på en isvinter her i landet, at mindst én af statsisbryderne skal have været ude at bryde is i mindst et af hovedfarvandene (de åbne farvande) i mindst én dag.

Denne definition er af indlysende grunde noget utilstrækkelig, primært fordi den er historisk inkonsistent: for det første duer den ikke i den historiske periode op til bygningen af den første statsisbryder i 1923, for det andet er skibstonnagen i dag langt bedre rustet til sejlads i isfyldte farvande end i tidligere tider, hvilket af gode

	år	dec	jan	feb	mar	dec-mar	K_{\max}	info
1	1941-42	2,8	-6,6	-6,3	-3,5	-3,4	497,5	isvinter
2	1946-47	0,7	-2,7	-7,1	-2,1	-2,8	378,0	isvinter
3	1939-40	0,6	-4,4	-6,8	-0,3	-2,7	368,5	isvinter
4	1962-63	-0,6	-5,3	-4,5	-0,2	-2,7	300,3	isvinter
5	1940-41	0,3	-6,2	-3,3	0,6	-2,2	290,7	isvinter
6	1984-85	2,7	-5,1	-4,2	1,0	-1,4	273,4	isvinter
7	1928-29	1,1	-2,6	-7,0	1,8	-1,7	266,7	isvinter
8	1986-87	2,5	-4,7	-0,5	-1,8	-1,1	266,3	isvinter
9	1923-24	-1,3	-1,9	-2,2	-0,8	-1,6	238,8	isvinter
10	1955-56	1,9	0,2	-6,2	1,1	-0,8	226,0	isvinter
11	1981-82	-4,0	-3,6	-0,7	3,3	-1,3	218,7	isvinter
12	1978-79	-0,3	-3,7	-3,7	1,0	-1,7	215,2	isvinter
13	1969-70	-2,1	-2,7	-3,6	0,3	-2,0	208,4	isvinter
14	1985-86	2,6	-1,3	-5,2	1,1	-0,7	193,3	isvinter
15	1995-96	-2,2	-1,8	-2,9	0,0	-1,7	183,2	isvinter
16	1916-17	2,1	-1,7	-1,9	-1,5	-0,8	169,5	isvinter
17	1921-22	2,4	-1,7	-2,2	1,7	0,0	165,4	isvinter
18	1965-66	0,5	-2,2	-1,7	2,7	-0,2	163,0	(isvinter)
19	2009-10	0,9	-3,2	-2,2	2,8	-0,4	162,5	
20	1908-09	1,4	0,3	-1,5	-0,6	-0,1	151,6	isvinter
21	2010-11	-3,9	0,3	-0,1	3,1	-0,2	151,5	
22	1954-55	3,8	-0,8	-3,0	-0,8	-0,2	139,2	
23	1957-58	1,8	-0,8	-1,2	-1,4	-0,4	135,1	
24	1943-44	2,1	3,4	1,0	1,6	2,0	131,1	
25	1953-54	3,4	-0,4	-3,3	1,5	0,3	129,3	(isvinter)
26	1911-12	3,2	-2,1	-1,3	3,9	0,9	128,6	isvinter
27	1906-07	-0,7	0,1	-0,9	2,2	0,2	121,1	isvinter
28	1968-69	-0,5	0,4	-2,5	-0,5	-0,8	116,2	
29	1927-28	-2,8	0,7	1,9	1,2	0,3	110,3	isvinter
30	2002-03	0,2	0,4	-1,1	3,5	0,8	105,0	

Tabel 1. Rangordning af de 30 koldeste vintre siden 1906/07, hvis der sorteres efter kuldesum K_{\max} . De to vintre med 'isvinter' i parentes er forklaret nærmere i teksten.



Figur 3. Havets overfladetemperatur fra DMI's havmodel BSHcmod for Nordsø-Østersø regionen, som beregner prognoser for havets fysiske tilstand i 3 dimensioner. Her er vist startbetingelserne (link: <http://ocean.dmi.dk/models/bshcmod.php>).

grunde har betydning for den historiske udvikling i behovet for isbryderassistance, og for det tredje er definitionen kun brugbar inden for tidsrum, hvor isbryderressourcer, skibstrafik og tonnage har været nogenlunde

konstant. Sammenligning med ældre tider kræver en mere objektiv metode.

