

ISKANT OG ISKANTSONE

FREMSTILLING AV ISKANTSONEN SOM SÅRBART AREAL

NOTAT



Norsk Polarinstitutt

April 2014

INNLEDNING

Norsk Polarinstitutt (NP) har i mange sammenhenger behov for å beskrive og kartfeste iskanten, eller iskantsonen. Vår rolle som faglig rådgiver for forvaltningen i miljøspørsmål forutsetter at den beskrivelsen som benyttes når forvaltningsråd gis tar inn over seg at iskantsonen ikke bare er en fysisk størrelse, men også en sone hvor det er høy biologisk produksjon, og dermed også økt konsentrasjon av miljø- og naturressurser med forhøyet sårbarhet for påvirkning.

NP har derfor gjennom en intern faglig prosess utarbeidet en beskrivelse av iskant som kobler fysiske, oseanografiske og økologiske vurderinger på en måte som muliggjør en god forståelse og framstilling av iskantsonen som et sårbart naturelement til forskjellige tider på året og i forskjellige områder. For å kunne gi gode råd til forvaltningen om ulike typer aktivitet til ulike tider av året er det nødvendig å ha faglig godt begrunnede, dokumenterte og reproducerbare framstillinger av iskantsonen.

Det presiseres at den beskrivelsen og de kartene NP her gjør tilgjengelig ikke tar stilling til eller har vurdert hvor ulike typer aktiviteter kan eller bør tillates eller forbys, eller hvordan de bør reguleres om de tillates. I denne prosessen har det heller ikke blitt gjort vurderinger rundt hvilke mekaniske risiki is i iskantsonen kan innebære for skipsfart eller faste installasjoner.

EN DYNAMISK STØRRELSE

Iskantsoner i polare regioner er dynamiske både i tid og rom, noe som gjør det vanskelig å gi presise avgrensninger. Iskantsonen betegner overgangen mellom åpent hav og havis, og avhengig av bl.a. vindretning og havstrømmer kan iskantsonen bestå av alt fra løse små og store isflak som driver i et stort område, til en kompakt kant bestående av små isflak som er trykt sammen foran mer solid pakkis. Endringer i romlig fordeling kan skje i løpet av dager, men også timer. Iskantsonen er i realiteten en svært dynamisk størrelse pga værpåvirkning og raske endringer.

FYSISKE DEFINISJONER KNYTTET TIL ISKANT

I tabellen nedenfor gjengis de definisjoner knyttet til iskant som i vår sammenheng er relevante (World Meteorological Organization 1989¹).

Isbegrep	Definisjon
Ice concentration	The ratio expressed in tenths describing the amount of the sea surface covered by ice as a fraction of the whole area being considered.
Ice edge	The demarcation at any given time between the open sea and sea ice of any kind, whether fast or drifting. It may be termed <u>compacted</u> or <u>diffuse</u> .
Compacted ice edge	Close, clear-cut ice edge compacted by wind or current; usually on the windward side of an area of drift ice.
Diffuse ice edge	Poorly defined ice edge limiting an area of dispersed ice. Usually on the leeward side of an area of drift ice.
Sea ice extent	The sum of ice covered areas with concentrations of at least 15%, while ice area is the product of the ice concentration and area of each data element within the ice extent.
Max/min ice limit	Climatological term referring to the extreme minimum or extreme maximum extent of the ice edge in any given month based on observations over a number of years.
Mean ice edge	Average position of the ice edge in any given month or period based on historical data.
Ice persistence	Ice persistence fields provide information on how frequently ice occurs in a region during a given month over the time period of the data (currently 34 years, 1979-2012). Individual ocean pixels containing a minimum of 15% ice cover are summed throughout the time series. The maximum ice persistence value is 100 percent. Each pixel represents the percentage of years for which ice was present.

¹ World Meteorological Organization 1989. Sea Ice Nomenclature. WMO/OMM No. 259 Suppl. No. 5.

