

Barentshavet – et hav i endring

Jan-Gunnar Winther og Geir Wing Gabrielsen

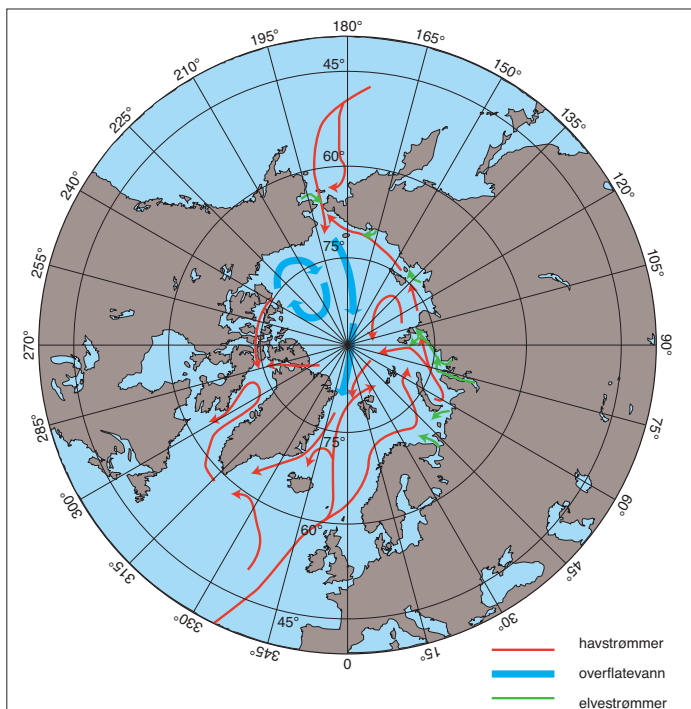
Ulike framtidsperspektiv som er presentert de senere år tilsier at vi står overfor store utfordringer i Barentshavet. Endringer av klima og påvirkninger av miljøgifter er to av faktorene i et slikt framtidssbilde.

I 2003 avleverte det regjeringsoppnevnte Nordområdeutvalget NoU-rapporten *Mot Nord* som vil utgjøre et grunnlag for en kommende Stortingsmelding, den såkalte «Nordområdemeldingen». Rapporten peker på perspektivene i Barents-regionen hvor store forventninger er knyttet til utvinning av olje og gass. Videre ble klimautviklingen og transport av miljøgifter trukket fram som to viktige påvirkningsfaktorer som er styrende for det fysiske og biologiske miljøet i Barentshavet. Det hersker liten tvil om at et fremtidig varmere klima vil føre med seg gjennomgripende endringer og utfordringer av så vel økonomisk som miljømessig og sikkerhetspolitisk karakter i området. For eksempel vil et framtidig varmere klima direkte påvirke sektorer innen energi (for eksempel olje og

gass), fiskeri, havbruk, transport og turisme. I denne sammenheng er Barentshavet en smeltedigel av problemstillinger som hver for seg er

komplekse og som tilsammen representerer en betydelig utfordring for norske myndigheter.

Denne artikkelen begrenser seg til problematikken rundt klimaendringer og miljøgifter i Barentshavet. Vi har valgt å ha en todelt framstilling av temaet. Først gis en kortfattet status av kunnskap når det gjelder det fysiske og biologiske miljøet i Barentshavet samt miljøgiftbelastningen dette området er utsatt for. Deretter setter vi søkelyset på *noen mulige* trusler og utfordringer som vi står overfor på grunn av den kombinerte effekten av klimaendringer og miljøgifter.



Figur 1: Skisse over innstrømming av salt- og ferskvann til Arktis og havsirkulasjonen i Polhavet (AMAP, 2002a).

Hva vet vi om det fysiske miljøet?

