

Gunnar Sander, Inger Hanssen-Bauer, Arne Bjørge og Pål Prestrud



## Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen – MOSJ

En dokumentasjon av systemet og den første vurderingen av miljøstatus



Rapportserie 123

Gunnar Sander, Inger Hanssen-Bauer, Arne Bjørge og Pål Prestrud

# Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen – MOSJ

En dokumentasjon av systemet og den  
første vurderingen av miljøstatus

Norsk Polarinstitut er Norges sentrale statsinstitusjon for kartlegging, miljøovervåking og forvaltningsrettet forskning i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver i miljøvernaker i disse områdene og har forvaltningsmyndighet i norsk del av Antarktis.

The Norwegian Polar Institute is Norway's main institution for research, monitoring and topographic mapping in the Norwegian polar regions. The institute also advises Norwegian authorities on matters concerning polar environmental management.

## Adresse:

Norsk Polarinstitut  
Polarmiljøsesteret  
9296 Tromsø  
e-post: [postmottak@npolar.no](mailto:postmottak@npolar.no)  
[mosj@npolar.no](mailto:mosj@npolar.no)

Norsk Polarinstitut, Polarmiljøsesteret, NO-9296 Tromsø  
[www.npolar.no](http://www.npolar.no)

Forsidebilde: Overvåking av polarmåke på Bjørnøya. Foto: Gunnar Sander  
Teknisk redaktør: Gunn Sissel Jaklin og Gunnar Sander  
Grafisk design: Jan Roald  
Trykkt: Grafisk Nord, Finnsnes, 2005  
ISBN: 82-7666-204-8  
ISSN: 0803-0421

## Forord

Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen - MOSJ - er et overvåkingssystem som presenterer resultater fra ulike overvåkingssystemer på en standardisert måte og lager helhetlige vurderinger av miljøtilstanden på tvers av disse programmene. Systemet er laget bl.a. for å evaluere utviklingen i forhold til de nasjonale miljømålene for polarområdene og ut i fra det, gi anbefalinger om behov for endret virkemiddelbruk på tvers av sektorer. MOSJ styres av miljøforvaltningen, mens arbeidet gjøres i samarbeid med en lang rekke forskningsinstitusjoner.

Det har tatt lang tid å bygge opp MOSJ fra starten i 1999 (se side 9 - 10). Fire år seinere var hoveddelen av den pågående overvåkingen som er plukket ut for systemet presentert på <http://miljo.npolar.no/mosj/start.htm>. Det la grunnlaget for å lage de første helhetlige vurderingene av miljøstatus for området. Styringsgruppa for MOSJ hadde bestemt at det skulle lages vurderinger for temaene klima, hav og land. Klimavurderingen skulle ta for seg endringer i de geofysiske forholdene, mens effekter av klima skulle drøftes i de to andre. For hvert tema ble det pekt ut en hovedforfatter med bakgrunn fra forskning:

- Klima: Inger Hanssen-Bauer, seniorforsker på Meteorologisk institutt
- Hav: Arne Bjørge, seksjonsleder på Havforskningsinstituttet
- Land: Pål Prestrud, direktør for CICERO (tidligere forskningsdirektør på Norsk Polarinstitut)

Forfatterne fikk en serie med spørsmål som veiledning for hva de skulle gi svar på, et budsjett og fritt mandat til å organisere arbeidet som de ville, inkludert hvilke medforfattere de ville trekke inn. De tre valgte å gjøre dette noe ulikt. Men felles var at utkastene deres til vurderinger ble lagt fram på et møte i Tromsø 20. – 21.5 hvor dataleverandører og brukere av MOSJ fra forvaltningen var invitert. Hovedforfatterne reviderte på bakgrunn av dette vurderingene sine i løpet av sommeren 2003.

Denne rapporten er laget for å publisere disse vurderingene i en rapport, ikke bare på nettsidene hvor de har vært tilgjengelige siden de ble ferdige (del 2 – 4). Vi har samtidig ønsket å få en dokumentasjon av MOSJ slik systemet nå har utviklet seg (del 1). Hovedtrekkene er basert på forslagene til Hansen og Brodersen fra 1998. Men det har også skjedd en videre utvikling og konkretisering som har tatt tildels litt andre retninger.

Med disse vurderingene av miljøstatus fikk vi for første gang prøvd ut MOSJ slik systemet var tenkt. Det gjenstår fremdeles enkeltelementer i forhold til det vi hadde planlagt å få inn, og det er en rekke ideer til forbedringer. Eller billedlig sagt: Huset er reist. En del rom er ikke helt ferdige, og det er alt planer om å bygge om. Men nå er det klart til bruk!

MOSJ er et resultat av arbeidet til svært mange enkeltpersoner som det er nesten umulig å takke individuelt. Systemet ville ikke ha fungert uten bidragene fra alle de som utfører miljøovervåking i nordområdene. Institusjonene og enkeltpersonene som står for denne store felles dugnaden er listet på side 21. Hovedforfatterne og deres medforfattere har gjort en imponerende innsats med å sammenstille og vurdere materialet i MOSJ i rapporter som vi vil få god nytte av framover. Styringsgruppa med Bjørn Fossli Johansen, Susan Barr, Else Løbersli, Linn Bryhn-Jacobsen og Sissel Aarvik har vært viktig for å dytte arbeidet framover og forankre det bredere. Kolleger i Norsk Polarinstitut takkes for konstruktive bidrag til å utvikle systemet, forbedre metoder og velge indikatorer. Jeg vil særlig framheve Lise Øvrum på seksjon for miljødata. Hun har gjort et uvurderlig arbeid med å lage praktiske databaser som gjør det mulig å administrere et så stort system. Hun har også utformet hjemmesidene til MOSJ.

Gunnar Sander  
Prosjektleder for MOSJ,  
Norsk Polarinstitut

## Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Del 1 En dokumentasjon av systemet</b>	<b>7</b>
Innhold	8
Vedlegg	21
<b>Del 2 Vurdering av miljøstatus: Klima</b>	<b>29</b>
Innhold	30
<b>Del 3 Vurdering av miljøstatus: Hav</b>	<b>43</b>
Innhold	44
<b>Del 4 Vurdering av miljøstatus: Land</b>	<b>59</b>
Innhold	60

## Sammendrag

### MOSJ-systemet

Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) er et system for integrert overvåking av miljøet på disse øyene og i tilgrensende havområder. Systemet skal:

- Baseres på indikatorer for tilstanden i naturen og kulturminnene og for aktiviteter og prosesser som påvirker denne tilstanden
- Sammenstille utvalgt informasjon fra tematiske overvåkingsprogrammer for Svalbard, Jan Mayen og tilgrensende havområder
- Gjøre informasjonen lett tilgjengelig på Internett
- Presentere kvalitetssikrede og tolkede data på en systematisk og standardisert måte
- Utarbeide regelmessige rapporter om miljøstatus i området. Her skal overordnede utviklingstrekk oppsummeres og vurderes mot nasjonale miljømål. Ut fra dette skal det gis råd om behov for tiltak på tvers av sektorer
- Være et grunnlag for løpende beslutninger om bruk og vern av natur og kulturminner
- Bidra til å koordinere overvåking i området. Systemet skal sørge for at relevante overvåkingsbehov dekkes og data skaffes til veie kostnadseffektivt og etter standardiserte metoder som sikrer god kvalitet

MOSJ ble etablert etter initiativ fra Miljøverndepartementet i 1999. Det ledes av ei styringsgruppe med representanter for miljødirektoratene og Sysselmannen. MOSJ drives av Norsk Polarinstitutt i samarbeid med en rekke institusjoner som utfører overvåking.

MOSJ tar opp viktige hovedutfordringer i norsk miljøpolitikk i nordområdene: Klimaendringer, langtransportert forurensning, biodiversitet og kulturminner. De sektorovergrepene nasjonale miljømålene fra stortingsmeldingene om "regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" reflekteres i valg av temaer og utvalg av indikator.

En hovedhensikt med MOSJ er å levere regelmessige vurderinger av miljøtilstanden i nordområdene. Disse skal vurdere i hvilken grad de nasjonale miljømålene nås eller om det er utviklingstrekk som gir grunn til bekymring. Vurderingene skal peke på hvor det er behov for å sette i verk korrigerende tiltak og hvilke sektormyndigheter som har ansvaret for det. De skal også peke på behov for forskning og overvåking som kan gi bedre grunnlag for å vurdere miljøtilstanden. Slike vurderinger ble laget første gang i 2003 for klima og for tilstanden i havet og på land på Svalbard.

### Klimaendringer observeres

Klimaobservasjoner fra de norske arktiske stasjonene viser en oppvarming i første del av forrige århundre til 1930-årene, en avkjøling fra 1930- til 1960-årene og en oppvarming fra 1960-årene til i dag. I den siste perioden har lufttemperaturene i Arktis økt mer enn den globale middeltemperaturen. Oppvarmingen gir seg også utslag i økt nedbør, reduksjon i isdekket – særlig om sommeren – ferskere overflatevann og indikasjoner på redusert dypvannsdannelse.

Globalt forklares utviklingen i Arktis etter 1960 som en del av en global oppvarming som delvis skyldes menneskelige utslipp av drivhusgasser. Men det er vanskelig å trekke klare konklusjoner på regionalt nivå, særlig i et så dynamisk område som denne delen av Arktis. Viktige observasjoner er imidlertid

kvalitativt i tråd med bildet de beste klimamodellene gir av hva som vil skje som følge av menneskeskapt global oppvarming.

Det strategiske målet om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser vurderes som godt, men det er avgjørende hvilket nivå konsentrasjonene stabiliseres på. Tregheter i klimasystemet gjør at det vil ta mange tiår før en eventuell stabilisering blir merkbar. Det er derfor viktig at effektive internasjonale klimatiltak settes i verk raskt.

Det er store variasjoner i ozonlaget målt i Ny-Ålesund. Foreløpige resultater antyder en svekkelse på 1990-tallet. Måleserien er for kort til å forklare om dette er en naturlig eller menneskeskapt endring.

### Økt ferdsel bekymrer

Hovedbildet er at miljøtilstanden på Svalbard er god. Jakt på rein, fjellrev og rype ser ikke ut til å påvirke bestandene annet enn lokalt. Av de landlevende artene som overvåkes, er det kun ringgåså som er truet. Men den økende turisttrafikken er urovekkende i forhold til miljømålene som er satt for øygruppa. Båter setter nå i land turister over hele Svalbard. Det anbefales å følge utviklingen nøye for å vurdere effektene på vegetasjon og dyreliv nærmere. Men alt i dag vet man at kulturminner blir skadet.

### Truede arter i havet

Det er et politisk mål at ressursutnyttelse ikke skal føre til at arter trues eller utrykkes. Ingen av artene i havet som beskattes i dag er truet av biologisk utryddelse – verken fisk, sel eller vågehval. Det påpekes likevel at langtidsutbyttet av f.eks. torsk, blåkveite og reker er mindre enn det kunne ha vært med lavere kvoter.

En rekke arter som nå er fredet i Norge er fremdeles truet. Grønlandshvalen, som nesten ble utryddet av tidligere tiders overbeskatning, er fortsatt direkte truet. Det antas at isbjørnstammen er i vekst etter fredningen i 1973, mens hvalross – som ble fredet allerede i 1952 – ser ut til å komme gradvis tilbake. Nye trusler som miljøgifter og endret klima kan forverre situasjonen for flere arter framover.

### Global utslagsvask

Hav- og luftstrømmer gjør at Arktis fungerer som en "utslagsvask" for forurensning fra hele kloden. Spesielle forhold i de arktiske økosystemene gjør at selv lave nivåer av miljøgifter i havet konsentreres opp i dyr, og nivåene øker jo høyere de står i næringskjeden. Isbjørn, polarmåke og hval er derfor spesielt utsatt. Klimaendringer og ubalansert beskatning av fisk, fugl og pattedyr kan bidra til å forverre effektene av forurensning. Vurderingen dokumenterer behovet for å redusere miljøgifter og anbefaler at Norge bør øke innsatsen internasjonalt for å få ned skadelige utslipp.

### Kunnskapshull

Miljøovervåking er nødvendig for å få et bilde av endringer i naturen. Både politikk, forvaltning og forskning har stor nytte av at det gjøres en langsiktig innsats for å dokumentere hva som skjer og hvorfor. Men vurderingene peker på at det er en rekke mangler i hva som overvåkes i nordområdene. Dagens innsats gjør det ikke mulig å gi en tidlig varslings av hva som skjer med viktige ikke-kommersielle arter, både fordi det mangler data om bestandene og fordi det knapt foregår overvåking av miljøgifter i dyr. Det er også behov for å styrke langsiktig innhenting av data om klimaet i nordområdene og hvilke effekter det kan ha på økosystemene, bl.a. på vegetasjonen.







# RAPPORTSERIE 123

## Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen - MOSJ

### Del 1: En dokumentasjon av systemet

av Gunnar Sander



Alle foto: G. Sander



## Innhold

<b>1</b>	<b>MOSJ – en kort historikk</b>	<b>9</b>
1.1	MOSJ sprang ut av overvåking av biologisk mangfold	9
1.2	Pilotfasen	9
1.3	Utvikling fram til i dag	10
<b>2</b>	<b>Organisering og mål</b>	<b>10</b>
2.1	MOSJ er organisert i miljøforvaltningen	10
2.2	Mål for MOSJ	10
2.3	Avgrensning må fange funksjonelle sammenhenger	10
2.4	MOSJ evaluerer miljømål og gir råd om tiltak	12
2.5	Miljøindikatorer presenteres standardisert	12
2.5.1	Oppslagssider	12
2.5.2	Datatabeller og tilgang på data	12
2.5.3	Tolkning av data	13
2.6	Kvalitetssikring og koordinering av overvåking	13
<b>3</b>	<b>Valg av indikatorer i MOSJ</b>	<b>14</b>
3.1	MOSJ inngår i strategisk miljørapportering	14
3.2	MOSJ sammenstiller tematisk overvåking	16
3.3	MOSJ søker å integrere forskning og overvåking	16
3.4	MOSJ og DPSIR modellen	17
3.5	Temaer reflekterer prioriterte miljøutfordringer	18
3.6	Kriterier for valg av indikatorer	18
3.7	Utvalget av indikatorer i MOSJ	18
3.8	Økonomi og muligheter for ny overvåking	20
<b>4</b>	<b>Framtidig utvikling</b>	<b>20</b>
	<b>Fotnoter</b>	<b>20</b>
	<b>Vedlegg1: Deltakere i MOSJ</b>	<b>21</b>
	<b>Vedlegg 2: Indikatorbeskrivelse</b>	<b>21</b>
	<b>Vedlegg 3: Indikatoroversikt</b>	<b>23</b>
	<b>Referanser</b>	<b>27</b>
	<b>Nettadresser</b>	<b>27</b>

# 1 MOSJ- en kort historikk

## 1.1 MOSJ sprang ut av overvåking av biologisk mangfold

Røttene til MOSJ kan spores tilbake til Norsk Polarinstittutt sitt arbeid med "Miljøundersøkelser på Svalbard" på slutten av 80-tallet (Hansson m.fl 1989). Det systematisere hvordan viktige menneskelige aktiviteter påvirker naturen. Metodikken var en tilpasning av kanadiske metoder fra konsekvensutredninger<sup>1</sup> og la opp til et fleksibelt analysesystem med kontinuerlig innhenting av kunnskap.

Initiativene til overvåking kom da Direktoratet for naturforvaltning i 1995 foreslo en strategi for overvåking av biologisk mangfold i Norge (DN 1995). Det ble anbefalt å organisere overvåkingen etter naturtyper. Åtte arbeidsgrupper ble satt ned for å konkretisere strategien for syv naturtyper på fastlandet og for polarområdene. I rapporten om overvåking av biologisk mangfold i norsk Arktis (Hop m.fl 1998), finner vi igjen viktige prinsipper og forslag til overvåking som seinere har fulgt MOSJ. Behovene for å overvåke det biologiske mangfoldet i Arktis ble sett i forhold til truslene, inkludert endringer i klima og ozonlaget. Eksisterende overvåking i marine, terrestriske og limniske økosystemer ble deretter vurdert i forhold til disse behovene, og det ble konkludert med prioriterte forslag til overvåking.<sup>2</sup>

Polarinstittuttet fikk samtidig i oppdrag av Miljøverndepartementet å utrede miljøovervåking for Svalbard og Jan Mayen. Den viktigste konklusjonen fra arbeidet var at det manglet en samordning av overvåkingen i området (Hansen og Brodersen 1998). Rapporten framholdt at det hindret både en effektiv

utnyttelse av overvåkingsinnsatsen og en helhetlig vurdering av dataene med sikte på å utvikle miljøpolitikken. MOSJ ble derfor lansert som et *system* for integrert overvåking – ikke et nytt overvåkingsprogram. Systemet skulle drives av statlige forvaltningsinstitusjoner i samarbeid med forskningsmiljøene i en permanent og dynamisk prosess. I første omgang ble det foreslått å overvåke påvirkningsfaktorer (15 indikatorer), biologisk mangfold i marint, terrestrisk og limnisk miljø (30 indikatorer) og kulturminner (2 indikatorer). Kostnadene ble oppgitt både for å etablere MOSJ som system basert på eksisterende aktivitet og for i tillegg å sette i gang ny overvåking.

## 1.2 Pilotfasen

Polarinstittuttet fikk i oppdrag av Miljøverndepartementet å etablere MOSJ som system i 1999. Det ble ansatt en prosjektleder på våren, og det ble etablert ei styringsgruppe i juni.

Data for indikatorene som var plukket ut ble lagt fram på et møte i november 1999. Målet var å vurdere dataene og komme med synspunkter som senere kunne brukes til å utvikle tolkninger. Isteden endte møtet opp med å diskutere forbedringer i overvåkingen. Årsaken var klar: Miljøovervåking i nordområdene var ikke kommet så langt som mange hadde trodd. Mange av aktivitetene som var beskrevet i Hansen og Brodersen 1998 var enkeltstående forskningsprosjekt eller tidsserier som forskere hadde jobbet med. For lite kunne karakteriseres som systematisk overvåking. Det ble derfor konkludert med at det var behov for revisjon av utvalget av indikatorer og parametere. Hovedtrekkene i selve MOSJ-systemet slik det var utviklet, sto imidlertid fast.



Figur 1  
MOSJ geografiske område er Svalbard, Jan Mayen og tilgrensede havområder

### 1.3 Utvikling fram til i dag

Høsten 2000 konkluderte styringsgruppa i MOSJ med ei ny liste med prioriterte indikatorer og parametere. Det var også forslag om intensivområder i Kongsfjorden-Brøggerhalvøya, Longyearbyen-Adventdalen og i Storfjorden.

I september 2001 ble det holdt et nytt møte for å lage vurderinger av miljøstatus. Ut i fra disse diskusjonene, ble det produsert vurderinger på temaene forurensning og ferdsel-kulturminner. På klima, marint miljø og terrestrisk miljø, var det vanskelig å få konklusjoner. Det skyldtes både måten prosessen var lagt opp og at en rekke data fremdeles manglet i MOSJ.

Nettstedet MOSJ ble gradvis utviklet i 2001-02 og har betydd mye for systematikken og presentasjonen av dataene. En første versjon ble laget med tradisjonell design av hver enkelt side. Nå genereres sidene dynamisk ut i fra innholdet i en database, hvor alt innholdet i MOSJ er lagret.

Den foreløpig siste prosessen med vurdering av miljøstatus ble satt i gang i 2002 og gjort ferdig året etter. Det endelige resultatet er vist i del 2-4 av denne rapporten.

## 2 Organisering og mål

### 2.1 MOSJ er organisert i miljøforvaltningen

Miljøverndepartementet er oppdragsgiver for MOSJ. Norsk Polarinstitutt har fått det som en fast oppgave som inngår i det årlige oppdragsbrevet fra departementet. Internt er det seksjon for miljøforvaltning som har sekretariat og løpende oppfølging, i nært samarbeid med miljødataseksjonen som har arbeid med datahåndtering og nettsider. Forskningsavdelinga bistår med intern rådgivning om systemet i tillegg til å utføre overvåking.

Arbeidet ledes av ei styringsgruppe som møtes når det er behov for å diskutere utvikling av systemet og ved viktige milepæler. Medlemmene kommer fra Sysselmannen på Svalbard og miljødirektoratene: Norsk Polarinstitutt (leder), Direktoratet for naturforvaltning, Riksantikvaren og Statens forurensnings-tilsyn (personer, se vedlegg 1). Fylkesmannen i Nordland, som har forvaltningsansvaret for Jan Mayen, var også med i starten. De valgte å trekke seg ut tidlig da det viste seg å være lite overvåking rettet mot Jan Mayen.