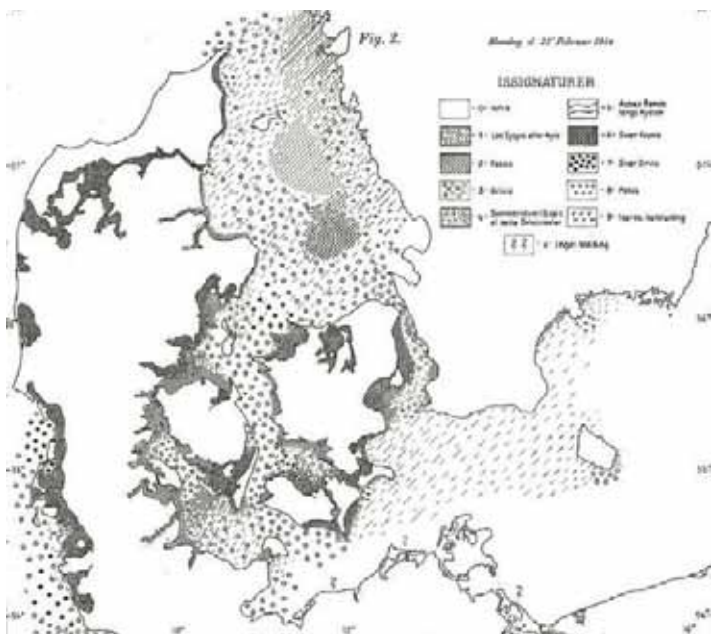
Opgørelse af en vinters strengthed efter kuldesum

Sædvanligvis benyttes den såkaldte kuldesum til at kategorisere vintre i Danmark efter deres strengthed, som siden 1906/07 er opgjort årligt af Statens Istjeneste. Kuldesummen K_{max} beregnes som summen af negative døgnmiddeltemperaturer i hele vinterperioden, også november, marts og april, ved 6 udvalgte kystnære stationer, og aktuelt er Skagen Fyr, Gniben, Rømø/Juvre, Gedser Odde, Københavns Lufthavn og Hammer Odde Fyr stationer, som antages at være repræsentative for forholdene til havs. Det følger af definitionen for K_{max} , at det altid er et negativt tal, men

til en del beregningsmæssige og grafiske formål er det mere praktisk at benytte den numeriske værdi, hvilket derfor gøres i resten af artiklen. Metoden er forholdsvis objektiv, om end den ikke tager højde for varmetab fra havet som følge af vindens påvirkning, betydningen af havets varmereserve, strålingseffekter eller kuldens tidslige forløb, hvor dårligt timede pauser i kulden kan afværge en tilsyneladende sikker isvinter. Hvis vintrens kulde ligger tidligt som i den forgangne, fås måske ikke samme problemer, som samme mængde kulde kan give i januar og februar, perioder med tøj indregnes ikke, og kortvarig stærk kulde giver samme bidrag til kuldesummen som langvarig moderat frost. Egentlig burde der i kuldesummen tages højde for den udjævnende og efterslæbende effekt af havet overfor kortvarig ekstrem kulde...

Kraftig vind giver større varmetab fra havet end stille vejr, hvilket isvinteren 1986/87 gav et glimrende eksempel på: efter nogle ugers vintervejr førte ekstreme temperaturfald, adskillige dage med under -10°C hele døgnet og op til kuling fra nordøst til uhørt hastig afkøling og is i hovedfarvandene, og snart måtte statsisbryderne i aktion.

Selvom kuldesum trods alt er et rimeligt godt kriterium til kategorisering af vintre efter deres strengthed, er der problemer, når det kommer



Figur 4. Iskort 22/2-1954 /4/.



Figur 5. Skib sidder fast i Øresund. Se også artiklen "Isvinteren der forsvandt" i /3/.

til at skelne mellem isvintre og ikke-isevintre, for hvor går grænsen, og hvad er det for parametre, der helt præcist karakteriserer en isvinter?

Causerier over definitionen på en isvinter

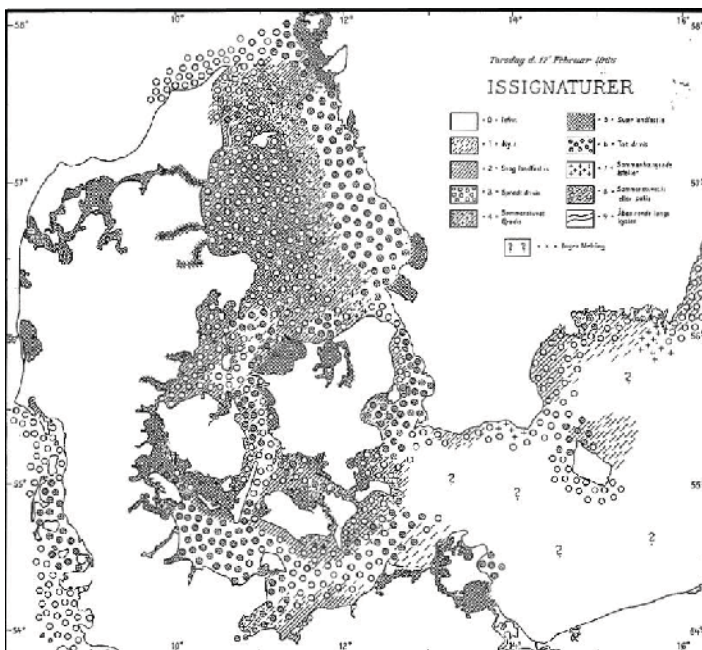
Siden 1906/07, hvor systematiske observationer af havis i de danske farvande startede, regnes der officielt med 21

isvintre, som er kategoriseret som sådanne pga. væsentlige problemer for skibsfarten. De første 5 isvintre regnes med netop af denne årsag, selvom den første statsisbryder endnu ikke var bygget, blot forestod private selskaber brydningen af is såsom DFDS og DSB. Flere af disse private isbrydere kombinerede i øvrigt det praktiske

med det økonomiske: de kunne medtage passagerer! Den første statsisbryder blev indsat i 1923.