En av de to hovedgrenene av Golfstrømmen som transporterer varme fra Atlanterhavet til Polhavet går via Barentshavet. På tilsvarende måte transporterer luftstrømmer varm luft fra lavere breddegrader til Barentshavet pga stabile, atmosfæriske transport-systemer i denne regionen. Resultatet av dette er at klimaet er vesentlig mildere her enn på tilsvarende breddegrader på den nordlige halvkule. Når det gjelder transport av miljøgifter fra jordbruksområder og den industrialiserte verden til Barentshavet, så skjer dette hovedsakelig gjennom havstrømmer og via atmosfæren. Mens transporten med vannmasser tar flere år, bringer luftmasser forurensning fra Asia, Russland, Europa og Nord-Amerika til arktiske områder i løpet av dager til uker (figur 1 side 42 og figur 2, denne side).

Sirkulasjonsprosessene er viktig for utskiftningen av vannmassene i Polhavet. Hovedtrekkene i havsirkulasjonen er en relativ varm kyststrøm, mellom Bjørnøya og Norskekysten, som transporterer atlantisk vann østover i den sørlige del av Barentshavet. Disse vannmassene endrer sine fysiske egenskaper når de strømmer gjennom Barentshavet. Havet har typisk temperaturer mellom 4,5 til 6,5 °C, men varierer både mellom sesonger og fra år til år. I den nordlige del av Barentshavet, hovedsakelig mellom Svalbard og Frans Josef Land, strømmer kaldt arktisk vann

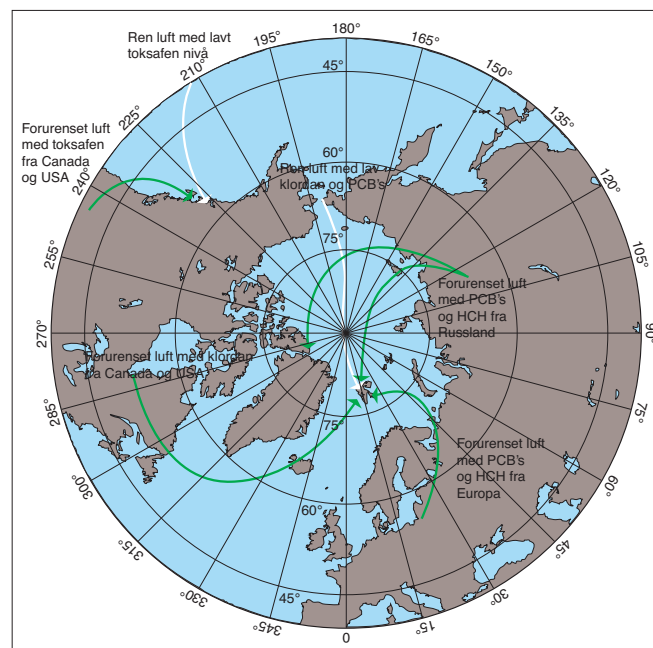
i sørvestlig retning. Disse vannmassene har mindre temperaturvariasjoner og ligger i gjennomsnitt rundt -1,5 °C. Om sommeren ligger et tynt lag (5–20 m) av ferskvann (smeltevann) over de arktiske vannmassene. En smal overgangssone, kalt polarfronten, skiller de atlantiske vannmassene fra de arktiske.

Barentshavet er den del av Arktis som har de største variasjonene i havisutbredelse over året. Det varme atlantiske vannet holder den sørlige del av Barentshavet isfri i normalår. Dette gjelder også langs vestkysten av Spitsbergen som er påvirket av den andre grenen av Golfstrømmen som strømmer inn i Polhavet fra Nord-Atlanteren. I noen år ligger isgrensen sommerstid nord for 81°N. De siste 25 år har områder dekket av havis i Arktis blitt redusert med ca. 10 %. Selv om mange forskningsresultater tyder på at dette delvis skyldes menneskeskapt klimaendring, har lignende endringer også opptrådt tidligere. Eksempelvis ble isdekket areal i Barentshavet redusert med omtrent 15 % på 1920- og 1930-tallet.