Sektoransvaret for miljø pålegger alle sektorer å stå for innhenting av miljøinformasjon knyttet til sin egen virksomhet. Kontakten til dataleverandørene er basert på at statlig finansiert overvåking og datainnhenting skal være fritt tilgjengelig for gjenbruk i andre sammenhenger. Tilrettelegging av data for MOSJ krever imidlertid litt ekstra bearbeiding, særlig i starten når data skal meldes inn første gang. Dette er basert på velvilje fra institusjonene. Havforskningsinstituttet sin omfattende marine overvåking er den største bidragsyteren til MOSJ utenfra miljøforvaltningen. Andre større bidragsytere er Norsk Institutt for luftforskning (NILU), Meteorologisk institutt, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Sysselmannen på Svalbard og Polarinstituttet sine egne forskere (detaljert oversikt i vedlegg 1 og 3).

### 2.2 Mål for MOSJ

Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) er et system for integrert overvåking av miljøet på disse øyene og i

tilgrensende havområder. Systemet skal:

- Baseres på indikatorer for tilstanden til naturen og kulturminnene og for aktiviteter og prosesser som påvirker denne tilstanden
- Sammenstille utvalgt informasjon fra tematiske overvåkingsprogrammer for Svalbard, Jan Mayen og tilgrensende havområder
- Gjøre informasjonen lett tilgjengelig på internett
- Presentere kvalitetssikrede og tolkede data på en systematisk og standardisert måte
- Utarbeide regelmessige rapporter om miljøstatus i området. Her skal overordnede utviklingstrekk oppsummeres og vurderes mot nasjonale miljømål. Ut i fra dette skal det gis råd om behov for tiltak på tvers av sektorer
- Være et grunnlag for løpende beslutninger om bruk og vern av natur og kulturminner
- Bidra til å koordinere overvåking i området. Det skal sørge for at relevante overvåkingsbehov dekkes og data skaffes til veie kostnadseffektivt og etter standardiserte metoder som sikrer god kvalitet

Målgruppa er forvaltningsorganer som arbeider med nordområdene og allmennheten.

Formidlingen via internett med allmennheten som målgruppe gjør at det legges vekt på å popularisere og forenkle fagstoff. MOSJ er likevel med sin innretning på overvåking smalere og noe mer spesialisert enn "Miljøstatus i Norge" og "Miljøinfo Svalbard". Disse nettstedene gir bredere og mer generell miljøkunnskap og har lenker til MOSJ for utdypende fakta fra overvåking.

### 2.3 Avgrensning må fange funksjonelle sammenhenger

MOSJ tar med data både fra landområdene på Svalbard og Jan Mayen og fra overvåking av atmosfæren som er basert på observasjonsplattformer på disse øyene. Det er imidlertid en avgrensning som er gjort: MOSJ har så langt ikke med indikatorer som skal belyse miljøtilstanden internt i bosettingene på Svalbard. Bosettingenes påvirkning på naturen rundt skal derimot inngå.

I havet er det vanskeligere å definere faste avgrensninger for hvilke områder MOSJ skal omfatte. I starten ble det sagt å være "de nære havområdene" rundt øyene (Hansen og Brodersen 1998). Det viste seg å være problematisk; Det var få dataserier som hadde en slik geografisk oppløselighet, og det er begrenset hva disse områdene kan vise i forhold til nasjonale miljømål og andre aktuelle problemstillinger. Det bærende prinsippet MOSJ nå jobber etter, er at systemets avgrensning skal ivareta funksjonelle sammenhenger. Da blir man nødt til å være pragmatisk og definere avgrensningene fra tema til tema:

- Klimasystemet krever et relativt bredt studieområde - både i havet og atmosfæren. Havstrømmene inn og ut av Arktis er viktige signaler om klimautviklingen. I MOSJ inngår oseanografiske snitt vest for Svalbard og helt over til Grønland (Framstredet). Det diskuteres også å inkludere snitt syd- og østover mot fastlandet for å få med innstrømningen til Barentshavet.
- En rekke bestander av fisk, fugler og pattedyr vandrer over store områder. For fisk har vi derfor presentert utvalgte

### Aktivitetene i MOSJ-sytstemet

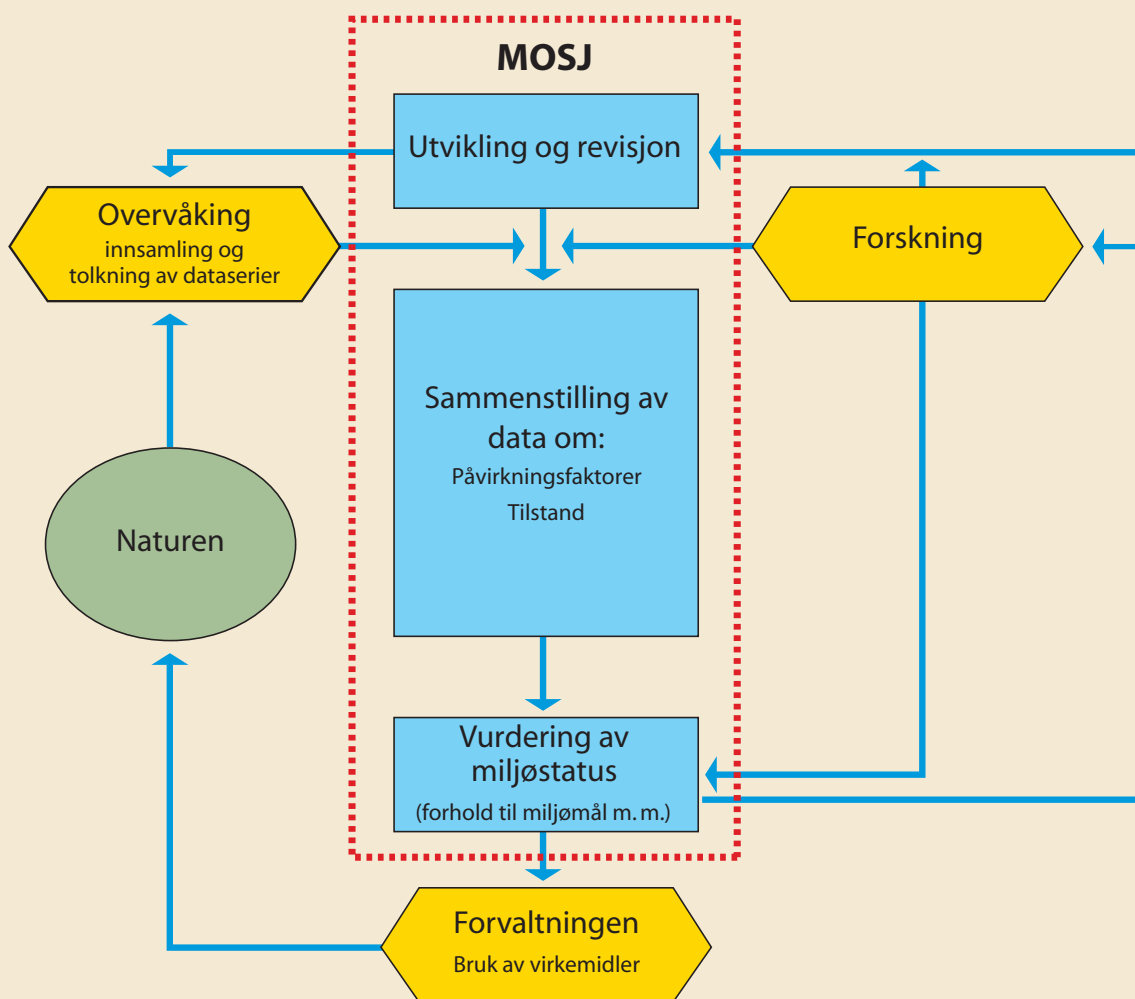
MOSJ er utviklet av miljøforvaltningen i samarbeid med forskningsinstitusjoner. Resultater fra overvåkingen av de ønskede indikatorene leveres ferdig kvalitetssikret og tolket. Dette presenteres på en standardisert måte og oppdateres jevnlig når nye data kommer til. Med noe lenger mellomrom blir indikatorene med tolkninger brukt til å vurdere miljøstatus med særlig vekt på i hvilken grad de nasjonale politiske miljømålene nås. Fra denne aktiviteten går det to sløyfer med tilbakekoblinger:

- Den venstre sløyfa tar utgangspunkt i evalueringen av de politiske miljømålene. Dersom det påvises avvik mellom ønsket tilstand og den faktiske situasjonen, skal MOSJ levere råd om at det er behov for tiltak. Den konkrete utformingen av tiltak og virkemidler skal imidlertid foretas av de ansvarlige sektormyndighetene. Dersom disse tiltakene er effektive, vil

det slå ut i endringer i påvirkningene fra menneskelige aktiviteter og i neste omgang endret tilstand i naturen. Det vil etter hvert kunne fanges opp av overvåking som inngår i MOSJ.

- Den høyre sløyfa tar utgangspunkt i kunnskap som mangler for å evaluere miljøstatus eller svakheter i miljøovervåkingen. Det vil resultere i anbefalinger om forskningsbehov, forbedret overvåking på bestemte temaer eller revisjon av MOSJ, f.eks. med endringer i utvalg av indikatorer og parametere.

Den venstre sløyfa representerer den primære eksterne nytten av MOSJ for forvaltningen. Den høyre kan sies å være mer internt rettet mot systemet selv, forskningen og miljøovervåkingen. Først med vurderingene av miljøstatus i 2003 var arbeidet kommet langt nok til at systemet fikk demonstrert den eksterne nytten.



Figur 2

Kjerneaktivitetene i MOSJ-systemet er markert med blått innenfor den røde ramma. De kantede gule boksene markerer aktiviteter utenfor selve systemet som enten leverer eller mottar informasjon.

#### Tekstboks 1

bestandsdata for det som i Havforskningsinstituttets årlige rapporter omtales som "Økosystem Barentshavet". Det omfatter hele Barentshavet – også russisk område – og ofte de nære havområdene langs kysten til Lofoten/Vestfjorden, hvor viktige bestander gyter. Det betyr at fangstdata også må presenteres for samme geografiske område. Vi viser dessuten finere geografisk oppløselighet på både fangst- og bestandsdata dersom det finnes (eksempel: reker). For fugler og pattedyr kan det i prinsippet også være aktuelt å trekke inn data eksempel-

vis fra overvintringsområder, uten at det har skjedd enda.

- En del påvirkninger, f.eks. forurensning eller klimasignaler som North Atlantic Oscillation (NAO), kan komme fra fjerntliggende områder. Det kan bety at man må bruke data fra disse områdene for å forklare fenomener som observeres gjennom overvåking som inngår i MOSJ. Vi har valgt å si at slike data blir støtdata som kan trekkes inn i tolkninger av dataserier og i vurderinger av miljøstatus når det er nødvendig, men uten at de inngår som faste parametere i MOSJ.



Det har vist seg vanskelig å få overvåkingsdata fra Jan Mayen. I dag er det kun meteorologiske data herfra som inngår i MOSJ, samt fangst- og bestandsdata fra selfangsten i Vestisen. Dette gjenspeiler at det drives minimalt med miljøovervåking på denne fjerntliggende norske øya. Vi kunne ha valgt å presentere mer data fra fiskeriovervåkingen i området i MOSJ. Da ville vi imidlertid støt på problemet at vi måtte inkludere hele "økosystem Norskehavet" for å få funksjonelle sammenhenger. Det ville bringe MOSJ langt utenfor geografisk fokus.

I praksis kan vi derfor si at MOSJ har et geografisk fokusområde på Svalbard, Barentshavet og havområdene rundt Svalbard (fiskevernsonen) - men med pragmatiske avstikkere utenfor der det er faglig nødvendig. (Se fig. 1)

## 2.4 MOSJ evaluerer miljømål og gir råd om tiltak

Flytskjema for aktivitetene, fig. 2, er forklart i tekstboks 1. Vurderingene av miljøstatus er en kjerneaktivitet i MOSJ. Sammen med tolkningene til de enkelte indikatorene gir dette tilleggsinformasjon som erfaring viser er nødvendig som et supplement til rent indikatorbasert miljørapportering (OECD 2003). Tematiseringen av disse vurderingene har variert fra gang til gang (jf. avsn. 1.3). I 2003 ble de gjort for klima, hav og land. Vurderingene skulle primært gi svar på:

- **Mål**  
Nås de politiske målene for nordområdene slik vi finner dem i stortingsmeldingene om "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" (Miljøverndepartementet 2003)? Eller mer generelt: Er det utviklingstrekk som gir grunn til bekymring?
- **Tiltak**  
Dersom målene ikke nås eller vi ser bekymringsfulle utviklingstrekk: Er det behov for å sette i verk tiltak? Hvem har ansvar for det?
- **Kunnskapshull**  
Dersom grunnlaget for å vurdere mål og utviklingstrekk er for dårlig: Hva bør settes i gang av ny eller forbedret overvåking, og hva bør forbedres med MOSJ? Hva bør settes i verk av forskning?

Selv om hovedvekten i vurderingene skulle baseres på indikatorene i MOSJ, ble det også oppfordret til å bruke annen relevant kunnskap.

Prosessen med å lage statusvurderingene har utviklet seg over tid. MOSJ har i stadig større grad bedt egne forfattere om å ta ansvar for å skrive vurderingene. Det er et viktig poeng at forfatterne skal være uavhengige av forvaltningen slik at de kan stå fritt til å evaluere oppnådde resultater og gi råd om behov for endringer. I tillegg blir det avholdt et møte mellom forfatterne og representanter for etatene som har levert data. På dette møtet har også forvaltningen deltatt. Sluttresultatene står imidlertid for forfatterens regning.

MOSJ tar sikte på å gjennomføre denne typen vurderinger med 3-4 års mellomrom. Arbeidet skal tilpasses utgivelsene av stortingsmeldingene om "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand". Temaene vil kunne variere ettersom hva som er aktuelt miljøpolitisk og faglig.

## 2.5 Miljøindikatorer presenteres standardisert

MOSJ er et indikatorbasert miljørapporteringssystem (se tekstboks 2).

### 2.5.1 Oppslagssider

I MOSJ presenteres alle indikatorene på en standardisert måte slik det er vist i figur 3. Dette er det første bildet som møter en leser på nettsidene når man klikker på en indikator. Leseren skal ikke bare få presentert indikatoren alene gjennom en figur, men også få med seg essensen i *hvorfor* indikatoren er relevant (ingressen over figuren med utdrag av indikatorbeskrivelsen) og *hva* indikatoren viser (figurateksten under med essensen av tolkningen). Dermed skal det være mulig å bla seg gjennom indikatorene og få med seg den viktigste informasjonen raskt.

Hver indikator er dokumentert med en indikatorbeskrivelse som inneholder metadata – "data om dataene". Dette er en viktig del av kvalitetssikringen i MOSJ og skal gi brukerne den bakgrunnsinformasjonen som er nødvendig for å skjønne hva dataene representerer. Her omtales begrunnelse for overvåkingen, metoder i datainnhenting, formelle systemer for kvalitetssikring, begrensninger i metoder, oppstartsår og intervall mm. Det er dessuten kontaktinformasjon til både oppdragsgivere og de som utfører overvåkingen. I vedlegg 2 er det vist detaljert hva dataleverandørene bes om å svare på i indikatorbeskrivelsen.

### 2.5.2 Datatabeller og tilgang på data

Miljøovervåking vil i utstrakt grad ønske å være transparent og oppfylle lovpålagte krav om offentlig tilgang til miljøinformasjon. MOSJ har i tråd med dette en policy om å offentliggjøre tallverdier for parameterne som inngår. Dette vil sikre tilgang til data, slik det har vært etterlyst i en rekke sammenhenger (bl.a. Forskningsrådet 2003-04). Ofte vil parameterne vise aggregerte verdier eller bare et utvalg av det som overvåkes. Indikatorbeskrivelsene vil gi oversikt over både dette bredere datamaterialet, hvem som kan kontaktes for å få tilgang til det og dataleverandørens retningslinjer for tilgang til data.

### 2.5.3 Tolkning av data

MOSJ skal ikke bare presentere indikatorer isolert, men også forklare hva de viser. Tolkningene skal forandre tall til nyttig informasjon ved å gi populariserte forklaringer på tre spørsmål:

#### Indikatorbasert miljørapportering

Rapporter om miljøstatus er i utstrakt grad bygget opp om indikatorer. En **indikator** er en parameter eller et uttrykk avledet av parametere som gir forenklet og konsentrert informasjon om mer komplekse sammenhenger. Eksempelvis vil tilstanden til en bestand som er en nøkkelart i et økosystem eller et område, kunne si noe om kvalitetene for en større helhet, ikke bare om arten selv.

En **parameter** er en variabel som får en verdi gjennom å måles eller observeres. Flere parametere kan kombineres for å få mer komprimerte framstillinger av det man ønsker å vise med indikatoren, f.eks. i form av indekser, temakart eller figurer.

Hensikten med indikatorbasert miljørapportering er både å redusere antall målinger som er nødvendig for å gi et godt bilde av situasjonen og å bedre kommunikasjonen mot brukerne. Indikatorer er imidlertid bare ett verktøy og må suppleres med fortolkninger og analyser. (Smeets and Weterings 1992, OECD 2003)

Meny for valg av indikator

Faner for temainndeling

Meny for indikatorbeskrivelse og tolkning

Overskrift

Ingress: Hvorfor overvåkes indikatoren?

Lenker til institusjoner og personer

Grafisk presentasjon av parametere

Figurtekst med essensen av tolkningen

Lenker til datasettene som ligger bak figuren

Figur 3  
Et oppslag som viser hvordan en indikator presenteres i MOSJ.

1. Hvordan bedømmes miljøsituasjonen som dataene beskriver i dag og over tid? Er det en trend i dataene eller ikke? I så fall, hvordan er denne trenden?
2. Hva er årsakene til situasjonen og trenden?
3. Hvilke konsekvenser får situasjonen og trenden?

Bedømming av data krever at det foreligger noe å sammenlikne mot. Hvordan de samme forholdene er på andre steder er en tilnærming (geografisk variasjon). For MOSJ vil sammenlikninger sirkumpolart ofte være relevant fordi miljøbetingelsene er relativt like, mens nord-sør gradienter gir kontraster. MOSJ har imidlertid hittil lagt mest vekt på tidstrender, dvs hvordan variasjonen på stedet overvåkingen foregår er over tid.

Helst bør det også foreligge et system for evaluering som plasserer observasjonene i forhold til terskelverdier, grenseverdier, måltall e.l. Dette foreligger innenfor noe tematisk overvåking som inngår i MOSJ, f.eks. i Havforskningsinstituttet sine årlige bedømmelser av gyte- og totalbestand av fisk. I Sverige er det laget et omfattende system for slike vurderinger på tvers av store overvåkingsprogrammer. Det er basert enten på sammenlikning av geografisk variasjon eller avvik fra en fastsatt referansesituasjon. (Miljøvervet). Evaluering vil imidlertid ofte også være knyttet til konsekvenser, jfr. spørsmål 3 over.

Muligheten for å påvise en trend avhenger av hvordan overvåkingen er lagt opp i forhold til spredningen i dataene som man samler inn<sup>3</sup>. Stor spredning i dataene (høy varians) gir lav sannsynlighet for å kunne påvise en trend raskt. Det er derfor en svært viktig del av metodeutviklingen i overvåking at blir gjort analyser av hvilke underliggende faktorer som skaper uønsket spredning og at man deretter standardiserer prøvetakingen med valg av lokalitet, tidspunkt, type utvalg osv.

(Henriksen m.fl. 2001, Naturvårdsverket). Brukere av MOSJ må derfor være klar over at et negativt funn (ingen trend påvist) kan skyldes at overvåkingen ikke har pågått lenge nok eller at den ikke er designet godt nok til å påvise en trend som faktisk er der. Formålet med overvåkingen avgjør hvor alvorlig det er med en slik statistisk "feil". Det er imidlertid for sjelden at oppdragsgivere er så konkrete i sine kravspesifikasjoner at de eksplisitt vurderer statistisk styrke og kommer fram til et fornuftig opplegg i samråd med forskerne som gjør arbeidet. Her ligger et potensiale for mer målrettet og kostnadseffektiv miljøovervåking.