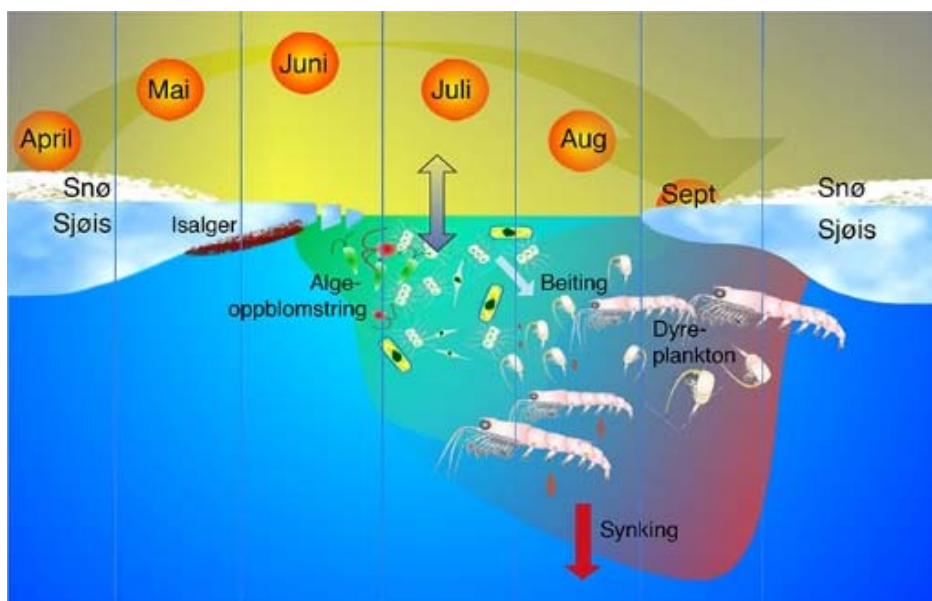
Flere av begrepene i denne tabellen er benyttet i den siste IPCC-rapporten², herunder «sea ice extent», «max/min ice limit» og «ice concentration».

Den marginale iskantsonen (MIZ) er i stor grad en fysisk størrelse, og en benevnelse for det ytre delen av drivisbeltet med forhøyet isdrift, deformering, divergens og primærproduksjon. En av de mest aksepterte definisjonene av MIZ er den i Wadhams (1986), som sier at MIZ er "that part of the ice cover which is close enough to the open ocean boundary to be affected by its presence"³. Denne definisjonen er åpen for tolkninger, men den er generelt forstått som å angi det området av pakkis som er (signifikant) påvirket av havdønning. MIZ er vanligvis begrenset til en sone på noen titalls kilometer, men det finnes lite data som sier noe definitivt om hvor langt inn i drivisen MIZ strekker seg.

Iskanten er som nevnt ovenfor i realiteten en meget dynamisk størrelse pga værpåvirkning og raske endringer. Iskanten fremstilles imidlertid ofte som en fast avgrensning; et øyeblikksbilde fra en gitt måned i ett gitt år. På grunn av den økologiske betydningen av iskantsonen og sårbarheten til de artene som har tilhold der, er det imidlertid viktig å ha forståelse av variasjon i utbredelse av iskantsonen både over tid (30-års perioder), gjennom året (månedsvise kart) og mellom områder.

ØKOLOGISK BETYDNING OG SÅRBARHET

I økologisk sammenheng er det hensiktsmessig å benytte begrepet «iskantsone», fremfor «iskant» da det er et areal (sone) rundt iskanten - og ikke bare selve iskanten - som har økologisk betydning. Iskanten og iskantsonen er biologisk viktig da det her skjer en omrøring av det stabile øvre vannlaget, drevet av en kombinasjon av ismelting og vind. Dette fører til en relativt kortvarig men intens primærproduksjon av planteplankton i



Figur 1 Illustrasjon av biologiske fenomener i iskantsonen med tidsangivelse. Kilde: Paul Wassmann, UiT

vannmassene ved iskanten og selve iskantsonen (figur 1). Dyrplankton, fisk, sjøpattedyr og sjøfugl utnytter dette, og samles rundt iskanten. En stor del av den biologiske produksjonen sedimenterer ut av vannsøylen og skaper grunnlag for rike samfunn av bentiske organismer i ispåvirkete områder. Også isalger, som er bundet til selve isen, vil bidra til den totale produksjonen i området, særlig i flerårsis, men også i yngre is. Denne blomstringen starter tidligere enn for planteplankton i vannmassene. Dermed forlenges den produktive sesongen i iskantsonen.

² International Panel on Climate Change. 2013. 5th Assessment Report, Working Group 1.

³ Wadhams, P. 1986. The seasonal ice zone. Pp 825-991 in: N. Untersteiner (ed.). *The geophysics of sea ice*. Springer US.