Man har antatt at

Figur 2: Skisse over luftstrømmer som bringer forurensninger til Arktis (AMAP, 2002a).

Polhavet er lite viktig for opptak av CO₂ på grunn av isdekket som effektivt hindrer utveksling av gasser mellom atmosfæren og havet, og fordi den biologiske produksjonen i isdekte farvann er forholdsvis lav. Under et varmere klima vil begge disse forutsetningene endre seg. Mindre is og høyere biologisk aktivitet vil bety større opptak av drivhusgassen CO₂ i Arktis. Samtidig har kaldt sjøvann større evne til å holde på CO₂ enn varmere sjøvann. Dette fører til at havets evne til å ta opp CO₂ avtar ved en oppvarming. Hva den netto effekten blir, vet vi ikke.



Hva vet vi om det biologiske miljøet?

Barentshavet er et rikt og høyproduktivt havområde med en rekke forskjellige fiskebestander, marine pattedyrarter og sjøfugl. De fysiske forhold i Barentshavet gjør det marine økosystemet i Barentshavet unikt fordi det er et «grunnhav» med lav temperatur, og som

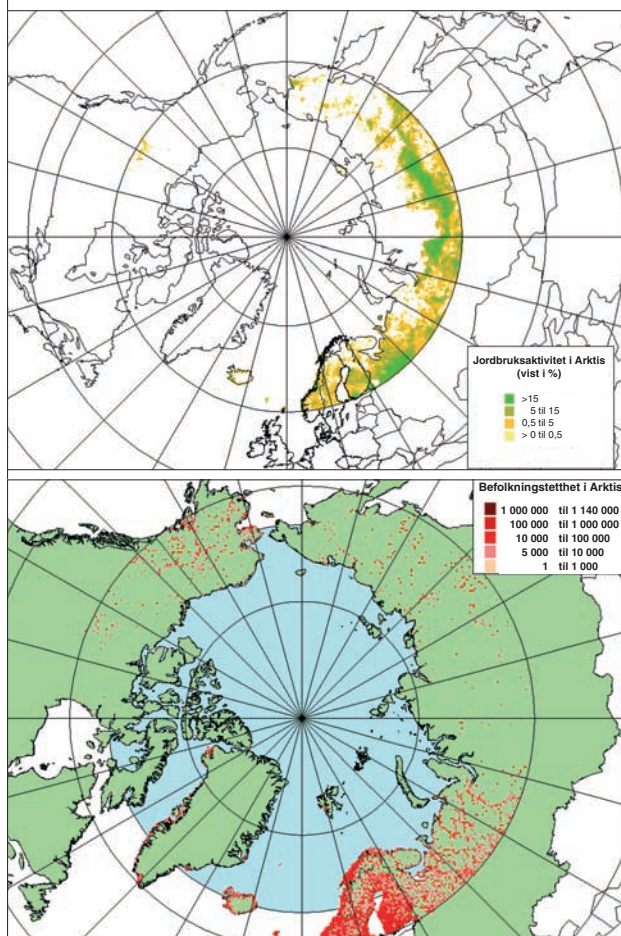
har store sesongvariasjoner i isdekke som tilfører havet ferskvann når isen smelter. På grunn av disse fysiske forhold består økosystemet i Barentshavet av en rekke spesialister som er tilpasset slike forhold, og som en ikke finner i andre havområder. Grunnlaget for bioproduksjonen i Barentshavet er planteplankton/alger i de frie vannmassene og som er knyttet til havisen. Iskanten er et viktig område for våroppblomstringen, og energien som dannes her, utgjør 15–20 ganger den totale energiproduksjon i Norge. Dersom isen trekker seg nordover, vil det skje en parallell produksjon/oppblomstring av dyreplankton som danner grunnlag for store fiskebestander som norsk-arktisk torsk og lodde. Dyreplankton og isfauna er bindeleddet mellom planteplankton/alger og høyere organismer som fisk, sjøfugl, sel og hval. Den biologiske produksjon i

Barentshavet danner livsgrunnlaget for 14–16 million sjøfugl, 2–3 millioner sel og 200 000 hval.

