



WWF

RAPPORT

NO

2019

PÅ KANT MED KUNNSKAPEN

Livet i Arktis trenger iskantsonen



*Vi seiler i åpent hav, mil etter mil, vakt etter vakt, gjennom ukjent strøk- og sjøen nesten mer og mer isfri. Hvor lenge vil det vare? [...]
Nå vet de ikke, der hjemme i Norge, at vi seiler her mot Polen i klart vann.*

Fridtjof Nansen, Fram over Polhavet

Nils Harley Boisen, rådgiver, Arktis og nordområdene, +47 980 82 101, nboisen@wwf.no
Jon Bjartnes, miljøpolitisk nestleder, +47 92 84 25 64, jbjartnes@wwf.no
WWF-Norge: +47 22 03 65 00

Grafisk design, Figurene 1&2: Lene Jensen, WWF Norge Verdens naturfond

Forsidefoto: © Roy Mangersnes, © Erling Svendsen og © Marco Tedesco / WWF
Publisert 2019 av WWF-Norge Verdens naturfond, Oslo, Norge

All reproduksjon av teksten, i sin helhet eller delvis, må referere til rapportens tittel og til WWF, som har copyright på innholdet.

© Tekst 2019 WWF.

Alle rettigheter forbeholdt.

WWF er en global miljøorganisasjon. Vi arbeider for en framtid der mennesker lever i harmoni med naturen, og der ingen dyr eller andre arter skal dø ut på grunn av menneskers handlinger. Derfor kjemper vi like hardt for å redde den norske ulven, stanse ulovlig jakt på neshorn i Afrika, og begrense forsøplingen av verdenshavene, som vi gjør for å løse vår tids kanskje viktigste utfordring: Å få ned klimautslippene.

Dette er store og omfattende oppgaver, men vi er ikke små vi heller. Vi jobber i over hundre land over hele kloden. Du møter oss like gjerne ved strandkanten, på savannen og i skogene, som på internasjonale toppmøter og i intense diskusjoner med næringsliv og politikere.

Mer enn fem millioner mennesker rundt om i verden støtter arbeidet vårt. Jo flere vi blir, desto lettere får vi gjennomslag. Vi trenger alltid nye støttespillere og samarbeidspartnere! Om du blir med i dag, tror vi verden blir litt bedre i morgen.

KUNNSKAP OM NATUREN MÅ AVGJØRE DEBATTEN OM ISKANTEN

Denne vinteren skal politikerne sette nye rammer for all virksomhet i Barentshavet i årene framover. Svært store naturverdier står på spill. Første bud er å legge avgjørende vekt på kunnskapen om natur og klima.

Arbeidet med revidering av forvaltningsplanen for Barentshavet har utløst en kraftig debatt om havområdene ved iskanten. Utfallet av debatten vil avgjøre hvordan vi forvalter enorme naturverdier i svært store havområder. I denne debatten er det eneste forsvarlige å lytte til den best tilgjengelige kunnskapen om hvordan naturverdiene er, og hva de tåler.

Ny stortingsmelding i 2020

Beslutninger om forvaltning av natur må baseres på kunnskap. Det er bakgrunnen for at Stortinget har innført helhetlige, økosystembaserte forvaltningsplaner for havområdene våre. Forvaltningsplanene lages i en todelt prosess. Først innhenter man oppdatert fagkunnskap om alle relevante naturforhold. Deretter foretar politikerne en avveining av ulike interesser, og legger rammer for bruken av områdene.

Regjeringen har varslet en ny stortingsmelding om forvaltningsplanene for havområdene Lofoten-Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak. Meldingen skal legges fram i 2020. Det grundigste arbeidet gjelder området Lofoten – Barentshavet. Der skal hele den gjeldende forvaltningsplanen revideres. I sommer ble det kunnskapsmessige grunnlaget for revideringen lagt fram av det såkalte Faglig forum for norske havområder. Forumet består av forskningsinstitusjoner som Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt, men også direktorater og tilsyn som Oljedirektoratet og Petroleumstilsynet.

Hvor går iskanten?

Nå gjenstår den politiske prosessen. Ett av spørsmålene politikerne skal ta stilling til er hva slags definisjon av iskanten man skal legge til grunn. Spørsmålet har stor betydning for hva slags virksomhet som skal tillates i området.

Iskanten er ingen kant. Den er et havområde der det finnes is hele eller deler av året. Hvor mye is det er, varierer med årstid, klima og havstrømmer. Men det er i alle tilfeller en gradvis overgang, fra områder med åpent hav til områder med stabilt isdekke. Det beste uttrykket for å beskrive området er ikke iskanten, men iskantsonen.

Faglig forum har levert en delt innstilling om definisjonen av iskantsonen: Noen av medlemmene i forumet anbefaler at iskanten defineres som et område med 30 prosent isfrekvens, andre anbefaler 0,5 prosent.

Havområde på størrelse med halve Norge

Målt i areal er forskjellen på anbefalingene enorm. Den bredere definisjonen av iskantsonen, altså med en grense som trekkes opp ut fra 0,5 prosent isfrekvens, vil være over 150.000 kvadratkilometer større enn den smalere definisjonen av iskanten målt etter 30 prosent isfrekvens. Forskjellen mellom de to alternativene omfatter et område nesten på størrelse med halve fastlands-Norge.

Iskantsonen er et unikt økosystem og et svært produktivt havområde. Når dagene blir lengre om våren og sommeren skjer det en intens gjenopplivning av plante- og dyreplankton ved iskanten. Mengden av isalger og planteplankton avgjør mengden av dyreplankton, for de livnærer seg på denne primærveksten. Med oppblomstringen av dyreplankton dukker det opp et bredt spenn av ville dyr som samler seg for å finne mat. Denne oppblomstringen av livsviktig plankton finner sted nettopp i det området hvor isen gradvis går over fra fast materie til åpent hav, altså i iskantsonen.

Økologisk sårbarhet

Over den lange perioden det har vært havis i Arktis har iskantsonen vært hjem for mange arter som har tilpasset seg dette unike leveområdet. Alt liv i Arktis starter i stor grad her. Denne sonen er det viktigste området for livet i Arktis.

Det helt spesielle naturmangfoldet gjør at iskantsonen har en utpreget høy økologisk sårbarhet, når det gjelder påvirkning fra industriell aktivitet. For eksempel viser både forskning og miljøfaglige råd at selv små oljeutslipp kan få enorme økologiske konsekvenser for iskantsonen.

Best beskyttelse og et sterkt signal

Denne forskningen er det nå politikernes jobb å lytte til. Når de skal behandle den reviderte forvaltningsplanen for Barentshavet, må regjering og storting ta de miljøfaglige rådene på alvor, og tegne opp en bredere iskantsone i tråd med anbefalingene på 0,5 prosent isfrekvens.

Tre tunge argumenter taler for en slik beslutning nå: For det første vil en slik definisjon av iskanten gi disse umistelige naturverdiene den beste beskyttelsen, med minst mulig risiko for skader som går ut over produktiviteten i økosystemene. For det andre vil politikerne sende et tydelig signal om verdien av å lytte til miljøfaglig kunnskap, i en tid der vi ser at respekten for slik kunnskap er under press i flere deler av verden. For det tredje vil en slik beslutning bidra til å styrke Norges posisjon i viktige internasjonale forhandlingsprosesser, enten de handler om bærekraftig havforvaltning, naturmangfold eller klima.

Klimaendringene som stressfaktor

Noen mener menneskeskapte klimaendringer er et argument for å fatte politiske vedtak om å flytte iskantgrensen nordover. Og noen ser det som en mulighet til å utvinne enda mer olje og gass enda lenger nord. Men selv uten å vise til det åpenbare moralske paradokset i dette argumentet, tåler denne argumentasjonen dårlig å bryne seg mot kunnskap om biologien i klimaendringenes tid.

Det er riktig at varmere klima i et gjennomsnittlig år vil flytte isutbredelsen nordover. Men isutbredelsen vil først og fremst bli mindre forutsigbar, og vil altså ikke dekke det samme området hvert år. Det som imidlertid er like forutsigbart som før, er at uansett hvor sonen befinner seg, er det der Barentshavets biologiske motor er å finne.

Verdier vi ikke kan risikere

Allerede i dag er menneskeskapte klimaendringer i ferd med å forandre de arktiske økosystemene. Vi vet stadig mer om hvordan disse endringene gjør den rike naturen mindre robust og enda mer sårbar. Forandringer i havstrømmer og temperatur er en ekstrem stressfaktor for hele systemet. Hvis vi skal beholde det rike livet i disse områdene, må vi gjøre alt vi kan for å begrense den negative påvirkningen vi har kontroll over.

I resten av denne rapporten kan du lese mer om de utrolige naturverdiene i iskantsonen. I arbeidet med forvaltningsplanen for Barentshavet er det disse verdiene som står på spill. Da har politikerne bare én ting å gjøre, og det er å lytte til det forskerne har å si.

Karoline Andaur



Fungerende generalsekretær WWF Verdens naturfond

INNHOOLD

NORGES BESVÆRLIGE FORVALTNING AV ISKANTSONEN.....	7
STRIDEN OM ISKANTSONEN.....	7
REGJERINGENS BEHANDLING AV MILJØFAGLIGE RÅD.....	7
HVORFOR BØR VI DEFINERE EN BREDERE ISKANTSONE?	10
DEN SMALERE ISKANTSONEN ER IKKE I TRÅD MED NORSK KLIMAPOLITIKK.....	10
HAVISEN I NORD.....	16
Fysiske forhold.....	16
Historien.....	16
VIKTIGHETEN AV HAVISEN I ARKTIS.....	16
Det globale klimaet.....	16
Iskantsonen.....	18
Der havet møter isen.....	18
Den biologiske motoren i Arktis.....	18
TRUSSELBILDET.....	19
KONSEKVENSENE VED ET VARMERE ARKTIS.....	19
Havisen forsvinner.....	19
Utsikter for livet.....	21
Foringelse av leveområder.....	21
Fremmedarter.....	21
Økt forskyving mellom plante- og dyreplanktonets oppblomstring.....	21
Innvirkninger på større dyr.....	23
HAVFORSURING – JOKEREN I SPILLET.....	27
MENNESKELIG AKTIVITET.....	29
REFERANSER.....	31

Avgrensningen av iskantsonen som et særlig verdifullt og sårbart område må ta hensyn til iskantsonens dynamiske natur. Avgrensningen av området hvor iskantsonen kan bevege seg innenfor bør derfor settes der det kan forekomme havis i april måned basert på en tidsserie med satellittobservasjon av isutbredelse for 30-årsperioden 1988–2017. Det er imidlertid forskjellig syn i Faglig forum om det skal benyttes 30 prosent (som tidligere) eller 0,5 prosent isfrekvens for å avgrense det området hvor iskantsonen som et SVO beveger seg innenfor fordi en avgrensning ved 0,5 prosent isfrekvens vil bety at havområder der det sjeldent har forekommet havis i den siste 30-årsperioden, vil bli liggende innenfor dette området. Kriteriet for forekomst av is er som tidligere en iskonsentrasjon større enn 15 prosent, som betyr at isen dekker mer enn 15 prosent av havoverflaten. En slik avgrensning tar både hensyn til iskantsonens bevegelser i tid og rom, og hvilke områder som influeres av iskantsonen og er viktige for arter og biologiske prosesser knyttet til denne.

Side 88, Særlig verdifulle og sårbare områder | M-1303 | 2019



Iskantsonen nær Svalbard

© Jacob Bours / WWF-Netherlands

NORGES BESVÆRLIGE FORVALTNING AV ISKANTSONEN

Det er relativt unikt i et globalt perspektiv at Norge har forvaltningsplaner for alle sine havområder. Hensikten med planene er å oppnå helhetlig og økosystembasert forvaltning av de norske havområdene. I disse planene er det utpekt særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) hvor det kreves større forvaltningshensyn. Områdene utpekes i hovedsak basert på forekomster av betydelige miljøverdier. Iskantsonen er beskrevet som et særlig verdifullt og sårbart område i forvaltningsplanene for både Barentshavet og Norskehavet.

Siden 2013 har det foregått en lang og innviklet politisk drakamp om hvor iskantsonen skal avgrenses, som er knyttet til uenigheten om hvorvidt det skal være petroleumsutvinning i området eller ikke. Denne striden startet med at Barentshavet sørøst ble åpnet for petroleumsaktivitet det året. I forbindelse med stortingsmeldingen om åpningen for petroleumsvirksomhet ble det forsøkt¹ å omdefinere avgrensningen av iskanten og av hvor det kunne åpnes for petroleumsaktivitet. Siden dette startskuddet har tre partisamarbeidsplattformer fornyet iskantsonens vern mot petroleumsvirksomhet, enda et forsøk på å endre områdets avgrensning har blitt nedstemt i Stortinget, og to konsesjonsrunder har sett bort fra samtlige miljøfaglige råd mot tildelinger i eller ved området (Se tidslinjen, sider 13 - 15). Man kan stille spørsmål ved om en miljøfaglig avgrensning av iskantsonen ville vært så problematisk dersom området ikke overlappet med petroleumsinteresser.

STRIDEN OM ISKANTSONEN

Striden om iskantsonens avgrensning ser ut til å tilspisse seg nå i forbindelse med arbeidet med revisjon og oppdatering av de marine forvaltningsplanene². Til dette arbeidet publiserte Faglig forum for norske havområder³ en fagrapport i april 2019 med oppdatert kunnskap om de særlig verdifulle og sårbare områdene⁴ som et faggrunnlag med anbefalinger. Her anbefaler fagekspertene en endelig avgrensning av iskantsonen med kart og metodedefinisjon. Men, det har oppstått en stor offentlig debatt på bakgrunn av uenigheten i Faglig forum om hvordan iskantsonen bør avgrenses. Forumets anbefalinger spriker mellom å avgrense en bredere iskantsone, basert på 0,5 % isfrekvens, eller en smalere basert på 30 % isfrekvens (se anbefalingsteksten på side 6). Faglig forum består av representanter fra ulike offentlige etater og institutter med både miljøfaglig og petroleumsfaglig kompetanse.

Grunnen til at dette skaper stor debatt er at dersom den bredere iskantsonen blir lagt til grunn, og miljøfaglige råd blir tatt til følge, kan det ha konsekvenser for rammene for petroleumsvirksomhet. Med en avgrensning på 0,5 % isfrekvens vil grensen for iskantsonen trekkes lengre inn i områder som i dag er åpnet for petroleumsvirksomhet, og miljøfaglige råd er klare på at iskantsonen ikke skal utsettes for denne typen virksomhet⁵⁻⁹.