Iskantsonen og iskanthabitater generelt har også avgjørende betydning for det totale årlige energibudsjettet til mange arktiske endemiske arter som ismåke, ringsel, isbjørn, narhval, hvithval og grønlandshval. Flere av disse er rødlistearter både nasjonalt og internasjonalt. I tillegg er disse habitatene også viktige for mange trekkende arter, som krykkje og teist. Forstyrrende påvirkning på disse habitatene kan derfor ha konsekvenser på bestandsnivå hos mange av artene (f.eks. Reeves et al. 2014⁴).

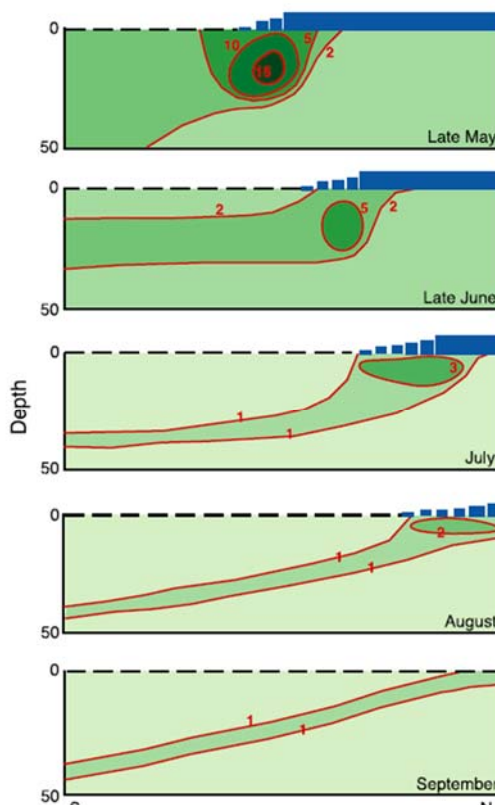
Havis som habitat har unik status og verdi. Havisen er den plattformen hvor enkelte selarter, som grønlandssel og klappmyss, reproducerer seg og kaster unger, samtidig som det er et beskyttende habitat for arktiske hvalarter. De store konsentrasjonene av mange arter i til dels svært små arealer i iskantsonen gjør at disse artene er svært sårbare den tiden de befinner seg der. Som eksempel finner vi 80 - 90% av den globale bestanden av ismåke i iskantsonen i Barentshavet på sensommeren.

Risiko forbundet med forurensning er forhøyet i iskantsonen. Dette skyldes at enkelte miljøgifter, f.eks. klororganiske miljøgifter og tungmetaller, har en tendens til å bli inkorporert i havis etter å ha blitt transportert inn i iskantsonen via havvann eller atmosfære, eller fra akutte lokale kilder. Risikoen er følgelig mest forhøyet under ismeltingen om våren, når lang-transporterte miljøgifter som er akkumulert i havisen blir frigjort og tas opp i marine organismer. Noen av disse stoffene bioakkumuleres oppover i de arktiske næringskjedene. Nedbrytingen av miljøgifter er ofte redusert i disse områdene som en følge av bl.a. lave temperaturer. Noen arter er også spesielt sårbare for da de har en årssyklus som ofte innbefatter lange perioder med faste, som vil gjøre fettløselige miljøgifter biologisk tilgjengelige. Disse artene er ofte ekstra sårbare i de periodene de oppholder seg i iskantsonen pga høyt næringsinntak i spesielt sårbare perioder som f.eks. forbundet med diing i ungeperioden.

Det finnes også andre typer iskant, i tilknytning til land og fjorder, som er viktige for arktiske arter bl.a. på Svalbard. Dette er f.eks. iskant på landfast is (kastehabitat), iskant i fjordene (næringsområder for fugl og sel), og såkalte «tidal glacier fronts» som dannes rundt breis som kalves på havisen (kastehabitat for ringsel og næringsområde for isbjørn om våren). Disse habitatene blir mer og mer viktig som kritisk havishabitat på Svalbard etter som havisen reduseres.

NÆRMERE AVGRENSNING AV ISKANTSONEN

Ytterkanten av iskantsonen kan tolkes til å begynne der den første isen påtreffes, samt en sone ut i åpent vann. Wassmann et al. 2006⁵ (se figur 2) viser at det kun er en kort periode på våren hvor man kan finne høye konsentrasjoner av klorofyll under isfritt åpent vann ved iskanten. En buffersone vil derfor kun ha betydning for å inkludere arter på høyere trofisk nivå, f.eks. ansamlinger av sjøfugl og marine pattedyr. Hvor bred en slik sone er



Figur 2 Konsentrasjon av klorofyll under iskanten i Barentshavet fra sent i mai til september (Wassmann et al. 2006).