## 2.6 Kvalitetssikring og koordinering av overvåking

Overvåkingen i MOSJ er styrt av ulike sektorer og oppdragsgivere. De vil i varierende grad følge opp anbefalinger om hvordan overvåking bør utformes (tekstboks 4), noe som vil slå ut i varierende kvalitet. Kvalitetssikring av overvåking har vært diskutert både i styringsgruppa, av forfatterne av miljøstatus og på møter med dataleverandørene, spesielt spørsmål om hvordan standardisering av overvåking kan gi høyere statistisk styrke og lavere kostnader. MOSJ har et potensiale for å arbeide mer systematisk med å ta opp slike spørsmål og bidra til erfaringsutveksling og felles standarder på tvers av tematiske overvåkingsprogram.

Utgangspunktet for å starte MOSJ var behovet for å koordinere overvåkingen i nordområdene. Dette har til en viss grad skjedd gjennom felles presentasjon og bruk av data til evaluering av nasjonale miljømål. Systemet har imidlertid hittil ikke fylt den rollen det var tiltenkt for mer omfattende koordinering på tvers



## Det tar lang tid å påvise trender



Foto: G. Bangjord

Innsamling av blodprøve fra isbjørn.

Norsk Polarinstitutt gjorde en statistisk analyse av åtte års prøver av miljøgifter i isbjørn (Henriksen m.fl. 2001). Prøvene var tatt i både blod, fettvev og melk og viste i utgangspunktet ingen tidstrender pga stor spredning i dataene. Den første oppgaven var derfor å finne i hvilket vev det var minst spredning. Det viste seg å være i blodserum. Deretter ble alle prøvene i serum analysert for å finne hvilke andre årsaker enn forurensningsnivåene som kunne forklarte variasjonen mellom år. Det viste seg at dyras ernæringsstatus, reproduktive status samt tid og sted for prøvetakingen spilte systematisk inn. Først da man satt igjen med et materiale som var standardisert for disse faktorene var det mulig å påvise en trend – forøvrig den første tidsserien av forurensning i isbjørn. Men til det trengtes ikke mer enn ca. halvparten av prøvene som var samlet inn.

Analysen av hva som skapte uønsket spredning i resultatene ga en klar anvisning på hvordan man i framtida må standardisere prøvetakingen for å få den mer kostnadseffektiv. Men hvor mange prøver må man ta hvert år og hvor mange år må man holde på før det med en viss sannsynlighet er mulig å påvise en trend som faktisk er der? Kjernen i svaret på dette er den tilfeldige variasjonen som alltid vil være mellom år. For isbjørn er det usannsynlig at en årlig endring på 5% i forurensningsnivåene vil oppdages før etter minimum 7-8 års prøvetaking; Skal man være 90% sikker, så trengs 14 år med 20 prøver i året. Det hjelper lite å øke antall prøver pr. år utover et minimumsantall på ca 10; I beste fall kan det bety 1-2 års kortere tid før trenden er påvist. Det eneste som nytter er å holde på i mange nok år.

En tilsvarende analyse av data fra de arktiske landenes nåværende overvåking av kvikksølv, viste at det i gjennomsnitt vil ta 17 år med årlig prøvetaking før dataene har god nok statistisk styrke til å påvise trender på en akseptabel måte (Bignert m.fl. 2004).

Det viser at det vanligvis tar lang tid å påvise trender sikkert, i alle fall når det gjelder små forandringer. Det må derfor være en langsiktig forpliktelse når man starter trendovervåking.

Tekstboks 3

## Kvalitetssikring av miljøovervåking

Høy kvalitet på et overvåkingsprogram krever god planlegging. Naturvårdsverket i Sverige anbefaler at utformingen av miljøovervåking skal skje gjennom en skrittvis prosess:

- 1 Formulering av overvåkingsens mål ut i fra formålet  
For de viktigste målevariablene (parameterne), bør det stilles kvantitative krav til statistisk styrke, dvs krav til størrelsen på forandringen som skal detekteres, hvilke områder dette skal måles for og ønsket signifikansnivå. Visse typer analyser krever også god diagnostisk styrke.
- 2 Valg av variable (parameter); Målevariable (avhengige variable), inputvariable (uavhengige variable) og mellomliggende variable.
- 3 Valg av innsamlingsstrategi; Hele populasjonen eller utvalg, lokaliteter, tidspunkt og frekvens.
- 4 Utforming av datainnsamling; Detaljbestemmelser om metodikk og stasjonsnett.
- 5 Datahåndtering; Lagring, tilgjengeliggjøring og presentasjon av data.
- 6 Spesielle tiltak for kvalitetssikring

Den generelle kvalitetskontrollen innebærer at overvåkingen må evalueres jevnlig på alle punktene som grunnlag for beslutninger om å forandre, utvide eller avslutte programmet. (Inghe 2002)

Tekstboks 4

av sektorer og tematiske program. Det skyldes for en stor del organisering og økonomiske forhold, som er omtalt nærmere i avsn. 2.1 og 3.8.

## 3 Valg av indikatorer i MOSJ

### 3.1 MOSJ inngår i strategisk miljørapportering

Stortingsmeldingen om "Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling" (Miljøverndepartementet 1997) etablerte et sektorovergripende system for å følge opp resultater. Miljøutfordringene ble tematisert i åtte resultatområder:

- 1 Bærekraftig bruk og vern av biologisk mangfold
- 2 Friluftsliv
- 3 Kulturminner og kulturmiljøer
- 4 Overgjødsling og oljeforurensning
- 5 Helse- og miljøfarlige kjemikalier
- 6 Avfall og gjenvinning
- 7 Klimaendringer, luftforurensning og støy
- 8 Internasjonalt miljøvern samarbeid og miljøvern i polarområdene

Innenfor hvert av disse er det laget strategiske mål og nasjonale resultatmål. I tillegg skal alle sektorer lage sektorvise arbeidsmål for å konkretisere sin innsats. Resultatmål skal være etterprøvbare. Det er derfor laget indikatorer – i denne sammenhengen kalt nøkkeltall – som skal evaluere grad av måloppnåelse. Regjeringen rapporterer om utviklingen i stortingsmeldingene "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" (Miljøverndepartementet 1999, 2001, 2003). Det administrative systemet for å sammenstille informasjonen fra sektorene til bl.a. disse stortingsmeldingene – resultatdokumentasjonssystemet – er fremdeles under utvikling.

MOSJ sin strategiske oppgave er å levere informasjon til resultatområde 8 i det nasjonale systemet for dokumentasjon av

Tabell 1  
Nasjonale mål og nøkkeltall for miljøvernarbeidet i polarområdene fra St. meld. 25 2002-03

Mål	Nøkkeltall
<p><b>Miljøvernarbeidet i polarområdene</b></p> <p><i>Strategisk mål:</i> De store, sammenhengende villmarksområdene på Svalbard og i Antarktis skal sammen med kulturminnene sikres mot vesentlige inngrep og påvirkninger. Svalbard skal framstå som et av de best forvaltede villmarksområder i verden, og bosetningene skal drives på en miljøforsvarlig måte for å sikre miljø og trivsel. Norge skal arbeide for at våre nære arktiske havområder bevares som noen av verdens reneste, og at ressursutnyttelse foregår innenfor rammer som sikrer at det biologiske mangfoldet opprettholdes på kort og lang sikt.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 1:</i> Samarbeidet i Norden, i Norges nærrområder og i den arktiske regionen skal bidra til å bedre miljø-situasjonen og sikre natur- og kulturminneverdiene i disse områdene, og til å redusere og forebygge grenseoverskridende forurensning som kan påvirke miljø, helse eller næringsvirksomhet i Norge.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 2:</i> Samarbeidet skal bidra til å gjøre myndigheter og næringsliv i Russland bedre i stand til å få forsvarlig kontroll over egne miljøproblemer, og til å integrere Russlands miljøvernforvaltning i internasjonalt og regionalt samarbeid.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 3:</i> Utnyttelse av ressursene i våre nære arktiske havområder skal ikke føre til at arter eller bestander trues eller utryddes.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 4:</i> Bestander av arter som i dag regnes som truet eller på annen måte negativt påvirket av arealbruk, høsting og/eller forurensning skal bevares og om mulig gjenoppbygges.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 5:</i> Omfanget av sammenhengende villmarksområder på Svalbard skal søkes opprettholdt. Et representativt utvalg av Svalbards natur skal sikres mot vesentlige inngrep og påvirkning gjennom særskilte vernevedtak innen år 2003. Viktige marine naturverdier rundt Svalbard skal sikres.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 6:</i> Et representativt utvalg av kulturminner på Svalbard og Jan Mayen skal søkes bevart som et vitenskapelig kildemateriale og et opplevelsesgrunnlag for framtidige generasjoner. Tapet av kulturminner som følge av menneskelig virksomhet skal i gjennomsnitt ikke overstige 0,1 % årlig.</p> <p><i>Nasjonalt resultatmål 7:</i> Transport og ferdsel på Svalbard skal ikke medføre vesentlige eller varige skader på vegetasjonen eller forstyrrelse av dyrelivet. Mulighetene for naturopplevelse uforstyrret av motorisert ferdsel skal sikres også i områder som er lett tilgjengelig fra bosettingene.</p>	<p><i>For tilstand:</i> Bestandssituasjonen for et utvalg sjøfuglbestander som er sårbare for påvirkning fra ressursutnyttelse i Barentshavet. <i>For påvirkning:</i> Årlig rapportert uttak av utvalgte marine bestander i forhold til bestandsstørrelser og ICES kvote-anbefalinger.</p> <p>1. Nivåer av utvalgte miljøgifter i utvalgte arktiske dyrebestander. 2. Antall arter som endrer kategori i rødlista for Svalbard og Jan Mayen som følge av menneskelig aktivitet, fordelt etter trusselfaktorer.</p> <p><i>For tilstand:</i> 1. Andel vernet areal innenfor de ulike biogeografiske soner på Svalbard. 2. Marine områder rundt Svalbard underlagt vern og andre tiltak som beskytter naturverdier. <i>For påvirkning:</i> Areal berørt av tyngre tekniske naturinngrep på Svalbard.</p> <p>Prosentvis årlig tap av registrerte kulturminner i henhold til kulturminnedatabasen hos sysselmannen.</p> <p><i>For tilstand:</i> 1. Ferdselsslitasje i utvalgte områder. 2. Areal av områder uten motorferdsel som er lett tilgjengelige fra bosettingene på Svalbard. <i>For påvirkning:</i> Omfanget av motorisert ferdsel på Svalbard (cruisetraffikk, helikopterflyging og snøscooter kjøring).</p>

resultater i miljøpolitikken. Tabell 1 viser det strategiske målet for resultatområdet og de syv resultatmålene med tilhørende nøkkeltall (Miljøverndepartementet 2003). MOSJ skal samle inn data for og presentere disse nøkkeltallene. Enkelte av nøkkeltallene med tilhørende analyser vil som regel også trekkes fram i stortingsmeldingene om rikets miljøtilstand. Dette er m.a.o. en ytterligere innsnevring av utvalget av indikatorer, eller en slags "key indicators" (OECD 2003). I tillegg er målene, primært fra resultatområde 8, grunnlaget for vurderingene MOSJ gjør av miljøtilstanden. En god vurdering krever at alle relevante sektorer bidrar med overvåkingsdata i tråd med prinsippene for sektorenes miljøansvar.

Både mål og nøkkeltall har ligget fast i de tre meldingene Stortinget har fått hittil. Erfaringene så langt er at enkelte av målene er vanskelige å etterprøve pga måten de er formulert. Det er også problematisk å skaffe data for flere av nøkkeltallene. Det er derfor foreslått endringer i den neste utgaven, som kommer våren 2005.

### 3.2 MOSJ sammenstiller tematisk overvåking

Fagmyndigheter i alle sektorer har behov for langt grundigere kunnskap om miljøet enn nøkkeltallene kan gi. På mange områder har de derfor satt i verk mer omfattende overvåking.



Figur 4  
MOSJ står i dialog med både nasjonal strategisk miljørapportering og mer utdypende kunnskapsinnhenting i tematisk overvåking og forskning.

Med en fellesbetegnelse kan vi kalle dette for faglig eller tematisk overvåking. Motivene kan bl.a. være å:

- følge opp internasjonale avtaler
- etterleve krav i sektorenes lovverk
- etterprøve miljøstandarder, grenseverdier og kvalitetskrav
- følge opp sektorvise miljømål
- utarbeide strategier og prioritere tiltak
- evaluere effekter av gjennomførte tiltak
- følge opp pålegg om overvåking av egne utslipp gjennom internkontroll/HMS (overvåking i næringslivet)

Tidlig varsling av nye miljøproblemer eller problemer på andre områder enn det som har fokus gjennom nøkkeltallene, er også en begrunnelse for å overvåke mer enn bare disse.

MOSJ henter mye av indikatorene fra tematiske overvåkingsprogrammer. Blant disse kan vi nevne overvåking av fiskerier og fiskebestander, langtransportert forurensning i luft og nedbør, meteorologiske programmer og hjorteviltovervåking. I utvalget tar vi ikke bare med nøkkeltall, men søker å favne bredere uten å gå for detaljert faglig til verks.

Resultatområde 8 er geografisk rettet og skiller seg således ut fra de andre som er tematisk definerte. Dette gir MOSJ en spesiell utfordring med å forsøke å tegne et helhetlig bilde av miljøtilstanden i det geografiske området som dekkes og knytte sammen kunnskap fra ulike fag og temaer. MOSJ blir dermed også et eksempel på en integrert regional miljøvurdering, som bl. a. Arktisk råd ønsker å utvikle <sup>4</sup>.

### 3.3 MOSJ søker å integrere forskning og overvåking

Forvaltningen kan stille opp mål og problemstillinger som gir føringer på hva som er relevant å overvåke og på hvilke behov brukere av overvåking har for informasjon. Men innenfor slike føringer er det forskningen som kan fortelle oss *hva* som er best å overvåke, for eksempel når man ønsker å finne indikatorarter som kan gi et representativt bilde av et økosystem. God miljøovervåking må derfor bygges på forskning.

Forskning er også nødvendig for å finne ut *hvordan* det skal overvåkes. Utvikling av standardiserte metoder for innsamling, analyse og presentasjon av data er helt nødvendig for at overvåking skal ha god nok kvalitet til å svare på en problemstilling. Først med lange kvalitetssikrede tidsserier kan vi lese trender ut av dataene. Valg av metoder har dessuten stor betydning for kostnadene.

Videre trengs det forskning for å kunne *tolke* og forklare dataene som samles inn. Dette kan også innebære å bruke analyseverktøy og modeller som fyller ut datasett i rom og tid eller lager framskrivninger og scenarier for framtidig utvikling.

Dette er viktige grunner til at forskning må integreres tett med overvåkingsprogrammer (fig. 5).

MOSJ har hele tiden tilstrebet å ha et tett forhold til forskningen. Forskere har vært med på å utforme systemet, velge ut relevante indikatorer og tolke disse. Derimot har ikke metodeutvikling hatt en like sentral plass. Økonomiske og organisatoriske begrensninger gjør at det mange ganger er vanskelig å koble forskning til overvåking. Flere overvåkingsprogrammer har så trang økonomi at det er vanskelig både å få analysert dataene som samles inn skikkelige og å videreutvikle metodene. Det hører også med til sjeldenhetene at forskningsmidler kobles direkte opp mot overvåkingsprogrammer.

Til tross for sterk gjensidig nytte, er miljøovervåking og forskning ulike aktiviteter som kan ha ulik motivasjon og prioriteringer (se tekstboks 5).

Et område som kan være motsetningsfylt, er miljøovervåkings behov for rask rapportering. Det kan stå i motsetning til den enkelte forsker sine ønsker om først å publisere i vitenskapelige tidsskrifter. Videre kan forvaltningens ønsker om åpen tilgang til overvåkingsdata komme i konflikt med forskere og forskningsinstitusjoners ønsker om å bruke publikasjoner og data strategisk i posisjonering for nye oppgaver. Slike problemer har oppstått i arbeidet med MOSJ ettersom en del data stammer fra forskning finansiert av tildels usikre midler. Det er likevel en økende erkjennelse også i forskningsmiljøene av at data bør være åpent tilgjengelig (Forskningsrådet 2003-04). Problemet vil dessuten reduseres dersom det som defineres som nasjonal miljøovervåking bestilles og finansieres av statlige myndigheter



Figur 5  
Forskning må integreres tett med overvåking. (Tegning: Etter Naturvårdsverket 2003)



### Definisjoner: miljøovervåking og forskning

*Miljøovervåking* er systematisk innsamling av miljødata med etablerte metoder samt vurdering og rapportering av dataene. Hensikten er å dokumentere miljøets tilstand og variasjon i tid og rom (trender) og samtidig kunne skille mellom hva som skyldes menneskelig påvirkning og hva som har naturlige årsaker.

Håndteringen av dataene i hele produktkjeden inngår i definisjonen, fra datainnsamling, kvalitetssikring (inklusive standardisering), lagring, dokumentasjon og rapportering til brukerne.

(Etter Samordningsgruppa for miljøovervåking 2001)

*Forskning og utviklingsarbeid* er kreativ virksomhet som utføres systematisk for å oppnå økt kunnskap - herunder kunnskap om mennesket, kultur og samfunn - og omfatter også bruken av denne kunnskapen til å finne nye anvendelser. FoU-virksomheten deles ofte inn i grunnforskning, anvendt forskning og utviklingsarbeid.

(Norsk institutt for studier av forskning og utdanning - Senter for innovasjonsforskning. Bygger på definisjoner fra OECD)

#### Tekstboks 5

som stiller entydige krav til rapportering og publisering, slik tilfellet synes å være i Sverige (Miljøvårdsverket 2003).

Mens forskningen er nyskapende og utprøvende i sin søken etter ny kunnskap, er overvåking på mange måter konservativ og forsiktig gjennom sitt krav til etablerte metoder. Det tar tid å utvikle og få aksept for standardiserte metoder, og overvåking vil derfor miste mye viktig informasjon dersom man er for streng i forhold til å bruke forskningsdata. Særlig kan dette gå ut over overvåkingens mulighet til å påvise nye miljøproblemer, enten dette defineres som kjente problemer på nye steder eller helt ukjente problemer. Dette har vært en kontinuerlig diskusjon i MOSJ. Mange av forslagene til indikatorer i Hansen og Brodersen 1998 viste seg å være fra forskning eller kartlegging (screening) med tildels uprøvde metoder, ukjent representativitet og kort varighet. Vi har derfor nå gått langt i å kreve at det er etablerte metoder som ligger bak før vi tar inn data i MOSJ. Det kan imidlertid diskuteres om vi har gått *for* langt.

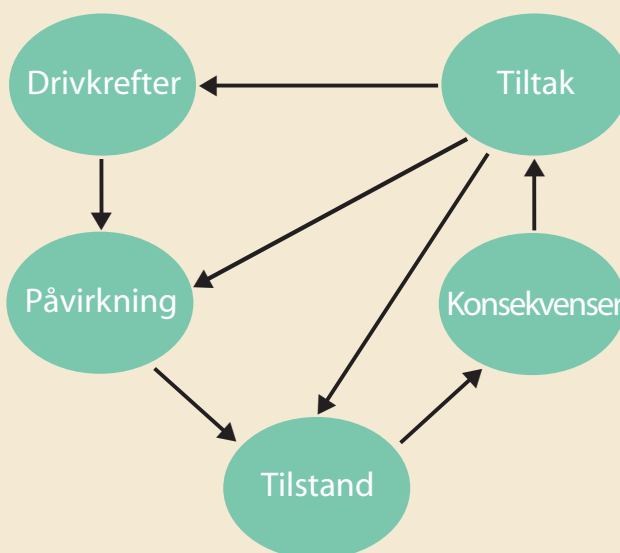
### 3.4 MOSJ og DPSIR modellen

MOSJ har tatt utgangspunkt i PSR-modellen (se tekstboks 6), men tar kun med indikatorer for påvirkning og tilstand. Klima er vist for seg ettersom temaet er vanskelig å plassere entydig etter et så enkelt skille.

MOSJ presenterer ikke indikatorer for tiltak. Årsaken er at rapportering av tiltak og virkemiddelbruk i de ulike sektorene først og fremst skal skje gjennom resultatdokumentasjons-systemet og i de sektorvise miljøhandlingsplanene som alle departementene lager. Det er heller ikke indikatorer for drivkrefter. Dette er gjort for å få konsentrert systemet om de naturvitenskapelige delene av DPSIR-kjeden.