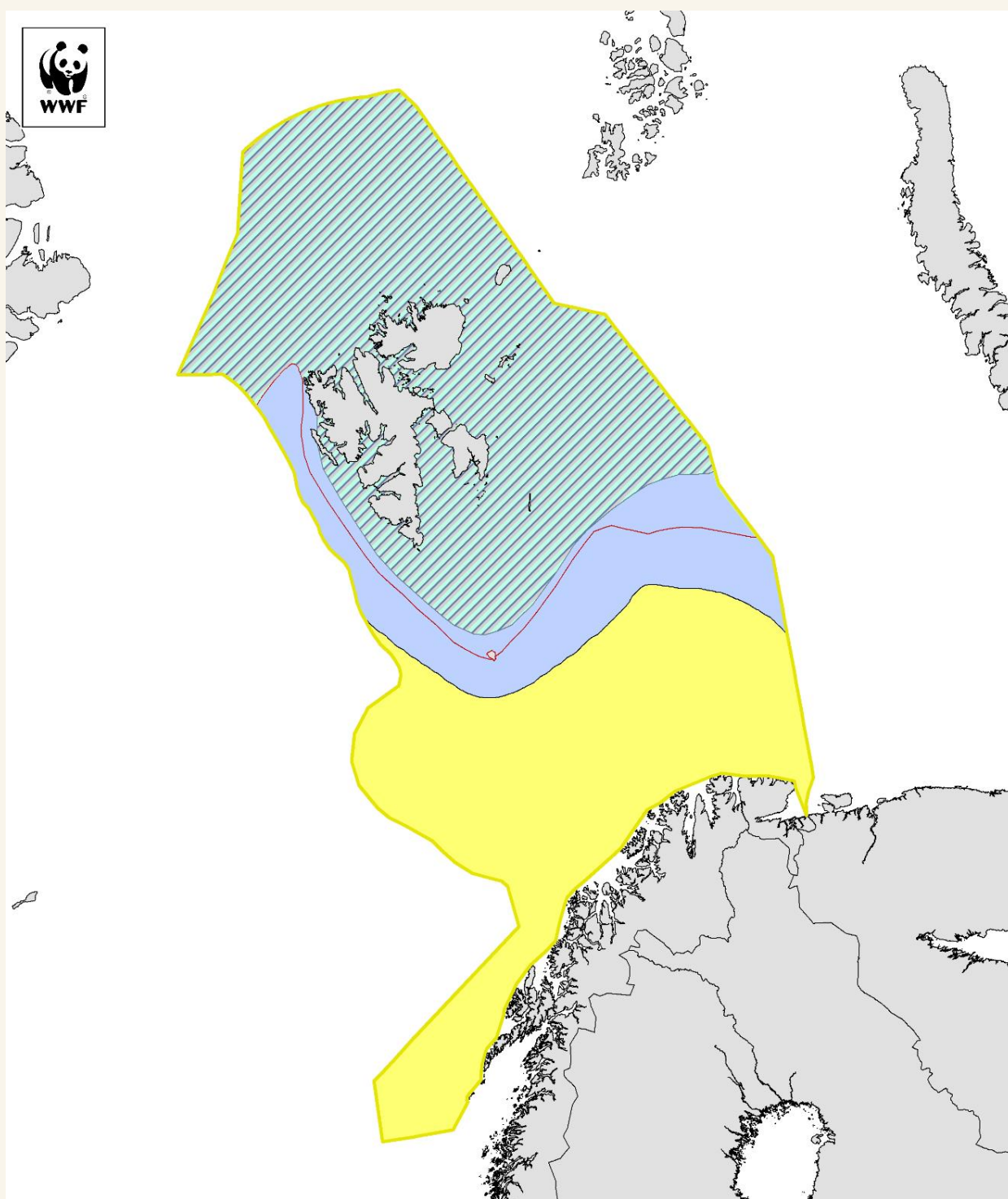
Arealforskjellen mellom de to foreslåtte isfrekvensene er vesentlig, og ligger på cirka samme størrelse som fastlands-Norge sør for Trøndelag og Møre og Romsdal¹. Området utgjør minst 152 000 kvadratkilometer² (Kartfigur 1). 0,5 % isfrekvens vil si at i minst 3,6 timer i alle april mellom 1988–2017 har det vært >15 % isdekke i et gitt 25km² område, og tilsvarer så godt som iskantsonens maksimale observerte utstrekning de siste 30 år. 30 % isfrekvens vil si at i minimum 9 av dagene i April mellom 1988–2017, har det vært >15 % isdekke i et gitt 25km² område.

REGJERINGENS BEHANDLING AV MILJØFAGLIGE RÅD

De marine forvaltningsplanene skal sørge for kunnskapsbasert forvaltning av våre havområder. Under både den 23. og 24. konsesjonsrunden har de miljøfaglige institusjonene Norsk Polarinstitutt og Miljødirektoratet gitt en rekke råd om å begrense eller ikke tillate petroleumsvirksomhet i de samme områdene som det nå er uenighet om i innstillingen fra Faglig forum (Kartfigur 2). Disse miljøfaglige rådene har regjeringen valgt å se bort fra. En gjennomgang gjort av Naturvernforbundet¹⁰ viser at mens svært få av de miljøfaglige rådene ble fulgt i perioden 2002-2013, har ingen miljøfaglige råd om helt å unngå petroleumsvirksomhet blitt fulgt siden Erna Solberg sin regjering kom til makten i 2013.





¹ https://no.wikipedia.org/wiki/Norges_fylker

² Ifølge beregninger gjort av WWF- Norge i ArkGis, med koordinatsystem WGS_1984_UTM_Zone_33N



Tegnforklaring

Farget areal er forvaltningsplanområde for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten

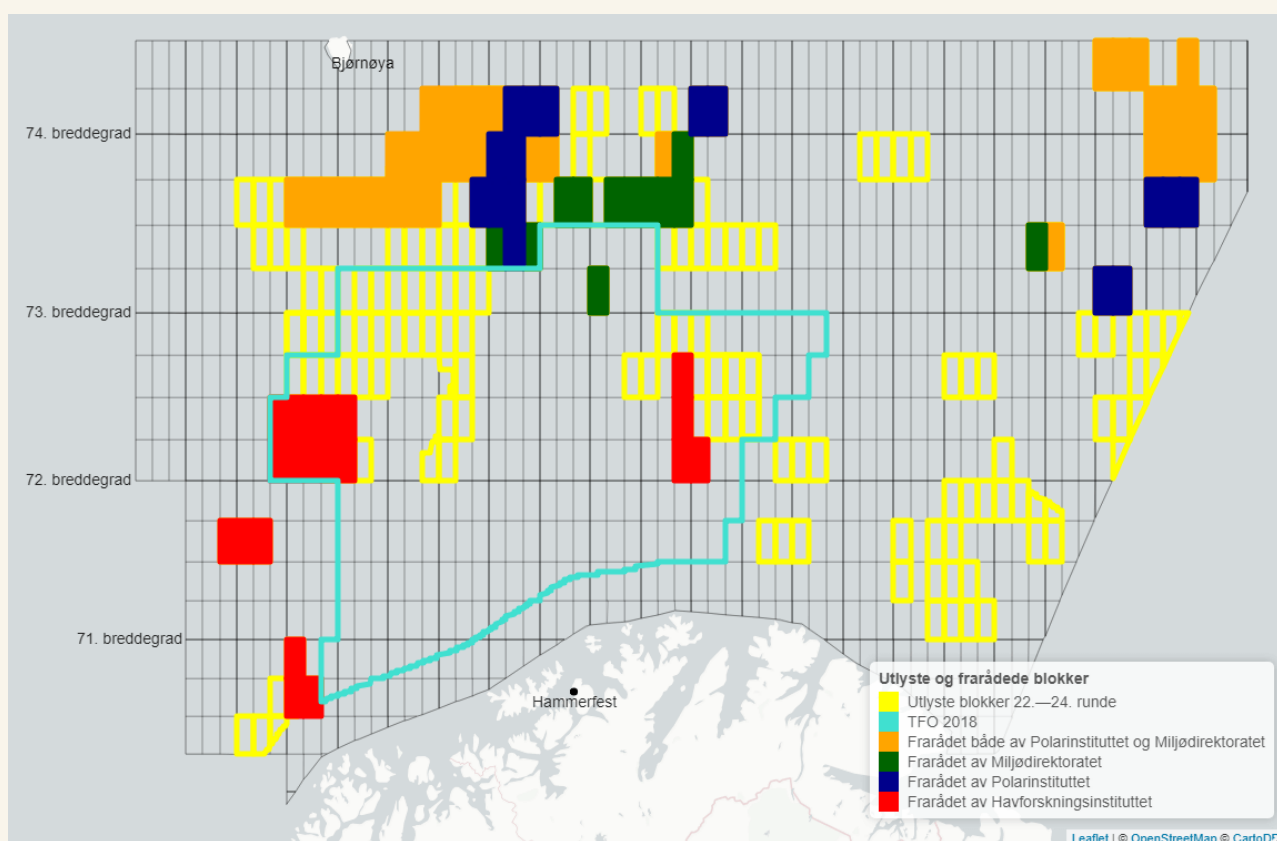
-  Gjeldende avgrensning fra 2011, basert på 30% isfrekvens i perioden 1967-89
-  Det minst omfattende forslaget til avgrensning av iskanten fra Faglig forum, beregnet ut fra 30% isfrekvens 1988 – 2017 (På dette kartet er beregningen gjort ut fra tidsintervallet 1984 – 2013, små justeringer vil kunne forekomme for riktig tidsintervall)
-  Det mest omfattende forslaget til avgrensning av iskanten fra Faglig forum, beregnet ut fra 0,5% isfrekvens 1988 – 2017
-  Åpent hav, ikke en del av iskantsonen

Data source:
 Norwegian Polar Institute König, M., Ekim, M.,
 Sparin, S., & Vengrov, D.
 (2014). Arctic sea ice frequency with
 maximum and minimum extents.
 OJ & Co. Norwegian Polar Institute.
 (Accessed 09/2019), and
 Dilling Info, Inc. (Accessed 09/2019)
 Map produced with W100_S32111.01g
 Author: Pablo Travenço (p.travenco@wwf.no),
 WWF Norway, 2019

Kartfigur 1: Arealforskjellen mellom de to foreslåtte isfrekvenene

Gjennom den 23. og 24. konsesjonsrunden har regjeringen delt ut 40 petroleumsblokker som overlapper med den bredere definisjonen av iskantsonen. Det er grunn til å spørre om disse tildelingene er gjort i tråd med prinsippet om kunnskapsbasert forvaltning, jfr. § 8 i naturmangfoldloven (Se tekstboks, side 11).

I en rapport fra mars 2019, publisert av Riksrevisjonen⁵, ble det rettet sterk kritikk mot spesielt Olje- og energidepartementet (OED), Klima- og miljødepartementet (KLD) og deres direktorater. Rapporten viser hovedsakelig at ivaretagelsen av miljøhensyn i forvaltningen av petroleumsvirksomheten i nordområdene har vært svært dårlig koordinert, og at faren for å ødelegge for natur og fiskeri ikke er tatt hensyn til på en forsvarlig måte. Rapportens vurderinger gjelder også iskantsonen. Riksrevisjonen beskriver hemmelighold av miljøvurderinger, for dårlige vurderinger, og manglende kommunikasjon mellom både fagfolk og deres ulike etater. Ett av funnene i rapporten var at OED har gjort egne vurderinger av miljøkostnader og –tiltak knyttet til mulige lisenser for petroleumsvirksomhet, uten å rådføre seg med KLD som miljømyndighet før lisensene er utdelt. Praksis har dermed vært at dersom KLDs miljøfaglige eksperter har funnet svakheter eller mangler ved OEDs beregninger av miljøkostnader, har det uansett vært for sent til å påvirke spørsmålet om lisensene burde tildeles. Rapporten viser også at dagens oljevernberedskap ikke er i nærheten av god nok for områdene det opereres i. I tillegg kommer det tydelig frem at skytingen av seismikk i forbindelse med oljeaktivitet ikke tar høyde for sjøpattedyr, noe som er meget alvorlig da vi vet at seismikk kan ha ødeleggende virkning for hvalenes livsviktige kommunikasjon.



Kartfigur 2: Blokker der fagetatene har frarådet petroleumsaktivitet ved høring av forslag til utlysning i perioden 2012–2018⁵.

HVORFOR BØR VI DEFINERE EN BREDERE ISKANTSONE?

Faggrunnet om særlig verdifulle og sårbare områder viser at en grense trukket ut fra 0,5 % isfrekvens, vil innebære at havområder hvor det sjelden har forekommet havis de siste 30 år vil bli liggende innenfor den definerte iskantsonen. SVO-faggrunnet, iskantsonens underlagsrapport¹¹, og tidligere miljøfaglige utgivelser^{12,13} dokumenterer at akkurat dette området er den viktigste delen av iskantsonen. Å avgrense et særlig verdifullt og sårbart naturområde må innebære at man fanger opp den naturlige dynamikken som gjør området verdifullt og sårbart.

Som Faglig forums underlagsrapport om iskantsonen sier, «Iskantsonen er en overgangssone mellom isfritt og isdekket hav». Iskantsonen som naturområde er altså ikke bare der selve isen befinner seg. Mellom isdekket og åpent hav gir iskantsonens biologiske dynamikk opphav til store planktonoppblomstringer og ansamlinger av større dyr. Når iskanten trekker seg mot nord om våren og sommeren, følges den av en eksplosjon av liv. Dette beltet er det viktigste marine området i hele Arktis. Iskantsonen som et særlig verdifullt og sårbart forvaltningsområde må inkludere disse viktige interaksjonene, ellers mister forvaltningsområdet sin funksjon.

Til tross for at Faglig forum gir to svært ulike anbefalinger av hvordan iskantsonen bør avgrenses, presenterer ikke forumet noen eksplisitt beskrivelse av de miljømessige implikasjonene ved de ulike alternativene. Dette svekker mulighetene for velinformert debatt, både i offentligheten og i politiske fora, om et spørsmål med betydelige konsekvenser - og der hele hensikten er å sikre kunnskapsbaserte beslutninger om hvordan et viktig område skal forvaltes.