Andre vintre har også haft visse problemer med havis, selvom de ikke regnes med blandt isvintrene. Her skal som eksempel nævnes to vintre. I 1953/54 indtrådte en langvarig frostperiode fra 22/1 til sidst i februar, som trods forholdsvis moderate kuldegrader førte til omfattende isdannelser med kulmination efter en måneds kulde (figur 4). Af årsskriftet fra Statens Istjeneste i 1954 /4/ fremgår, at samtlige fem statsisbrydere kom i funktion, om end det ikke fremgår hvorvidt der blev brudt is i de åbne farvande, hovedfarvandedene. Der må dog af figur 4 og 5 formodes et vist behov herfor, hvorfor der godt kunne argumenteres for at opgradere denne vinter til en isvinter.

Det samme gælder for vinteren 1965/66. Her satte kulden ind i januar med isdannelser og ispres i de åbne farvande fra midt i måneden. En stilstand i frosten i starten af februar blev snart fulgt af stærkt faldende temperatur og frisk østlig vind, hvorfor der indtraf en hurtig forværring i issituationen med kulmination omkring 17/2 (figur 6). Ifølge Statens Istjeneste /5/ kom samtlige statsisbrydere i funktion i de åbne farvande: Danbjørn i Sundet, Isbjørn, Elbjørn og Lillebjørn tog en tårn i hver deres del af Kattegat, og Storebjørn tog sig af Hals Barre. Det er derfor

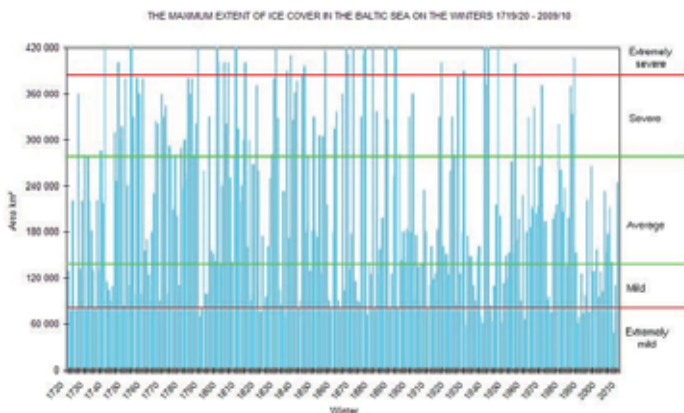


Figur 6. Iskort fra 17/2-1966 /5/.

uomtvisteligt, at denne vinter bør og skal opgraderes til en isvinter, hvis den gængse definition skal fastholdes. Men med en kuldesum på 163,0 ligger den næsten side om side med vinteren 2009/10, der ikke blev en isvinter.

Som før nævnt er det imidlertid meget svært at sammenligne vintre henover et span på 45 år, da behovet for isbryderassistance i hovedfarvandene ikke er et objektivt kriterium for klassifikation af en vinter. Det står klart efter granskning af isberetninger fra vinteren 1971/72, som ikke regnes for en isvinter, men som egentlig burde opgraderes til en sådan, for ifølge /6/ højste statsisbryderen Elbjørn "...kommando den 2. februar for at assistere i Køge Bugt, Smålandsfarvandet og det sydlige Storebælt og var i fart indtil den 17. februar".

Eksemplerne sætter tyk streg under begrænsningerne i den traditionelle definition på en isvinter, der netop går på fremkommeligheden i hovedfarvandene for søfarten og behovet for assistance fra statsisbryderne. Isens fremkommelighed er påvirket af flere faktorer såsom vind- og strømforhold. Hvordan isens fremkommelighed opleves er også bestemt af, hvilken type fartøjer der skal gennem isen, og hvor stærke og egnede de er til sejlads i isfyldte farvande. Da fremkommelighed er definitionens omdrejningspunkt, er det i yderste konsekvens "skibsbyggerkunsten", der



Figur 7. Den maksimale isudbredelse i Østersøen siden vinteren 1719/20. Kilde /11/.

afgør, om en vinter har været en isvinter. Og da kunsten udvikler sig, er definitionen inkonsistent. Derfor er der nok ikke nogen vej udenom: den gældende isvinterdefinition bør opgives...

Hermed står vi med det egentlig ret udfordrende problem at finde en ny og mere robust definition på en isvinter. I det følgende kastes nogle ideer ind i manegen, der måske kan bruges til formålet.