Det er et viktig kjennetegn ved MOSJ at indikatorene ligger som individuelle byggeklosser som kan kombineres fritt. Det er oftest mange årsaker til utviklingen vi kan se i en indikator. Kobling mellom årsak(-er) og virkning skjer først gjennom tolkningene som følger hver indikator. Her spørres det etter foregående og påfølgende ledd i årsak-virkningskjeden: Hvorfor

### DPSIR-modellen



Figur 6  
DPSIR-modellen for miljørapportering. Kilde: European Environmental Agency (EEA).

Modellen er en systemanalytisk betraktning av forholdet mellom samfunn og natur: Samfunnsmessige *drivkrefter* fører til aktiviteter som *påvirker* naturen. Aktivitetene vil bety at *tilstanden* i naturen endrer seg. Dermed kan det oppstå *konsekvenser* for miljøkvaliteter eller samfunnet som utløser *tiltak*. Tiltakene kan være rettet mot alle ledd i denne kjeden. Betegnelsen DPSIR kommer fra de tilsvarende engelske begrepene: Drivers – Pressure – State – Impact – Response. En styrke med denne tilnærmingen er at den presenterer de bakenforliggende årsakene til miljøtilstanden. Tanken er at det skal synliggjøre årsaks-sammenhenger og bidra til å sette inn effektive tiltak.

Opprinnelig ble konseptet utviklet av OECD som en PSR-modell (påvirkning – tilstand – tiltak). EUs miljøbyrå EEA videreutviklet det til å ta med drivkrefter og konsekvenser. Konseptet er nå dominerende i internasjonal miljørapportering (FN-systemet, Verdensbanken, EU, Nordisk Ministerråd), men det varierer om det brukes PSR eller DPSIR. I Norge er bl.a. presentasjonene på nettstedet "Miljøstatus i Norge" bygget opp etter DPSIR.

For hvert av trinnene i denne årsak-virkningskjeden, utvikles det deskriptive indikatorer. Men indikatorer kan også brukes normativt, f.eks. indikatorer for måloppnåelse for å vise hvor langt man har kommet i å nå politisk fastsatte mål eller standarder (jf nøkkeltall i tabell 1). Det kan også lages koblinger mellom ulike ledd i kjeden for å fokusere på prosessene, eksempelvis indikatorer for miljøeffektivitet som særlig kobler påvirkning og drivkrefter i uttrykk for miljøbelastning per verdienhet. Et eksempel er CO<sub>2</sub>-utslipp pr. enhet bruttonasjonalprodukt. (Smeets and Weterings 1992, OECD 2003)

#### Tekstboks 6

opptrer den utviklingen vi ser? Hvilke konsekvenser får det? Først på denne måten settes indikatorene sammen i en analyse. Her skiller MOSJ seg fra rapporteringen til f.eks. det europeiske miljøbyrået EEA.

I tolkningene kan også detaljer i de langt mer komplekse mekanismene enn PSR-modellens grove kategorier komme fram gjennom bruk av støtteparametere. Vi vil kunne få fram både tilstand og konsekvens, selv om det ikke er skilt mellom det i inndelingen i MOSJ. Vi vil også kunne omtale både drivkrefter og tiltak selv om det ikke inngår indikatorer for det i MOSJ.

Men selv et femdelt analyse-skjema som DPSIR er alt for snevert til å fange opp hva som reelt skjer i samspillet mellom natur og samfunn. Modellen tvinger en til å trekke fram kun de viktigste mekanismene under hvert ledd.

Bak valget av indikatorer i MOSJ ligger det grundige analyser av trusler mot naturen i Arktis og ulike årsak-virkningskjeder (Hansson m.fl. 1989, Hansen m.fl. 1996, Hop m.fl. 1998, Hansen og Brodersen 1998). Samtidig vil det hele tiden komme ny kunnskap om viktige sammenhenger og nye prioriteringer i miljøpolitikken. Systemet er derfor nødt til å være dynamisk.

### 3.5 Temaer reflekterer prioriterte miljøutfordringer

De overordnede problemstillingene som fokuseres i MOSJ reflekterer viktige hovedprioriteringer i norsk miljøpolitikk: klimaendringer, forurensning, biodiversitet og kulturminner. Det at kulturminnevern inngår i norsk miljøforvaltning, bidrar til at man kan få fram et interessant spenningsfelt mellom to perspektiver på naturen på Svalbard: En uberørt villmark, eller et kulturlandskap preget av menneskers bruk i århundrer. Uansett hvilket av disse perspektivene man anlegger, er det trekk ved dagens bruk som kan bidra til å skade viktige verdier.

For å belyse disse problemstillingene omfatter MOSJ følgende hovedtemaer som sorteres slik i forhold til påvirkning og tilstand:

Tema som viser påvirkning:

- Forurensning
- Ferdsel
- Jakt
- Fiske og fangst
- Inngrep i terrenget
- Innførte arter

Klima og UV-stråling:

- Atmosfæren
- Hav
- Land

Tema som viser tilstand:

- Plante- og dyreliv i havet (marint)
- Plante- og dyreliv på land (terrestrisk)
- Kulturminner

### 3.6 Kriterier for valg av indikatorer

Det eksisterer en rekke anbefalinger om kriterier for å velge miljøindikatorer. Et eksempel er fra OECD (tabell 2). Kriterier har også vært forsøkt utviklet for MOSJ (Hansen og Brodersen 1998). I praksis har slike kriterier ikke vært brukt i *formelle* vurderinger av forslag til indikatorer. De har likevel spilt en viktig rolle i diskusjonene om utvalget. Viktige forhold har vært:

- Relevansen har vært ivaretatt ved å prioritere nøkkeltall høyt og ved å ivareta behovene som særlig Sysselmannen på Svalbard har i løpende forvaltning
- Indikatorer som beskriver menneskelige påvirkninger eller antas å være følsomme for det, har blitt prioritert høyt. Likeledes at en del opplagte koblinger mellom påvirkning og tilstand ivaretas, eksempelvis at det er bestandsovervåking på de samme artene som man måler forurensning i
- Prosesser som antas å styre klimautviklingen i området og

forhold som gir klare signaler om klimaendringer

- Nøkkelarter som er spesielt betydningsfulle i arktiske økosystem eller representative for flere arter
- Sjeldenhet har vært lavere prioritert enn både menneskelig påvirkning og økologiske nøkkelarter. Det har gjort at flere rødlistearter<sup>5</sup> ikke er inkludert. Samme type vurdering har gjort at flere ansvarsarter<sup>6</sup> ikke er med
- Ulike typer økosystemer skal være inkludert
- Metodene skal være dokumenterte og standardiserte
- Internasjonale anbefalinger, særlig fra Arktisk råd sine programmer på forurensning (AMAP) og biodiversitet (CAFF)
- Kostnader

### 3.7 Utvalget av indikatorer i MOSJ

Utviklingen av MOSJ har beveget seg i et spenningsfelt mellom det ønskelige og det mulige. Styringsgruppa har hatt meget grundige diskusjoner om hva som er ønskelig å ha med for at systemet skal kunne oppfylle hensikten. Samtidig har det ikke vært egne midler til å sette i gang ny overvåking. I hovedsak har vi derfor vært henvist til å ta inn indikatorer og parametere fra eksisterende programmer. I vedlegg 3 er det vist en oversikt over indikatorer og parametere i MOSJ høsten 2003. Status "ikke startet" i denne tabellen viser hva styringsgruppa har ønsket å få med, men som hittil ikke har vært mulig. De viktigste identifiserte manglene er:

Tabell 2

OECDs tre grunnleggende kriterier for valg av miljøindikatorer, på engelsk "policy relevance", "analytical soundness" og "measurability". Dette beskriver en ideallindikator siden ikke alle kriteriene kan imøtekommes i praksis. (OECD 2003).

En miljøindikator bør:	
<b>Policy-relevans og nytte for brukerne</b>	• gi et representativt bilde av miljøforhold, påvirkning på miljøet eller samfunnets respons
	• være enkel å forstå og kunne vise trender over tid
	• være følsom for endringer i miljøet og relaterte menneskelige aktiviteter
	• ha et mål eller en terskelverdi som man kan sammenligne mot slik at brukere er i stand til å bedømme betydningen
	• være grunnlag for internasjonale sammenligninger
En miljøindikator bør:	
<b>Analytisk solid</b>	• være teoretisk vel fundert vitenskapelig og teknisk
	• baseres på internasjonale standarder og internasjonal konsensus om dens validitet
	• kunne knyttes til modeller, prognoser og informasjonssystemer
En miljøindikator bør:	
<b>Målbarhet</b>	• være tilgjengelig til akseptable kostnader i forhold til nytten
	• være tilfredsstillende dokumentert og med kjent kvalitet
	• oppdateres med jevnlig intervaller etter pålitelige prosedyrer

- **Miljøgifter, særlig i dyr**  
Utvalget reflekterer at det i nordområdene hovedsakelig finnes data fra forskning og innledende kartlegginger. Luftovervåkingen i Ny Ålesund og overvåking av radionuklider i havet er regulær overvåking som etterhvert har gått lenge nok til å kunne begynne å si noe om tidstrender. Overvåking av kommersielle fiskeslag startet først i 2003 (Havforskningsinstituttet), mens det ikke er igangsatt på andre arter, bl.a. de toppredatorene som er hardest utsatt for effekter av persistente organiske forurensninger.
- **Klima**  
Det er relativt sett mange klimaparametere i MOSJ. Parametrene på is kan forbedres, både lokalt i fjordene og for transporten ut av Polhavet. Arbeid med dette pågår.
- **Marine pattedyr**  
På isbjørn, hvalross, ringsel og steinkobbe foregår det forskning som vil resultere i overvåking fra 2004-05. Et forenklet observasjonsprogram ble satt i gang i 2004 og vil kunne gi data om bl.a. hvithval, grønlandshval og narhval.
- **Benthos (bunnsamfunn)**  
Det foregår ikke regulær overvåking av benthos på Svalbard. Forskningsdata fra både hardbunn (bl.a. fotografier) og bløtbunn foreligger, men det må utarbeides bedre metoder for å kunne få gode overvåkingsserier.
- **Sjøfugl**  
Arbeidet er konsentrert om Bjørnøya. Spitsbergen er dårligere dekket, mens det ikke foregår noe på Jan Mayen. Det er foreslått et opplegg for bestandsregistrering av ismåke i 2005.
- **Gjess**  
Det pågår internasjonale forskningsprogrammer som har generert tidsserier. Disse vil bli forsøkt tatt inn i MOSJ.
- **Vegetasjon**  
Dette anses som essensielt for å studere klimaendringer. Ingen overvåking foregår.

Det er ellers verdt å merke seg at limniske systemer mangler nesten helt. Unntaket er ønsket om å få med målinger av miljøgifter i røye, som har vært tema for flere forskningsprosjekter.

Det kom flere forslag til suppleringer og endringer av overvåkingen i MOSJ i vurderingene av miljøstatus høsten 2003. Bl.a. gjelder dette forurensning i flere hval- og selarter, ferdselsslitasje på naturen, bedre jaktstatistikk, flere oseanografiske snitt som kan vise strømming inn og ut av Barentshavet, snødekke og klimagasser (se del 2-4).

Manglende data er ikke spesielt for MOSJ: En gjennomgang av dagens miljøovervåking i Norge konkluderte med at det bare var mulig å rapportere tilfredsstillende på 51 av 82 nøkkeltall. Det var også manglende datagrunnlag for å kunne følge forpliktelsene om å rapportere på flere internasjonale miljøavtaler og Arktisk råd-programmene AMAP og CAFF. Samtidig advares det mot at for mye av overvåkingens midlene blir konsentrert mot å følge opp nøkkeltall ettersom det kan gå på bekostning av andre oppgaver som miljøovervåking skal ha (Samordningsgruppa 2001). Manglende data betyr at forvaltningen blir mindre kunnskapsbasert. Større deler av arbeidet må baseres på skjønn med større risiko knyttet til avgjørelsene.



Foto: H. Strøm



Foto: G. Sander



Foto: G. S. Jaklin

### 3.8 Økonomi og muligheter for ny overvåking

Norsk Polarinstitutt fikk en bevilgning fra Miljøverndepartementet i 1999 for å starte MOSJ som system. Seinere har det ikke kommet egne midler som styringsgruppa for MOSJ har kunnet fordele for å starte overvåking på områder hvor det er identifisert behov. Styringsgruppas mulighet til å dekke nye behov er begrenset og knyttet opp til hvem som har ansvar og budsjetter:

- Overvåking innen Norsk Polarinstitutt.  
Instituttet får midler til overvåking gjennom bevilgninger fra Miljøverndepartementet. Arbeidet med MOSJ har hatt stor påvirkning på innhold i aktivitetene.
- Overvåking i regi av de andre etatene i styringsgruppa  
Anbefalinger fra styringsgruppa kan påvirke innretningen av



deres overvåking på samme måten som for Polarinstituttet. Særlig for Sysselembet har dette skjedd.

- Overvåking i regi av andre departementer enn Miljøverndepartementet. Styringsgruppa kan komme med henstillinger til de respektive sektordepartementene.

I forbindelse med "Havmiljømeldinga" (Miljøverndepartementet 2002), ble det foreslått bredere organisering og satsing på marin overvåking i nordområdene ("Miljøovervåking i norsk Arktis" – MONA). Forslaget ble ikke fulgt opp den gangen. Bedre marin overvåking er et av temaene som nå skal følges opp i Forvaltningsplan for Barentshavet, som flere departementer samarbeider om<sup>7</sup>. Planen vil ventelig også måtte se på organisatoriske og økonomiske sider av overvåkingen. Arbeidet skal avsluttes i 2006. Allerede nå er det imidlertid konkludert med at overvåking av sjøfugl bør styrkes, og et program er delvis startet opp<sup>8</sup>.

Til tross for at det forutsettes at forskningsdata normalt ikke skal inngå i miljøovervåking (Samordningsgruppa 2001), har MOSJ tatt inn en rekke datasett som er finansiert av forskningsmidler. Realiteten er da også at flere lange tidsserier med stor verdi for både forskning og forvaltningsrettet overvåking er finansiert av forskningsmidler. Norges Forskningsråd har kartlagt hva som finnes av slike lange tidsserier og har foreslått at de viktigste skal sikres finansiering fra flere departementer (NFR 2003-04). Utfallet av dette vil virke inn på økonomien i overvåking som inngår i MOSJ.

Nordområdeutvalget har foreslått en opptrapping av overvåkingsaktiviteter, både i Barentshavet og på Svalbard (NOU 2003:32). Andre muligheter for styrket overvåking ligger i miljøfondet som er under etablering på Svalbard og i oppfølgingen av EUs vannrammedirektiv.

## 4 Framtidig utvikling

Hvis vi skal evaluere MOSJ i forhold til hensikten med systemet, så er de fleste målene langt på vei oppnådd (se avsnitt 2.2). På mange måter er MOSJ i norsk sammenheng et pilotprosjekt for integrert miljøovervåking i større regional skala. Det er imidlertid en viktig begrensning: MOSJ har ikke fått den koordinerende funksjonen som det var tiltenkt. Det gjenstår derfor å få løst problemet med utilstrekkelig samordning av overvåkingen i nordområdene, som var utgangspunktene for å foreslå å opprette systemet. MOSJ har imidlertid laget en god plattform for å få til dette.

De viktigste utfordringene framover er:

- Utvidet overvåking  
Oversikten i avsnitt 2.3.1 viser at det mangler overvåking på flere ønskete områder. Indikatorene som mangler reflekterer på flere områder at det mangler tematiske overvåkingsprogrammer som MOSJ kan plukke informasjon fra (miljøgifter, biologisk mangfold). Løsning på finansieringsbehovene i miljøovervåkingen krever bl.a. at sektorene involveres sterkere.
- Bedre koordinering av overvåking i nordområdene  
Det er et potensial for å få mer ut av overvåkingen i nordområdene ved å samordne aktivitetene bedre. Dette gjelder både på logistikk, prioritering av parametere, felles bruk og tolkning av data og kvalitetssikring og metodeutvikling. MOSJ bør videreutvikles for å spille en slik rolle framover.

- Bredere organisatorisk forankring  
MOSJ springer ut av miljøforvaltningen. Flere dataleverandører og aktuelle brukere kommer imidlertid fra andre sektorer. Bredere samarbeid på tvers av sektorene vil øke relevansen av systemet og kunne bidra til bedre samordning. Bruk av data fra utenlandsk miljøovervåking særlig fra Svalbard kan også tilføre verdifulle data.
- Kobling av overvåking til modeller og prognosesystemer  
Utvikling av datamodeller innenfor bl.a. klima- og forurensningsforskning har kommet langt. Nyttene av modellene blir imidlertid ikke så god som ønskelig fordi det er for lite data til å sette opp modellene i mot (valideringsdata). Innsamling av data fra overvåking kan dermed bidra til at vi får modeller som blir stadig bedre i stand til å simulere virkeligheten. Modellutvikling bør derfor kobles opp i mot overvåking. Med bedre modeller vil vi kunne fylle ut overvåkingsdata både i tid og rom for å supplere det relativt begrensede utvalget data vi vil kunne samle inn gjennom overvåking. Vi vil også kunne simulere framtidige situasjoner gjennom framskrivninger og scenarier, noe som vil utvide beslutningsgrunnlaget i forhold til bare å analysere fortid og nåtid.
- Presentere innsamlede data geografisk plassert ved hjelp av geografisk informasjonssystem (GIS)

## Fotnoter

<sup>1</sup>Metoden er kjent som "Adaptive Environmental Assessment and Management" (AEAM). Deler av den er nå allment brukt i konsekvens-utredninger særlig i petroleumssektoren. Her brukes AEAM som en deltakende prosess for å fokusere utredningene på de viktigste konsekvensene ("scoping").

<sup>2</sup>Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold for 2003-2007 er den pågående videreføringen av disse prosessene. (se <http://www.naturforvaltning.no/wbch3.exe?d=6585&toppgiff=dyrogplanter>). Det fokuserer først på kommunal kartlegging av fastlands-Norge inkludert kyststien. Etterhvert skal også overvåking inngå. Både havområdene og Arktis har så langt vært utelatt fra programmet.

<sup>3</sup>Statistisk styrke (power) av et overvåkingsprogram kan defineres som sannsynligheten for at et overvåkingsprogram vil klare å påvise en reell trend av en viss størrelse. Se eksempel på anvendelse av slik analyse i tekstsaks 3.

<sup>4</sup>Arktisk råd sine to programmer "Arctic Monitoring and Assessment Programme" (AMAP) og "Conservation of Arctic Flora and Fauna" (CAFF) påpeker behovet for å utvikle "integrated regional assessments, incorporating a greater range of impact factors" i en analyse av hva programmene vil oppnå ved å samordnes bedre.

<sup>5</sup>En rødliste er en oversikt over plante- og dyrearter som på en eller annen måte er truet av utryddelse, er utsatt for betydelig reduksjon eller er naturlig sjeldne. Artene er vurdert å tilhøre en av flere nærmere definerte kategorier for truet. Den norske rødlista finnes på <http://www.naturforvaltning.no/wbch3.exe?d=4379>. Den internasjonale rødlista finnes på <http://www.redlist.org/>

<sup>6</sup>Ansvarsarter er arter som et enkeltland har et særskilt ansvar for å forvalte fordi en stor andel av bestanden finnes i landet.

<sup>7</sup>Nærmere informasjon finnes på: <http://odin.dep.no/md/norsk/tema/svalbard/barents/bn.html>

<sup>8</sup>SEAPOP er et felles initiativ fra flere fagmiljøer for å oppdatere foreldede data om sjøfugl og skaffe ny viten om bestandene. Programmet søker å samordne parallelle kunnskapsbehov hos ulike aktører som trenger beslutningsstøtte i saker som berører sjøfugl. Ved å koordinere aktivitetene legges det opp til å gjøre datainnsamlingen standardisert, bedre kvalitetssikret og mer kostnadseffektiv. Programmet startet i 2004 med en delfinansiering av de foreslåtte aktivitetene.

## Vedlegg 1

### Medlemmer av styringsgruppa, tolkningsgruppa og institusjoner som leverer data til MOSJ

#### Styringsgruppa for MOSJ

- Bjørn Fosli Johansen, Norsk Polarinstittutt - leder
- Susan Barr, Riksantikvaren  
Tidligere: Lyder Marstrander
- Else Løbersli, Direktoratet for naturforvaltning  
Tidligere: Kikke Bøkseth og Ivar Myklebust
- Linn Bryhn-Jacobsen, Statens forurensningstilsyn  
Tidligere: Gunnar Futsæter
- Sissel Aarvik, Sysselmannen på Svalbard  
Tidligere: Stefan Norris

Inge Berg fra Fylkesmannen i Nordland var med fram til januar 2000.