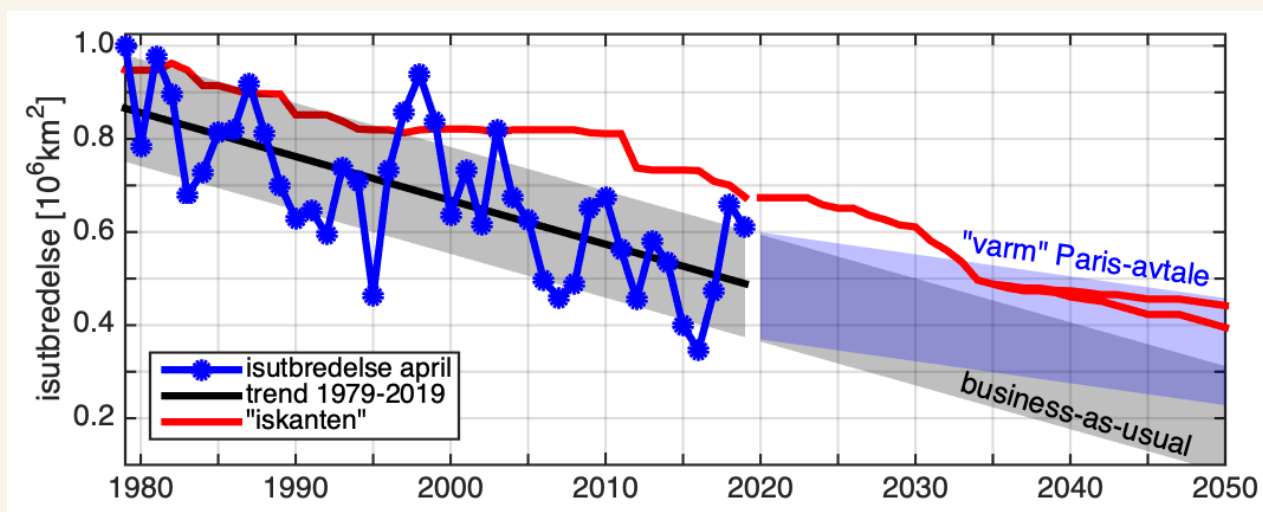
I forvaltningsplanen for Barentshavet er den faglige avgrensingsmetoden for iskantsonen basert på en fremgangsmåte som ble etablert i en vitenskapelig rapport fra 2003¹⁴. Denne rapporten var den beste tilgjengelige kunnskapen på området da grunnlaget for forvaltningsplanen for Barentshavet ble lagt i 2006. Her fikk 30 % isfrekvens sin anvendelse for å avgrense iskantsonen, men i 2019 er ikke fremgangsmåten fra 2003 lenger den mest faglig oppdaterte. Et avgjørende spørsmål er hvilken tidsperiode som skal legges til grunn for å beregne historisk isutbredelse. Faglig forum anbefaler nå å utvide og oppdatere beregningsgrunnlaget fra 22-årsperioden 1967 – 1989 til 29-årsperioden 1988 – 2017. I tillegg har det fremkommet mye ny miljøkunnskap om den biologiske dynamikken og sårbarheten til området. Alt dette taler for at det er behov for en justert og oppdatert avgrensning av iskantsonen, og at denne bør ta utgangspunkt i en bredere avgrensning basert på 0,5 % isfrekvens.

DEN SMALERE ISKANTSONEN ER IKKE I TRÅD MED NORSK KLIMAPOLITIKK

Det er en historisk fremstilling av hvor den fysiske iskantsonen har befunnet seg, som legger grunnlaget for hvordan iskantsonen defineres i forvaltningsplanen. Fremstillingen gir dermed ikke svar på spørsmålet om hvor iskanten kan komme til å befinne seg i fremtiden. Det er likevel interessant å se på hvordan ulike klimascenarier vil slå ut, med tanke på hvor iskanten vil befinne seg i årene fremover. Her er kunnskapen stadig i utvikling.

Etter at det siste faggrunnet for forvaltningsplanene ble lagt fram i april 2019, har forskere ved Universitetet i Bergen og Bjerknessenteret laget en ny fremstilling¹⁵ som tyder på at ved et «business as usual» klimascenario, og med en avgrensning på 30 % isfrekvens, vil isdekket ha 5 % sannsynlighet for å gå lenger sør enn det Faglig forum har lagt til grunn med 30 % isfrekvens. Ved en «varm Parisavtale» (RCP4.5-scenariet), hvor den globale temperaturøkningen holder seg under 2,5 grader, vil iskanten ifølge disse beregningene ha 20 % sannsynlighet for å gå lenger sør enn det Faglig Forum legger til grunn med 30 % isfrekvens. Dersom verden lykkes med å nå klimamålene fra Paris, kan man trygt gå ut fra at iskanten kan komme til å ligge enda lenger sør. Beregningen er en sammenstilling basert på eksisterende forskning¹⁶.

WWF Verdens naturfond mener denne nye forskningen taler tungt for en forsiktig tilnærming, og at den - i likhet med den voksende kunnskapen om sårbarheten i iskantsonen - styrker argumentene for å definere en bredere iskantson. Man vil da også kunne unngå kritikk basert på at Norge slutter seg til klimamålene fra Paris, men likevel planlegger ut fra en forutsetning om at målene ikke vil bli nådd.



Figur 1: En sammenstilling gjort av UiB og Bjerknessenteret for klimaforskning¹⁵ basert på eksisterende forskning¹⁶, viser at dersom verden klarer å innfri selv en «varm» Parisavtale (2.5 grader, RCP4.5-scenariet), øker sannsynligheten for at isdekket krysser SVO iskantsonens sørlige grense i enkelte år dersom 30% isfrekvens-avgrensningen ligger til grunn.

§ 8. Kunnskapsgrunnlaget

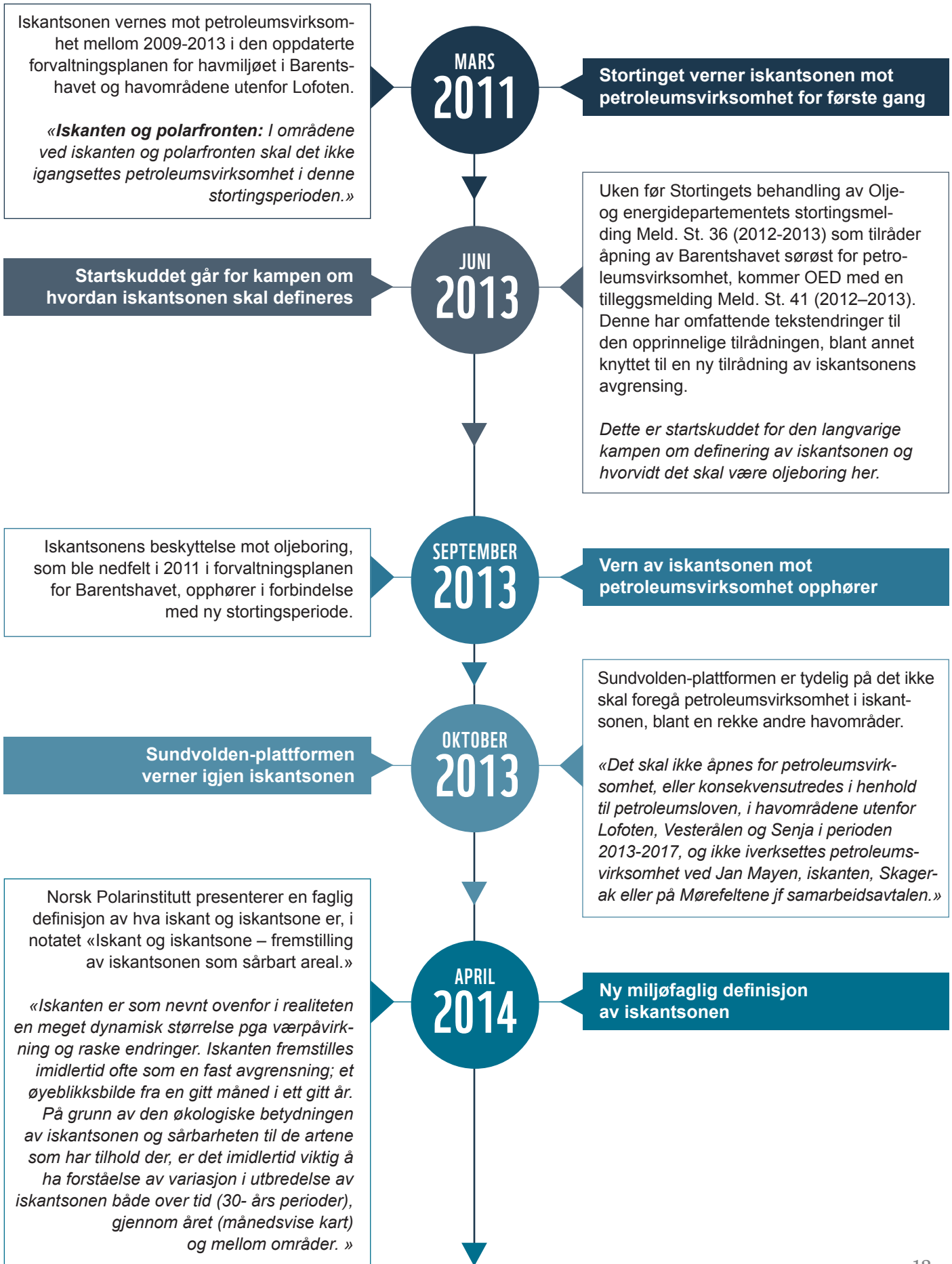
Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger. Kravet til kunnskapsgrunnlaget skal stå i et rimelig forhold til sakens karakter og risiko for skade på naturmangfoldet.

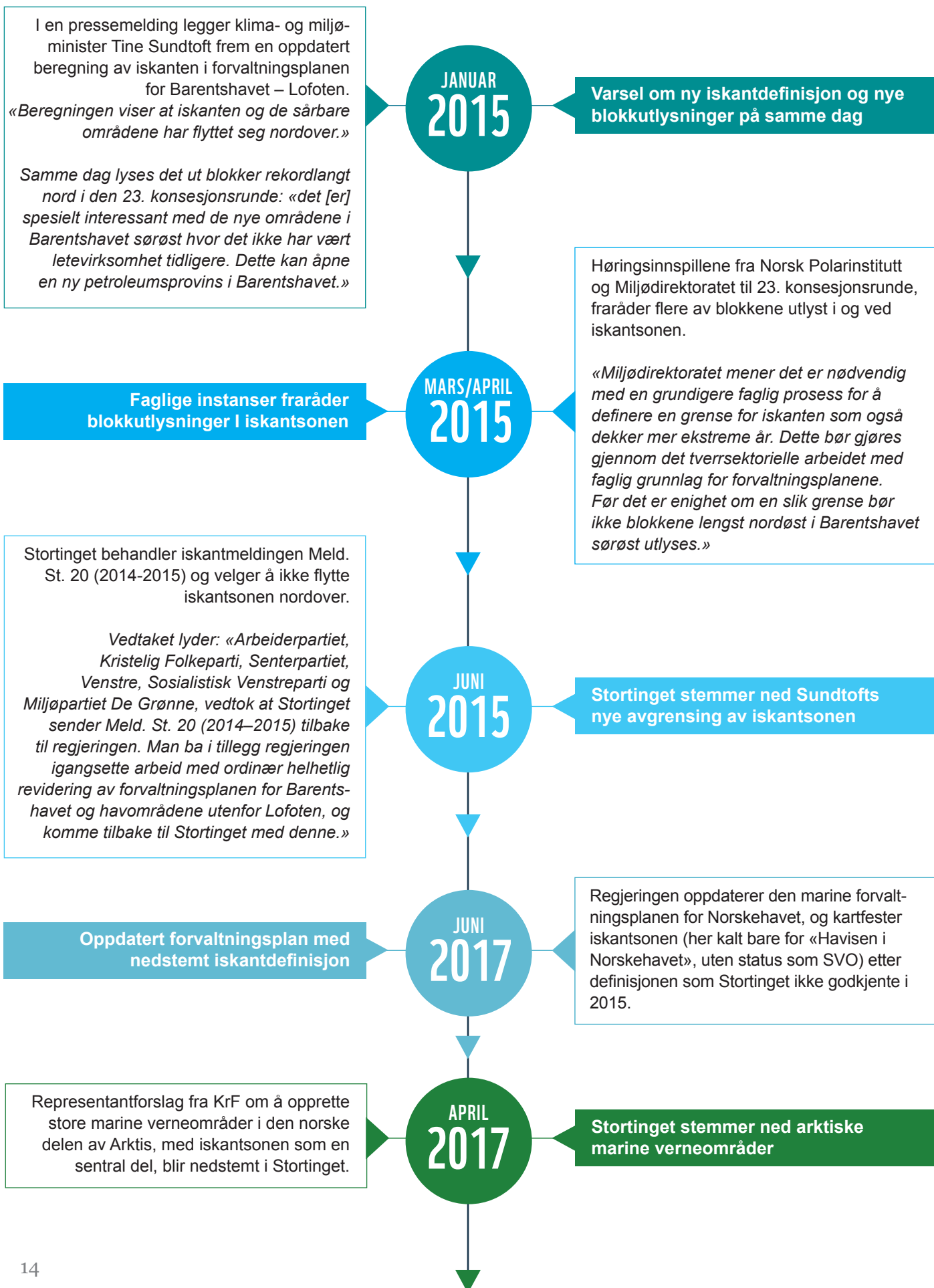
Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) LOV-2009-06-19-100



Mannlige narhvaler i Admiralty Inlet, Nunavut, Canada. © Paul Nicklen / National Geographic Creative / WWF-Canada

TIDSLINJE ISKANTSONEN





WWFs iskantrapport (pdf) lanseres. Rapporten fastslår at iskantsonen opplever et økologisk skifte av historiske dimensjoner. Prosesser er i gang som vil forandre livsbetingelsene til de arktiske artene for godt. Isavhengige arter som narhval, isbjørn og klappmyss vil oppleve voldsomme reduksjoner i sine leveområder i årene og tiårene foran oss. Rapporten peker på et akutt behov for å beskytte de klimatruede leveområdene til artene i Arktis, særlig mot oljevirksomhet.

JUNI
2017

WWFs iskantrapport peker behov for beskyttelse fra petroleumsvirksomhet

Blokkene er en del av den 24. konsesjonsrunde. De miljøfaglige rådene fra Norsk Polarinstitutt, fra mai 2017, fraråder flere av blokkene som likevel blir lyst ut.

(Side 9)
«Norsk Polarinstitutt viser også til det sammenhengende arealet av 28 blokker helt inntil buffersonen rundt Bjørnøya, grense for maksimal isutbredelse i perioden november - juli, samt SVO Polarfronten. Norsk Polarinstitutt fraråder igangsetting av petroleumsvirksomhet i alle disse sammenhengende blokkene.»

OED lyser ut nye bokker i Arktis

JUNI
2017

Plattformen til Høyre, Fremskrittspartiet og Venstre slår fast at regjeringen vil:

(side 71)
«fastslå definisjonen av iskanten i forbindelse med revidering av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, og i lys av anbefalinger fra Faglig forum».