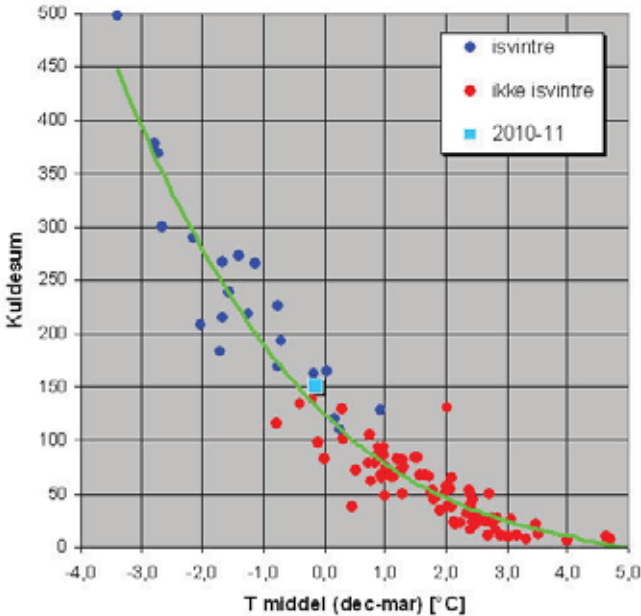
Mod en modificeret definition

Udover kuldesummen, som er en af de almindeligste måder at opgøre en isvinters strengthed, er der ifølge /7/ flere andre metoder til at beskrive en vinters sværhedsgrad: en er at benytte den maksimale udbredelse af isen som kriterium, andre mere subjektive er at lægge isens varighed og fremkommelighed for søfarten til grund. Som vi har set, har oplevelsen af fremkommelighed ændret sig i historisk tid og kan ikke stå alene, men vi kommer ikke udenom

den, så der må suppleres med andre typer information om isforhold.

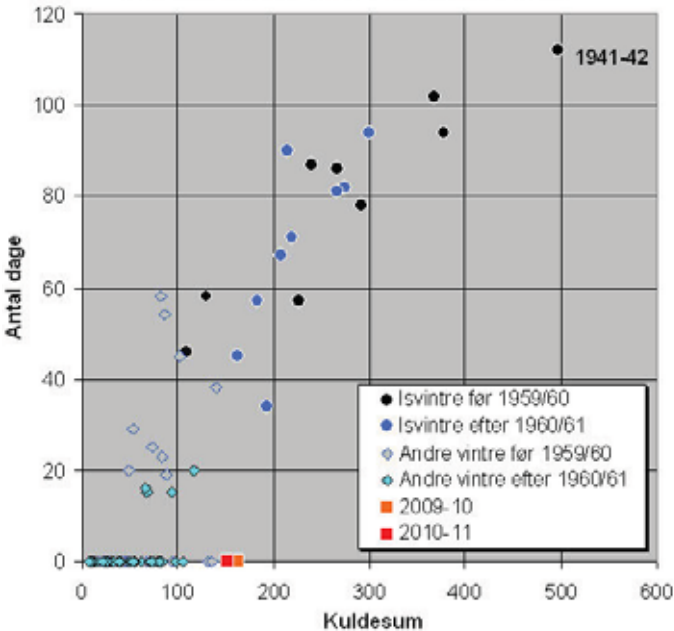
Det lyder besnærende at benytte oplysninger om isens maksimale udbredelse, men denne kan dog give et falsk billede, da store havoverflader som Kattegat og Skagerrak kortvarigt kan dækkes af nyis, hvis de rette vejrforhold er til stede: svag vind, minusgrader og klart vejr med stor udstråling. En sådan is giver ingen problemer for skibsfarten, og kort tid efter kan isen være forsvundet. Desuden er det vanskeligt at skaffe data, der gør isudbredelsen i de mange vintre siden 1906/07 sammenlignelig. I vore dage kan isens udbredelse kortlægges ganske effektivt vha. satellitdata, hvorimod tidligere tiders kortlægning vha. manuel rapportering er subjektiv og mindre effektiv, hvorfor det vil være lidt af en udfordring at oparbejde et konsistent sammenligneligt datasæt. Opgørelse af strengthed efter isens varighed har noget af den samme

Kuldesum i forhold til vintertemperatur



Figur 8. Kuldesum i forhold til middeltemperatur for de 4 måneder (dec-mar), der oftest har vintervejr. De to parametre er velkorrelerede med en forklaringsgrad på $R^2=0,9258$.