#### Prosjektledere for MOSJ ved Norsk Polarinstittutt

- Kristin Tangvik april 1999 - april 2000
- Gunnar Sander fra mars 2000

#### Databaser og nettsider

- Lise Øvrum, Norsk Polarinstittutt

#### Forfattere på vurderingene av miljøstatus i 2003

##### Klima

- Inger Hanssen-Bauer, Meteorologisk Institutt
- Kåre Edvardsen, Norsk Institutt for Luftforskning
- Eirik J. Førland, Meteorologisk Institutt
- Terje Brinck Løyning, Norsk Polarinstittutt

##### Hav

- Arne Bjørge, Havforskningsinstituttet
- Mette Mauritzen, Havforskningsinstituttet
- Hallvard Strøm, Norsk Polarinstittutt

##### Land

- Pål Prestrud, CICERO (tidligere Norsk Polarinstittutt)

I tillegg deltok en rekke representanter for etatene som har levert data på et møte hvor utkast til tolkninger ble presentert.

#### Oppdragsgivere

Følgende institusjoner er registrert i vår database som oppdragsgivere for overvåking som inngår i MOSJ:

- Direktoratet for naturforvaltning
- Fiskeridepartementet
- Fiskeridirektoratet
- Miljøverndepartementet
- Norsk romsenter
- Statens forurensningstilsyn
- Utdannings- og forskningsdepartementet

Flere dataserier er også forskningsfinansiert med midler fra bl.a. Norges forskningsråd.

#### Dataleverandører

Listen under viser hvilke institusjoner og personer som leverer data til MOSJ. På nettsidene framgår det hvilke indikatorer og parametere de har ansvar for (se og vedlegg 3):

- Havforskningsinstituttet  
Asgeir Aglen, Michaela Aschan, Petter Fossum, Harald Gjøsæter, Arne Hassel, Tore Haug, Åge Høines, Jarle Klungøy, Reidar Toresen

- Meteorologisk institutt  
Eirik Førland, Inger Hanssen-Bauer
- Norsk institutt for luftforskning  
Torunn Berg, Ole Anders Braathen, Georg Hansen, Britt Ann Høiskar, Stein Manø, Kjetil Tørseth
- Norsk institutt for naturforskning  
Olav Strand, Nigel Yoccoz
- Norsk Polarinstittutt  
Andrew Derocher, Anne Estoppey, Eva Fuglei, Geir Wing Gabrielsen, Harvey Goodwin, Jack Kohler, Kit Kovacs, Christian Lydersen, Terje Brinck Løyning, Fridtjof Mehlum, Vladimir Pavlov, Hallvard Strøm, Stein Tronstad, Jan Gunnar Winther, Hans Walkers, Jon Børre Ørbæk, Ronny Aanes, Jon Aars
- Riksantikvaren  
Lyder Marstrander
- Statens strålevern  
Anne Lene Brungott, Trine Kolstad  
Anne Liv Rudjord
- Sysselmannen på Svalbard  
Bjarne Otnes, Øystein Overrein, Kristin Prestvold, Jon Ove Scheie, Sissel Aarvik
- Universitetet i Tromsø  
Rolf Ims, Åshild Ønvik Pedersen

Store Norske Spitsbergen Kullkompani og Svalbard Reiseliv A/S er underleverandører av data til Sysselmannen på Svalbard, uten at MOSJ har fått oppgitt kontaktpersoner. MOSJ har også brukt offentlig tilgjengelig statistikk fra Statistisk sentralbyrå.

## Vedlegg 2

### Indikatorbeskrivelse for dokumentasjon av overvåkingsdata

Dette skjemaet er retningslinjene for hvordan beskrivelsen som følger hver indikator skal fylles ut.

#### 1. Hovedgrupper

Data til MOSJ deles i flg. hovedgrupper (se <http://miljo.npolar.no/mosj/mosj/Default.htm> og ”fanene” på førstesida). Det er data om:

- 1 Påvirkningsfaktorer
- 2 Klima
- 3 Tilstand i naturmiljøet
- 4 Tilstand for kulturminnene

Skriv her hvilken hovedgruppe din parameter/indikator faller inn under.

#### 2. Parametere

MOSJ skal bestå av et begrenset utvalg sentrale parametere som kan være viktige i miljøforvaltningens arbeid. Hver enkelt parameter må være helt presist definert. Beskriv konkret hva det er som observeres eller måles og som rapporteres inn til MOSJ. Hvis det er flere parametere, lister du opp hver enkelt punktvis.

Det er en glidende overgang til hvor mye du også skal beskrive geografi og metode under dette punktet. Detaljerte beskrivelser om dette bør stå under pkt. 5 og 8. På geografi bør det imidlertid framgå her om registreringen er for utvalgte områder (hvilke kan stå under pkt. 5 hvis det er mange), eller om data er

representativt samlet inn for å dekke et større område som f.eks. hele Svalbard. Metodebeskrivelser bør i størst mulig grad komme under pkt. 8.

Dersom det er flere parametere, må du være spesifikk for hver enkelt av dem i beskrivelsene i flere av punktene under dersom informasjonen ikke er lik for alle. Eksempelvis kan det være ulike begrunnelser for ulike parametere, ulik geografi, ulikt intervall, ulik varighet på tidsseriene osv.

I tillegg til parameterene som inngår i MOSJ, kan det være interessant å informere om andre parametere som inngår i overvåkingsprogrammet, men som ikke rapporteres til MOSJ. Det blir en supplerende tilleggsinformasjon for å fortelle at det finnes mer. Henvis i så fall til hvordan folk kan få tak i disse dataene, jf også pkt 11, 12, 13 og 14 under.

Det er også mulig å vise mer detaljerte data i MOSJ enn bare det som velges som parametere, som bør være noe aggregerte data. Se f.eks. datatabellene under "Påvirkning/jakt/svalbardrein", hvor det ligger en temmelig fullstendig statistikk fra reinsjakta. Bare noe av dette er vist i parameteren. Finere tidsoppløselighet i dataoppslagene enn i parameteren er også en mulighet, se pkt. 6. Slikt må avtales ved første gangs etablering og følges opp ved seinere leveranser.

### 3. Begrunnelse for valg av parametere

Det skal være en begrunnelse for valget av hver enkelt parameter ("hvorfor er dette interessant å overvåke?"). Denne begrunnelsen vil ligge til grunn for inngressene i oppslagene på nettsidene hvor figurene presenteres. Begrunnelsene kan f.eks. inneholde en kort beskrivelse av miljøproblemet som ønskes belyst og hvorfor den aktuelle parameteren er egnet til å overvåke dette. Det bør spesielt opplyses dersom parameterne:

- Er grunnlag for "nøkkeltall" som brukes i rapporteringen i stortingsmeldingene om "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" (Se særlig tabell 1.8 – polarområdene)
- Inngår i rapporteringen til internasjonale miljøavtaler (hvilke?)
- Er viktige data for tidlig varsling av og oppdagelse av nye miljøproblemer
- Inngår i frivillige bilaterale eller multilaterale bestillinger som EEA, AMAP, CAFF e.l. (angi hvilke)

### 4. Status

Er overvåkingen av parameteren(-e):

- pågående?
- ny?

I en del tilfeller er det en mellomting. Ofte er det samlet inn vitenskapelig materiale som kan ha vært brukt til å utvikle grunnlaget for parameteren, uten nødvendigvis å være helt dekkende for det som skal rapporteres i MOSJ. Beskriv i så fall status på en mest mulig nøyaktig måte.

### 5. Lokalitet (sted)

Her skal det stå hvor parameteren måles/observeres (geografisk). Oppgi evt. koordinater der det er aktuelt.

### 6. Intervall

Her er det tre opplysninger vi er ute etter:

- Tidsoppløseligheten på målingene/observasjonene, eller hvor ofte parameteren måles/observeres (f.eks. hvert minutt, hver

dag, hvert år, hvert 5. år).

- Hvilken tidsoppløselighet som brukes i rapporteringen til MOSJ. Daglige målinger kan f.eks. aggregeres og rapporteres som årsmiddelverdier. Vi har imidlertid muligheten til å vise mer detaljerte data i dataoppslagene på websidene enn det som rapporteres som parameterverdien. Eksempelvis finnes månedsmiddelverdier fra alle de meteorologiske stasjonene, selv om parameteren bruker års- og sesongmiddel (Se: "klima/atmosfæren/temperatur og nedbør"). Dette øker nytteverdien av systemet for de som har behov for mer data.
- Hvor ofte det rapporteres til MOSJ. Det skjer ikke oftere enn en gang i året. Ved sjeldnere rapportering, oppgi årsintervall og hvilket år neste leveranse kommer.

### 7. Tidsseriens lengde

Dersom det er en pågående aktivitet, skal det her stå hvor lang tidsserie man har. Oppgi også eventuelle avbrudd i tidsseriene eller begrensninger i kvalitet på enkeltår/observasjonssett som gjør at de ikke bør brukes i trendberegninger.

### 8. Metode

Her skal metoden for måling/observasjon beskrives detaljert, f.eks. når på året, hvor på dyret, høyde over bakken osv. Oppgi evt. referanser til fylldigere beskrivelser av metode.

I tillegg til eksempelet med luftforurensning, vil vi nevne indikatorbeskrivelsen for fjellrev under "Fauna og flora" som et eksempel på en god metodebeskrivelse.

### 9. Begrensninger i metode

Her skal eventuell usikkerhet om resultatene fra den brukte metoden beskrives (usikkerhet i målinger eller innsamlingsmetoder, håndtering av prøver, statistisk usikkerhet mm). Dersom det er behov for supplerende undersøkelser skal dette oppgis.

### 10. Kvalitetssikring

Her skal eventuelle *formelle* krav til kvalitetssikring som stilles til observasjons-/målemetoden beskrives. Eksempler Skjer innhentingen i henhold til et dokumentert kvalitetssikringssystem, foreligger det formelle metodebeskrivelser, kalibrerings- og kontrollrutiner, protokoller, sertifiseringer, standarder e.l. ? Henvis evt. til litteratur i tillegg til en kort beskrivelse.

### 11. Opphavsinstitusjon og kontaktperson

Vi ønsker å få både:

- Oppdragsgiver: Institusjonsnavn med nettsadresse og kontaktperson med e-post og telefonnummer
- Utførende institusjon: Institusjonsnavn med nettsadresse og kontaktperson med e-post og telefonnummer

Dersom det ikke er et klart oppdragsgiver – oppdragstaker forhold, fylles det bare ut for utførende institusjon.

Kontaktpersonen bør normalt være den som leverer data til MOSJ og som interesserte kan henvende seg til for å få mer informasjon. Det kan også oppgis flere medarbeidere dersom det er ønskelig. Hver medarbeider må knyttes til en institusjon. Oppgi data for den dersom det ikke er den samme som utførende institusjon. Medarbeiderne vil komme med i indikatorbeskrivelsen sammen med kontaktpersonen. På figurene vil vi

som hovedregel alltid sette opp kontaktpersonens navn og e-post adresse. Vi kan imidlertid knytte opp en person til på figurene, f.eks. dersom det er mange parametere med litt ulikt fordelt ansvar under en indikator.

## 12. Eventuell adgangsbegrensning på data og tilgang til rådata

Her skal oppgis hvilke begrensninger det eventuelt er på bruken av dataene. Eksempelvis: "oppgi alltid kilde", kontakt kontaktperson før evt. videre bruk" osv. Det kan også stå om det er mulig å få tilgang på mer detaljerte data eller rådata.

## 13. Aktuelle lenker (til nettsider)

Her skal det stå referanser til aktuelle nettsider. Det bør alltid stå lenker til konkrete undersider under "Miljøstatus i Norge"

[www.miljo.no/miljostatus](http://www.miljo.no/miljostatus) dersom det står noe her om saksforholdet indikatorene belyser.

## 14. Aktuelle referanser

Her skal det stå referanser til f.eks. publikasjoner der dataene er publisert og vitenskapelige artikler med data, metodebeskrivelser mm. Søk å begrense antallet til noen få sentrale publikasjoner.

Det skal også stå referanser i tolkningene av tidsseriene som skal leveres sammen med dataene. Her vil det være mest naturlig å ta med referanser som går direkte på tolkning, ikke så mye på metoder som bør refereres i indikatorbeskrivelsen.

## Annet

I tillegg spørres dataleverandørene om kostnader (brukes i forvaltningens arbeid med miljøovervåking) og om rutiner for overlevering av data. Dette vises ikke på nettsidene.

## Vedlegg 3 Indikatoroversikt

Her finner du en oversikt over alle tema, indikatorer og parametre i MOSJ. Tabellen viser også hva som pågår av overvåking og hvilke år det finnes data for. Forkortelser står forklart på s. 26.

Påvirkningsfaktorer			
Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>1. Forurensning</b>			
<b>a. Luftforurensning i Ny Ålesund</b>			
Organiske miljøgifter: PCB, sum 10 kongenere	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1993-2001
Organiske miljøgifter: Sum DDT	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1995-2001
Organiske miljøgifter: HCB :	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1993-2001
Organiske miljøgifter: Sum HCH :	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1993-2001
Organiske miljøgifter: Sum klordaner	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1993-2001
Forsurende komponenter: Svovel (SO2 og SO4)	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1980-2001
Tungmetaller: Kvikksølv (Hg), bly (Pb) og kadmium (Cd)	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1995-2001
<b>b. Isbjørn (<i>Ursus maritimus</i>)</b>			
PCB 153 i blodplasma	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1990-1998
DDT, klordaner, HCB, HCH, dieldring, toksafen, PBDE, kvikksølv,	O/U: NP	Ikke startet	
Cesium, strontium, technecium	O: NRPA; U: NP	Ikke startet	
<b>c. Fjellrev (<i>Alopex lagopus</i>)</b>			
Stoffer som isbjørn	O: NP; U: NP, SMS	Ikke startet	
<b>d. Ringsel (<i>Phoca hispida</i>)</b>			
Toksafen (kongener 26 og 50)	O/U: NP	Pågår delvis	1996-1996
PCB 153 i spekk	O/U: NP	Pågår delvis	1996-1996
Andre stoffer som isbjørn	O/U: NP	Ikke startet	
<b>e. Polarmåke (<i>Larus hyperboreus</i>)</b>			
Stoffer som isbjørn	O/U: NP	Pågår delvis	
<b>f. Polarlomvi (<i>Uria lomvia</i>)</b>			
Stoffer som isbjørn	O/U: NP	Ikke startet	
<b>g. Strandsøppel</b>			
Strandsøppel, årlige mengder	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	2001-2003
<b>h. Radioaktivitet i luft</b>			
Gammastråling	O: NRPA; U: NILU	Pågår, data ikke mottatt	1986-2003
<b>i. Polartorsk (<i>Boreogadus saida</i>)</b>			
Organiske miljøgifter, metaller og radioaktivitet	O: FID O: HI	Pågår, data ikke mottatt	2003
<b>j. Torsk (<i>Gadus morhua</i>)</b>			
Organiske miljøgifter, metaller og radioaktivitet	O: FID; U: HI	Pågår, data ikke mottatt	2003
<b>k. Radioaktivitet i sjøvann</b>			
Technetium-99	O: MD; U: NRPA	Pågår, data mottatt	1997-2003
<b>l. Radioaktivitet i fisk</b>			
Cesium-137	O: FID; U: NRPA	Pågår, data mottatt	1994-2003
<b>m. Røye</b>			
Organiske miljøgifter og kvikksølv		Ikke startet	
<b>n. Svalbardrein (<i>Rangifer tarandus platyrhynchus</i>)</b>			
Metaller	O/U: NP	Ikke startet	
<b>o. Svalbardrype (<i>Lagopus mutus hyperboreus</i>)</b>			
Metaller	O/U: NP	Ikke startet	
<b>2. Ferdsl</b>			
<b>a. Overnattinger i Longyearbyen</b>			
Antall gjestedøgn på overnattingsbedrifter	O: SMS; U: SR	Pågår, data mottatt	1995-2003
<b>b. Cruiseturisme</b>			
Antall ilandstigningsplasser, og antall personer gått i land utenfor bosetningene og Isfjorden	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1996-2003
<b>c. Bensinforbruk i Longyearbyen (snøscooter)</b>			
Antall liter solgt bensin	O: SMS; U: SNSK	Pågår, data mottatt	1995-2003



Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>d. Bruk av snøscooter</b>			
Antall registrerte snøscootere på Svalbard	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1973-2003
<b>e. Bruk av Helikopter</b>			
Sum årlige flyturer med helikopter på Svalbard (ikke medregnet russisk)	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1985-2002
<b>f. Individuelle reisende</b>			
Antall personer i meldepliktig område	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1998-2003
<b>g. Snøscooter: Antall utleiedøgn</b>			
<b>3. Fiske og fangst</b>			
<b>a. Grønlandssel (<i>Phoca groenlandica</i>)</b>			
Grønlandssel fangstet i Østisen	O: FID; U: Fiskeridir	Pågår, data mottatt	1946-2002
Grønlandssel fangstet i Vestisen	O: FID; U: Fiskeridir	Pågår, data mottatt	1946-2002
<b>b. Klappmyss (<i>Crypthophora cristata</i>)</b>			
Klappmyss fangstet i Vestisen	O: FID; U: Fiskeridir	Pågår, data mottatt	1946-2002
<b>c. Torsk (<i>Gadus morhua</i>)</b>			
Fangst av norsk-arktisk torsk fordelt på aldersgrupper	O: FID; U: Fiskeridir, HI	Pågår, data mottatt	1946-2002
<b>d. Blåkveite (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)</b>			
Fangst av norsk-arktisk blåkveite	O: FID; U: Fiskeridir, HI	Pågår, data mottatt	1964-2002
<b>e. Reke (<i>Pandalus borealis</i>)</b>			
Fangst av reker fra det nordøstlige atlantehav	O: FID; U: Fiskeridir, HI	Pågår, data mottatt	1970-2002
<b>f. Lodde (<i>Mallotus villosus</i>)</b>			
Total fangst av loddebestanden i Barentshavet	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1973-2002
<b>g. Sild (<i>Clupea harengus</i>)</b>			
Fangst av sild	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1950-2002
<b>4. Jakt</b>			
<b>a. Uttak av Isbjørn (<i>Ursus maritimus</i>)</b>			
Sum fangst av isbjørn (død og levende)	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1871-2003
<b>b. Uttak av Svalbardrein (<i>Rangifer tarandus platyrhynchus</i>)</b>			
Antall felte rein	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1983-2003
<b>c. Uttak av Svalbardrype (<i>Lagopus mutus hyperboreus</i>)</b>			
Antall felte ryper	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	1997-2003
<b>d. Uttak av fjellrev (<i>Alopex lagopus</i>)</b>			
Antall felte fjellrev	O: SMS; U: NP, SMS	Pågår, data mottatt	1997-2003
<b>5. Naturinngrep</b>			
<b>a. Tunge tekniske naturinngrep</b>			
Tunge tekniske naturinngrep	O/U: NP, SMS	Pågår delvis	1992-1997
<b>6. Introduerte arter</b>			
<b>a. Østmarkmus (<i>Microtus epiroticus</i>)</b>			
Antall fangede Østmarkmus	O: NINA; U: NINA, NP, UiTø	Pågår, data mottatt	1991-2002