JANUAR
2018

Jæløya-plattformen beskytter iskantsonen for petroleumsvirksomhet

Granavolden-plattformen beskytter iskantsonen for petroleumsvirksomhet

JANUAR
2019

Plattformen til Høyre, Fremskrittspartiet, Venstre og KrF slår fast at regjeringen vil:

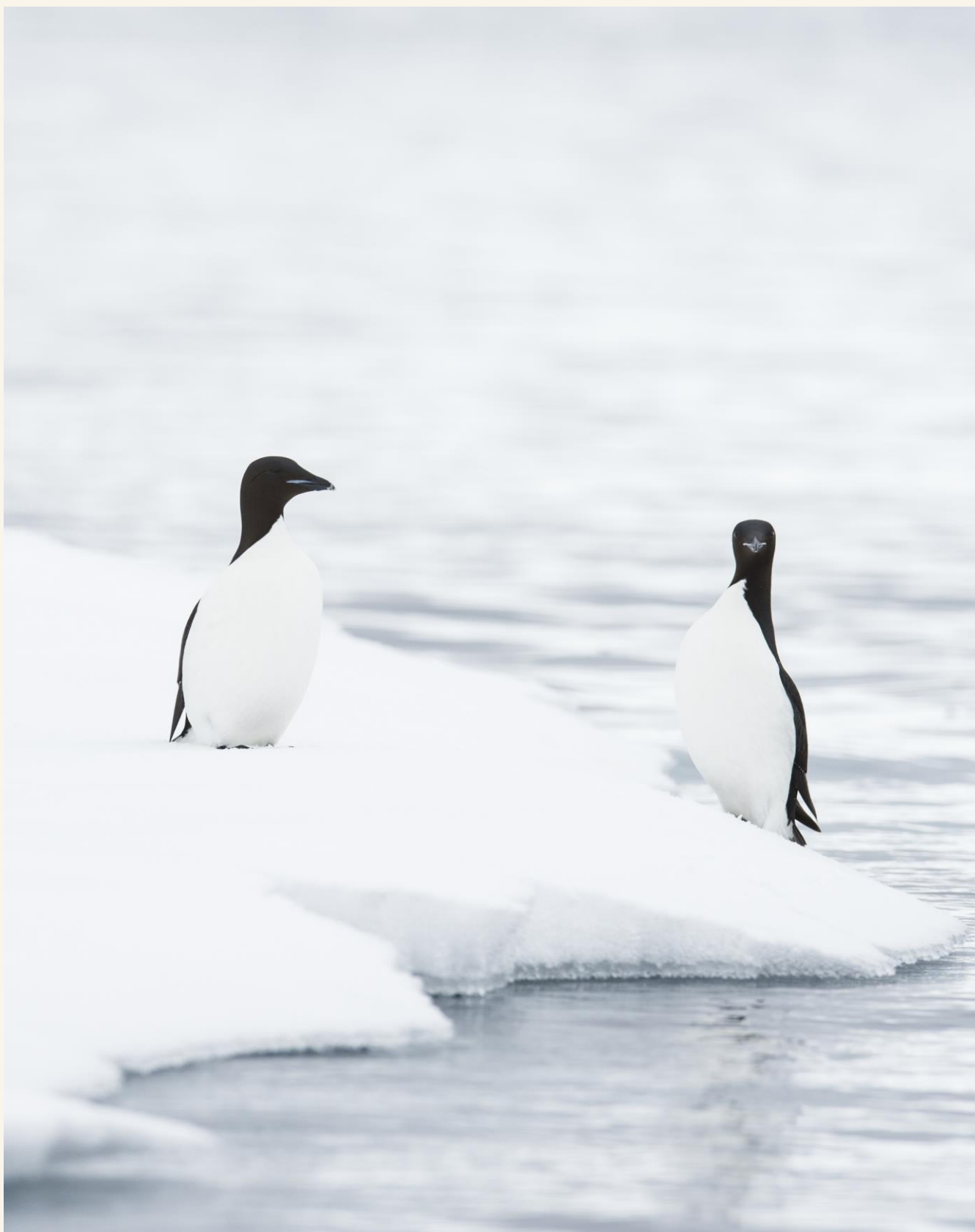
(side 92)
«fastslå definisjonen av iskanten i forbindelse med revidering av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, og i lys av anbefalinger fra Faglig forum».

I fagrapporten Særlig verdifulle og sårbare områder, som er et faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder i 2020, anbefaler fagekspertene en avgrensning av iskantsonen med kart og metodedefinisjon som trekker den lengre sør enn tidligere.

Dette skaper debatt da faglig forum opplyser om intern uenighet vedrørende å legge til grunn 0,5 % eller 30 % isfrekvens i avgrensingsmetoden. Kun uenigheten synliggjøres, men ikke hva den faglige uenigheten går ut på, til tross for at arealforskjellen er enorm.

APRIL
2019

Faglig Forum utgir rapport med ny avgrensning av iskantsonen



Om våren, når sjøfuglene ankommer, brukes iskanten hyppig som rasteområde. Her er det et par polarlomvi som har funnet et passende isflak å hvile på vest for Spitsbergen.

© Roy Mangersnes

HAVISEN I NORD

Fysiske forhold

Når vi tenker på det arktiske havet, er det det typiske landskapet med isdekke vi tenker på. Isdekket forandrer seg i utbredelse og tykkelse i takt med årstidene. I mars er isdekket på sitt bredeste og krymper så inn til et minimum i september.

Isdekket ble observert på sitt bredeste i mars 1979 – samme år som vi fikk pålitelige satelittobservasjoner. Det var da på 16.58 millioner km². I september 2012 var det på sitt minste – da på 3.41 millioner km² ¹⁷.

Tykkelsen på den arktiske havisen varierer mye avhengig av tid og sted. For det arktiske havet som helhet har den gjennomsnittlige tykkelsen typisk vært rapportert til å være cirka 3 meter ¹⁸, men stadig flere bevis peker i retning av at tykkelsen har blitt mindre de siste tiårene i takt med at utbredelsen av isen krymper.

Den ytre kanten på havisen som påvirkes av kontakten med det åpne havet kalles iskantsonen. Dette er ikke en klart definert kant, men snarere en overgangssone i bevegelse. Her finner vi varierende grader av isdekke - fra nesten åpent hav til 100 % dekke. Avhengig av havstrømmer og vindforhold kan iskantsonen skifte fra å være en relativt smal veldefinert kant til å være et bredt belte av isflak på flere titalls kilometer. Det er dette området alt liv i Arktis er helt avhengig av.

Historien

For å forstå alvoret i situasjonen som havisen på den nordlige halvkule nå står overfor, er det nødvendig med et historisk tilbakeblikk. Gjennom tidene har det vært havis i varierende omfang på planeten mange ganger. Datarekonstruksjoner indikerer at det begynte å forekomme havis i Arktis om vinteren for omkring 47 millioner år siden. Dette var i begynnelsen av en periode med global nedkjøling, som er knyttet til et distinkt fall i konsentrasjonene av karbondioksid i atmosfæren.

Deler av Arktis har vært dekket av havis hele året i 13-14 millioner år, og det har vært et vidstrakt arktisk havisdekke de siste 2-3 millioner årene. Historisk har endringer i havisdekket vært påvirket mest av klimagassinnholdet i atmosfæren, samt det som kalles jordaksens bevegelser ^{19,20}. Dessuten har tilstedeværelsen av havisen i seg selv hatt en selvforsterkende effekt ²¹.

Jordklodens helling i forhold til akse, samt formen på banen rundt solen, påvirker hvor mye solenergi som når jorda, og er mekanismen som i stor grad har stått bak istidsyklusene.

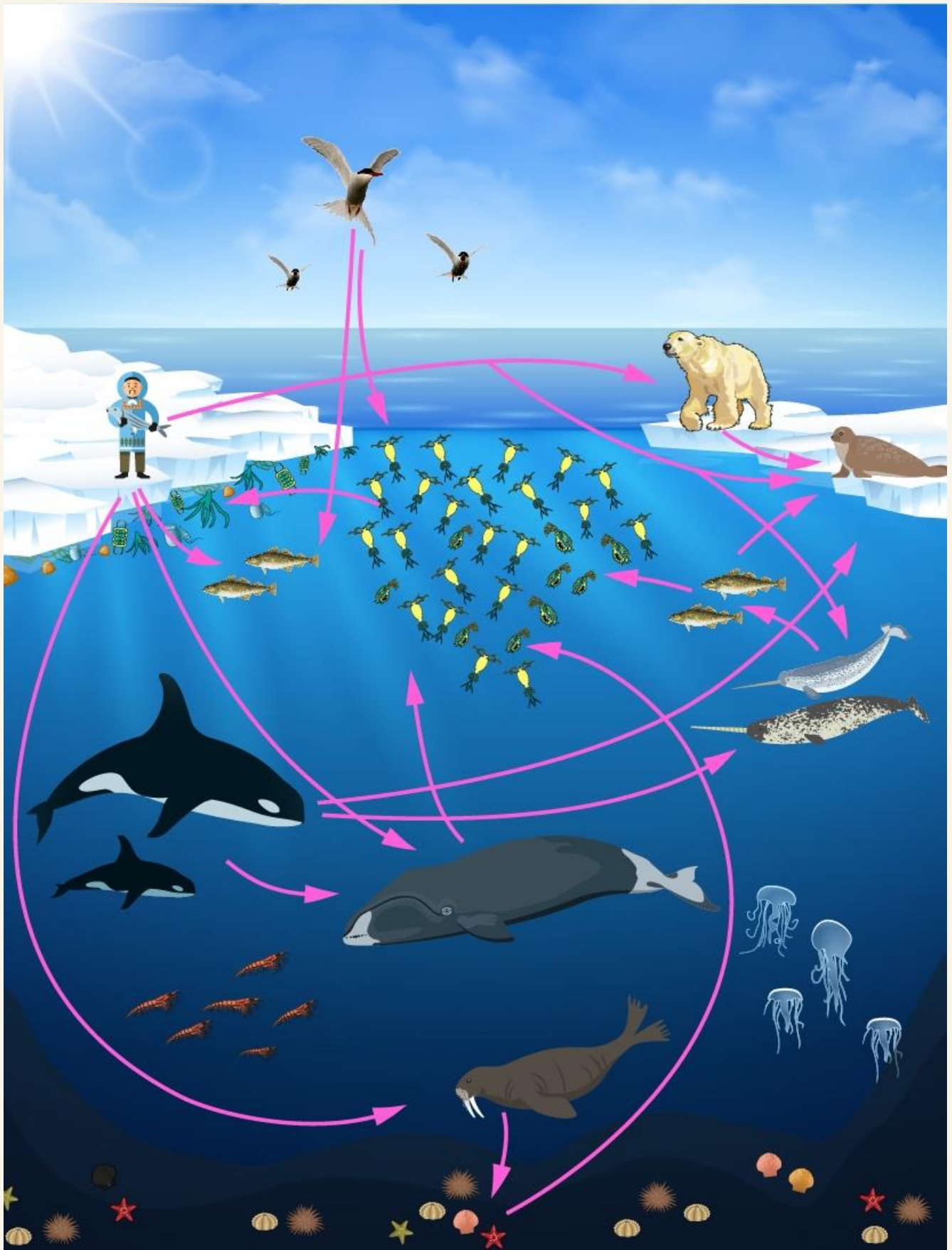
I løpet av de siste 13 millioner årene har tilstedeværelsen av havis i Arktis vært rådende. Det har likevel vært episoder av vesentlig redusert havis og muligens isfrie tilstander i varmere perioder som er knyttet til jordaksens bevegelser. Den mest nylige hendelsen med lite havis på grunn av jordaksens bevegelser fant sted tidlig i Holocen ^{19,20}.

Temperaturene i havet sank kraftig for omtrent 3.1 millioner år siden ^{22,23}, og et omfattende permanent havisdekke på den nordlige halvkule stammer fra den tid ^{19,24}. Siden da og frem til veldig nylig er det ikke bevis for at det har vært større pan-arktiske variasjoner i isforholdene.

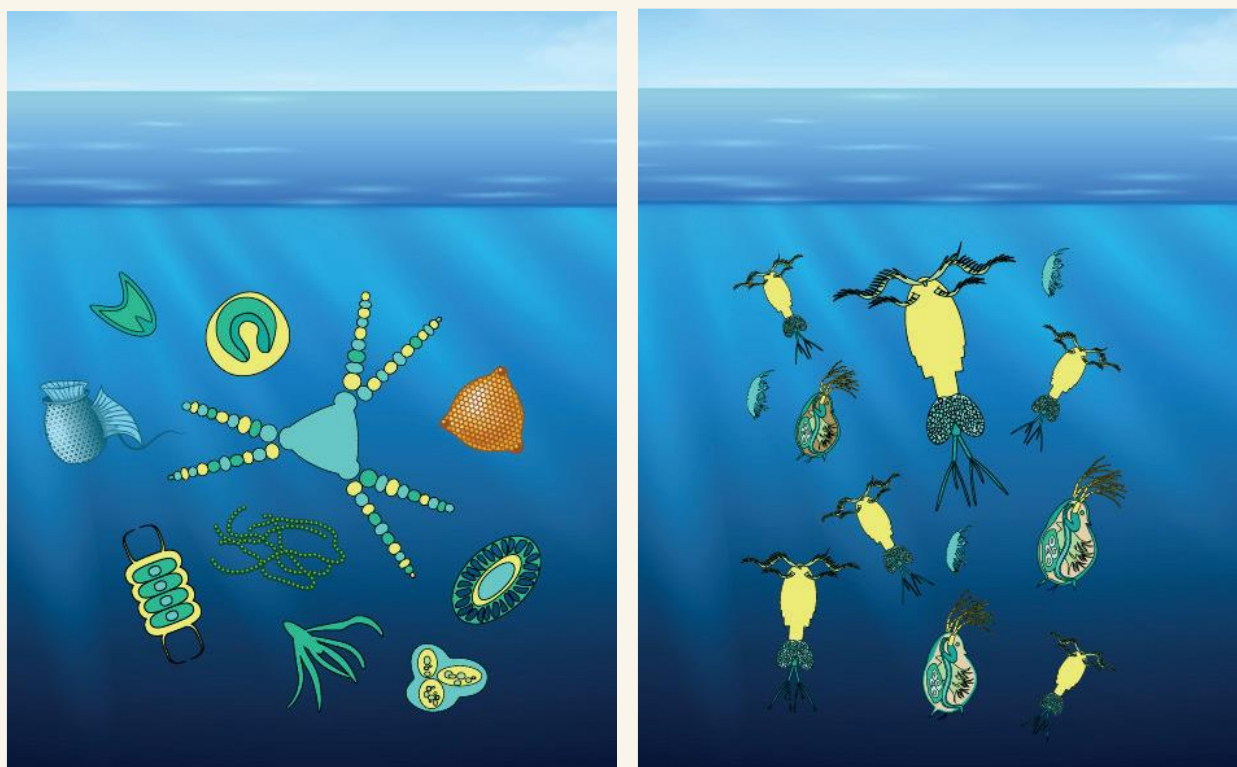
VIKTIGHETEN AV HAVISEN I ARKTIS

Det globale klimaet

Polarområdene på kloden vår spiller en avgjørende rolle i det komplekse globale klimasystemet ²⁵. Med den totale solstrålingen er de tropiske og subtropiske regionene på planeten områder for varmefangst, mens de nordlige breddegrader er områder med varmetap.



Figur 2: Forenklet visning av næringsnettet ved iskantsonen, den biologiske motoren i Arktis.