Antal dage med mindst én statsisbryder i virksomhed sammenlignet med kuldesum



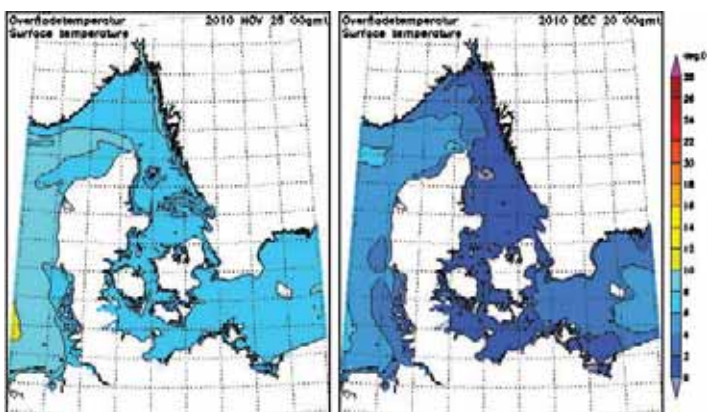
Figur 9. Statsisbryderaktivitet i forhold til kuldesum. Antal dage er opgjort som antal døgn mellem første og sidste aktivitet, som ikke er det samme som antal døgn mellem første og sidste isbrydning i hovedfarvandene. Figuren er baseret på data fra /4/, /9/ og /10/.

problematik i sig.

For de danske vintre med havis findes mange iskort, som viser udbredelsen af forskellige typer isdække, men iskort er gennem tiden tegnet efter forskellige signaturer og kriterier, og det vil være en større opgave at tolke og omsætte disse til arealværdier. Det er dog en mulighed, og figur 7 viser, at det kan lade sig gøre. Her er den maksimale isudbredelse i Østersøen opgjort helt tilbage til 1720. Det næste bliver at finde ud af, hvor meget is der går på en isvinter.

Isforholdene, herunder isforekomsternes varighed, er siden 1906/07 opgjort for alle farvande i Danmark, såvel indre som åbne, via observationer af isen fra en lang række stationer, og Statens Istjeneste har årligt opgjort iagttagelserne i statistikker, der bl.a. omfatter antal dage med forskellige former for is og påvirket sejlads samt istykkelser. Datamaterialet, der er baseret på meldinger efter den gamle danske iskode, er omfattende og nogenlunde ensartet op til vinteren 1982/83, hvorefter man gik over til Østersøkoden (the Baltic Sea Ice Code). Denne giver flere detaljer end hidtil om isforholdene, og den årlige statistik giver bl.a. antal dage med forskellige koncentrationer af is, istykkelser og art samt data om besejlingsforhold.

En tidligere artikel i Vejret /8/ viser, hvordan iskoncentrationen opgjort vha. de to kodesystemer kan opdeles i



Figur 10. Havets overfladetemperatur hhv. 25/11 og 20/12-2010. For baggrundsinformation, se figur 2.

hhv. let og svær iskondition og derefter sammenlignes. I artiklen nævnes også, at vintre med en kuldesum på $K_{max} \geq$ ca. 100 erfaringsmæssigt kan regnes som en isvinter med svær iskondition og istykkelser på ca. 20 cm eller mere, hvorfor der er grund til at anvende isbrydere. Den svensk-finske opdeling i isklasser i tabel 2 viser, at istykkelserne set i de sidste to vintre på 15-30 cm regnes for "lette isforhold", men det er fra 30 cm og opad, der virkelig er problemer for skibsfarten. De store vintre herhjemme har i hovedfarvandene været oppe i isklasse 1B, under visse forhold også 1A.

Figur 8 viser, at kuldesum giver et udmærket indtryk af en vinters strengthed, og af figur 9 ses en vis sammenhæng mellem denne strengthed udtrykt ved kuldesum og antal dage mellem første og sidste dato for mindst én statsisbryder i virksomhed. Med "i virksomhed" skal forstås, at isbryderne var udkommanderet og i funktion, men ikke nødvendigvis, at der blev brudt

is i samtlige dage i perioden. I figuren er vintrene 1953/54 og 1965/66 medregnet som isvintre af grunde nævnt tidligere i artiklen. Begge figurer understøtter artiklen /8/ i, at kuldesummen skal være mindst 100 førend vi kan tale om en isvinter med svær iskondition. Af figur 9 ses også, at der i moderne tid – og her er grænsen tilfældigt sat ved 1960 – skal sværere isforhold til for at få statsisbryderne ud: før 1960 er $K_{max} =$ ca. 100 nok, men at det ikke længere er sådan, er de sidste to vintre tydelige eksempler på.

En vej frem til en ny definition på en isvinter kunne gå gennem at sammenholde iskoderne for isudbredelse og istykkelser med kuldesum og – trods alt – isens fremkom-

melighed. En modificeret definition på en isvinter kunne være, at det er en vinter med en så langvarig kuldeperiode, at de indre farvande fryser til og giver problemer for almindelige skibe, og at der samlet set opnås istykkelser og isudbredelser, der nødvendiggør klargøring af statsisbryderne til assistance med kort varsel.

Et sådant beredskabsniveau blev nået sidst i december 2010: den røde lampe var tændt, hvorefter isvinteren blev afblæst. Hvorfor?