Miljøgifter i Barentshavet

Til tross for langtransportert forurensning fra sørlige breddegrader, er Barentshavet og de andre arktiske havområdene relativt rene sammenlignet med sørlige havområder som ligger nær industri- og jordbruksområder (for eksempel Østersjøen og Nordsjøen). I et arktisk perspektiv er allikevel Barentshavet spesielt på grunn av dets nærhet til relativt sett høyt befolkede jordbruks- og industriområder (figur 3 og 4, denne side), havets plassering i forhold til strøm- og vindretninger og isdrift som tilfører området miljøgifter via hav- og luftstrømmer.

Når det gjelder miljøgifter i det marine økosystem i Arktis, så er den største bekymringen knyttet til organiske miljøgifter. Disse miljøgiftene transporteres hovedsakelig til nordområdene med luftmassene. De er lite løselig i vann, men svært løselig i fett hos planter og dyr. Dette gjør at det finnes lite organiske miljøgifter i vann. De tas opp i fett til planter og dyr og vil finnes i ulike konsentrasjoner avhengig av nivået i omgivelsene, hva de spiser, samt deres evne til å bryte ned og skille ut forbindelsene. Mens anrikningen av miljøgifter i de marine næringskjeder er lav for dyreplankton og fisk, er den stor hos sjøfugl og marine pattedyr. Mens



Figur 3, øverst: Oversikt over jordbruksaktivitet i Arktis (Li, 2004).

Figur 4, nederst: Oversikt over befolkningstetthet i Arktis. Området rundt Barentshavet er uten sammenligning det mest befolkede området i Arktis (Li, 2004).

dyreplankton har liten evne til å bryte ned organiske miljø-gifter, har for eksempel isbjørn og mennesker en bedre nedbrytningsevne. Fugl og pattedyr er varmlodige, noe som medfører et større energibehov gjennom et høyt matinntak, som igjen resulterer i et større inntak av miljøgifter.

Nivået av miljøgifter i kroppen varierer hos fugl og pattedyr. Arter som beiter lavt i næringskjeden har lave nivåer, mens rovdyr som spiser andre fugl- og pattedyrarter vil ha høye nivåer av miljøgifter. I den nordlige del av Barentshavet er det avdekket svært høye nivå av organiske miljøgifter hos polarmåker, polarrev og isbjørn. Nivåene hos disse arter er 2–6 ganger høyere enn det som er påvist i Alaska og Canada.

Forventede endringer av det fysiske miljøet

Over mesteparten av Arktis forventes temperaturen å øke med 4 til 5 °C innen 2080. Temperaturen vil øke mer vinterstid enn sommerstid med den konsekvens at sesongvariasjonene blir mindre. Havtemperaturen i isfrie områder vil øke tilsvarende som luft-

Figur 5: Simulert isutbredelse i BCM («Bergen Climate Model») for dagens klima (lilla farge) og ved en doubling av CO₂ omkring år 2075 (hvit farge). Isutbredelsen er gjennomsnitt over ti år (Drange et al., 2004).

temperaturen, mens havtemperaturen i isdekte områder vil forbli omtrentlig den samme (nær frysepunktet).

Ulike modeller spriker når det gjelder framtidige endringer av det atmosfæriske sirkulasjonsmønsteret, for eksempel intensiteten av lavtrykkbeltet i Nord-Atlanteren. Noen modeller antyder en økning i hyppigheten av stormfrekvensen i området, men modellenes evne til å beregne slike endringer er fortsatt mangelfulle. Dette skyldes at vi fortsatt ikke er i stand til matematisk å gjenskape de kompliserte fysiske prosessene som i virkeligheten opptrer i atmosfæren og i havet.