Figur 3: Noen eksempler på plante-plankton (øverst) og dyreplankton (nederst)

Det sies at “oppgaven” til sirkulasjonene i atmosfæren og havet er å være et motstykke til denne ubalansen, og å opprettholde et noenlunde klima. Sirkulasjonene transporterer varme fra tropene til polområdene. For at disse sirkulasjonene skal fungere er egenskapene i både tropene og polområdene viktige ²⁵, og havisen er en viktig brikke i systemet.

Iskantsonen

Der havet møter isen

Over den lange perioden det har vært havis i Arktis har iskanten vært hjem for mange arter som har tilpasset seg dette unike leveområdet (figur 2). På tross av at isen i utbredelse har trukket seg frem og tilbake i takt med istidene har forholdene antakelig vært tilstrekkelig stabile til å berge et mangfold av isrelatert liv de siste 3 millioner årene ²⁶. I det høye Arktis er iskanten det viktigste havområdet for liv. Dette er den biologiske motoren i Arktis.

Når dagene blir lengre om våren og sommeren forekommer en intens gjenopplivning av plante- og dyreplankton ved iskanten. Med oppblomstringen av dyreplankton dukker det opp et bredt spenn av ville dyr som samler seg her for å finne mat. Derfor har dette området en utpreget høy økologisk sårbarhet når det gjelder påvirkning fra industriell aktivitet.

Den biologiske motoren i Arktis

Et fremtredende trekk ved den marine økologien i Arktis er oppblomstringen av planteplankton i iskantsonen ²⁶⁻²⁸. Når det dannes ny havis på høsten og vinteren blir plante- og dyreplankton (figur 3), så vel som organisk materiale og næringsstoffer fryst inne i isen. Over vinteren er de innefryste mikroorganismene inaktive eller har et lavt aktivitetsnivå ²⁶. Tidlig på våren formerer de seg med kraft fra sollyset som gjennomtrenger mye av havisen ^{29,30}. Selv om de fortsatt er inne i isen er de en matkilde for beitende krepsdyr under isen.

Når isen smelter om våren og sommeren blir disse mikroorganismene sluppet ut i vannsøylen sammen med næringsstoffene som også har vært fanget i isen ³¹. Resultatet er at det oppstår en intens

produksjon av alger og planteplankton i havet rundt iskanten ²⁶. Denne oppblomstringen følger iskanten når den trekker seg nordover i løpet av sommeren.

Forrådet av isalger og planteplankton bestemmer mengden av dyreplankton, fordi de livnærer seg på denne primærveksten. Dyreplankton har en sentral rolle som matkilde for hele matnettet i Arktis. Fordi havisen har betydning for livsgrunnlaget til dyreplankton spiller den en sentral rolle for hele økosystemet i Arktis. Tidspunktet for våroppblomstringen av planteplankton påvirker tidspunktet for mange årlige biologiske hendelser i det arktiske marine økosystemet ^{26,32-34}.

Algeoppblomstring i iskanten når normalt høydepunktet i løpet av 20 dager etter isen har trukket seg tilbake fra et gitt område på våren og sommeren ²⁷. Da er det store mengder arktiske fisk, fugler og pattedyr som utnytter dyreplankton, spesielt hoppekreps ^{35,36}. Dyreplankton under havisen og i vannlommer i isen utgjør hoveddelen av kostholdet til polartorsk og istorsk ²⁶. Dette er to livsviktige fiskearter i det arktiske marine økosystemet.

Hoppekreps utgjør en betydelig andel av oppblomstringen av dyreplankton ved iskanten, spesielt de to fete og næringsrike arktiske artene ishavsåte og feitåte. Den totale vekten av hoppekrepsbestandene ved iskanten er høyere enn vekten av alle andre havlevende dyr i økosystemet ³⁷. De er mindre enn én centimeter lange, men bestandene utgjør som helhet en betydelig del av matkjeden i det høye Arktis hvor fettenergi betyr overlevelse. Uten fete hoppekreps er det mindre energi å overføre oppover i matkjeden til fisk, fugl, hval, sel, isbjørn og mennesker ³⁷. Feitåte har det høyeste fettinnholdet av de arktiske hoppekrepsene og er derfor den viktigste arten når det gjelder overføring av energi fra alger og planteplankton videre i økosystemets matkjeder.

TRUSSELBILDET

Den menneskelige aktiviteten som påvirker det marine livet i Arktis mest, foregår for tiden utenfor Arktis. Her er det snakk om aktivitet som fører til klimaendringer og havforsuring ³⁸⁻⁴⁰. En rekke studier siden 1998 har uten unntak vist at Arktis er spesielt sårbar overfor menneskelig aktivitet på global skala ⁴¹⁻⁴⁵.

KONSEKVENSENE VED ET VARMERE ARKTIS

Havisen forsvinner

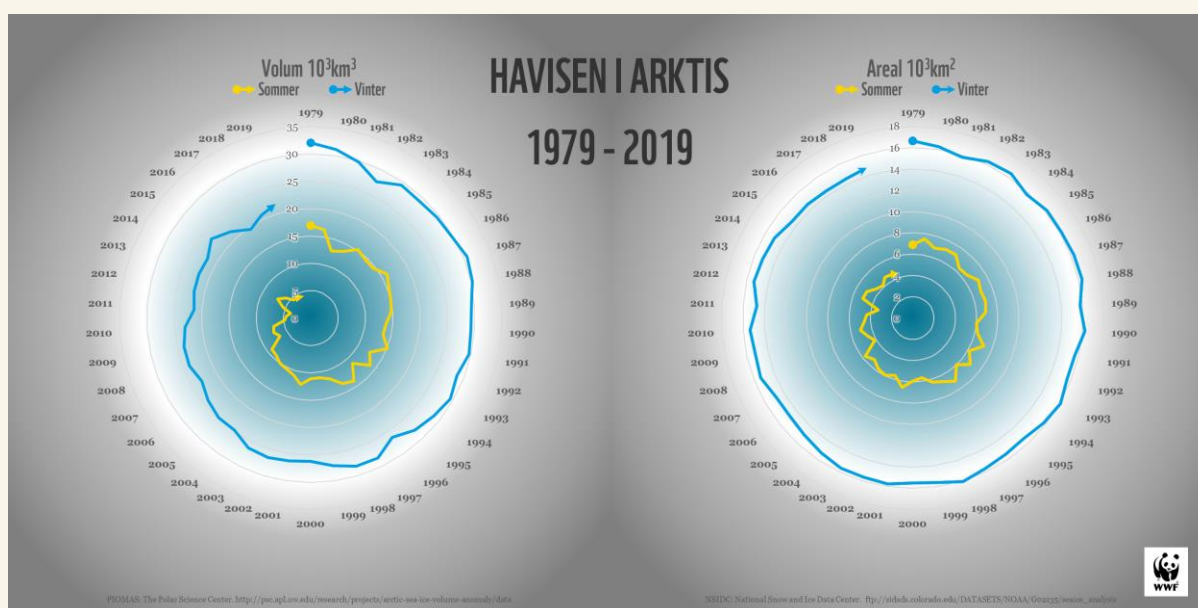
Havisen i Arktis blir raskt mindre i omfang. Det startet sent på 1800-tallet da klimaet ble varmere, og de siste tiårene har nedgangen akselerert. Rask og tiltagende nedgang i havis er nå et iøynefallende og ubestridelig vitenskapelig faktum som gjelder for alle måneder, sesonger og det totale årsgjennomsnittet ^{25,46,47}.

Graden og hastigheten som nedgangen av havisen nå foregår i, er rekordfart sammenlignet med de siste 1500 årene. Dette kan ikke forklares av noen av de kjente naturlige variasjonene ^{19,26,48,49}.

Gjennom de siste 37 årene har nedgangen vært størst i september, med et tap av 3106 km² ²⁵. I tillegg til den veldig synlige reduksjonen i omfanget av havis de siste tiårene har det også vært en betydelig nedgang i mengden tykk flerårig havis, som da er blitt erstattet av tynn årlig havis ⁵⁰.

Forandringene som nå observeres i isdekket i Arktis går også på alder og tykkelse på isen, samt fordeling og tidspunkt for når isen går om våren og når den legger seg om høsten (figur 4) ⁵¹⁻⁵³.

Området i det arktiske hav som er dekket av is som er eldre enn 5 år minsket med 56 % mellom 1982 og 2007. I det sentralarktiske hav minsket det med 88 %. Samtidig har is eldre enn 9 år i bunn og grunn forsvunnet ⁵³.



Figur 4: Observert forandring i volum og utstrekning av isdekket i Arktis siden satellittmålinger startet i 1979.

Siden starten på 1900-tallet har den største driveren for forandringer i havisen på den nordlige halvkule vært økningen i klimagasskonsentrasjoner i atmosfæren forårsaket av mennesker. Andre påvirkninger på klimaet, slik som vulkansk aktivitet, har hovedsakelig vært årsak til temperaturbetingede forandringer i utstrekningen og volumet av havis de siste fire hundre årene ^{54,55}.

Den ekstraordinære oppvarmingen og tilhørende nedgangen i havis kan ikke forklares med jordaksens bevegelser eller økt stråling på nåværende tidspunkt. Uten innblanding forårsaket av klimagassutslipp skulle jordaksens bevegelser nå tilsa at kloden ble kaldere ⁵⁶. Det anslås at det arktiske hav i løpet av 30 år vil være så og si isfritt om sommeren, og at flerårig is hovedsakelig bare vil finnes mellom øyene i Nordøst-Canada og i de trange stredene mellom Canada og Grønland ^{57,58}.

Isfrie forhold vil med all sannsynlighet skape enorme problemer for alt livet som er avhengig av havisen. Et arktisk hav som er isfritt om sommeren vil ha implikasjoner for havstrømninger og vårt globale klimasystem. I tillegg vil det påvirke hele matnettet i Arktis. De anslåtte implikasjonene dette vil ha for faunaen i det unike arktiske havishabitatet er beskrevet som transformativ.

Den tydeligste klimakonsekvensen av en stabil nedgang i havisutbredelse over tid, vil være den store forsterkningen dette har på arktisk oppvarming. Det vil si at jo varmere Arktis blir, jo mer vil denne oppvarmingen forsterke seg selv. Dette er kjent som den arktiske forsterkningen ^{55,59}. Dette skyldes blant annet albedoeffekten (figur 5) ⁵⁵, som ikke bare har direkte påvirkning på Arktis, men også påvirker værsystemer ellers på kloden ^{60,61}.

Forandringer i isdekket i det arktiske havet og utstrømningen av ferskvann kan sannsynligvis også påvirke havstrømningene i Nord-Atlanteren og havstrømningene i større skala ^{62,63}. Havstrømningene i Nord-Atlanteren spiller en betydningsfull rolle for klimaet i Europa og Nord-Amerika ^{64; 65}.

Det er mulig vi vil se raske endringer i isforhold om sommeren i fremtidens Arktis ⁵⁸. Dette er fordi tykkelsen på isen om våren sannsynligvis påvirker hvor stor utbredelse isen har på slutten av sommeren. Hvis havisen tynner seg ut for mye i løpet av vinteren vil den bli sårbar. Sammen med naturlige klimavariasjoner kan dette resultere i et raskt istap om sommeren, som igjen forsterkes av albedoeffekten ¹⁹.

Utsikter for livet

Forringelse av leveområder

Det er forventet at iskantsonen som et leveområde i havisen vil forverre seg i takt med det tiltagende tapet av havis i det 21. århundre. Dette vil igjen forverre den funksjonelle tilstanden til de marine økosystemene i Arktis, som har vært stabile i millioner av år. Det høyarktiske økosystemet og dermed videre biologiske fenomener ⁶⁶ som hvalvandring, fiskegyting og fuglehekkning, avhenger av algeproduksjon og planktonoppblomstring i iskanten. Når og i hvilken grad de biologiske fenomenene finner sted er sterkt påvirket av hvordan isplattformen forandrer seg ^{67,68}.

En håndfull arter, som er essensielle for strukturen og funksjonen i det marine økosystemet i Arktis, er sårbare for endringer i isforholdene fordi de er unikt tilpasset dette området over lang tid for å finne mat, reprodusere seg og overvintre. Flere plante- og dyrearter finnes ingen andre steder i verden, og et tap av dem vil ikke bare forandre økologien i Arktis – det vil være et globalt tap av naturmangfold.

Havis er nødvendig for mange algearter gjennom hele eller deler av livssyklusen. Noen arter er i stand til å ta i bruk havbunnen som habitat, men bare der vannet er grunt nok til at det skinner gjennom tilstrekkelig med lys ⁶⁹. Når havisen forsvinner fra slike grunnere områder, vil havisalgesamfunn gå tapt eller bli sterkt redusert.

Skiftet mot mindre flerårig havis er forventet å påvirke sammensetningen av arter. Mens ettårig havis krever rekolonisering av isalger hvert år, har flerårig havis sammenhengende holdt på alger, bakterier, andre encellede organismer og isfauna ⁷⁰. Videre er noen typer alger så spesialiserte at de ikke er vanlige i yngre havis.

Det er sannsynlig at det vil bli nedgang i bestanden av de større virvelløse dyrene som spiser under isen når havisen reduseres. Dette er spesielt bekymringsfullt når det gjelder is-tanglopper som er økologisk viktige arter. Noen arter som lever lenge og krever havis året rundt kan til slutt bli så redusert at de bare vil være å finne i små områder i det kanadiske polararkipelet. Man forventer at til slutt vil dette være det eneste stedet hvor det vil være igjen flerårig is ⁷¹. Det er usikkert i hvilken grad is-tanglopper kan tilpasse seg isfrie somre ⁷².

Fremmedarter

Når bestandene til de eksisterende isavhengige artene minker, forventer man at det vil dukke opp nye mer sørlige arter, ettersom deres område naturlig flytter seg nordover ²⁶. Det er allerede observert en inntrenging av eksotiske planktonarter høyt i Arktis ⁷³. Noen stillehavsvarianter har til og med nådd Nord-Atlanteren via Arktis, kanskje for første gang på cirka 800.000 år ⁷⁴.

