

Innhold

TEMA: HAVET I ENDRING

Fra redaktøren s. 94

**Klimaendringer på den blå planeten:
Konsekvensene for livet i havet s. 95**

Svein Sundby

Klimaendringer kan føre til mindre fisk i havet s. 101

Tore Johannessen

Fuglefjellene under press s. 112

Rob Barrett

Mørkere kystvann? s. 125

Dag L Aksnes

**Gjenvekst av tareskog – en positiv effekt
av klimaendringer s. 134**

Camilla With Fagerli, Kjell Magnus Norderhaug, Hartvig Christie,
Eli Rinde, Trine Bekkby, Hege Gundersen og Mats Walday.

Stillehavsøstersen er på vei nordover s. 140

Stein Mortensen

Et sted der ute venter noe fantastisk på å bli oppdaget! s. 148

Jørgen Berge

Et sted der ute venter noe fantastisk på å bli oppdaget!

Jørgen Berge

Jørgen Berge

(f. 1970) utdannet Dr philos ved UiT Norges Arktiske Universitet i 2000, og er professor i marin biologi ved UiT Norges Arktiske Universitet og Universitets-senteret på Svalbard. Har siden 2002 jobbet med økologi i Arktis, først og fremst rettet mot effekter av klimaendring på marine systemer. Ett viktig felt har vært den direkte og indirekte betydningen is har for det marine systemet, og hva som skjer når isdekket reduseres. De senere årene har mørketidsbiologi blitt hovedfokus, og han leder per i dag tre store forskningsprosjekter som alle er rettet mot biologiske prosesser i polarnatten.

Havet og mørket bærer på hemmeligheter og kan virke skremmende på oss mennesker. Hva – og hvem – gjemmer seg i det våte, kalde og mørke havet?

Den arktiske polarnatten har lenge vært nærmest fullstendig utilgjengelig for forskere på grunn av den svært vanskelige kombinasjonen av mørke, kulde, snø og is. Og kanskje nettopp derfor har vitenskapen avskrevet den kalde, mørke polarnatten som en marin ørken. «Intet lys, intet liv», har vært en slags grunn-tanke, og med det har man generelt antatt at de organismene som er tvunget til å overvintre i polarnatten «slukker lyset» og bare venter på våren; gjerne trygt gjemt langt der nede i dypet. Inntil nå. De siste årene har en unik kombinasjon av klimaendringer (mindre is) og teknologiske nyvinninger gjort det mulig å studere livet i havet i polarnatten på nært hold. Og det vi har funnet har både forbauset og begeistret!

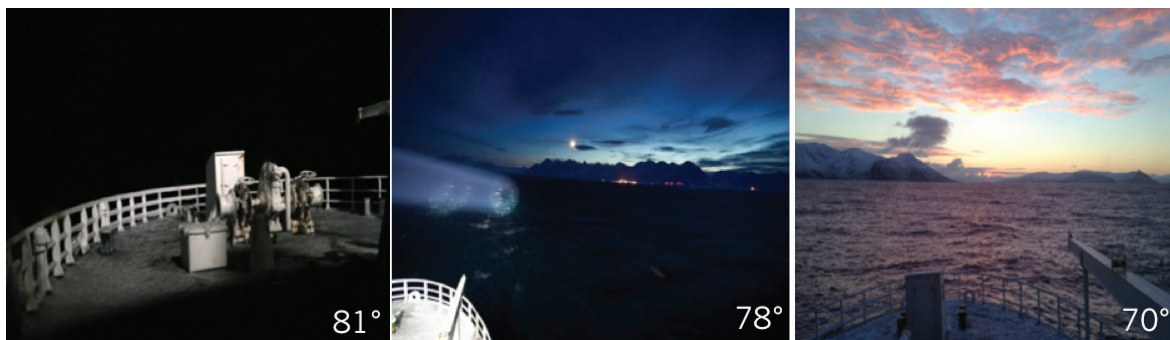
«Den kolde skjønnhet»

I Arktis har vi de siste 30 årene sett en rask reduksjon av isdekket, gjennomsnittlig opp mot 15 % per tiår. Samtidig har det skjedd fantastiske fremskritt når det gjelder utvikling av autonome (selvgående) undervannsroboter som gjør undersøkelser i mørket lettere. Kombinasjonen av mindre is og større tilgang på avansert teknologi har revolusjonert vår forståelse av biologien i de arktiske hav. Nansen, på sin ferd over Polhavet, beskrev polarnatten som en marmor-kald kvinne mens han selv var «træt af din kolde skjønnhet; jeg længes mod livet, det varme, rige» (Nansen 1897). Jeg har de siste fem årene ledet en gruppe forskere som har tatt denne

«kolde skjønnhet» nærmere i ettersyn, og vi har blitt både svært overrasket og imponert over hva vi har funnet!