⁴ Reeves RR, Ewins PJ, Agbayani S, Heide-Jørgensen MP, Kovacs KM, Lydersen C, Suydam R, Elliott W, Polet G, van Dijk Y og Blijleven R. 2014. Distribution of endemic cetaceans in relation to hydrocarbon development and commercial shipping in a warming Arctic. *Marine Policy* 44: 375-389.

⁵ Wassmann P, Reigstad M, Haug T, Rudels B, Carroll ML, Hop H, Gabrielsen GW, Falk-Petersen S, Denisenko SG, Arashkevich E, Slagstad D og Pavlova O. 2006. Food webs and carbon flux in the Barents Sea. *Progress in Oceanography* 71: 232-287.

vil være høyst variabelt, men vi snakker antagelig som regel om fra noen hundre meter til noen få kilometer. Dette er forbundet med stor usikkerhet, men det er sjelden er snakk om klart definerte bånd av produksjon i havet, snarere et nettverk av arealer med høy produksjon pga høy dynamikk og følgelig et nettverk av områder med lavere iskonsentrasjon og dermed tilgjengelig lys i øvre vannlag (se fig. 9 i Wassmann et al. 2006).

Som en konsekvens av ovenstående benytter vi derfor «sea ice extent» (isutbredelse) til å beskrive den ytre grensen av iskantsonen. Her er det viktig å være klar over følgende:

1. Man benytter i de fleste sammenhenger 15% iskonsentrasjon som den grenseverdien (cutoff) som definerer isutbredelse. Dette er en global standard. Isutbredelse sier derfor kun at det er is med mer enn 15% iskonsentrasjon, men ikke hvor mye mer.
2. Det finnes ikke systematiske, storskala fjernmålingsdata for forekomsten av is med 0 – 15% iskonsentrasjon. Slike data er beheftet med mye støy, og er dermed usikre.
3. Det finnes sjelden store arealer med 0-15% iskonsentrasjon.
4. Bredden av en buffersone på noen hundre meter vil være innenfor feilmarginen til angivelsen av isutbredelse.

I overgangen fra åpent vann til is øker som regel iskonsentrasjonen fra 0 % til omlag 30% over noen få titalls meter. Isutbredelse er derfor en god angivelse av iskantsonen, og vi anser derfor også isutbredelse som en god angivelse av ytre grense for MIZ.

Når det gjelder hvor langt inn i isen den biologisk viktige sonen med forhøyet sårbarhet strekker seg finnes det ikke dokumentasjon eller data som muliggjør generelle slutninger. Det er nok slik at sonen med høy biologisk viktighet og forhøyet sårbarhet i strekker seg lenger inn i isen enn Wadhams definisjon av MIZ angir. Biologiske hotspots assosiert med lite isdekke kan finnes langt inn i isen, mens effekten av bølgepåvirkning vil være mer begrenset. Her er det imidlertid stor usikkerhet og mangelfull dokumentasjon.

Vår avgrensning av iskantsone er basert på *ice persistence*, samt *maksimum* og *minimum ice limit*. Alle disse størrelsene tar utgangspunkt i daglige målinger av iskonsentrasjon og etterfølgende beregninger av isutbredelse. På norsk oversetter vi disse begrepene med *isfrekvens*, *maksimum* og *minimum isutbredelse*. Isfrekvens er en binær størrelse, dvs den gir daglig oppdatert informasjon om «is» eller «ikke is», og angis i prosent av alle dager som inngår i datagrunnlaget. Det vil si den angir hvor ofte det finnes is i en gitt måned innenfor et gitt område. Et område er angitt som 25 km x 25 km (= 1 piksel).

Prosentangivelsen av isfrekvens sier følgelig ingenting om iskonsentrasjon eller %-vis isdekke. En 50% isfrekvens sier bare at det har vært is (>15% isdekke) i området i halvparten av dagene innenfor dataperioden. Selv i de pikslene hvor isfrekvensen er 100% trenger det nødvendigvis ikke ha vært særlig høy iskonsentrasjon, men det har vært mer enn 15% iskonsentrasjon i 30 av 30 dager.