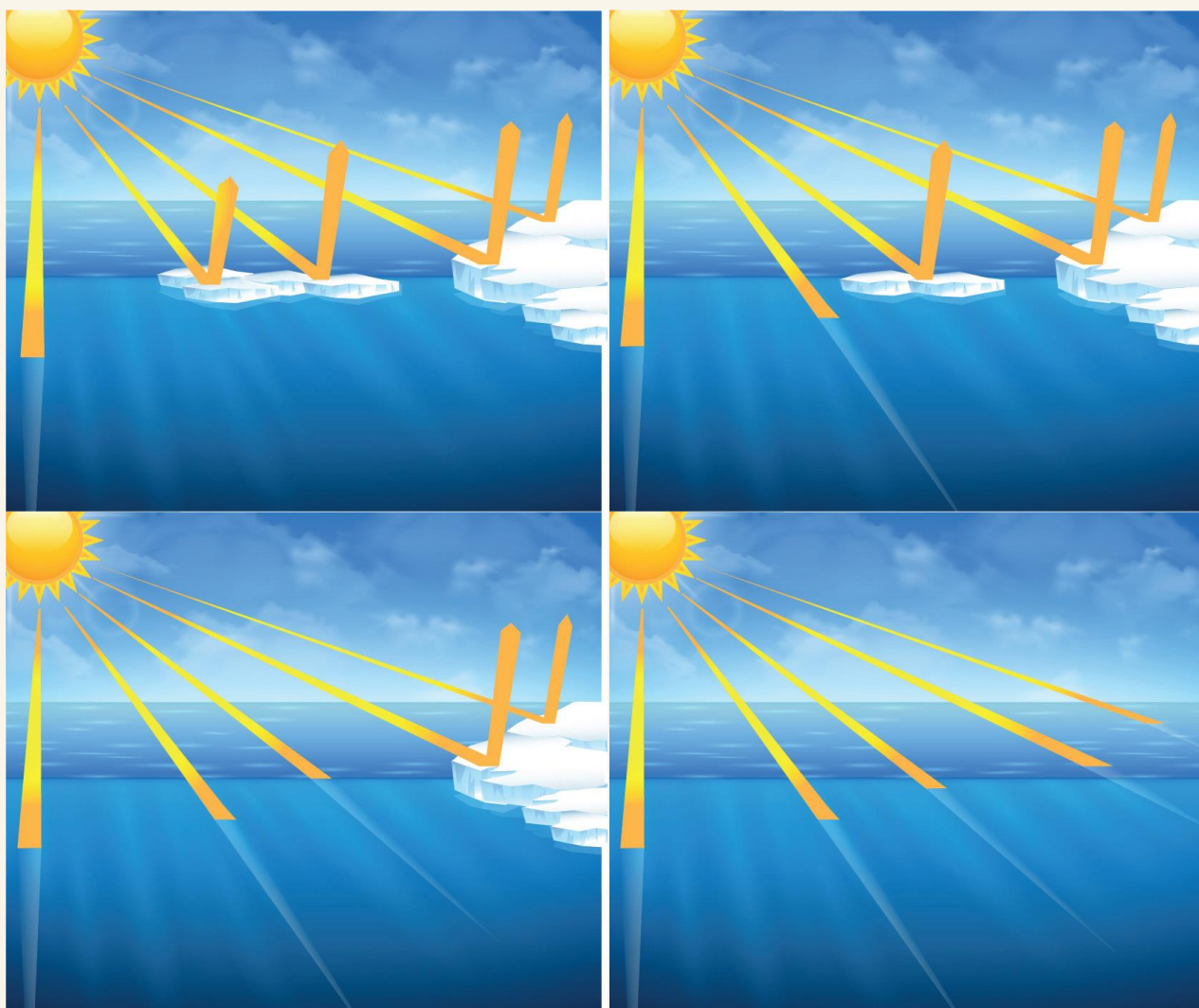
På tross av forestillingen om at sub-arktiske dyreplanktonarter av mindre størrelse ikke er i stand til å etablere bestander når de blir transportert inn i arktisk farvann, er det med de stigende vanntemperaturene bare et spørsmål om tid ⁷⁵. En endring i de dominerende dyreplanktonsamfunnene vil igjen påvirke energioverføringen til arter som spiser dem. Det vil også skape endringer i hvordan større arter migrerer og reproduserer seg fordi dette henger sammen med når isen fryser og smelter ⁷⁶. Dette er spesielt viktig når det gjelder dyreplanktonet ishavsåte som bare befinner seg i vann med temperaturer under cirka 6°C ⁷⁷.

Økt forskyving mellom plante- og dyreplanktonets oppblomstring

Det er sannsynlig at mengden og fordelingen av viktige typer arktiske dyreplanktonsamfunn vil bli sterkt påvirket av nedgang i havis og endringer i når den fryser og smelter. Dette fordi livssyklusene deres er sesongtilpasset de årlige mønstrene med veksten av planteplankton, som igjen er sterkt betinget av når isen i iskanten bryter opp om våren ²⁶.

Et viktig spørsmål som forskere nå stiller, er om tidligere våroppblomstring av planteplankton vil kunne føre til nedgang i dyreplankton. Dette er et vesentlig spørsmål fordi timingen av livssyklusene

til de spesielt viktige hoppekrepsbestandene er avhengig av våroppblomstringen av planteplankton ⁷⁸⁻⁸².



Figur 5, Albedoeffekten:

Albedo beskriver "hvitheten" av en overflate, og er brukt for å beskrive andelen av varmen fra solen som blir reflektert bort, kontra det som blir absorbert. Havens albedo er høyest når den er frosset og snø-dekket, fordi da reflekteres en høy andel av varmen fra solen bort fra overflaten. Den høye refleksjonsevnen til havis står i sterk kontrast til den mørke havoverflaten, som til sammenligning har en svært lav albedo og dermed fanger varme.

Høy albedo, i kombinasjon med mengden solenergi som stråler ned på isen, er spesielt viktig for temperaturen i Arktis om sommeren for å holde den arktiske atmosfæren kjølig. I sin tur bidrar en kjøligere arktisk atmosfære til å opprettholde en jevn nordlig varmetransport fra lavere breddegrader. Mindre havis betyr en lavere albedo i Arktis og dermed at mer varme absorberes i havet fremfor å reflekteres tilbake til atmosfæren. Det gir et varmere Arktis.

Dette har en selvforsterkende effekt som kalles 'arktisk amplifikasjon'. Nedgangen av atmosfærisk varmetransport mot nordområdene har stor innvirkning på værmønstre på den nordlige halvkulen.

For å gjøre bildet mer komplekst, har også planteproduksjonen i havet økt de siste 15 årene fordi det er blitt mindre havis ⁸³. Denne trenden ser ikke ut til å stoppe med det første ⁸⁴. På kort sikt forutses det derfor et skifte i variasjonen av dyreplanktonarter og fettinnholdet deres, samt en økning i deres antall.

På nåværende tidspunkt ligger mye av iskanten over hele Arktis over grunne havområder. Med hjelp fra planteproduksjon i havisen forsørger havbunnen i disse grunne soklene samfunn av alger og virvelløse dyr, samt fisk i vannsøylen og ved havbunnen. Når iskanten trekker seg nordover på våren og sommeren vil den i stadig mindre grad overlappe med de grunne soklene. I stedet vil den ligge over det dype arktiske bassenget. Her vil ikke en økning i planteproduksjon nødvendigvis hjelpe med å skape soner av tilsvarende verdi for dyrs næringsøk som over soklene ⁸⁵.

Innvirkninger på større dyr

Mengden og fordelingen av arktiske dyreplanktonsamfunn bestemmer mattilgangen under kritiske tidspunkt i livssyklusene til større virvelløse dyr, fisk, sjøfugler og marine pattedyr ²⁶. På grunn av sin viktige rolle i det arktiske økosystemet vil større endringer i mengden dyreplankton på bestemte tider gjennom året, ha vidtrekkende konsekvenser gjennom hele det marine økosystemet i Arktis.

Sårbarheten til større arktiske dyr overfor tap av havis avhenger av flere faktorer. Ikke bare hvordan hver arts leveområde og næringsgrunnlag blir påvirket, men også hvor godt de klarer å tilpasse seg tapet, samt den samlede effekten av alle de negative miljøpåvirkningene. Den iboende evnen hver art har til å gjenoppbygge bestanden når denne har hatt tilbakegang er også en viktig faktor. For enhver dyrestand er den maksimale vekstraten avhengig av egenskaper slik som alder for modenhet, antall avkom per år, og miljøforhold. Den maksimale vekstraten er iboende lavere for isbjørn og hval enn for sel ^{39,86,87}, som igjen er lavere enn for fisk og de fleste fugler.

Fisk

Av de omtrent 750 fiskeartene som finnes i Arktis er polartorsk og istorsk de eneste to vi vet er tett og direkte knyttet til havis året rundt ²⁶. Økologien til mange av de andre fiskeartene er derimot påvirket av tilstedeværelsen, størrelsen og tidspunktet for våroppblomstringen ved iskantsonen. Det har blitt rapportert om enorme konsentrasjoner av polartorsk under vinterhavis ⁸⁸ og ved iskanten om våren ^{27, 89, 90}.

Polartorsk er spesielt viktig i det marine økosystemet i Arktis fordi den finnes i så store mengder. Den utgjør hoveddelen av kostholdet for ringsel om våren mange steder, blant annet på Svalbard ⁹¹, Grønland ⁹², og nord på Baffinbukta ⁹³.

Hva som til slutt blir konsekvensene for arktiske og subarktiske fiskebestander av at havisen forsvinner er usikkert ²⁶. På kort sikt kan faktisk den forventede økningen i algeproduksjon på grunn av oppvarming gi utslag i mer produktivt fiskeri noen steder, slik som for sildefisket i Barentshavet og torskefisket i Atlanteren ⁹⁴. Dette vil på ingen måte være tilfelle for alle fiskebestandene. Det vil være uklokt å trekke en generell slutning om at fiskebestandene i Arktis vil vokse. Det vil være å overse de komplekse interaksjonene i det arktiske økosystemet og konsekvensene av blant annet havforsuring. Særlig er det grunn til å være bekymret for konsekvensene på lang sikt, der mye av havisutbredelsen hovedsakelig vil ligge over det dypere arktiske bassenget.

Sjøfugl

De fleste sjøfugler som lever ved havisen i Arktis finner mat i vannet, mens noen få arter jakter eller spiser åtsel på isen ²⁶. Disse artene bruker hovedsakelig iskanten eller pakkis med åpne vannområder, fordi det er her maten deres er konsentrert. Tilgang på havis som et sted å hvile i nærheten av der de spiser har stor betydning for energibudsjettet til sjøfuglene. For mange fugler kan dette være kritisk for overlevelsen i år med lite tilgang på mat.

Endringer i havisen har derfor direkte påvirkning på sjøfuglers tilgang til foretrukne hvile- og spiseområder. Endringer kan også påvirke sjøfugl indirekte gjennom å virke inn på viktige byttedyr de finner ved isen, som polartorsk og dyreplankton.



Når isen bryter opp frigjøres næring for polartorsken, som igjen blir bytte for krykkjer som jakter langs iskanten.

© Roy Mangersnes

Oppblomstringen i planteplankton i iskanten forsørger store konsentrasjoner av virvelløse dyr og fisk som spises av sjøfugler og mates til sjøfuglungene. Når havisen gradvis reduseres antar forskerne at forholdet mellom sjøfugler og iskanten, særlig vedrørende oppfostring av fugleunger, vil brytes ned over tid ²⁶.

Når vår oppblomstringen blir mindre forutsigbar vil sjøfuglene ha vanskeligere for å finne mat. Dette vil sannsynligvis minske den reproduktive suksessen til mange sjøfugler, da de er avhengige av den store ansamlingen av bytte som finnes ved iskanten i vår oppblomstringen.

Viktige matkilder for sjøfugl vil sannsynligvis bli påvirket av tidligere smelting av havis. En slik tidligere smelting vil føre til økende temperaturer i havoverflaten og sannsynlig påvirke arter av fisk og dyreplankton ^{95,96}. Her er det viktig å merke seg at det er mulig at den fete kaldtvannshoppekrepsen kan bli erstattet av mer tempererte hoppekrepsarter, og dette vil sannsynligvis ha negativ innvirkning på bestandene av alkekonge ⁹⁷.

Mens noen sjøfugler som lever ved iskanten på kort sikt kan ha en mindre fordel av varmere klima på grunn av økt planteproduksjon ⁸³, vil overgangen fra is til åpent vann garantert få negative konsekvenser for en rekke arter ²⁶.

Sjøpattedyr

En studie fra 2008 ⁸⁶ analyserte hvor sårbare 11 isassosierte marine pattedyrarter som lever i iskantsonen var for klimaendringer. Studien vurderte at alle bortsett fra de tre hvalartene narhval, hvithval og grønlandshval var sterkt sårbare overfor endringer i havisleveområde sine. Isbjørn var vurdert som sterkt sensitiv til endringer som påvirket byttedyrene deres, mens narhval, grønlandshval, flekksel, ringsel og klappmyss ble rangert som moderat sårbare.

Alt i alt ble isbjørn, narhval og klappmyss vurdert å være artene som er mest sårbare overfor selve tapet av havis. Dette på grunn av at de er avhengige av spesielle havishabitater og har spesialiserte teknikker for å finne og jakte mat.

Økt planteproduksjon kan resultere i høyere konsentrasjoner av dyreplankton og dette kan være en fordel for noen marine pattedyr i visse deler av Arktis, slik som grønlandshval. Men tapet av andre isavhengige byttedyrarter, spesielt polartorsk og tanglopper ⁹⁸, er forventet å ha negativ innvirkning på lang sikt på andre marine pattedyr – spesielt ringsel og ikke minst for isbjørnen.

Ishval

Med mindre havis og totalt isfrie somre, vil de isavhengige hvalene narhval, hvithval og grønlandshval på sikt sannsynligvis få merkbart mindre tilgang på nødvendig bytte med høyt fettinnhold. Dette på grunn av økte temperaturer i havet, som fører til en annen sammensetning av arter. Det er også en signifikant risiko for at ishvalene ikke lenger vil klare å skaffe så mye mat, fordi byttet deres ikke lenger vil være konsentrert langs iskanten i en så lang sesong.

Det er forventet høyere dødelighetsrate, spesielt hos unge sjøpattedyr, på grunn av vinterstormer og økt predasjon fra spekkhoggere i noen områder. Andre risikoer som følge av et varmere Arktis er økt risiko for sykdom, økt konkurranse fra tempererte arter, mulighet for økte følger av forurensning, og flere påvirkninger fra industriaktiviteter i områder som tidligere var utilgjengelige. Da spesielt shipping, fiske og oljeutvinning.

Lydnivåene i verdenshavene øker på grunn av mer menneskelig aktivitet som shipping og seismikk. Det er forventet at slike aktiviteter vil øke merkbart i de nordlige områdene som tidligere har vært utilgjengelige på grunn av isdekke. Dette vil sannsynligvis by på stedvis store utfordringer for marine pattedyr som ishvalene som bruker sonar for å navigere, kommunisere og finne mat.

Sel

Ringsel og storkobbe lever med havisen året rundt, og alle aspektene av livet deres er avhengig av havisen. Harlekinsel, flekksel, grønlandssel og klappmyss bruker åpne vannområder mye av året og parrer seg på pakkis ²⁶. Om våren er det livsnødvendig for dem med stabil is i nærheten av matkilder for å kunne oppfostre ungene ³⁹.



Figur 6: Point Lay, Alaska, 23 September 2014 - 35 000 hvalross ligger samlet på land, når de skulle svømt spredt i isdekket vann for å finne mat. En så stor samling av hvalross på ett sted er aldri før observert. Dette er et sterkt varsku om klimaendringenes konsekvenser på arter i Arktis.