Et homogent mørke?

Til en viss grad kan man hevde at den lyse polardagen er mer eller mindre lik i hele Arktis, der solen i deler av året er over horisonten 24 timer i døgnet. Det er rett og slett dagslys hele døgnet. Mørket derimot, er svært forskjellig på forskjellige breddegrader. Bildene på figur 1 viser hvordan «mørket» arter seg midt på dagen på tre forskjellige breddegrader, fra 81 °N i Rippfjorden på nordsiden av Svalbard, på 79 °N ved Ny-Ålesund på vestkysten av Svalbard, og ved 70 °N utenfor Tromsø. Alle bildene er tatt



med samme kamera og med samme innstilling og bare med noen få dagers mellomrom i januar 2012 om bord på forskningsfartøyet *Helmer Hanssen*. Det jeg snakker om i denne artikkelen, er polarnatt slik den fremstår på breddegrader tilsvarende Ny-Ålesund og nordover, og er derfor gjeldende for Polhavet, og ikke i like stor grad for eksempel for det sentrale eller sørlige Barentshavet, der mørket aldri blir like påtrengende som lenger mot nord.

Spennende oppdagelser

Under stort sett hver eneste «sten» vi har snudd på de siste årene har vi funnet noe nytt. Jeg skal her trekke frem to eksempler som jeg selv synes er både spennende og illustrative for den aktiviteten som foregår i mørket. Det første eksempelet er hentet fra selve Polhavet – det veldige og islagte havet Nansen krysset med sin spesialbygde *Fram*. Isen er ikke bare et kaldt og frossent medium, den er også et hjem for en lang rekke organismer. Totalt sett er det registrert mer enn 1000 forskjellige arter av alt fra encellede alger og bakterier og opp til store pattedyr som på et eller annet tidspunkt gjennom året eller livet ser ut til å være avhengig av isen. Spesielt om våren og sommeren kan det være

et imponerende skue av liv i, under og i tilknytning til drivisen i Polhavet. Mange av disse er bare midlertidige gjester hovedsakelig gjennom den lyse årstiden, slik som ismåke, alkefugler og muligens polartorsk. Andre derimot, ser ut til å være mer eller mindre avhengige av is gjennom størstedelen av året for å kunne overleve. Dette gjelder ikke minst en gruppe dyr vi på norsk gjerne omtaler som tanglopper (figur 2). Enkelte av disse, slik som isåte (*Apherusa glacialis*), har endog sett ut til å være helt og holdent avhengige av isen gjennom hele året og gjennom hele livssyklusen. Ishavsåte er kjent for å være et meget viktig bindeledd i næringskjeden – den spiser selv isalger på undersiden av isen, mens den inngår direkte eller indirekte som en viktig del av livsgrunnlaget til en rekke fisk, fugler og pattedyr.

Men det har, av ganske åpenbare grunner, vært svært sparsomt med undersøkelser av livet under isen i Polhavet gjennom polarnatten. Og nettopp på grunn av fraværet av studier har vi generelt antatt at de organismene som er tilstede i isen når solen forsvinner under horisonten en gang i november, og som fortsatt er der når lyset kommer tilbake i februar, ja de er nok der også gjennom hele den mørke polar-

Figur 1

Lys i mørket på forskjellige breddegrader. Alle bilder er tatt midt på dagen i midten av januar 2012 fra broa om bord i FF *Helmer Hanssen*. Fra Berge mfl. (in press).

Mørket er ikke bare mørkt

natten. Nyere studier viser imidlertid at noen av disse organismene lever et ganske annerledes liv i mørket enn det vi trodde før. Ikke bare ser det ut til at de bruker mørketiden til å vandre ned i dypet – de vandrer tilsynelatende også ned i vannlag der havstrømmer vil frakte dem innover i Polhavet. Stikk motsatt vei av dit de ellers ville blitt transportert dersom de hadde fortsatt å holde seg fast i isen (figur 3).