Om hvorfor 2010/11 ikke blev en isvinter

Svaret på dette spørgsmål ligger lige for, og så på en måde alligevel ikke. Kulden fladede ud på det mest kritiske tidspunkt sidst i december, hvor blot lidt flere dage med hård frost ville have gjort udslaget og sendt statsisbryderne i aktion, og det er let at indse, at mildningen gjorde udslaget. På den anden side ser det umiddelbart sært ud, at så lang en kuldeperiode med tidvis hård frost ikke kunne gøre mere, men forklaringen er den enkle, at vinteren startede for tidligt. Sidst i november ligger havets overfladetemperatur

Isklasse	For trafik i	Istykkelser
1A Super	Ekstreme isforhold	> 100 cm
1A	Svære isforhold	> 50 cm
1B	Middelsvære isforhold	30-50 cm
1C	Lette isforhold	15-30 cm
II	Meget lette isforhold	10-15 cm

Tabel 2. De svensk-finske betegnelser for isklasser. Kilde:/12/.

(SST) normalt omkring 6 °C i hovedfarvandene, hvilket også var tilfældet ved denne vinters begyndelse (figur 10 tv.). Følgelig var der en enorm varmereserve i havene, som det tog lang tid at tømme for energi: efter næsten en måneds vintervejrlå SST stadig over saltvands frysepunkt i alle hovedfarvande (figur 10 th.).

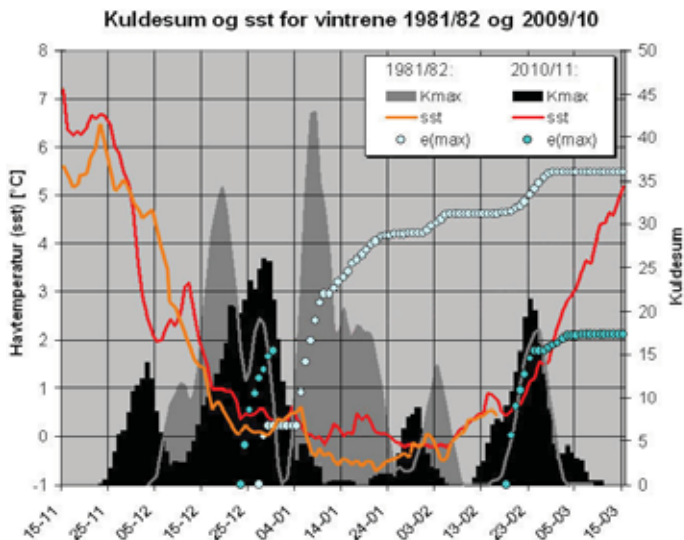
I figur 11 er for vinteren 2010/11 vist glidende værdier af 5-døgns kuldesum sammen med potentielt maksimal istykkelse e_{max} og middelværdi af daglige værdier af SST ved et antal havnestationer. Til sammenligning er de samme parametre vist for vinteren 1981/82, der også startede med meget koldt vejr i december; den eksisterende kulderekord for julemåneden på -4,0 °C er fra dengang. Eksakte målinger af istykkelse er ikke umiddelbart tilgængelige for vinteren, da iskoderne giver istykkelsen i intervaller, men det er muligt at beregne den potentielt maksimale istykkelse vha. erfaringsformlen /8/, hvilket i figur 11 er gjort for Griben:

$$e_{max} = 0.032 \sqrt{K_{max} - 50}$$

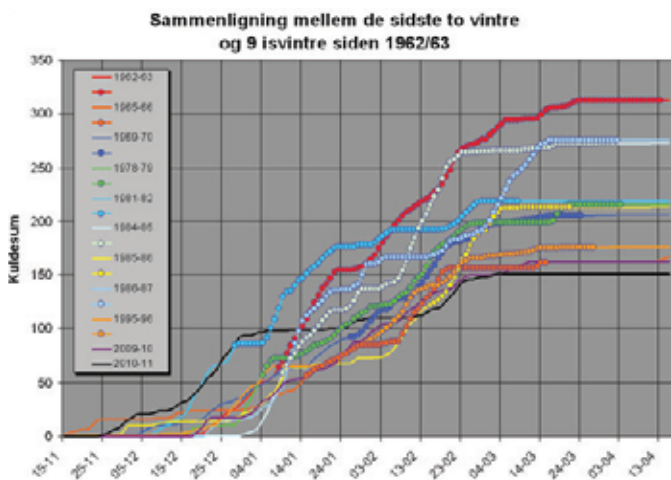
I denne enkle metode for en tilnærmet istykkelse, der kan anvendes til orientering, er der indbygget en vis kompensation for perioder med tøj og aftagende istykkelse. Mange parametre indvirker på isens tykkelsesvækst såsom de lokale oceanografiske forhold og havvandets fysiske egenskaber, og over-

ordnet set er kulde- og tøperiodernes antal, varighed og styrke af betydning. Ved beskyttede lokaliteter med lav vanddybde, begrænset strøm, små bølger og vand

med lav saltholdighed kommer isdannelsen hurtigt i gang og kan nå store istykkelser i modsætning til de åbne farvande med mere strøm, større bølger og dybere og