Maks og min isutbredelse er aggregert maksimum eller minimum utbredelse av is (15% eller mer) innenfor en gitt måned. Dette betyr at utenfor maksimumsgrensen har det aldri vært is og innenfor min-grensen har det alltid vært is i den gitte måneden.

DATAPERIODE

Standard normalperiode brukt innen klimatologi er en 30-årsperiode, for tiden 1961-1990. Denne metodikken legger til grunn at tidsperioden 1961-1990 benyttes som dimensjonerende inntil år 2021. Fra 2021 blir dimensjonerende normalperiode 1991-2020. Siden klimaendringene skjer raskt og det er viktig å fange de pågående endringene, legger vi i denne analysen til grunn at dimensjonerende standardperiode til

en hver tid er de foregående 30 år. Det betyr at man i 2014 benytter perioden 1984-2013 og at man i 2015 benytter perioden 1985-2014 osv, dvs en flytende 30-års periode. Denne tilnæringsmåten, som også i noen sammenhenger benyttes av met.no, tar både hensyn til konsekvensene av de raske klimaendringene og den internasjonalt etablerte praksis innen klimatologi der man bruker 30 års perioder som standard.

Med en 30-årsperiode av data som utgangspunkt kan isfrekvens i noen grad brukes som et mål på sannsynlighet for is, ikke minst på kort sikt.

DATAINNHEMTING OG KARTPRODUKSJON

Isdata hentes fra National Snow & Ice Data Center (NSIDC)⁶. Data har en daglig oppløsning i tid, og en romlig oppløsning på 25 km x 25 km.

*Isfrekvens, maksimum og minimum utbredelse*⁷ presenteres som månedsvise kart for 30-årsperioden (1984-2013). Data fra en 30-års periode er en lang nok tidsserie til at den til en viss grad har statistisk utsagnskraft nok til å kunne si noe om forventet isutbredelse på kort sikt.

Kartene oppdateres årlig, og skal tilgjengeliggjøres via NPs nettsider.

NP lager kart som dekker et areal som inkluderer områdene for forvaltningsplanene for Norskehavet og Barentshavet, samt området som inngår i det norsk-russiske miljøvernssamarbeidet (se Barentsportalens <http://www.barentsportal.com>). Dette betyr en boks som avgrenses av følgende lengde- og breddegrader:

Mot nord: 84°10'N

Mot vest: 14°V

Mot sør: 62°N

Mot øst: 80°Ø

HVORDAN KAN ISKANTBESKRIVELSE BRUKES?

Det er nå utarbeidet maks-grenser for iskantsonen for alle måneder i året, noe som innebærer at vi har et tilgjengelig faktagrunnlag med en større oppløsning i tid. Til nå har gjennomsnittlig grense for isutbredelse i mars vært benyttet som en fast maksimumsgrense fordi mars tradisjonelt har vært den måneden hvor isutbredelsen har vært størst. Vi har nå utarbeidet aggregerte maks-grenser for iskantsonen for hver måned gjennom året for den siste 30-års perioden. Det er ikke gitt at måneder for hhv. minimum og maksimum isutbredelse vil være de samme i framtiden pga klimaendringer. En frittstående månedlig gjennomsnittsgrense for is, som er benyttet i forvaltningsplanen, sier ingenting om variasjonen gjennom måneden, og gir i så måte ingen informasjon om hvor iskant/iskantsonen ligger i denne perioden. Derfor er de månedlige maksimums- og minimumsgrensene mer anvendelige, da de sier noe om hvor grensen egentlig ligger og sammen med isfrekvens hvordan grensen forandrer seg over tid.

En bedre oppløsning i tid gir et bedre grunnlag for å vurdere tidsavgrensede aktiviteter i forhold til hvilke arter som vil bli påvirket og deres sårbarhet. Områdets sårbarhet er forhøyet fra is påtreffes, men det finnes lite kunnskap som kan gi basis for å si noe generisk og definitivt om hvordan den relative sårbarheten varierer på ferden fra 0 til 100% isfrekvens, eller fra 0 til 100% iskonsentrasjon.

⁶ Isdata er kalkulert basert på data fra Cavalieri, D. J., C. L. Parkinson, P. Gloersen, and H. Zwally. 1996, oppdatert årlig. Haviskonsentrasjoner fra Nimbus-7 SMMR og DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data. Boulder, Colorado USA: NASA DAAC at the National Snow and Ice Data Centre (se <http://nsidc.org>).

⁷ Dokumentasjon av prosedyre for opparbeiding av isdata er tilgjengelig.