Nå er dette foreløpig en hypotese som er basert på et relativt beskjedent antall observasjoner, men det er håp om at vi i ganske nær fremtid vil få bedre anledning til å studere dette. Ikke minst på grunn av det nye isgående forskningsfartøyet FF *Kronprins Haakon* som etter planen skal stå ferdig for norske forskere i 2017. Men det er en rekke faktorer som taler for at disse observasjonene har gitt innblikk i en til nå ukjent, men sentral del av livshistorien til en viktig art i det arktiske økosystemet, altså ishavståten. For det første har det alltid vært

et paradoks for vitenskapen hvordan denne arten kan opprettholde en tetthet i Polhavet på opp mot 200 individer m^{-2} (høyeste rapporterte antall er 500 m^{-2} , mens de mest regelmessige observasjonene ligger på mellom 10–100 m^{-2}) når så mye som 75 % av dets habitat smelter eller transporteres ut gjennom Framstredet hvert år. I tillegg er det et faktum at isåta er mest vanlig i det vi kaller førsteårsis, det vil si is som er dannet samme året. Dette mønsteret er vanskelig å forklare dersom isåta er totalt avhengig av isen hele året – hvordan klarer den å erobre nyfrossen is i så stort antall og så fort dersom den bare kan gjøre det fra «nødhavner» av gammel is som har «overlevd» en smeltesesong? I tillegg er det mulig å sette spørsmålsteget ved det «faktum» at vi i det hele tatt har arter i Polhavet som har utviklet en total avhengighet av isen, sett i lys av at Polhavet med stor grad av sikkerhet har gjennomgått en rekke perioder i løpet av de siste hundretusener av år,

Figur 2

Fire forskjellige tanglopper som er vanlige i islagte farvann.

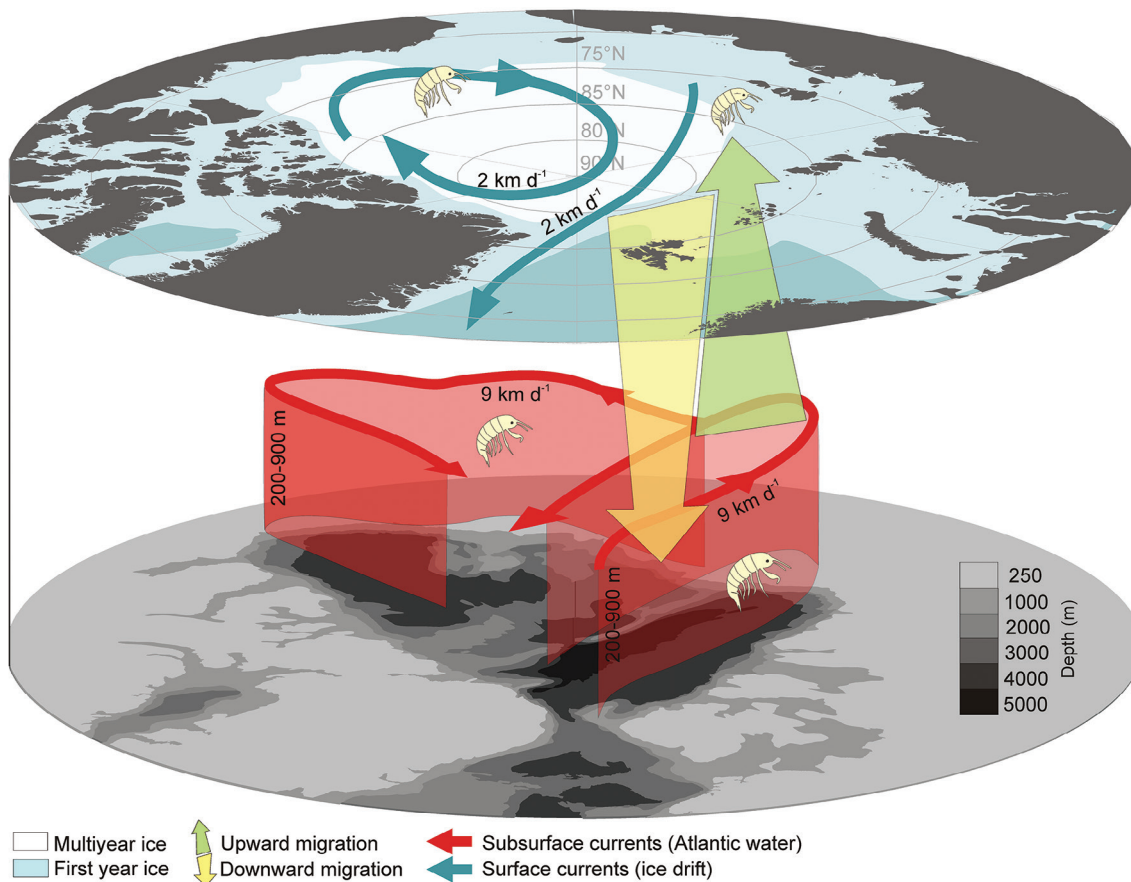
Øverst til venstre: *Gammarus wilkitzkii* fotografert in situ der den sitter med halve bakkroppen inne i en smeltekanal i isen (Foto: Geir Johnsen, NTNU).