Figur 11. Glidende værdier af kuldesum henover 5 døgn, potentielt maksimal istykkelse e_{max} ved Griben, og SST (Sea Surface Temperature) for et antal stationer for vintrene 1981/82 og 2010/11. Ved Sejerø fyr og farvandet mod nord blev der i 1981/82 frem til sidste ismelding 9/2 observeret op til 30 cm tyk is, men omkring Griben kom der kun akkurat nyis 30/12-2010 ifølge figur 1. Da næsten al isen forsvandt i den lange mildning i 2011, er e_{max} sat tilbage til start i denne periode.



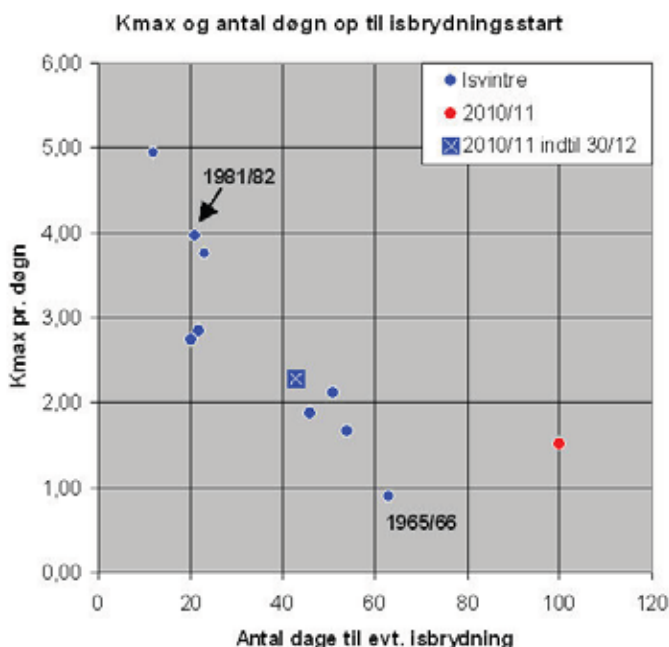
Figur 12. For en række isvintre ses, hvornår, ved hvilken kuldesum og i hvor lang tid statsisbryderne tørrer ud og er i aktivitet (punkterne i figuren), i det meste af perioden antagelig for at bryde is.

mere saltholdigt havvand.

Figur 11 viser den afgørende forskel mellem 1981/82 og 2010/11 vintrene: hvor kulden efter december 2010 blev afløst af en langvarig mildning, som fik næsten al isen til at smelte, fortsatte frosten i januar 1982 efter en kort mildning med fornyet styrke. Det er her, Danmarks kulde-rekord på $-31,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ bliver sat. Ifølge (max) beregninger for Griben er der potentielt kun mulighed for op til 15 cm is i 2010/11, hvilket passer rimeligt med iskortene figur 1, mens isen blev væsentlig tykkere i 1981/82 og derfor også gav isvanskeligheder.

Det er en besnærende tanke hvad det var blevet til, hvis vinteren 2010/11 var sat ind midt i januar, hvor udgangspunktet ville have været et andet. På dette tidspunkt ligger SST normalt på $2-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ i hovedfarvandene, og et tilsvarende kuldefremstød som det i november-december ville have haft en helt anden effekt: kulden ville være stærkere, da det i januar er væsentlig koldere nord og øst for os end sidst i november. Havet plejer også at være koldere, så der ville ikke gå så megen kulde tabt ved energiudvekslingen med havet, og for SST ville der være et meget kortere stykke vej til det kritiske punkt for isdannelse. En anden timing for det kolde vejr ville derfor med stor sandsynlighed have ført til en isvinter.

Dermed bliver det interessant at undersøge de historiske isvintre for, hvornår



Figur 13. K_{max} pr. døgn i forhold til antal dage fra vinterstart frem til den første statsisbryder bliver sendt ud (eller frem til vinterens afslutning). Vinteren 1965/66 er markeret, da den startede ekstraordinært tidligt med flere perioder med frost fra 14/11 og frem, hvilket stille og roligt tømte havet for varmereserverne, inden den egentlige kulde i januar.

kulden satte ind, hvor lang tid kulden varede set i forhold til startdatoen, inden statsisbryderne måtte i gang med arbejdet, hvordan kulde og mildninger vekslede, og hvor længe en isvinter sædvanligvis varer, når kulden først har bidt sig fast.

Hvornår starter en isvinter?

Figur 12 viser, ved hvilken kuldesum statsisbryderne indleder deres virksomhed for alle isvintre siden den store i 1962/63. Tilsyneladende går starten i stort set alle tilfælde ved en $K_{max} < 100$, i nogle tilfælde endog allerede ved knap 60, hvilket er ret overraskende, når nu de to sidste vintre nåede langt over 100, og en før nævnt tommelfingerregel siger "svær iskondi-

tion" ved mindst $K_{max} = ca. 100$ inkl. sandsynligt behov for isbrydning.