<b>Klima og UV-stråling</b>			
Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>1. Atmosfære</b>			
<b>a. Temperatur og nedbør</b>			
Lufttemperatur,	O: UFD; U: MI	Pågår, data mottatt	1912-2003
Nedbør,	O: UFD; U: MI	Pågår, data mottatt	1912-2003
<b>b. Total ozon og UV</b>			
Total ozon	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	1984-2001
UV-doser	O: SFT; U: NILU, NP	Pågår, data mottatt	2000-2001
<b>c. Atmosfærisk stråling</b>			
Årlig total global stråling i Ny-Ålesund	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1974-1999
Årlig total netto stråling i Ny-Ålesund	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1974-1999
Årlig total netto kortbølget stråling i Ny-Ålesund	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1974-1999
Årlig total netto langbølget stråling i Ny-Ålesund	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1974-1999
<b>2. Hav</b>			
<b>a. Havisens dekningsareal i Norskehavet og Barentshavet</b>			
Havisens dekningsareal i Norskehavet og Barentshavet i april	O/U: MI, NP	Pågår, data mottatt	1865-2000
<b>b. Havisens dekningsareal i Storfjorden og i Kongsfjorden</b>			
Havisens dekningsareal i Storfjorden	O: NR; U: MI, NP	Pågår, data mottatt	1967-2002
<b>c. Havisens tykkelse i Framstredet</b>			
Havisens tykkelse i Framstredet	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1990-2000
<b>d. Istransport gjennom Framstredet</b>			
Årlig isvolum flux	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1950-2000
<b>e. Havtemperatur, saltholdighet og strøm i Framstredet</b>			
Havtemperatur, 10-års gjennomsnittsverdier (sommer og vinter)	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1950-2000
Vannsalinitet, 10-års gjennomsnittsverdier (sommer og vinter)	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1950-2000
Årlige gjennomsnittsverdier for havtemperatur, Framstredet	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1960-2000
Årlige gjennomsnittsverdier for vannsalinitet, Framstredet	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1960-2000
Differansen mellom sommer- og vintermaksimums temperaturer ved snittet 79°N i Framstredet	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1950-1980
<b>f. Havtemperatur, saltholdighet og strøm rundt Sørkapp</b>			
<b>g. Havnivå</b>			
Havnivå i Barentsburg - årlig gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1949-2000
Havnivå i Vardø - årlig gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1948-1998
Havnivå i Tromsø - årlig gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1953-2001
<b>3. Land</b>			
<b>a. Massebalanse for isbreer ved Ny Ålesund</b>			
Massebalanse for Brøggerbreen	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1967-2000

Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
Massebalanse for Midre Lovénbreen	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1968-2000
Massebalanse for Kongsvegen	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1987-2000
Årlig variasjon i massebalanse for 3 isbreer	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1967-2000
<b>b. Snøfordeling på Svalbard</b>			
<b>Fauna og flora</b>			
Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>1. Dyre- og planteliv, marine miljø</b>			
<b>a. Isbjørn (<i>Ursus maritimus</i>)</b>			
Utbredelse og fordeling på Svalbard og i Vestre Barentshav	O: MD; U: NP	Ikke startet	
Populasjonsparametere på Svalbard (aldersfordeling, demografiske parametere)	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
Diett etter geografisk område og sesong	O: MD; U: NP	Ikke startet	
Kondisjon og helsestatus, inkludert sykdommer og parasitter	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>b. Hvalross (<i>Odobenus rosmarus</i>)</b>			
Populasjonsstørrelse	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
Bruk av liggeplasser	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
<b>c. Ringsel (<i>Phoca hispida</i>)</b>			
Antall og tetthet av ringsel i utvalgte fjorder rundt Spitsbergen.	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
Bestandsparametere – aldersstruktur og vitale rater.	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
Kosthold på lokal- og sesongbasis.	O: MD; U: NP	Ikke startet	
Kroppstilstand og "helsestatus" på ringsel på Svalbard	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>d. Steinkobbe (<i>Phoca vitulina</i>)</b>			
Populasjonsstørrelse og utbredelse	O: MD; U: NP	Pågår delvis	
Tilstand og alderssammensetning	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>e. Grønlandssel (<i>Phoca groenlandica</i>)</b>			
Produksjon av unger i Vestisen	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1983-2000
Produksjon av unger i Østisen	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1998-2000
<b>f. Hvithval (<i>Delphinapterus leucas</i>)</b>			
Utbredelse og antall via observasjonsjournaler	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>g. Grønlandshval (<i>Balaena mysticetus</i>)</b>			
Utbredelse og antall via observasjonsmålinger	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>h. Narhval (<i>Monodon monoceros</i>)</b>			
Utbredelse og antall fra observasjonsmålinger	O: MD; U: NP	Ikke startet	
<b>i. Polarlomvi (<i>Uria lomvia</i>)</b>			
Hekkebestand Bjørnøya i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1986-2001
Hekkebestand Spitsbergen i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
Hekketidspunkt Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
Ungevekst Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
Hekkesuksess Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002

Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
Voksenoverlevelse Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
Næringsvalg Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
<b>j. Lomvi (<i>Uria aalge</i>)</b>			
Hekkebestand Bjørnøya i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2002
Hekkebestand Spitsbergen i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2002
Hekketidspunkt Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2002
Ungevekst Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2000-2002
Hekkesuksess Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2000-2002
Voksenoverlevelse Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2002
Næringsvalg Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2002
<b>k. Ærfugl (<i>Somateria mollissima</i>)</b>			
Hekkepopulasjon på øyene i Kongsfjorden	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1981-2000
Gjennomsnittlig antall egg i kull per år (Kongsfjorden)	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1981-2000
Antall mytende par langs kysten	O/U: NP	Ikke startet	
<b>l. Krykkje (<i>Rissa tridactyla</i>)</b>			
Bestandsstørrelse Spitsbergen i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1988-2001
Kullstørrelse Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
Bestandsstørrelse Bjørnøya i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	2002-2002
Hekketidspunkt Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
Ungevekst Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
Hekkesuksess Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
Voksenoverlevelse Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
Næringsvalg Bjørnøya	O/U: NP	Ikke startet	
<b>m. Polarmåke (<i>Larus hyperboreus</i>)</b>			
Hekkebestand Bjørnøya i prosent av gjennomsnitt	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1997-2002
Hekkesuksess Bjørnøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1997-2002
<b>n. Ismåke (<i>Pagophila eburnea</i>)</b>			
<b>o. Klappmyss (<i>Crystophora cristata</i>)</b>			
Produksjon av unger i Vestisen	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1997-2000
<b>p. Dyreplankton</b>			
Gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton i hele Barentshavet	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1988-2001
Gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton i område 6 (Svalbard)	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1988-2002
Gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton i område 7 (Bjørnøya - Hopen)	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1988-2001
<b>q. Reke (<i>Pandalus borealis</i>)</b>			
Indeks (mengdeestimat) for rekebestanden i Svalbardsonen - Barentshavet	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1984-2002
<b>r. Torsk (<i>Gadus morhua</i>)</b>			
Gyte- og totalbestand av norsk-arktisk torsk	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1946-2002
Biomasseindeks for torsk (3+) i Barentshavet	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1981-2002
<b>s. Blåkveite (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>)</b>			
Gyte- og totalbestand av norsk-arktisk blåkveite	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1964-2001
<b>t. Bunnsamfunn (<i>benthos</i>)</b>			



Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>u. Sild (<i>Clupea harengus</i>)</b>			
Gytebestand og totalbestand av norsk vårgytende sild	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1950-2002
<b>v. Lodde (<i>Mallotus villosus</i>)</b>			
Mengdeestimat av den totale loddebestanden i Barentshavet	O: FID; U: HI	Pågår, data mottatt	1973-2002
<b>2. Dyre- og planteliv, terrestriske miljø</b>			
<b>a. Svalbardrein (<i>Rangifer tarandus platyrhynchus</i>)</b>			
Bestandsutvikling i Reindalen	O: DN; U: NINA	Pågår, data mottatt	1979-2002
Bestandsutvikling på Brøggerhalvøya	O/U: NP	Pågår, data mottatt	1978-1999
<b>b. Fjellrev (<i>Altopex lagopus</i>)</b>			
Antall kull (Kongsfjordområdet)	O: NP; U: NP, SMS	Pågår, data mottatt	1993-2001
Gjennomsnittlig kullstørrelse (Kongsfjordområdet)	O: NP; U: NP, SMS	Pågår, data mottatt	1993-2001
Hiobservasjoner fra Adventdalen/Sassen	O: MD; U: NINA, NP	Pågår delvis	
<b>c. Svalbardrype (<i>Lagopus mutus hyperboreus</i>)</b>			
Tetthet av territoriehevende rypestegg i april i utvalgte overvåkingsområder	O: NP, SMS; U: UiTø	Pågår, data mottatt	2000-2003
<b>d. Gjess (Hvitkinngås, kortnebbgås og/eller ringgås)</b>			
<b>e. Vegetasjon</b>			

## Kulturminner

Tema/indikator/parameter	Institusjon*	Status*	Data for
<b>1. Kulturminner</b>			
<b>a. Antall registrerte kulturminner</b>			
Antall registrerte kulturminner	O/U: SMS	Pågår, data mottatt	
<b>2. Ferdselsslitasje</b>			
<b>a. Gravneset, Magdalenefjorden</b>			
Gravneset, endring pga ferdsel (slitasje)	O/U: SMS	Pågår delvis	1999-1999
<b>b. Virgohavn</b>			
Virgohavn, endring pga ferdsel (slitasje)	O/U: SMS	Pågår delvis	1998-1998
<b>Hiorthamn</b>			
Hiorthamn, endring pga ferdsel (slitasje)	O/U: SMS	Pågår delvis	1997-1997
<b>d. Smeerenburg</b>			
Smeerenburg, endring pga ferdsel (slitasje)	O/U: SMS	Pågår delvis	1999-1999
<b>3. Erosjon</b>			
<b>a. Fredheim</b>			
Fredheim, endring pga erosjon	O/U: SMS	Pågår delvis	1997-1997
<b>b. Sallyhamn</b>			
Sallyhamn, endring pga erosjon	O/U: SMS	Pågår delvis	1998-1998

### \* Kodene foran institusjonsforkortelsene betyr :

O = Oppdragsgiver/Ansvarlig institusjon ,  
U = Utførende institusjon

### \* Institusjonsforkortelsene :

DN Direktoratet for naturforvaltning  
FID Fiskeridepartementet  
Fiskeridir Fiskeridirektoratet  
HI Havforskningsinstituttet  
MD Miljøverndepartementet  
MI Meteorologisk institutt  
NAFO Northwest Atlantic Fisheries Organization  
NIKU Stiftelsen for kulturminneforskning  
NILU Norsk institutt for luftforskning  
NINA Norsk institutt for naturforskning  
NP Norsk Polarinstitutt  
NR Norsk Romsenter  
NRPA Statens strålevern  
RA Riksantikvaren  
SFT Statens forurensningstilsyn  
SMS Sysselmannen på Svalbard  
SNSK Store Norske Spitsbergen Kullkompani  
SR Svalbard Reiseliv AS  
SSB Statistisk sentralbyrå  
UFD Utdannings- og forskningsdepartementet  
UiTø Universitetet i Tromsø

### \* Status :

Oversikten over indikatorer inneholder både pågående overvåking og ønsker om ny overvåking, jf kolonnen "status".

## Referanser

På hjemmesidene til MOSJ finnes referanser for hver indikator i både indikatorbeskrivelsene (mer generell litteratur) og i tolkningene (ofte forskningslitteratur som har delen av analysert data). Kilder for denne delen av rapporten:

Bignert, A, Riget F, Braune B, Outridge P, Wilson S 2004. Recent temporal trend monitoring of mercury in Arctic biota – how powerful are the existing data sets? *Journal of Environmental Monitoring*, 6:351-355

Bjørke, Åke 2003: Miljøtilstandsrapporter på internett. *Om indikatorer og DPSIR-systemet*. Tidsskriftet *Utmark* 2-2003, Østlandsforskning, Lillehammer.

Direktoratet for naturforvaltning 1995: *Strategi for overvåking av biologisk mangfold i Norge*. DN rapport 1995-7, Trondheim.

Hansen, Jon Richard, Rasmus Hansson og Stefan Norris (red) 1996: *The state of the European Arctic Environment*. Norsk Polarinstitutt og European Environmental Agency.

Hansen, John Richard og Christopher Brodersen 1998: *Forslag til miljøovervåkingsystem for Svalbard og Jan Mayen*. Norsk Polarinstitutt rapport nr 106, Tromsø.

Hansson, Rasmus, Pål Prestrud og Nils Are Øritsland (red) 1989: *Analysesystem for miljø- og næringsvirksomhet på Svalbard – versjon 2*. Norsk Polarinstitutt rapport nr 48, 1989. Engelsk utgave: *Assessment system for the environment and industrial activities in Svalbard*. Norsk Polarinstitutt rapport nr 68, 1990.

Havforskningsinstituttet (årlige rapporter): *Havets ressurser og Havets miljø*.

Henriksen, Espen O, Øystein Wiig, Janneche U Skaare, Geir W Gabrielsen and Andrew E Derocher 2001: Monitoring PCB's in polar bear: Lessons learned from Svalbard. *Journal of Environmental Monitoring*. 3: 233 – 244.

Hop, Haakon, John Richard Hansen og Jan-Petter Hubert-Hansen 1998: *Overvåking av biologisk mangfold i norsk Arktis*. Norsk Polarinstitutt meddelelser nr. 158, Tromsø.

Inghe, Ola, 2002: Planering och utforming av miljöövervakningsprogram. Del av *Handbok för miljöövervakning*, Naturvårdsverket 2003

Miljøverndepartementet 1997: St.meld. nr 58 (1996-97) - *Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling*

Miljøverndepartementet 1999: St.meld. nr. 8 (1999 – 2000) – *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*.

Miljøverndepartementet 2001: St.meld. nr. 24 (2000 – 2001) – *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*.

Miljøverndepartementet 2002: St.meld. nr. 12 (2001 – 2002) – *Rent og rikt hav*.

Miljøverndepartementet 2003: St.meld. nr. 25 (2002 – 2003) – *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*.

Naturvårdsverket: *Handbok för miljöövervakning*. Finnes kun som nettutgave på: <http://www.naturvardsverket.se/index.php3?main=/dokument/mo/hbmo/hbstart.htm>

Norges Forskningsråd 2003-04: *Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning*. Rapport 1: *Viktige klimadataserier*. Rapport 2: *Viktige terrestriske og limniske dataserier*. Rapport 3: *Viktige marine dataserier*. Norges forskningsråd, Oslo.

OECD 2003: *OECD environmental indicators. Development,*

*measurement and use. Reference paper*. Paris. Tilgjengelig på: <http://www.oecd.org/>

Samordningsgruppa for miljøovervåking 2001: *Samordnet miljøovervåking i miljødirektoratene. Plan fram mot 2006*. TA-1846/2001, Statens forurensningstilsyn, Oslo.

Smeets, Edith og Rob Weterings 1992: *Environmental indicators: Typology and overview*. European Environment Agency, København.  
Nettutgave: <http://reports.eea.eu.int/TEC25/en>

## Nettadresser

MOSJ - <http://miljo.npolar.no/mosj>

Miljøinfo Svalbard: <http://miljo.npolar.no/MIS>

Miljøstatus i Norge: <http://www.miljostatus.no/>

Forvaltningsplan for Barentshavet: <http://odin.dep.no/md/norsk/tema/svalbard/barents/bn.html>  
eller [http://npweb.npolar.no/scripts/cgiip.exe/WService=polar/d\\_emneside.html?](http://npweb.npolar.no/scripts/cgiip.exe/WService=polar/d_emneside.html?)

Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold: <http://www.naturforvaltning.no/wbch3.exe?d=6585&toppgiff=dyrogplanter>





# RAPPORTSERIE 123

## Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen - MOSJ

### Del 2: Vurdering av miljøstatus: Klima

av Inger Hanssen-Bauer, Kåre Edvardsen,  
Eirik J. Førland og Terje Brinch Løyning



Foto: G. S. Jaklin



Foto: S. Gerland



Foto: A. Taurisano

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>31</b>
1.1	Problemstillinger	31
1.2	Grunnlag for vurderinger	31
1.3	Deltakere	32
<b>2</b>	<b>Status og utviklingstrekk</b>	<b>32</b>
2.1	Innledning	32
2.2	Klimavariasjoner i atmosfæren	32
2.2.1	Lufttemperatur	32
2.2.2	Nedbør	32
2.2.3	Stråling	33
2.2.4	Atmosfærisk sirkulasjon	33
2.3	Klimavariasjoner i kryosfæren	33
2.3.1	Massebalanse, isbreer	33
2.3.2	Sjøis	34
2.4	Klimavariasjoner i havet	35
2.4.1	De Nordiske hav	35
2.4.2	Framstredet	35
2.4.3	Vannstandsmålinger (havnivå) i Barentsburg, Vardø, og Tromsø	36
2.5	Sammenhenger mellom variasjoner i atmosfære, is og hav	36
2.6	Ozonlaget	37
2.7	Mulige koblinger mellom klima- og ozonproblematikk	38
2.8	Er de observerte variasjoner i klima og ozon menneskeskapte?	38
2.8.1	Klimavariasjoner	38
2.8.2	Ozonvariasjoner	38
<b>3</b>	<b>Vurdering i forhold til nasjonale miljømål</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>Råd til forvaltningen om tiltak</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>Råd om kunnskapshull</b>	<b>39</b>
5.1	Klimaovervåkning	39
5.2	Klimaforskning	39
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>40</b>



# 1 Bakgrunn

## 1.1 Problemstillinger

Den globale middeltemperatur økte med ca 0,6 °C i det 20. århundre (IPCC 2001). Oppvarmingen foregikk i periodene 1900-1945 og 1976-2000. I en artikkel i *Nature* konkluderer Tett m. fl. (1999) med at variasjoner i naturlige klimapådriv (vulkanaktivitet og solstråling) kan forklare oppvarmingen før 1945, mens slike pådriv alene ikke kan forklare oppvarmingen etter 1970. Økende konsentrasjoner av klimagasser i atmosfæren kan derimot forklare denne siste globale oppvarmingen. IPCC (2001) konkluderer med at mesteparten av oppvarmingen de siste 50 år antagelig skyldes menneskelig aktivitet. Resultater fra klimamodeller tilsier at den globale middeltemperatur vil fortsette å øke de neste 100 år i respons på menneskeskapt utslipp av klimagasser, og at temperaturøkningen vil bli større i Arktis enn i andre regioner (Raisänen, 2001). Overvåking av klimautviklingen i Arktis anses derfor som viktig.

Over Arktis har det gjennom de siste to tiår blitt registrert ozonnedbrytning, om enn ikke av samme størrelsesorden som over Antarktis. En del modellberegninger tyder på at vi også de neste 20 år må regne med å oppleve ozonnedbrytning i Arktis, mens utviklingen videre fremover er svært usikker. Også overvåking av ozonlaget i Arktis er derfor viktig.

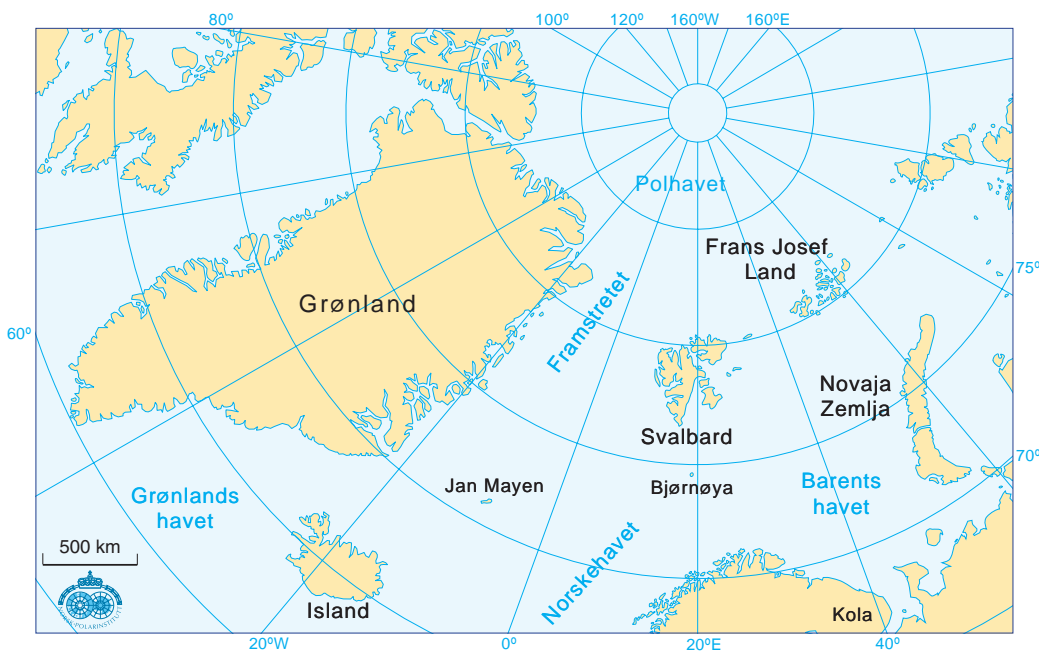
## 1.2 Grunnlag for vurderingen

Grunnlaget for denne vurderingen er geofysiske data som i oktober 2002 lå under "Klima" på MOSJ internettsider. Det inkluderer lufttemperatur- og nedbørmålinger fra Bjørnøya, Hopen, Svalbard Lufthavn, Ny-Ålesund og Jan Mayen, strålings- og ozonmålinger fra Ny-Ålesund, sjøis-observasjoner fra Framstredet og Barentshavet, oseanografiske observasjoner (havtemperatur, salt og strøm) fra Framstredet, vannstands-målinger (havnivå) i Barentsburg, Vardø og Tromsø, samt massebalanse for breer på Svalbard. Navn på stasjoner og områder der målinger og observasjoner er innhentet er vist i figur 1 og 2.