Innen ACIA-arbeidet («Arctic Climate Impact Assessment») og i forbindelse med utarbeidelse av en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet er det nylig foretatt modellkjøringer for isutbredelse i Barentshavet med en

klimamodell utviklet i Bergen. Havisen kan ses på som den arktiske indikatoren («kanarifuglen») som varsler at endringer er på gang. Modellresultatene viser ingen merkbar endring av iskanten fram til år 2020. Derimot er havisen borte fra størstedelen av Barentshavet i 2050, og rundt år 2075 er hele området mellom nordlige Novaja Zemblja, Frans Josef Land og Svalbard praktisk talt isfritt hele året. Forventet utvikling av isutbredelse i Arktis i 2075 for henholdsvis en sommer- og vintersituasjon er vist i figur 5 (denne side).

Som for de forventede framtidige atmosfæriske transportmekanismer, er modellresultater for framtidig volumtransport av vannmasser i Barentshavet ikke entydige. En av årsakene til dette er at de lokale vindene i Barentshavet har stor betydning for innstrømmingen av varmt Atlanterhavsvann. Det er som tidligere nevnt i dag ikke mulig med



(a) Mars (vinter)

(b) September (sommer)

tilstrekkelig nøyaktighet å modellere matematisk om disse vindsystemene vil endre seg under en klimaendring.

Forventede endringer av miljøgifter

Som et resultat av det internasjonale konvensjonsarbeidet (blant annet Langtransport-protokollen (LRTAP) og Stockholm-konvensjonen) er produksjon og utslipp av enkelte stoffer blitt redusert. Det har i de senere år ført til en nedgang av flere viktige miljøgifter i Arktis (for eksempel PCB, toksafen og DDT). En fortsatt nedgang av disse stoffer i miljøet er knyttet til et forbud mot produksjon og bruk av stoffene samt et utstrakt kontrollarbeid utført av myndighetene (særlig gjelder dette u-land). Mens gamle miljøgifter avtar i arktiske områder, øker mengden av en rekke nye forbindelser. Dersom utviklingen fortsetter, vil det kreves handling både regionalt og globalt fordi nivået av nye miljøgifter vil forårsake skadelige effekter på mennesker og dyr. Eksempler på slike stoffer er bromerte flammehemmere (som inngår i produksjon av TV apparater, PCer, møbler og bilinnredninger), fluorforbindelser (som stammer fra foto-industri, impregnering av klær og møbler) og polyklorete naftalener (som inngår i elektrisk utstyr, smøremidler, farging og tettemidler). Nivå av bromerte flammehemmere har for eksempel over de siste ti år økt 5–10 ganger i vev og blod fra ulike pattedyr- og sjøfuglarter i Arktis. Disse stoffene

vil om utviklingen fortsetter kunne nå nivå som overstiger grenser for risiko. Det kan derfor bli nødvendig å innføre restriksjoner for inntak av viktige fisk og kjøttprodukter, også fra Barents-regionen.

Forsterkes belastningen av miljøgifter?

Det å forutsi hvordan klimaendringer vil forandre transport og opptak av miljøgifter er svært krevende. Det er viktig å understreke at det fortsatt er stor mangel på kunnskap, og at andre viktige faktorer (for eksempel endring i sammensetning av klimagasser) vil kunne ha en stor innvirkning både på transport og opptak i det marine miljøet i Barentshavet. En økning av temperaturen vil medføre en direkte effekt på miljøgiftene. Dette kan skje ved en økt flyktighet av stoffene, en raskere nedbrytning og en forandring av overgangen mellom ulike faser (vann/luft). I det fysiske miljøet vil dette for eksempel være knyttet til forandring av sesongvariasjonen av snø og is.

I det følgende presenteres tanker om mulige, framtidige utviklingstrekk. Dette er ikke basert på forskning, men et forsøk på å se inn i «glasskula» fra noen som har arktisk vitenskapelig erfaringsbakgrunn. Hensikten er å bidra til en kreativ og konstruktiv debatt om utfordringene i Barentshavet. Hva som blir den faktiske utvikling i dette havområdet kan bare framtiden vise.