Øverst til høyre: *Onisimus nansenii* (oppkalt etter Fridtjof Nansen) fotografert gjennom et mikroskop (Foto: Jørgen Berge).

Nederst til venstre: Isåte (*Apherusa glacialis*) fotografert in situ under førsteårsis nord for Svalbard (Foto: G. Johnsen, NTNU).

Nederst til høyre: *Anonyx nugax*, en art som ofte opptrer i is over grunt vann. Dette er en typisk bunnelivende art som svømmer opp til isen for å finne mat (Foto: G. Johnsen, NTNU).





der isdekket enten har vært minimalt eller totalt fraværende i varme år. Tidsperioden fra i dag og tilbake til den siste store varmeperioden i Arktis er bare noen få tusen år. Er dette tilstrekkelig til at disse artene har utviklet en slik direkte og total avhengighet til et permanent isdekke?

Dersom vi legger den nye innsikten i livshistorien til isåta til grunn, er plutselig begge disse to spørsmålene – eller paradoksene – enkle å besvare: (I) Isåta er i stand til å kolonisere nyfrossen is fordi den har overlevd i vannmassene i perioder med åpent vann. Og ikke bare har den overlevd

nede i vannmassene, men havstrømmene som går inn i Polhavet har også forflyttet isåta lenger inn de områdene langs sokkelkanten som domineres av førsteårsis. (II) Livshistorien til isåta må ikke sees på som en tilpasning til et permanent isdekke utviklet gjennom de siste ti- eller hundretusener av år, men som en tilpasning til et variert og årlig isdekket polhav de siste millioner av år. Selv kaller jeg dette for «nemo-hypotesen», fordi jeg umiddelbart tenker på tegnefilmen der faren til Nemo haiker med skilpaddene som aktivt bruker havstrømmene for å forflytte seg. Nå mener jeg selvsagt ikke at isåta

Figur 3
Nemo-hypotesen. Illustrasjonen viser hvordan isåta kan utnytte dype havstrømmer for å relokalisere seg inne i Polhavet. De blå pilene indikerer den transpolare isdriften som transporterer store mengder is ut gjennom Framstredet, mens de grønne pilene indikerer den nordligste forgreningen av Golfstrøm-systemet som flommer inn i polbassenget. Grønne piler indikerer vertikal migrering av isåte. Fra Berge mfl. 2012.

Hvem gjemmer seg i mørket?

bruker skilpadder, men prinsippet er allikevel det samme – de bruker de store havstrømmene i Polhavet til å forflytte seg lenger inn i Polhavet der livsbetingelsene er bedre. Så for å gjøre en lang historie kort, så har denne nye innsikten i det livet som noen av disse is-assosierte artene lever, gitt oss meget verdifull kunnskap – ikke bare om biologien til disse artene – men enda viktigere, denne innsikten har gitt oss en økt forståelse av prosesser og koblinger mellom is, havstrømmer, biologi og mulige konsekvenser av et redusert isdekke. Og i sentrum for dette står oppdagelser gjort i den kalde og mørke polarnatten.

Det andre eksempelet jeg vil trekke frem, er det faktum at det er langt flere sjøfugler som overvintrer på Svalbard enn hva vi tidligere har trodd. Selvsagt forholder det seg slik at de fleste sjøfugler migrerer sørover og ut i havet om vinteren, men det er faktisk en andel individer som velger å bli værende i fjordene rundt Sval-

bard hele vinteren. Dette er noe man ikke oppdager før man drar ut på sjøen og ligger stille i mørket i en åpen båt – først da får man et inntrykk av antallet havhest som suser inn og ut av fjorden og det faktum at andre sjøfugl svømmer rundt på sjøen. En meget spennende observasjon som er gjort de siste årene, er at spesielt alkekonge og til dels polarlomvi aktivt vil unngå lys i mørket. Mens andre fugler, slik som teist, krykkje og havhest ser ut til å tiltrekkes av lys, vil alkekongen holde seg i små flokker, og hele tiden unngå lys fra en lommelykt. Men man kan høre dem. Hver gang de kommer opp til overflaten etter å ha dykket etter mat vil de «snakke», slik at de kan bruke hørsel til å finne sammen igjen som en flokk i mørket. Sist vinter hadde vi tillatelse til å samle inn noen fugler (teist, alkekonge, polarlomvi, krykkje og havhest) slik at vi kunne ta prøver av disse for å lære mer om hvordan de overlever den ekstremt tøffe polarnatten. Resultatene var