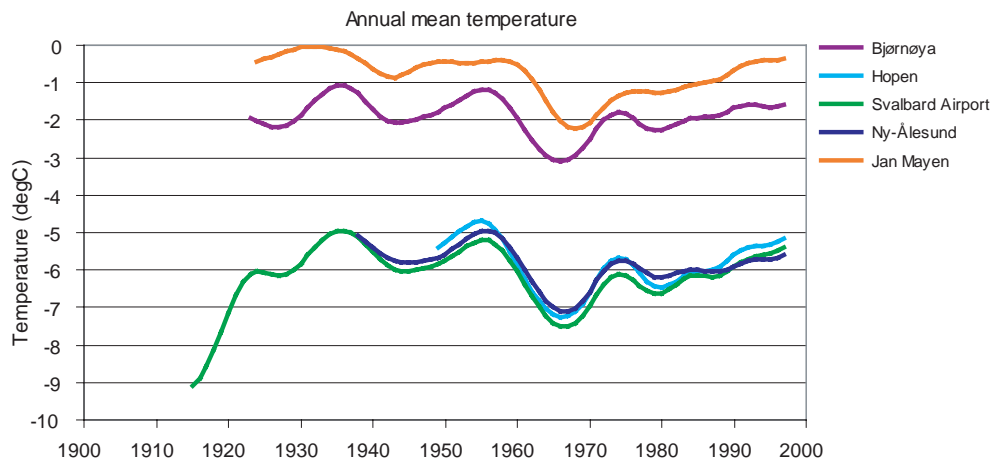


Figur 2  
Kart over Svalbard som viser målepunkter som inngår i MOSJ

Vurderingen er delvis basert på dataleverandørenes analyser av utviklingen av de enkelte elementer, og delvis på egne analyser. Den er gjennomført i lys av relevante vitenskapelige publikasjoner både fra Arktis og andre områder.



Figur 1  
Kart som omfatter området som inngår i MOSJ



Figur 3  
Årsmiddeltemperatur ved de norske arktiske stasjonene. Tidsseriene er filtrerte og viser variasjoner på 10-års skala.

### 1.3 Deltakere

Følgende institusjoner er ansvarlige for innsamling og/eller finansiering av de data vurderingen bygger på: Meteorologisk institutt (met.no), Norsk institutt for luftforskning (NILU), Norsk Polarinstitutt (NP), Statens forurensningstilsyn (SFT), Statens kartverk – sjøkartverket og Roshydromet i Murmansk.

## 2 Status og utviklingstrekk

### 2.1 Innledning

I dette kapitlet presenteres hovedtrekk i tidsutviklingen av hver enkelte geofysisk MOSJ-indikator og samvariasjonen mellom forskjellige indikatorer. Variasjoner på tidsskala 10 år anskueliggjøres ved hjelp av utjevnete tidsserier. Lineære trender blir brukt til å belyse variasjoner over tidsskalaer på 30-100 år. "Statistisk sikkerhet" for trendene er testet ved en metode beskrevet av Førland m. fl. (1997). Med "statistisk sikre trender" mener vi i det følgende trender som med mindre enn 5% sannsynlighet ville oppstå som resultat av tilfeldige variasjoner. Mulige fysiske årsaker til de observerte trendene diskuteres i slutten av kapitlet.

### 2.2 Klimavariasjoner i atmosfæren

#### 2.2.1 Lufttemperatur

Klimamodeller indikerer at lufttemperaturen ved bakken i stor grad vil påvirkes av en menneskeskapt økning av drivhuseffekten, og at temperaturøkningen i gjennomsnitt vil bli størst på høye breddegrader (IPCC 2001, kap. 9 og 10). Lufttemperatur er derfor et opplagt valg av klimaindikator i MOSJ.

Tidsseriene av årsmiddeltemperatur ved de norske arktiske stasjonene beskriver en ganske lik tidsutvikling (figur 3). Den lengste temperaturserien er fra Svalbard Lufthavn (nær Longyearbyen, figur 2) og starter i 1912. Trendanalyse av denne serien (tabell 1) gir en positiv trend på 0.14 °C per 10-år fra 1912 til 2000. Trenden er ikke statistisk sikker. Dette henger blant annet sammen med at 1930-årene var noe varmere enn 1990-årene, noe som er typisk for atlantisk sektor av Arktis (60°W-30°E) (Førland m. fl. 2002). Det er imidlertid mulig å dele perioden inn i tre deler med statistisk sikre trender: Det

Tabell 1

Lineære temperatur- og nedbørtrender ved Svalbard Lufthavn i forskjellige perioder. Trender som er statistisk sikre minst på 5% nivå er gitt i fete typer. Enheter: °C pr 10-år (temperatur), mm pr 10-år (nedbør).

Lineære trender i nedbør, °C pr. 10 år					
PERIODE	ÅR	VINTER	VÅR	SOMMER	HØST
1912-2000	+0.14	+0.08	<b>+0.36</b>	+0.04	+0.11
1912-1940	<b>+1.83</b>	<b>+3.82</b>	<b>+1.67</b>	+0.31	+1.55
1930-1970	<b>-0.66</b>	<b>-1.66</b>	-0.32	-0.22	-0.45
1960-2000	<b>+0.49</b>	+0.77	<b>+0.61</b>	<b>+0.24</b>	+0.27
Lineære trender i nedbør, mm pr. 10 år					
PERIODE	ÅR	VINTER	VÅR	SOMMER	HØST
1912-2000	+5.3	0.0	+1.1	+2.6	+1.7

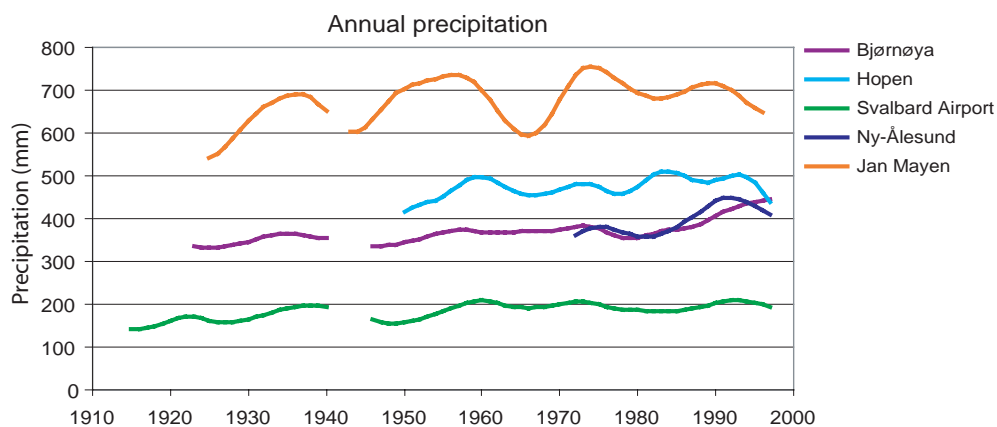
var en oppvarming fra 1912 til 1930-årene, en avkjøling fra 1930- til 1960-årene, og en oppvarming fra 1960-årene til 2000. Temperaturserier fra alle årstider viser samme fortegn på trendene som årsmiddeltemperaturen gjør, skjønt ikke alle trender er statistisk sikre (tabell 1). Den eneste årstiden som viser statistisk sikker trend fra 1912 til 2001 er våren, som har blitt varmere. Det er ingen statistisk sikre trender når det gjelder variabilitet i dataseriene.

Gjennomsnittstemperaturen sirkumpolart i området nord for 60 °N viser de samme periodene med oppvarming og avkjøling som vi ser ved de norske stasjonene (Jones & Moberg 2003). Denne gjennomsnittstemperaturen viser imidlertid en statistisk sikker positiv langtidstrend. Også på det norske fastland har vi de aller fleste steder hatt statistisk sikker oppvarming de siste 100 år. Årsaken er at den varme perioden på 1930-tallet relativt sett var mindre markant her enn i Arktis.

#### 2.2.2 Nedbør

Klimamodellene viser generelt større forskjeller når det gjelder innvirkning av økt drivhuseffekt på nedbørforhold enn de gjør på temperatur (Raisänen 2001). Det anses likevel som sannsynlig at nedbøren på høye nordlige bredder vil øke på grunn av øket drivhuseffekt (IPCC 2001, kap. 10). I Arktis er derfor nedbør en viktig klimaindikator.

Nedbørseriene fra norske arktiske stasjoner viser, i motsetning til temperaturseriene, nokså forskjellig tidsutvikling (figur 4).



Figur 4  
Årsnedbør ved de norske arktiske stasjonen. Tids-seriene er filtrerte og viser variasjoner på 10-års skala.

Dette skyldes at nedbør varierer over mindre romlig skala enn temperatur. Seriene har likevel et fellestrekk: Alle seriene viser positiv trend gjennom måleperioden som helhet. De tre lengste seriene er trendtestet, og viser statistisk sikker økning av årsnedbør fra målestert til 2000. Tabell 1 viser at det på Svalbard Lufthavn særlig er sommer- og høstnedbør som har økt. Dette varierer imidlertid fra stasjon til stasjon.

Også andre stasjoner i atlantisk sektor av Arktis viser statistisk sikker nedbørøkning gjennom det 20. århundre, men økning på over 2% per 10-år finnes bare i seriene fra Svalbard Lufthavn og Bjørnøya (Førland m. fl. 2002). Økningen på disse stasjonene er også større enn den gjennomsnittlige nedbørøkningen på høye nordlige breddegrader (Hulme 1995), og større enn nedbørøkningen på det norske fastland gjennom de siste 100 år.

### 2.2.3 Stråling

Serier av årlig total globalstråling, årlig kortbølget nettostråling, årlig langbølget nettostråling og årlig total nettostråling fra Ny-Ålesund (figur 2) er tilgjengelig fra og med 1974. De to første seriene viser ingen trend, mens langbølget nettostråling viser en negativ trend som også gir utslag når det gjelder total nettostråling. Det er et problem at dataseriene har mange og store hull. Stasjonen har dessuten blitt flyttet, og instrumentene har blitt modernisert. Det er derfor et behov for en nærmere undersøkelse av dataene for å være rimelig sikker på at den negative trenden i langbølgestrålingen ikke skyldes kalibreringsfeil eller annen diskontinuitet.

### 2.2.4 Atmosfærisk sirkulasjon

For å kunne tolke trendene i MOSJ-indikatorerne er det nødvendig å kjenne til variasjonen i atmosfærisk sirkulasjon i området. Det inngår ingen indikator for atmosfærisk sirkulasjon

i MOSJ, men det eksisterer lange tidsserier av to indikatorer som har innflytelse på luftstrømmene i området. *Den Nord Atlantiske Oscillasjon* (NAO) (Hurrell 1995) angir svingninger i lufttrykk-differansen mellom Island og Azorene. Når trykkforskjellen er stor (positiv NAO-indeks), transporteres som regel relativt mye mild fuktig luft nordøstover Nord-Atlanteren mot østre deler av Arktis. Når trykkforskjellen er liten (negativ NAO-indeks) er denne varmluftstransporten mindre. Gjennomsnittlig NAO-indeks for perioden desember til mars har vist seg å være en nyttig klimaindeks, og det er denne vinterverdien som i det følgende blir betegnet som NAO-indeksen. *Den Arktiske Oscillasjon* (AO) (Thompson og Wallace 1998) er definert på grunnlag av havnivå-trykkfeltet nord for 20 °N om vinteren, og det har vist seg at de to vinter-indeksene er høyt korrelert ( $R \geq 0.8$ ). Begge indeksene viser en negativ trend i perioden 1900-1970, og en sterkere positiv trend fra 1960-årene til 2000. Gjennom perioden som helhet er det ingen statistisk sikker trend i disse indeksene. Tabell 2 viser trender i AO-indeksen i periodene med signifikante temperatur-trender.

## 2.3 Klimavariasjoner i kryosfæren

### 2.3.1 Massebalanse, isbreer

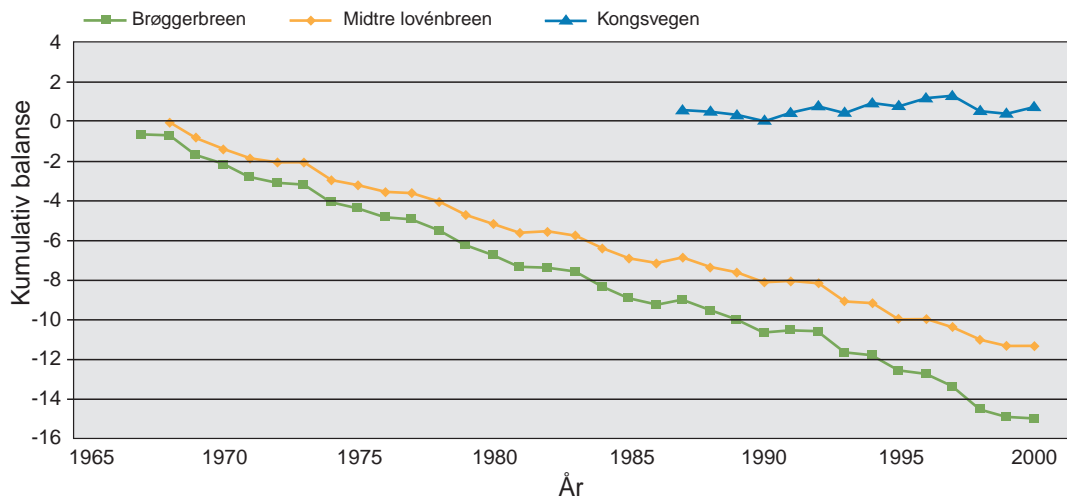
På Svalbard er mer enn 60% av landområdene dekket av isbreer. Hagen m. fl. (1993) har anslått det totale isvolum på Svalbard til ca. 7000 km<sup>3</sup>. Magasinering av ferskvann i disse breene har stor betydning regionalt, bl.a. for vannbalanse i elver og ferskvannstilførsel til fjordene. Men avsmelting fra breene på Svalbard kan også ha globale aspekter, via økning i havnivå og påvirkning av dypvannsdannelse i de tilgrensende havområder. Liestøl (1988) fastslo at de fleste isbreer på Svalbard har vært i nesten kontinuerlig tilbakegang siden slutten av den lille istid. Isbreene på land har trukket seg tilbake med mellom 1 og 2 km de siste hundre år (Hagen m. fl., 2003).

Massebalansemålinger gir mer omfattende og pålitelig informasjon om endringer i isbreenes tilstand enn studier av bre-fronter. Massebalanse er definert som differansen mellom tilvekst og avsmelting av snø og is over et bestemt tidsrom, og er en klimaindikator som primært er avhengig av nedbør i form av snø og temperatur. Nettobalansen på Svalbard er signifikant korrelert med sommertemperatur, og til en mindre grad med vinternedbør (Hagen m. fl., 2003). Regionalt påvirkes massebalansen også av vindretning og høyde over havet. Sand m.fl. (2003) har vist at det er store gradienter i snøakkumuleringen gjennom vinteren på Spitsbergen.

Tabell 2

Lineære trender i AO vinter-indeksen og i luft-temperatur ved Svalbard Lufthavn. Trender som er statistisk sikre (5% nivå) er gitt i fete typer. Enheter: indeksenhet pr 10-år (AO), °C pr 10-år (temperatur).

PERIODE	AO-indeks	T, Svalbard Lufthavn
1900-2000	+0.02	+0.14
1912-1940	-0.07	<b>+1.83</b>
1930-1970	<b>-0.21</b>	<b>- 0.66</b>
1960-2000	<b>+0.42</b>	<b>+0.49</b>



Figur 5. Kumulativ netto massebalanse for tre isbreer ved Ny-Ålesund (Brøggerbreen (fra 1967), Midtre Lovénbreen (fra 1968) og Kongsvegen (fra 1987)).

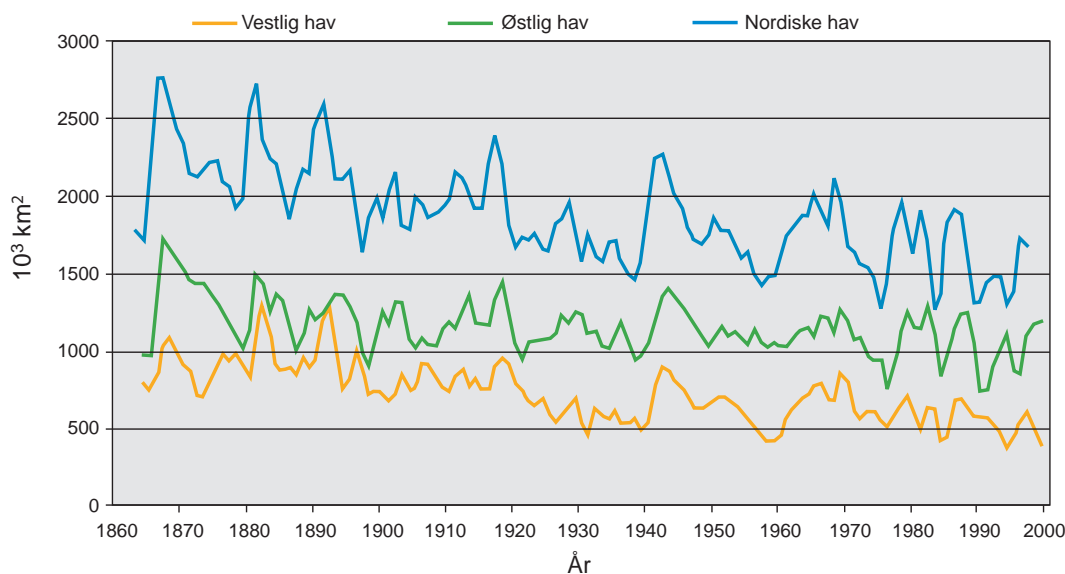
Fra 1997-1999 falt det ca. 40% mer snø på østkysten enn på vestkysten. På Svalbard har det bare vært foretatt systematiske massebalansemålinger på isbreer som dekker ca. 0.5% av det totale isdekkede området (Hagen m.fl., 2003). De lengste seriene med massebalanse er fra to små breer (Austre Brøggerbre og Midtre Lovénbreen) nær Ny-Ålesund (figur 2). Målingene fra disse to breene viser en synkende massebalanse siden målingene startet på 1960-tallet (figur 5). Totalt har breenes masse avtatt med ca. 10% gjennom denne perioden. Vinterbalansen har vært stabil, mens det har vært store variasjoner i avsmeltingen sommertid. Kongsvegen strekker seg over et større høydeintervall enn de to andre breene. Dette er hovedårsaken til den svakt positive balansen for denne breen (figur 5).

### 2.3.2 Sjøis

Utbredelse og tykkelse av sjøis bestemmes av prosesser i hav og i atmosfære som også er med på å bestemme klimaet i vår region. Samtidig vil isens utbredelse selv ha innvirkning på klimaet i Arktis. Sjøisen bidrar til at mindre solstråling absorberes i havet. Den legger også et effektivt lokk på varmeutvekslingen hav/atmosfære. Endringer i absorpsjon og varmeutveksling hav/atmosfære vil ha stor innvirkning på klimaet regionalt og globalt.

Siste IPCC-rapport (2001, kap. 2) understreker at sjøisutbredelsen er en følsom indeks for global oppvarming. For perioden 1978-1996 har isutbredelsen ifølge satellittmålinger avtatt med  $-2.8 \pm 0.3\%$  per dekad (Parkinson m. fl., 1999). Minkingen i sjøis var størst i det eurasiske basseng i Polhavet, og mest utpreget om sommeren. Ved å kombinere satellittdata med andre datasett for isutbredelse, slår IPCC-2001 fast at sommerminkingen som er hovedansvarlig for den negative trend i satellittmålingene, har vært tilstede i hele siste halvdel av det 20de århundre. Høst og vinter er det bare en svak og usikker negativ trend i isutbredelsen siden 1970. Analyser utført av Johannessen m. fl. (1999) viser at arealet som dekkes av tykk flerårsis har minnet mer enn dobbelt så hurtig som arealet av det totale isdekket, og at isvolumet derfor minker langt raskere enn isarealet. Problemene med å etablere konsistente lange dataserier av istykkelse er nylig demonstrert av Holloway & Sou (2002) som viste at den halvering av istykkelse de siste dekadene som ubåtmålinger indikerer, ikke var korrekt. Deres arbeid viste at intern omfordeling av is i Polbassenget kan forklare at ubåtmålingene overestimerte reduksjonen av istykkelse. Det antas at reduksjon av istykkelse er av samme størrelsesorden som reduksjonen i isutbredelse, dvs ca 10% de siste 25 år.