© Corey Accardo NOAA/NMFS/AFSC/NMML

Vi vet lite om hvordan de fleste selbestander blir påvirket av de menneskeskapte endringene i havisen. Grunnen til at vi vet lite er at de fleste selbestandene ikke er overvåket eller fordi overvåkingen ikke har foregått i lang nok tid til å kunne utpeke trender i bestandsstørrelsen utover naturlige variasjoner. Derimot har det blitt dokumentert en nedgang i mengde og reproduksjon hos klappmyss nordøst i Atlanteren og grønlandssel i Kvitsjøen, og dette er satt i sammenheng med endringer i havisen.

Hvalross bruker havis for å føde og pare seg, og de samler seg her i store grupper for å hvile. Når de samler seg på isen får de tilgang til områder å spise på som ellers ville vært utilgjengelige. Slik påvirker havisen hvalrossbestandens størrelse ³⁹.

De siste årene har mangel på havis tvunget stillehavshvalrossen til å samle seg på land for å hvile i et antall vi aldri tidligere har sett maken til (figur 6). Samtidig har man funnet hvalrosskalver forlatt på sjøen når is som skulle brukes som ansamlingssted har smeltet tidlig. Atlanterhavshvalrossen kan bli mindre påvirket av nedgang i havis om sommeren, for disse våger seg ikke så langt fra land for å spise på denne tiden. De gjør også mer bruk av land som ansamlingssted ^{39,99}.

Isbjørn

Isbjørn trenger havis for å forflytte seg og for å få tilgang til bytte – ringsel og annen isavhengig sel ⁶⁶. Gjennom den isfrie perioden om sommeren er de på land. Her faster de hovedsakelig, men spiser også åtsel, vegetasjon og fugleegg. Isbjørnen kan ikke overleve uten det høye energiinnholdet i fettene på sel, og selen jakter de på isen ^{85,100}.

Minskende bestand, dårligere fysisk forfatning, og endringer i fordeling og adferd er nå synlig spesielt for populasjoner i de mer sørlige delene av områdene isbjørnen befinner seg i ¹⁰¹⁻¹⁰³.

HAVFORSURING – JOKEREN I SPILLET

Økt innhold av CO₂ i atmosfæren fører til at havet i økende tar opp CO₂. Når havet fjerner CO₂ fra atmosfæren fungerer dette som en buffer mot oppvarming, men samtidig fører det til store endringer i kjemien i havet.

Spesielt forsurer dette havet og forsuringen fører til endringer i karbonkretsen – noe som igjen påvirker artssammensetningen. Det arktiske hav er et av områdene hvor havforsuringen skjer raskest. I arktiske marine områder fører små endringer i innhold av CO₂ til store endringer i surhet. Dessuten er det flere stressfaktorer som påvirker det arktiske hav som fører til en forsterkning av forsuringen ⁴⁰.

Økosystemene i Arktis er karakterisert av lite biologisk mangfold og dermed enkle næringskjeder, og det innebærer i økologiske termer dårlig motstandsdyktighet mot store forstyrrelser. Økosystemene i Arktis er truet av havforsuring som vil medføre biologiske og økologiske konsekvenser ⁴⁰. Havområdene i Arktis er i tillegg spesielt sårbare overfor forsuring, og det er her havforsuring vil ha de første og største negative konsekvensene. Det som skjer her kan gi oss et bilde av hvordan havforsuring i resten av verden vil se ut på sikt ^{40,104}.

Havorganismer med skall, inkludert flere viktige arter av dyreplankton ved iskanten, bruker kalsiumkarbonat som byggemateriale for skall eller ytre skjelett. Havforsuringen løser opp kalsiumkarbonat, og dermed blir det vanskeligere for disse organismene å danne skall ¹⁰⁵.

Med økt surhet i vannet er det mindre kalsiumkarbonat tilgjengelig for marine organismer ¹⁰⁶. De vil da måtte slite mer på energibudsjetten sine for å bygge og vedlikeholde skall og ytre skjelett ¹⁰⁷. Hvis vannet blir for surt, vil kalsiumkarbonatet i skall og ytre skjelett bli oppløst i vannet ¹⁰⁵. Derfor har havforsuring katastrofale konsekvenser for dyreplanktonsamfunnene ved iskanten.

Havet i Arktis har allerede oversteget flere vesentlige geokjemiske terskler på grunn av havforsuring. Uten en storskala reduksjon i konsentrasjonen av karbondioksid i atmosfæren vil det ikke lenger være mulig å danne kalsiumkarbonat i vannet fordi flere viktige sporstoffer mangler ⁴⁰. Disse endringene vil være langvarige, og alvorlig havforsuring vil fortsette i mange tusen år med mindre CO₂-utslippene reduseres kraftig. Selv om CO₂-utslippene ble redusert betydelig fra nå av og fremover, vil ikke den kjemiske balansen i havet være tilbake på før-industrielle nivåer før om titusener av år.



Øverst til venstre: Yngel av nøkkelarten polartorsk i en lomme i isen.

Øverst til høyre: Hoppekreps, som tross sin lille størrelse per individ er i sin helhet en betydelig del av matkjeden i det høye Arktis hvor fettenergien de bidrar med betyr overlevelse.

Nederst: Tangloppen *Gammarus wilkitzkii* som typisk er å finne i isen iskantsonen.

© Erling Svensen

Det marine økosystemet i Arktis som er avhengig av is er alvorlig truet. Ikke bare på grunn av oppvarming og det faktum at havisen forsvinner, men også på grunn av havforsuring.

MENNESKELIG AKTIVITET

Når havisen forsvinner og den flerårige havisen forringes blir Arktis mer fysisk tilgjengelig for kommersiell aktivitet, som shipping og utvinning av naturressurser. Stadig flere næringsinteresser ser muligheter som følge av at Arktis blir et mer tilgjengelig havområde. Denne nye klimaoppportunismen utgjør en økt risiko for de unike leveområdene i Arktis, som allerede er sterkt truet. Disse nye truslene er lokal forurensning, forstyrrelser og inntrengning i tidligere isolerte leveområder ¹⁹.

Miljøbelastningene blir mangedoblet som følge av at Arktis åpnes for økonomiske interesser. Det vil bli risiko for oljeutslipp, støyforurensning fra shipping og olje- og gassaktivitet, og forstyrrelser fra mennesker - inkludert turisme i sårbare områder på kritiske tidspunkter. Samtidig vil det være risiko for introduksjon av fremmede arter samt nye parasitter og sykdommer for dyrelivet ²⁶.

Konsekvenser av oljeforurensning

Den økonomiske og geopolitiske interessen for å utvinne mulige petroleumsressurser har vært tiltagende over hele Arktis. Norge har vært spesielt ivrig i Barentshavet. Med økt petroleumsaktivitet kommer økt fare for oljeutslipp og økt forurensning. Dette vil ha skadelige konsekvenser for økosystemet i havet. Flere nylige studier viser at selv små oljeutslipp kan få enorme økologiske konsekvenser for økosystemene i Arktis, på grunn av hvordan de påvirker hoppekreps, som er den viktigste dyreplanktongruppen ^{37,78,108}.

De mest tallrike hoppekrepsartene i Arktis har vist redusert reproduksjonsevne og matinntak når de utsettes for pyren, som er en vanlig miljøgift i blant annet råolje og tungolje ⁷⁸. Dette viser hvor sårbar næringskjeden i Arktis er overfor et oljeutslipp, ettersom de arktiske hoppekrepsartene er de viktigste artene i overførselen av energi i form av fett fra alger og planteplankton til høyere nivåer i næringskjeden.

Som tidligere nevnt er de arktiske hoppekrepsbestandene svært avhengige av at livssyklusen deres sammenfaller i tid med oppblomstringen av planteplankton om våren. Ethvert utslipp, uansett om det er fra lasteskipulykker eller utblåsning fra oljebrønner, kan potensielt forårsake alvorlig skade på næringskjedene i det høye Arktis ved at de ødelegger livssyklusene til hoppekrepsen ⁷⁸. Det vil spesielt gjøre seg gjeldende hvis et utslipp skulle skje under våroppblomstringen når alle de tre viktige hoppekrepsartene kommer til overflaten for å spise, eller når raudåte og ishavsåte parer seg. Selv når alle de tre artene er i dvale på havbunnen, vil feitåte fortsatt være sårbar.

Videre vil ethvert oljesøl ved iskanten under våroppblomstringen resultere i alvorlig tilgrising av fugler og marine pattedyr som her stedvis kan stimle seg tett sammen for å finne mat på denne tiden. Da de fleste artene her allerede er truet vil dette være et hardt slag mot et allerede sterkt belastet økosystem.



Isbjørnbinne med to 8 måneder gamle unger svømmer mellom isflakene nord for Svalbard. Den lille familien er stadig på leting etter mat, og må hele tiden passe seg for større hanner.

© Roy Mangersnes

REFERANSER

- 1 Tilleggsmelding til Meld. St. 36 (2012–2013) Nye muligheter for Nord-Norge – åpning av Barentshavet sørøst for petroleumsvirksomhet. *Olje- og energidepartementet* (2013).
- 2 Endelig arbeidsplan Barentshavet/Lofoten 2016-2019. *Faglig forum for norske havområder* (2016).
- 3 *Om Faglig forum for norske havområder*, <<https://tema.miljodirektoratet.no/no/Havforum/Forside/Om-faglig-forum-for-norske-havomrader/>> (2019).
- 4 Særlig verdifulle og sårbare områder - Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder M-1303/2019 *Faglig forum for norske havområder* (2019).
- 5 Riksrevisjonen. Undersøkelse av myndighetenes arbeid med å ivareta miljø og fiskeri ved petroleumsvirksomhet i nordområdene. *Dokument 3:9 (2018–2019)* (2019).
- 6 Høringsuttalelse – forslag til utlysning av blokker til 24. konsesjonsrunde. (Norsk Polarinstitut, 2017).
- 7 Forslag til utlysning i 23. konsesjonsrunde, Miljødirektoratets vurdering av de foreslåtte blokkene. (Miljødirektoratet, 2014).
- 8 Høringsuttalelse - forslag til utlysning av blokker til 23. konsesjonsrunde. (Norsk Polarinstitut, 2014).
- 9 Forslag til blokkutlysning i 24. konsesjonsrunde, Miljødirektoratets vurdering av de foreslåtte blokkene. (Miljødirektoratet, 2017).
- 10 Regjeringen overkjører alle miljøråd ved oljeutlysninger. *Naturvernforbundet* (2017).
- 11 von Quillfeldt, C. H. *et al.* Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen. *Norsk Polarinstitut* (2018).
- 12 ISKANT OG ISKANTSONE - FREMSTILLING AV ISKANTSONEN SOM SÅRBART AREAL. (Norsk Polarinstitut, 2014).
- 13 Wassmann, P. Avklaring om det finnes spesielle områder som peker seg ut som særlig viktige for den økologiske produktiviteten i havområdet som dekkes av forvaltningsplanen (Barentshavet – Lofoten). (Universitetet i Tromsø, 2008).
- 14 Olsen, E. & von Quillfeldt, C. H. Identifisering av særlig verdifulle områder i Lofoten – Barentshavet. *Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitut* (2003).
- 15 Eldevik, T., Årthun, M. & Olsen, A. *Hvor går grensen for iskanten? Dagens Næringsliv*, <<https://www.dn.no/forskningviser-at/hvor-gar-grensen-for-iskanten/2-1-633176>> (2019).
- 16 Årthun, M., Eldevik, T. & Smedsrud, L. H. The Role of Atlantic Heat Transport in Future Arctic Winter Sea Ice Loss. *Journal of Climate* **32**, 3327-3341, doi:10.1175/jcli-d-18-0750.1 (2019).
- 17 NSIDC. *Charctic Interactive Sea Ice Graph*, <<http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>> (2016).
- 18 Wadhams, P. A comparison of sonar and laser profiles along corresponding tracks in the Arctic Ocean.
- 19 Polyak, L. *et al.* History of sea ice in the Arctic. *Quaternary Science Reviews* **29**, 1757-1778, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.02.010> (2010).
- 20 Stein, R., Fahl, K. & Müller, J. Proxy reconstruction of Cenozoic Arctic Ocean sea ice history – from IRD to IP25. *Polarforschung* **82**, 37-71 (2012).
- 21 Miller, G. H. *et al.* Arctic amplification: can the past constrain the future? *Quaternary Science Reviews* **29**, 1779-1790 (2010).
- 22 Knies, J., Matthiessen, J., Vogt, C. & Stein, R. Evidence of ‘Mid-Pliocene (~ 3 Ma) global warmth’ in the eastern Arctic Ocean and implications for the Svalbard/Barents Sea ice sheet during the late Pliocene and early Pleistocene (~ 3–1.7 Ma). *Boreas* **31**, 82-93 (2002).
- 23 Lawrence, K., Sosdian, S., White, H. & Rosenthal, Y. North Atlantic climate evolution through the Plio-Pleistocene climate transitions. *Earth and Planetary Science Letters* **300**, 329-342 (2010).
- 24 Jansen, E., Fronval, T., Rack, F. & Channell, J. E. Pliocene-Pleistocene ice rafting history and cyclicity in the Nordic Seas during the last 3.5 Myr. *Paleoceanography* **15**, 709-721 (2000).
- 25 Simmonds, I. Comparing and contrasting the behaviour of Arctic and Antarctic sea ice over the 35 year period 1979 - 2013. *Annals of Glaciology* **56**, 18-28, doi:10.3189/2015AoG69A909 (2015).