Når det gjelder organiske miljøgifter, så er det flere mulige måter de fysiske transportveier kan bli endret ved en temperaturøkning. Den atmosfæriske koblingen mellom den østlige delen av Nord-Amerika og Vest-Europa og nordområdene kan bli raskere og mer intens, særlig om vinteren og våren. Dette vil medføre at stoffer fra industri- og jordbruksområder vil kunne øke i mengde, og flere stoffer vil kunne nå Barentshavet raskere enn i dag. I tillegg vil gjenutslipp fra gamle deponi/avdamping (fra jord og vannreservoar) i Europa og den østlige delen av Nord-Amerika benytte de samme luftmassene for å bli transportert nordover. Dette vil sannsynligvis medføre at nivå av for eksempel PCB vil flate ut eller øke i mengde i det marine miljøet i Barentshavet. I det etterfølgende legger vi til grunn at storskala sirkulasjonsmønsteret i havet i Nord-Atlanteren og Barentshavet forblir relativt uendret over de neste 50 år. Vi legger videre til grunn at vi får en generell temperaturøkning, men med endringer i sesongvariasjonene samt en reduksjon av isutbredelsen.

Større områder med åpent vann, som en konsekvens av tilbaketrekning av havisen, vil øke utvekslingen mellom luft og sjø med en mengde tilsvarende økningen av åpne havområder. Et økt antall polynias (isfrie sjøområder omgitt av isdekke) om vinteren vil øke produksjonen av tåke, og dette vil ta opp og avsette forurensningsstoffer til overflaten på områder som kan være viktig for arktiske næringsorganismer. I Arktis er det beregnet at atmosfæren

bidrar med 20 tonn PCB per år til havområdene. Ved en dobling av områder med åpent vann i Barentshavet vil det bli en tilsvarende økning av utveksling av PCB mellom luft og hav. En økning av nedbørsmengden i form av regn og snø vil også føre med seg en økt avsetning av miljøgifter i Arktis.

En økning i temperaturen vil medføre en økt smelting av isbreer som fører til at miljøgifter som er lagret i isen frigjøres til det marine miljøet. I Barentshavet gjelder dette særlig miljøgifter lagret i isbreer på Svalbard og Frans Josef Land.

Spredning av ulike miljøgifter er også koblet til stoffenes fysiske-kjemiske egenskaper hvor stoffenes damptrykk bestemmer når de faller ned. I denne sammenheng varierer partikkelsammensetning og kjemisk sammensetning med temperatur. Hvordan stoffene er forbundet til aerosoler er videre avgjørende for deres transport til Arktis. Stoffenes forbindelse til partikler kan redusere transport til Arktis ved midlertidig eller permanent avsetning til overflaten. Stoffenes potensiale for å falle ned er bestemt av lufttemperaturen og muligheten for fotokjemisk nedbrytning. Kalde vintre og fravær av sol gjør at stoffene forblir i gassform. Om vinteren er stoffene lite utsatt for nedbrytning på grunn av fravær av sollys. Om våren vil imidlertid en økning av temperaturen øke transporten (økt flyktighet), og stoffene vil bli avsatt til overflaten på

Må isbjørnen gå i vannet på grunn av oppvarming i Arktis?

grunn av tilstedeværelse av sollyset. Ved en global oppvarming vil transport av miljøgifter i atmosfæren øke noe. Dette vil resultere i økning av mengde og antall stoffer til de nordlige havområder.

Når det gjelder oppkonsentrering av miljøgifter i marine næringskjeder i Barentshavet, er det grunn til å tro at dette vil bli endret ved en temperaturøkning. Mengde og antall miljøgifter er bestemt av hvor de befinner seg i næringskjeden (trofisk plassering). Ved en økning av mengde og antall stoffer i miljøet vil dette avspeile seg ved en økning oppover i de marine næringskjeder i Barentshavet. Det er grunn til å anta at en, som i dag, vil finne de høyeste nivå og flest stoffer hos de

sjøfugl og pattedyr som utgjør toppen av næringskjeden.