Alle isvintre har haft $K_{max} > 100$, men her taler vi om den samlede kuldesum for vinteren. Fælles for alle isvintrene er, at selvom isbrydningen ofte starter ved $K_{max} \ll 100$, så fortsætter kulden længe endnu, når først dette kritiske punkt i vinteren er nået: vinteren har med andre ord bidt sig fast, og kuldesummen forøges yderligere - typisk med en faktor 2 til 5.

Isvintre siden 1962/63 har været 2,5 til 3,5 måneder lange, og der er gået fra 12 til 63 døgn fra vinterens egentlige start frem til udsendelsen af den første isbryder. Figur 13 viser det næppe

overraskende faktum, at jo barskere en vinter starter, des hurtigere må isbryderne i gang. I Kmax pr. døgn i figuren er mildningerne regnet med. Det interessante er, at den nys overstående vinter den 30/12 rent faktisk lå til at blive en isvinter (figur 13), men samlet set bestod ca. 2/3 af vinteren af mildninger med betydelig stagnation i islægget. I de klassiske isvintre er sådanne mildninger generelt væsentlig færre og kortere.

Det er frostens styrke i en vinters første fase, der sammen med SST ved udgangspunktet er med til at bestemme, hvor lang tid der skal gå inden isbrydning iværksættes, men afkølingen er naturligvis bestemt af et komplekst samspil af mange faktorer, herunder strømforhold, temperaturfordeling i vandsøjlen, saltforhold, isens albedo samt meteorologiske parametre såsom vindhastighed, vindretning, strålingsforhold og nedbør. Ved vestenvind kan varmere overfladevand fra Nordsøen opløse en ellers anstrengt issituation, mens vindstuvning modsat kan give isskrudninger og ispres og nødvendiggøre isbryderhjælp.

Vinteren 1981/82 fik en langt koldere start end 2010/11 (figur 13), og også SST var meget lavere i udgangspunktet. Da kulden satte ind den 8/12-1981, var middelværdien af SST ved 9 kyststationer kun 2,8 °C, mens SST ved vinterens start 24/11-2010 lå på 6,7

°C. Selvom vinteren 2010/11 startede 2 uger tidligere end 1981/82, nåede SST akkurat ikke at komme ned på samme lave niveau som sidst i december 1981.

Afrunding

Vi kom således til at se endnu en tilsyneladende isvinter løbe ud i sandet. Statsisbryderne var på spring, de mindre isbrydere var i fuldt sving i fjorde og sunde, og derved blev det. De lange mildninger i januar og februar i år lukkede og slukkede for Kong Vinter. Det er dog ikke første gang, vi har været lige ved og næsten. Vinteren 2002/03 startede med hård frost 29/12, og efter 2 ugers kulde nåede isen netop at brede sig i hovedfarvandene og varsle en ny "istid" – og så ikke mere. Gråzonevintre er egentlig ikke så sjældne...

Henvisninger

/1/ www.dr.dk/Nyheder/Indland/2010/12/30/061350.htm.

/2/ Speerschneider, C. I. H., 1927: Om Isforholdene i Danske Farvande, Aarene 1861-1906. Publikationer fra det Danske Meteorologiske Institut, Meddelelser nr. 6.

/3/ F. Vejen, Isvinteren der forsvandt. Vejret nr. 123, maj

2010.

/4/ Is- og Besejlingsforholdene i de Danske Farvande i Vinteren 1953-54. Statens Istjeneste, København 1955.

/5/ Is- og Besejlingsforholdene i de Danske Farvande i Vinteren 1965-66. Statens Istjeneste, 1966.

/6/ Is- og Besejlingsforholdene i de Danske Farvande i Vinteren 1971-72. Statens Istjeneste, 1972.

/7/ Torbjörn Grafström, Amund Lindberg, Lisa Lind (SMHI), Ulf Gullne, Sjöfartsverket. Sammenfatning av Isvintern och Isbrytningsverksamheten 2008/09. Sjöfartsverket og SMHI, 2009.

/8/ R. Zort og M. Hvidberg-Knudsen, 2007: Is i de danske farvande. Havisobservationer og Isprognose. Vejret, 2007.

/9/ Is- og Besejlingsforholdene i de Danske Farvande i Vinteren 1978-79. Statens Istjeneste, København 1979.

/10/ Is- og Besejlingsforholdene i de Danske Farvande i Vinteren 2008-09. Søværnets Operative Kommando, Istjenesten, 2009.

/11/ http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2010/en_GB/iceseaon/.

/12/ <http://www.sjofartsverket.se/sv/Infrastruktur-amp-Sjotrafik/Vintersjofart/Isklasser--krav/htm>.