- 26 Eamer, J. *et al.* Life linked to ice. A guide to sea-ice associated biodiversity in this time of rapid change, Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF). (Akureyri, Iceland, 2013).
- 27 Perrette, M., Yool, A., Quartly, G. & Popova, E. Near-ubiquity of ice-edge blooms in the Arctic. *Biogeosciences* **8**, 515-524 (2011).
- 28 Wassmann, P. *et al.* Food webs and carbon flux in the Barents Sea. *Progress in Oceanography* **71**, 232-287 (2006).
- 29 Mikkelsen, D. M., Rysgaard, S. & Glud, R. N. Microalgal composition and primary production in Arctic sea ice: a seasonal study from Kobbefjord (Kangerluarsunnguaq), West Greenland. *Marine Ecology Progress Series* **368**, 65-74 (2008).
- 30 Collins, R. E., Rocap, G. & Deming, J. W. Persistence of bacterial and archaeal communities in sea ice through an Arctic winter. *Environmental microbiology* **12**, 1828-1841 (2010).
- 31 Michel, C., Nielsen, T. G., Nozais, C. & Gosselin, M. Significance of sedimentation and grazing by ice micro- and meiofauna for carbon cycling in annual sea ice (northern Baffin Bay). *Aquatic Microbial Ecology* **30**, 57-68 (2002).
- 32 Søreide, J. E., Leu, E., Berge, J., Graeve, M. & Falk-Petersen, S. Timing of blooms, algal food quality and *Calanus glacialis* reproduction and growth in a changing Arctic. *Global change biology* **16**, 3154-3163 (2010).
- 33 Gaston, A. J., Gilchrist, H. G., Mallory, M. L. & Smith, P. A. Changes in seasonal events, peak food availability, and consequent breeding adjustment in a marine bird: a case of progressive mismatching. *The Condor* **111**, 111-119 (2009).
- 34 Hodal, H., Falk-Petersen, S., Hop, H., Kristiansen, S. & Reigstad, M. Spring bloom dynamics in Kongsfjorden, Svalbard: nutrients, phytoplankton, protozoans and primary production. *Polar biology* **35**, 191-203 (2012).
- 35 Leu, E., Søreide, J., Hessen, D., Falk-Petersen, S. & Berge, J. Consequences of changing sea-ice cover for primary and secondary producers in the European Arctic shelf seas: timing, quantity, and quality. *Progress in Oceanography* **90**, 18-32 (2011).
- 36 Hunt, G. L. *et al.* Climate impacts on eastern Bering Sea foodwebs: a synthesis of new data and an assessment of the Oscillating Control Hypothesis. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsr036 (2011).
- 37 Sjøgren, K. *Even tiny oil spills may break Arctic food chain*, <<http://sciencenordic.com/even-tiny-oil-spills-may-break-arctic-food-chain>> (2014).
- 38 Meltøfte, H. e. Arctic biodiversity assessment. Status and trends in Arctic biodiversity. (Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), Akureyri, Iceland, 2013).
- 39 Kovacs, K. M., Lydersen, C., Overland, J. E. & Moore, S. E. Impacts of changing sea-ice conditions on Arctic marine mammals. *Marine Biodiversity* **41**, 181-194 (2011).
- 40 AMAP. Arctic Ocean Acidification. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). (Oslo, Norway, 2013).
- 41 AMAP. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. (Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, 1998).
- 42 AMAP. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. (Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 2011).
- 43 AMAP. AMAP Assessment 2011: Mercury in the Arctic. (Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, 2011).
- 44 ACIA. Arctic Climate Impact Assessment. (Cambridge University Press, 2005).
- 45 McGuire, A. D. *et al.* The carbon budget of the northern cryosphere region. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **2**, 231-236 (2010).
- 46 Comiso, J. C., Parkinson, C. L., Gersten, R. & Stock, L. Accelerated decline in the Arctic sea ice cover. *Geophysical Research Letters* **35** (2008).
- 47 Stroeve, J. *et al.* Arctic sea ice extent plummets in 2007. *Eos* **89**, 13 (2008).
- 48 Spielhagen, R. F. *et al.* Enhanced modern heat transfer to the Arctic by warm Atlantic water. *Science* **331**, 450-453 (2011).
- 49 Kinnard, C. *et al.* Reconstructed changes in Arctic sea ice over the past 1,450 years. *Nature* **479**, 509-512 (2011).
- 50 Maslanik, J., Stroeve, J., Fowler, C. & Emery, W. Distribution and trends in Arctic sea ice age through spring 2011. *Geophysical Research Letters* **38** (2011).
- 51 Meier, W. N., Gerland, S., Granskog, M. A. & Key, J. R. in (SWIPA) *Climate change and the cryosphere. Snow, water, ice and permafrost in the Arctic* Ch. 9.1-9.87. (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2011).
- 52 Barber, D. *et al.* The changing climate of the Arctic. *Arctic*, 7-26 (2008).

- 53 Maslanik, J. *et al.* A younger, thinner Arctic ice cover: Increased potential for rapid, extensive sea-ice loss. *Geophysical Research Letters* **34** (2007).
- 54 Sedláček, J. & Mysak, L. A. Sensitivity of sea ice to wind-stress and radiative forcing since 1500: a model study of the Little Ice Age and beyond. *Climate Dynamics* **32**, 817-831, doi:10.1007/s00382-008-0406-6 (2009).
- 55 Screen, J. A., Simmonds, I. & Keay, K. Dramatic interannual changes of perennial Arctic sea ice linked to abnormal summer storm activity. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **116** (2011).
- 56 Berger, A. & Loutre, M.-F. An exceptionally long interglacial ahead? *Science* **297**, 1287-1288 (2002).
- 57 Wang, M. & Overland, J. E. A sea ice free summer Arctic within 30 years: An update from CMIP5 models. *Geophysical Research Letters* **39** (2012).
- 58 Holland, M. M., Bitz, C. M. & Tremblay, B. Future abrupt reductions in the summer Arctic sea ice. *Geophysical Research Letters* **33** (2006).
- 59 Holland, M. M. & Bitz, C. M. Polar amplification of climate change in coupled models. *Climate Dynamics* **21**, 221-232 (2003).
- 60 Gao, Y. *et al.* Arctic sea ice and Eurasian climate: A review. *Advances in Atmospheric Sciences* **32**, 92-114, doi:10.1007/s00376-014-0009-6 (2015).
- 61 Francis, J. A., Chan, W., Leathers, D. J., Miller, J. R. & Veron, D. E. Winter Northern Hemisphere weather patterns remember summer Arctic sea-ice extent. *Geophysical Research Letters* **36**, n/a-n/a, doi:10.1029/2009gl037274 (2009).
- 62 Delworth, T. L., Manabe, S. & Stouffer, R. J. Multidecadal climate variability in the Greenland Sea and surrounding regions: a coupled model simulation. *Geophysical Research Letters* **24**, 257-260 (1997).
- 63 Mauritzen, C. & Häkkinen, S. Influence of sea ice on the thermohaline circulation in the Arctic-North Atlantic Ocean. *Geophysical Research Letters* **24**, 3257-3260 (1997).
- 64 Seager, R. *et al.* Is the Gulf Stream responsible for Europe's mild winters? *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **128**, 2563-2586 (2002).
- 65 Holland, M. M., Finnis, J. & Serreze, M. C. Simulated Arctic Ocean freshwater budgets in the twentieth and twenty-first centuries. *Journal of Climate* **19**, 6221-6242 (2006).
- 66 Kovacs, K. M. *et al.* in *(SWIPA) Climate change and the cryosphere. Snow, water, ice and permafrost in the Arctic* Ch. 9.3 (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2011).
- 67 Arrigo, K. R., van Dijken, G. & Pabi, S. Impact of a shrinking Arctic ice cover on marine primary production. *Geophysical Research Letters* **35** (2008).
- 68 Popova, E. E. *et al.* What controls primary production in the Arctic Ocean? Results from an intercomparison of five general circulation models with biogeochemistry. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **117** (2012).
- 69 von Quillfeldt, C. H., Ambrose Jr, W. G. & Clough, L. M. High number of diatom species in first-year ice from the Chukchi Sea. *Polar biology* **26**, 806-818 (2003).
- 70 von Quillfeldt, C. H., Hegseth, E. N., Johnsen, G., Sakshaug, E. & Syvertsen, E. E. in *Ecosystem Barents Sea* (eds E. Sakshaug, G. Johnsen, & K Kovacs) 285-302 (2009).
- 71 Hop, H. & Pavlova, O. Distribution and biomass transport of ice amphipods in drifting sea ice around Svalbard. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **55**, 2292-2307 (2008).
- 72 Berge, J. *et al.* Retention of ice-associated amphipods: possible consequences for an ice-free Arctic Ocean. *Biology letters*, rsbl20120517 (2012).
- 73 Hegseth, E. N. & Sundfjord, A. Intrusion and blooming of Atlantic phytoplankton species in the high Arctic. *Journal of Marine Systems* **74**, 108-119 (2008).
- 74 Reid, P. C. *et al.* A biological consequence of reducing Arctic ice cover: arrival of the Pacific diatom *Neodenticula seminae* in the North Atlantic for the first time in 800 000 years. *Global change biology* **13**, 1910-1921 (2007).
- 75 Hopcroft, R. R. & Kosobokova, K. N. Distribution and egg production of *Pseudocalanus* species in the Chukchi Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **57**, 49-56 (2010).
- 76 Wassmann, P., Duarte, C. M., Agusti, S. & Sejor, M. K. Footprints of climate change in the Arctic marine ecosystem. *Global change biology* **17**, 1235-1249 (2011).
- 77 Carstensen, J., Weydmann, A., Olszewska, A. & Kwaśniewski, S. Effects of environmental conditions on the biomass of *Calanus* spp. in the Nordic Seas. *Journal of Plankton Research*, fbs059 (2012).

- 78 Nørregaard, R. D. *et al.* Evaluating pyrene toxicity on Arctic key copepod species *Calanus hyperboreus*. *Ecotoxicology* **23**, 163-174, doi:10.1007/s10646-013-1160-z (2014).
- 79 Madsen, S. D., Nielsen, T. G. & Hansen, B. W. Annual population development and production by *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in Disko Bay, western Greenland. *Marine Biology* **139**, 75-93, doi:10.1007/s002270100552 (2001).
- 80 Falk-Petersen, S., Mayzaud, P., Kattner, G. & Sargent, J. R. Lipids and life strategy of Arctic *Calanus*. *Marine Biology Research* **5**, 18-39, doi:10.1080/17451000802512267 (2009).
- 81 Swalethorp, R. *et al.* Grazing, egg production, and biochemical evidence of differences in the life strategies of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in Disko Bay, western Greenland. *Marine Ecology Progress Series* **429**, 125-144 (2011).
- 82 Henriksen, M. V. *et al.* Effects of temperature and food availability on feeding and egg production of *Calanus hyperboreus* from Disko Bay, western Greenland. *Marine Ecology-Progress Series* **447**, 109-126 (2012).
- 83 Arrigo, K. R. & van Dijken, G. L. Secular trends in Arctic Ocean net primary production. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **116** (2011).
- 84 Zhang, J. *et al.* Modeling the impact of declining sea ice on the Arctic marine planktonic ecosystem. *Journal of Geophysical Research: Oceans* **115** (2010).
- 85 Stirling, I. & Derocher, A. E. Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. *Global change biology* **18**, 2694-2706 (2012).
- 86 Laidre, K. L. *et al.* Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecological Applications* **18** (2008).
- 87 Williams, T. M., Noren, S. R. & Glenn, M. Extreme physiological adaptations as predictors of climate-change sensitivity in the narwhal, *Monodon monoceros*. *Marine Mammal Science* **27**, 334-349 (2011).
- 88 Benoit, D., Simard, Y. & Fortier, L. Hydroacoustic detection of large winter aggregations of Arctic cod (*Boreogadus saida*) at depth in ice-covered Franklin Bay (Beaufort Sea). *Journal of Geophysical Research: Oceans* **113** (2008).
- 89 Bradstreet, M. S. & Cross, W. E. Trophic relationships at high Arctic ice edges. *Arctic*, 1-12 (1982).
- 90 Bradstreet, M. S. Occurrence, habitat use, and behavior of seabirds, marine mammals, and Arctic cod at the Pond Inlet ice edge. *Arctic*, 28-40 (1982).
- 91 Labansen, A. L., Lydersen, C., Haug, T. & Kovacs, K. M. Spring diet of ringed seals (*Phoca hispida*) from northwestern Spitsbergen, Norway. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **64**, 1246-1256 (2007).
- 92 Labansen, A. L., Lydersen, C., Levermann, N., Haug, T. & Kovacs, K. M. Diet of ringed seals (*Pusa hispida*) from Northeast Greenland. *Polar biology* **34**, 227-234 (2011).
- 93 Holst, M., Stirling, I. & Hobson, K. A. Diet of ringed seals (*Phoca hispida*) on the east and west sides of the North Water Polynya, northern Baffin Bay. *Marine Mammal Science* **17**, 888-908 (2001).
- 94 Drinkwater, K. F. The influence of climate variability and change on the ecosystems of the Barents Sea and adjacent waters: Review and synthesis of recent studies from the NESSAS Project. *Progress in Oceanography* **90**, 47-61 (2011).
- 95 Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibanez, F., Lindley, J. A. & Edwards, M. Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science* **296**, 1692-1694 (2002).
- 96 Beaugrand, G. & Reid, P. C. Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. *Global change biology* **9**, 801-817 (2003).
- 97 Karnovsky, N. *et al.* Foraging distributions of little auks *Alle alle* across the Greenland Sea: implications of present and future Arctic climate change. *Marine Ecology Progress Series* **415**, 283-293 (2010).
- 98 Gradinger, R. R. & Bluhm, B. A. In-situ observations on the distribution and behavior of amphipods and Arctic cod (*Boreogadus saida*) under the sea ice of the High Arctic Canada Basin. *Polar biology* **27**, 595-603 (2004).
- 99 Witting, L. & Born, E. W. An assessment of Greenland walrus populations. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **62**, 266-284 (2005).
- 100 Molnár, P. K., Derocher, A. E., Thiemann, G. W. & Lewis, M. A. Predicting survival, reproduction and abundance of polar bears under climate change. *Biological Conservation* **143**, 1612-1622 (2010).
- 101 Stirling, I., Lunn, N. J. & Iacozza, J. Long-term trends in the population ecology of polar bears in western Hudson Bay in relation to climatic change. *Arctic*, 294-306 (1999).

- 102 Regehr, E. V., Lunn, N. J., Amstrup, S. C. & Stirling, I. Effects of earlier sea ice breakup on survival and population size of polar bears in western Hudson Bay. *The Journal of Wildlife Management* **71**, 2673-2683 (2007).
- 103 Rode, K. D. *et al.* A tale of two polar bear populations: ice habitat, harvest, and body condition. *Population Ecology* **54**, 3-18 (2012).
- 104 Steinacher, M., Joos, F., Frolicher, T., Plattner, G.-K. & Doney, S. C. Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. (2009).
- 105 Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A. & Orr, J. C. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **65**, 414-432 (2008).
- 106 Turley, C. & Boot, K. Environmental consequence of ocean acidification: a threat to food security. *UNEP Emerging Issues Bulletin*, 01 (2010).
- 107 Pörtner, H.-O. Ecosystem effects of ocean acidification in times of ocean warming: a physiologist's view. *Marine Ecology Progress Series* **373**, 203-217 (2008).
- 108 Hjorth, M. & Nielsen, T. G. Oil exposure in a warmer Arctic: potential impacts on key zooplankton species. *Marine Biology* **158**, 1339-1347, doi:10.1007/s00227-011-1653-3 (2011).



Storkobben benytter enhver anledning til å krype opp på iskanten for å hvile. Den finnes oftest i fjordene rundt Svalbard, men kan som her gjerne trekke med iskanten nord for øygruppen.

© Roy Mangersnes

LIVET PÅ KANTEN

ALVORLIG TRUETE LEVEOMRÅDER

Iskantsonen er et av de marine områdene i verden som er mest truet av klimaendringer.

SÅRBAR OG VIKTIG NATUR

Iskantsonens rolle og funksjon i den arktiske naturen er uerstattelig og ekstremt sårbar.



UNØDVENDIG RISIKO

Oljevirkosomhet er en trussel mot naturverdiene i iskantsonen.

MILJØKUNNSKAPEN!

De miljøfaglige rådene tilsier at Norge bør avgrense en bredere iskantsoner.



Hvorfor vi er her
Ingen flere dyr skal dø ut som konsekvens av menneskers handlinger.
www.wwf.no