Figur 4

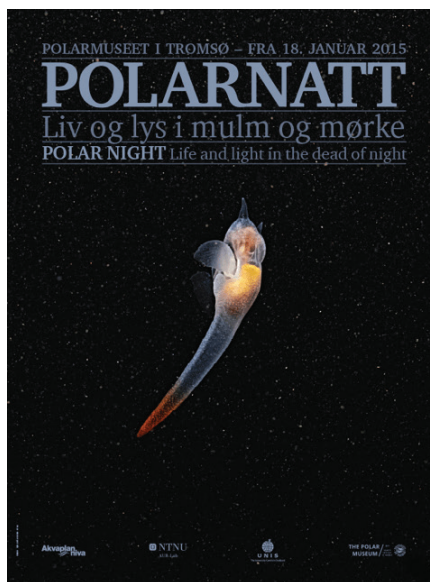
En teist kikker ned i vannet på jakt etter mat. Sammen med blant andre alkekonge, polarlomvi og havhest er dette en overraskende vanlig fugl å se i polarnatten på Svalbard. Foto: Geir Johnsen (NTNU).



nesten sjokkerende! Spesielt var de individene vi fanget av polarlomvi stappmette på både krill, tanglopper og småfisk. Hvordan de klarer å finne mat i mørket er noe vi ikke klarer å forklare, men de har beviselig ikke store problemer med å finne mat!

Utfordringer i fremtiden

Når isen trekker seg gradvis tilbake i det sentrale Polhavet og i sokkelhavene rundt, åpner det seg også nye muligheter for å bruke Arktis som faste transportruter for skipstrafikken over Nordpolen og langs kysten av Svalbard. Samtidig planlegges det stadig nye leteområder etter olje og gass lenger mot nord og inn i tidligere islagte farvann. Med økt aktivitet øker også sjansene for uhell. Gjennom de forskningsprosjektene vi har drevet de siste årene har vi oppdaget at livet i havet ikke går i dvale gjennom polarnatten. Dyreplanktonet trekker ikke ned i dypet i påvente av vår, sol og varme, snarere tvert i mot. Og fisk og fugl ser ut til å trives med å jakte i mørket, gjerne i grunne farvann og nær overflaten. Dette innebærer at livet i havet er minst like sårbart og utsatt for forurensning under polarnatten som i den lyse årstiden. Kanskje til og med *mer* sårbart, siden polarnatten også viser seg å være en viktig tid for reproduksjon. Hvilke effekter et oljeutslipp fra et skips-havari vil ha er derfor høyst usikkert. I tillegg er polarnatten mørk, noe som gjør at det er vanskelig å se hva som eventuelt har gått galt. Sikkert er det i alle fall at polarnatten er full av liv, og at dette er noe vi må ta hensyn til i fremtiden. Kanskje vil vi en dag å finne ut av hvordan alkekongen og polarlomvien klarer å finne mat i det



Figur 5

En utstilling på polarmuseet i Tromsø som helt og holdent er basert på oppdagelser fra polarnatten de siste årene, og i tilknytning til et forskningsprogram finansiert av Norges Forskningsråd (www.mare-incognitum.no).

som for oss er et stummende mørke? Det som også er sikkert, er at det fortsatt venter utrolig mye spennende på å bli oppdaget der ute i mørket – både nye oppdagelser som vil gi noen nye svar, men sikkert også mange nye spennende spørsmål!

Videre lesning

- Berge, J., Varpe, O., Moline, M.A., Wold, A., Renaud, P.E., Daase, M., & Falk-Petersen, S. 2012. Retention of ice-associated amphipods: possible consequences for an ice-free Arctic Ocean. *Biology Letters* 8 (6): 1012–1015. doi:10.1098/rsbl.2012.0517
- Berge J, Cottier F, Darnis G, Falk-Petersen S, Gabrielsen T mfl. (*in press*). In the dark: paradigms of Arctic ecosystems during polar night challenged by new understanding. *Progress in Oceanography*.
- Nansen, F. 1897. *Fram over Polhavet. Den norske polarfærd 1893–1896*. Aschehoug, Kristiania 1897.