Mange arktiske arter som sel og isbjørn gjennomgår perioder med faste, noe som kan skyldes mangel på mat, eller at de er utsatt for sesongvariasjon i mattilgang. Som energi i slike perioder inngår forbrenningen av kroppsfett. Miljøgiftene, som er lagret i kroppsfettet, vil frigjøres ved forbrenning. Dyrene vil på denne måten bli eksponert for en «coctail» av miljøgifter. Dette inntreffer ofte i kritiske perioder som under svangerskap og diing. Lengre sulteperioder, som et resultat av forandring av isforholdene eller endring av mattilgang, medfører at dyrene utsettes for høyere doser av miljøgifter. En økning i temperatur, som medfører endring av



næringsvalg, kan medvirke til at dyrene må bruke mer tid på næringsøk. Dette resulterer i bruk av mer energi, som resulterer i et høyere matinntak, som igjen betyr at dyrene utsettes for større mengder miljøgifter.

Hos sjøfugl og sjøpattedyr vil endring av næringsgrunnlaget medføre endrede vandringsveier og muligens forflytning av arter. Dette kan medføre at dyrene utsettes for ulik eksponering av miljøgifter langs de nye vandrings- og oppholdsområdene.

Konklusjon

Vi må forvente at oppvarmingen i Arktis fortsetter og at dette i seg selv representerer en stressfaktor for de fleste dyreartene. Videre antas det at belastningen fra miljøgifter øker direkte ved økt temperatur pga økt flyktighet (transport), raskere oppkonsentrasjon i næringskjeden og økt omsetning. Indirekte effekter kan blant annet oppstå på grunn av smelting av isbreer som inneholder miljøgifter samt en økning av områder med åpent hav som intensiverer utvekslingen av miljøgifter mellom atmosfære og hav. Vi konkluderer med at kunnskap om den kombinerte effekten av klimaendringer og miljøgiftbelastning i Arktis er en utfordring for Norge. Spesielt er dette viktig i Barentshavet hvor næringsinteressene er store. Vi ønsker å beholde havområdet som et rent og rikt spiskammer. Forskningsfeltet bør derfor få oppmerksomhet i årene som kommer – fordi

kunnskapen er lav og konsekvensene ved ikke å vite kan bli store! ●

Litteratur:

AMAP Assessment, 2002a: The influence of global change on contaminant pathways to, within, and from the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, xi + 65 sider.

AMAP Assessment, 2002b: Persistent organic pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, xv + 309 sider.

Drange, H., Furuviik, T, Sorteberg, A. & Gao, Yongqi, 2003: Naturlig klimavariabilitet over de siste 50 år – og mulig klimautvikling over de påfølgende 100 år – i Barentshavregionen. Grunnlagsrapport til «Helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet – ytre påvirkninger», 17 sider.

Impacts of a warming Arctic, 2004: Arctic Climate Impact Assessment. ACIA overview report, Cambridge, U.K., 146 sider.

Li, Y.F., 2004: Digital Arctic for environmental study (DAFES), Northern Contaminants Program (NCP). Result Workshop, White Rock B.C., Canada, 28–30.

Forfattere:

Jan-Gunnar Winther har doktorgrad i polar hydrologi fra Norges Tekniske Høgskole (NTH). Han har arbeidet med geofysisk klimaforskning i Antarktis og på Svalbard de siste 15 årene og er forskningsdirektør ved Norsk Polarinstitut.
E-post: winther@npolar.no

Geir Wing Gabrielsen har doktorgrad i zoofysiologi fra Universitetet i Tromsø. Han har arbeidet med miljøgifter i Arktis siden 1990 og er ansvarlig for miljøgiftprogrammet ved Norsk Polarinstitut.
E-post: gabrielsen@npolar.no

Adresse for begge: Norsk Polarinstitut, 9296 Tromsø.