Ved å benytte skipsobservasjoner og satellittdata, har Vinje (2001) kartlagt utbredelsen av sjøis i april i havområdene vest og



Figur 6 Sjøisens areal i april måned (maksimal isutbredelse) for området vest og nord for Norge. ("Østlige hav" =  $30^{\circ}\text{W} - 10^{\circ}\text{E}$ , "Vestlige hav" =  $10^{\circ}\text{W} - 70^{\circ}\text{E}$ , "Nordiske hav" betyr her hele området). Materialet er satt sammen av satellittobservasjoner etter 1966 og skipsobservasjoner fra selfangere før 1966. (Fra Vinje, 2001)



nord for Norge gjennom perioden 1864-1998 (figur 6). Disse dataene inngår i MOSJ. På tross av store variasjoner fra år til år er det en statistisk sikker negativ trend gjennom perioden som helhet. For området som helhet antyder regresjonslinjen en reduksjon på 33% over hele tidsperioden. Nesten halvparten av denne reduksjon skjedde før 1900. Tabell 3 viser imidlertid at reduksjonen er statistisk sikker også etter 1900. Regresjonslinjene for delområdene henholdsvis vest og øst for Spitsbergen viser at det vestlige området har hatt større reduksjon (46%) enn de østlige havområdene

Tabell 3  
Lineære trender i isutbredelse i april. Trender som er statistisk sikre (5% nivå) er gitt i fete typer. Enheter: 1000 km<sup>2</sup> pr 10-år (isareal), °C pr 10-år (temperatur).

PERIODE	April isareal, vestre område	April isareal, østre område	T, Svalbard Lufthavn
1900-2000	<b>-26.2</b>	<b>-17.1</b>	+0.14
1912-1940	<b>-123.4</b>	<b>-81.8</b>	<b>+1.83</b>
1930-1970	+25.5	+6.5	<b>-0.66</b>
1960-2000	<b>-55.2</b>	-32.6	<b>+0.49</b>

(24%). Observasjoner fra skip gir i gjennomsnitt litt mindre (ca. 6%) isutstrekning enn satellittobservasjoner. Hvis det hadde blitt justert for dette, ville det ha forsterket langtidstrendene. For tykkelse av sjøis i våre områder foreligger det systematiske målinger fra og med 1990 fra Framstredet (Vinje m. fl. 1998). Målingene er gjort med sonar som registrerer all is som driver over instrumentet, og tyder på en svak (ikke statistisk sikker) negativ trend i istykkelse.

## 2.4 Klimavariasjoner i havet

### 2.4.1 De Nordiske hav

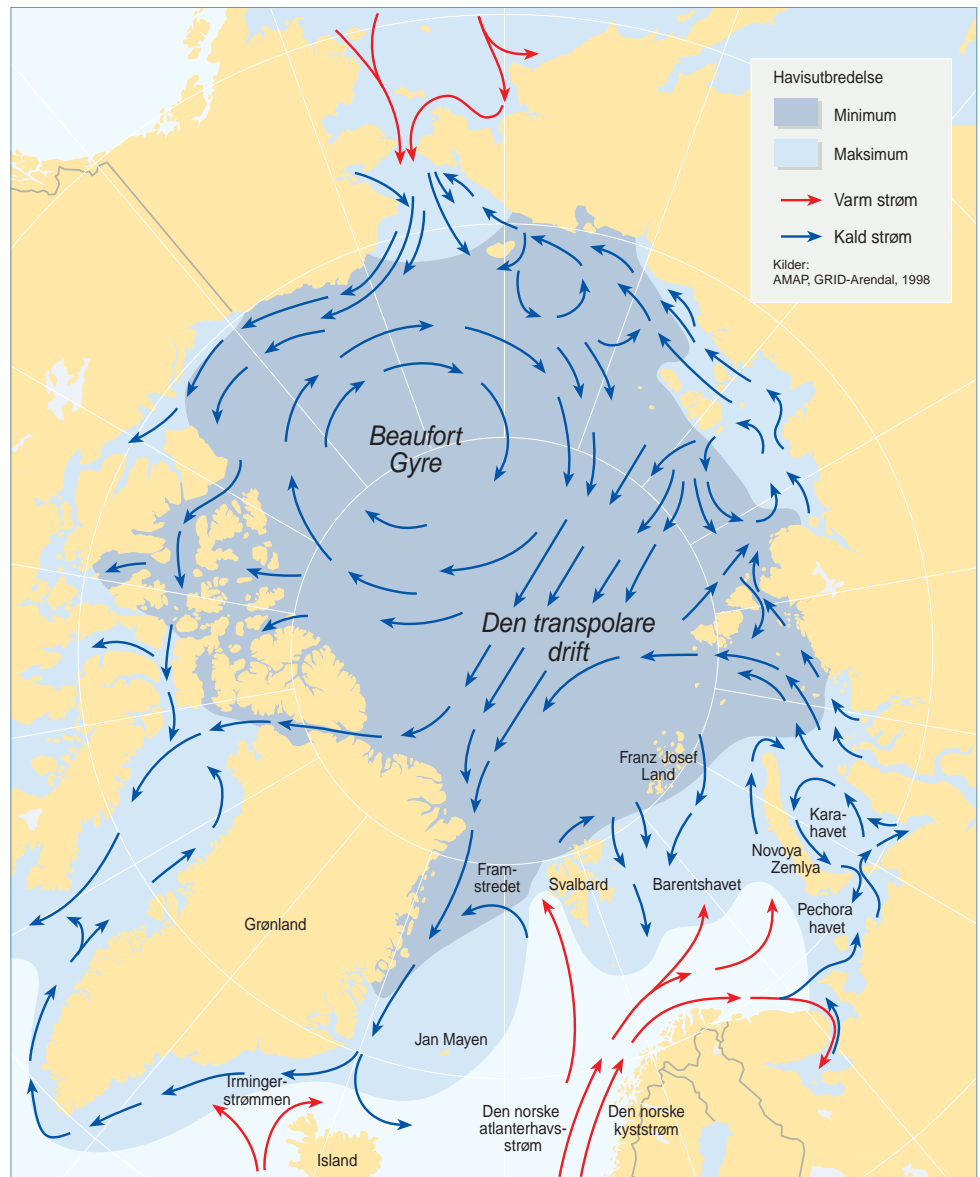
Samspillet mellom hav og atmosfære i Nord-Atlanteren er ansvarlig for en varmetransport som fører til at de nordiske land i gjennomsnitt er 5-10 °C varmere enn andre landområder på samme breddegrader. Et stort bidraget kommer fra varmetransporten i havet, og variasjoner i havstrømmene som går inn i de Nordiske hav (Grønlandshavet-Norskehavet, figur 1) kan derfor ha avgjørende betydning for klimaet i våre områder (figur 7). Data fra de Nordiske hav inngår foreløpig ikke i MOSJ, men Blindheim et al. (2000) skriver at fordelingen av vannmassene her gradvis har endret seg siden 1960. Dette kommer til syne ved utvikling av

et arktisk vannlag med opprinnelse i Grønlandshavet som siden har spredd seg over hele Norskehavet, og ved at vannlaget med atlantisk opprinnelse har blitt ferskere. I havområdene nærmest Norge har dette resultert i at den Arktiske front har flyttet østover, nærmere kysten. Resultatet av påvirkningen fra Arktis har blitt en avkjøling av de øverste vannlagene.

Når det gjelder de dypere vannlag i de Nordiske hav, rapporterer Østerhus og Gammelsrød (1999) om en oppvarming. Data fra værstasjonen "MIKE" med posisjon 66°N 2° E er analysert fra målingenes start i 1948 til 1997. En statistisk sikker oppvarming startet i 1987 på 2000 m dyp og i 1990 på 1200 m dyp. De høyeste temperaturene for hele perioden fra 1948 til 1997 ble målt i 1997. Oppvarmingen forklares med at dypvannsdannelsen i Grønlandshavet ble redusert på 1980-tallet. Dypvannsdannelsen er en del av den globale termohaline sirkulasjon, som er et viktig ledd i det globale klimasystem (Aagaard og Carmack 1989).

### 2.4.2 Framstredet

I Framstredet mellom Spitsbergen og Grønland (figur 7) foregår



Figur 7  
De viktigste havstrømmene i området som inngår i MOSJ.

både transport nordover av varmt atlantisk vann til Polhavet (Vest-Spitsbergen strømmen) og transport av is og polare vannmasser sydover. Variasjoner i sirkulasjonen her kan ha stor innflytelse på totalt volum og areal av sjøis, på varmetransport til Polhavet (Steele og Morison, 1993; Steele og Boyd, 1998), og på mengde og lokalisering av dypvannsdannelse i de Nordiske hav (Dickson m. fl. 1996).

Sporadiske målinger av temperatur og saltholdighet i Framstredet begynte allerede på begynnelsen av 1900-tallet. Russerne begynte mer eller mindre regelmessige målinger på 1950-tallet. Målingene i Framstredet er vist på internettssidene til MOSJ som 10-års middelværdier. De viser at det har blitt mindre forskjell mellom sommer og vinterverdier. Om vinteren er det ingen statistisk sikker temperatortrend, men sjøvannet ble ferskere (mindre salt) i perioden 1950-1980. Om sommeren har vannmassene blitt både kaldere og ferskere i perioden 1950 til 1990. Vi ser likevel en oppvarming i overflaten gjennom somrene på 1990-tallet. Det var også i denne perioden reduksjonen i saltholdigheten i de øvre vannlag var mest signifikant. 1990-årene viser altså om sommeren en signifikant endring både i temperatur (varmere) og saltholdighet (ferskere) for de øvre vannlag, i forhold til perioden 1950-1990.

#### 2.4.3 Vannstandsmålinger (havnivå) i Barentsburg, Vardø, og Tromsø

Vannstanden i havet påvirkes av mange faktorer som tidevann, lufttrykk, vind, havstrømmer, sjøvannets temperatur og saltholdighet, tilførsel av ferskvann, og heving av landmassene etter siste istid. I Arktis vil også variasjoner i isdekket kunne påvirke vannstanden. Fordi vannstandens høyde er et resultat av mange klimaindikatorer, inngår vannstandsmålinger i Barentsburg, Vardø og Tromsø i MOSJ. Målingene i Barentsburg og Tromsø startet rundt 1950. I Vardø startet målingene i 1984, og disse målingene er derfor ikke trendtestet. Vi observerer imidlertid en negativ trend i vannstanden både i Barentsburg og i Tromsø. Den negative trenden forsterkes i perioden 1980-2000 på begge stasjoner.

Tabell 4  
Korrelasjonskoeffisienter mellom AO vinter-indeksen og temperatur-/ isdata i forskjellige tidsperioder.

Periode	$T_{Sval}/AO$	$T_{Bjørn}/AO$	$T_{JanM}/AO$	$IS_{vest}/AO$	$IS_{øst}/AO$
1912*-1999	-0.25	-0.25	-0.12	-0.20	-0.49
1912-1940	-0.24			0.01	-0.44
1930-1970	-0.31	-0.26	-0.16	-0.13	-0.30
1960-1999	-0.33	-0.34	-0.25	-0.44	-0.61

\*: Analyser som inkluderer data fra Bjørnøya og Jan Mayen startet i hhv 1920 og 1921

Tabell 5  
Korrelasjonskoeffisienter mellom temperatur- og isdata.

Periode	$T_{Sval}/IS_{vest}$	$T_{Sval}/IS_{øst}$	$T_{Bjørn}/IS_{vest}$	$T_{Bjørn}/IS_{øst}$	$T_{JanM}/IS_{vest}$	$T_{JanM}/IS_{øst}$
1912*-1999	-0.53	-0.54	-0.40	-0.43	-0.49	-0.33
1912-1940	-0.67	-0.75				
1930-1970	-0.50	-0.46	-0.49	-0.47	-0.59	-0.53
1960-1999	-0.49	-0.54	-0.39	-0.45	-0.62	-0.46

\*: Analyser som inkluderer data fra Bjørnøya og Jan Mayen startet i hhv 1920 og 1921

## 2.5 Sammenhenger mellom variasjoner atmosfære, is og hav

Trendanalyser av temperaturserier fra norske stasjoner i Arktis og AO-indeksen for perioden desember-mars (tabell 2) antyder at endringer i atmosfærisk sirkulasjon (økende AO-indeks) delvis kan være ansvarlig for temperaturøkningen i området fra 1960-årene til 2000. Dette passer inn i et regionalt mønster (Serreze m. fl. 2000). I en artikkel av Rigor m. fl. (2000) anslås at mer enn halvparten av oppvarmingen i østre deler av Polhavet de siste 20 år kan knyttes til AO. Oppvarmingen tidligere i århundret kan imidlertid ikke forklares på denne måten. Dette ble påpekt av Hanssen-Bauer og Førland (1998) som fant en svakere sammenheng mellom atmosfærisk sirkulasjon og temperaturøkningen i norsk Arktis tidlig i det 20. århundre enn det vi har sett gjennom de siste 30-40 årene. Korrelasjonsanalyser (tabell 4) viser også at sammenhengen mellom temperatur og AO-indeks, og likeledes mellom isdekke og AO-indeks, har vært sterkest i den siste perioden. Korrelasjonsanalyser mellom lufttemperatur og sjøisareal (tabell 5) viser at lufttemperaturen er bedre korrelert med isareal enn med AO. Dette kan tyde på at sammenhengen mellom AO og lufttemperaturen bestemmes mye av AOs innflytelse på drivisens utstrekning.

Hanssen-Bauer og Førland (1998) viste at nedbørøkningen på Svalbard gjennom det 20. århundre i stor grad kan knyttes til variasjoner i atmosfærisk sirkulasjon. Mer lokale sirkulasjonsindekser enn NAO/AO må imidlertid benyttes for å forklare lokale nedbørendringer.

Det er vel kjent at drivisens utstrekning over uker og måneder i stor grad bestemmes av vindfeltet regionalt, og derved trykkfordelingen. Variasjoner i isens tykkelse og utstrekning fra år til år kan også i noen grad skyldes endringer i den atmosfæriske sirkulasjon (Holloway and Sou 2002). Både Deser m. fl. (2000) og Smedsrud & Furevik (2000) fastslår at endringene i sjøisen i Arktis fra ca. 1960 er sterkt knyttet til AO. Men også varmetransporten i havet gjennom Framstredet og Barentshavet vil ha en innvirkning på isens volum (Steele and

Morison, 1993; Steele and Boyd 1998).

Transporten i havet kan også delvis knyttes til NAO. Variasjoner av NAO vinterindeksen kan forklare omtrent 60% av variansen i den årlige volumfluks av is ut gjennom Framstredet siden 1976, og resultater fra koblede hav- og ismodeller viser det samme som observasjonene (Dickson m. fl. 2000). Det forekommer likevel også store variasjoner i is og ferskvannstransport som ikke har sammenheng med NAO. Et eksempel er den store saltanomalien på 1960-tallet, som opptrådte under en periode med ekstremt lav verdi av NAO vinterindeks. Slike hendelser er relativt kortvarige, men ferskvannsflykten er sammenlignbar i størrelse med f. eks. den maksimale istransporten som ble observert på 1990-tallet. Også økningen av nedbør og mulig økning i ferskvannstilførsel gjennom de store elvene som renner ut i Polhavet kan ha bidratt til å endre ferskvannstransporten. Avsmelting fra breer kan gi bidrag lokalt, men bidragene blir små i en global sammenheng. Ferskvannsbudsjettet i Arktis påvirker dypvannsdannelsen i Nord-Atlanteren, og kan derfor spille en nøkkelrolle med hensyn til global oppvarming (Walsh et al., 1998).

Avkjølingen av det øverste vannlaget i de Nordiske hav kan knyttes til endringer i NAO-indeksen (Blindheim m. fl. 2000). Det er også en nær sammenheng mellom bredden av den Norske Atlanterhavsstrøm (figur 7) og NAO vinterindeks fra 1960-årene til 2000. Vindens påvirkning og forflytning av arktisk vann østover ser også ut til å være hovedårsaken til at vannmassene i østlige områder har blitt ferskere.

Den reduserte variabilitet mellom sommer og vinter som er observert i Framstredet kan skyldes flere forhold. Bl.a. henger sjøvannets maksimumstemperatur sammen med intensiteten i Vest-Spitsbergen-strømmen, som igjen er bestemt av endringer i den atmosfæriske sirkulasjon. Swift m. fl. (1997), Grotefeldt m. fl. (1998), Blindheim m. fl. (2000) og Dickson m. fl. (2000) har alle rapportert om årlige variasjoner i Vest-Spitsbergen-strømmen ved Sørkapp, og bemerker spesielt sammenhengen mellom de årlige variasjoner i temperatur ved Sørkapp og de tilsvarende variasjoner i NAO vinterindeks. På begynnelsen av 1990-tallet ble det i det Eurasiske bassenget i Polhavet observert en oppvarming av vannlaget med Atlantisk opprinnelse. Blindheim m. fl. (2000) mener at temperaturøkningen i

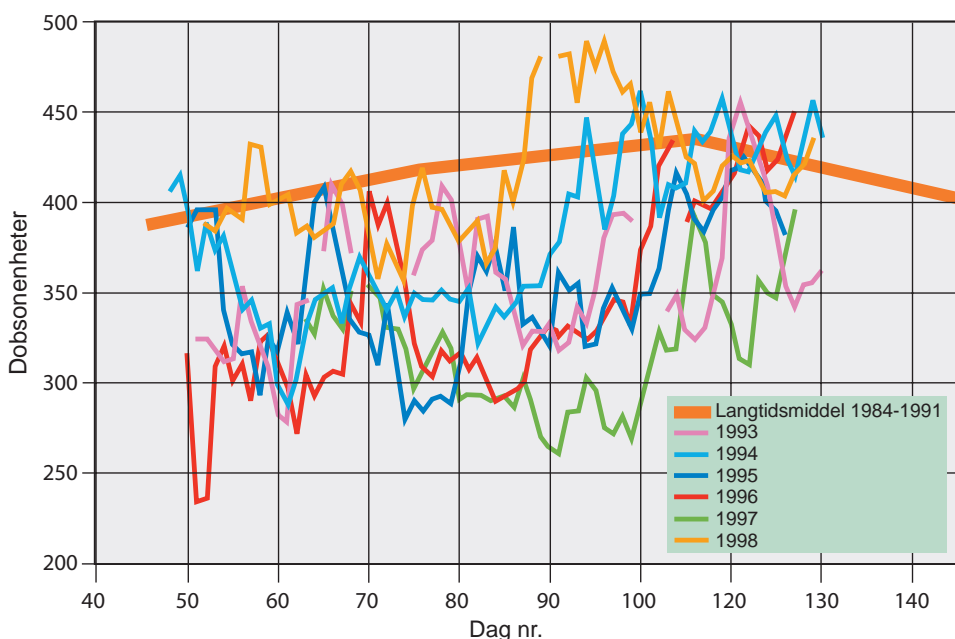
Vest-Spitsbergen-strømmen siden 1960 alene kan forklare oppvarmingen av Polhavet. Grotefeldt m. fl. (1998) og Dickson m. fl. (2000) forklarer oppvarmingen med en økning av temperatur og volum i de vannmasser som tilføres Polhavet både via Framstredet og Barentshavet. Ifølge Dickson m. fl. er det varmere og sterkere innstrømming av Atlanterhavsvann i Polhavet når NAO-indeksen er høy. MOSJ-dataene kan bekrefte at Vest-Spitsbergen-strømmen var mer intens i perioden med høy NAO-indeks. Saltholdigheten minket i begge tilførselsveier ettersom NAO utviklet seg fra negative fase på 1960-tallet til positiv fase på 1990-tallet. Dette henger sammen med økt ferskvannsmengde og økt volumfluks av is gjennom Framstredet fra Polhavet (Vinje m. fl. 1998), og dessuten reduksjon av is gjennom denne perioden (Deser m. fl. 2000).

Variasjonene i vannstandsmålingene er høyt korrelert med variasjoner i NAO-indeksen. Den negative trenden i vannstandsmålingene kan hovedsakelig forklares med endringer i atmosfæriske pådrag og en reorganisering av den termohaline sirkulasjon i de Nordiske hav. Detaljer i tolkingene av vannstandsdataene kan finnes på internett-sidene til MOSJ.

Vi konkluderer med at variasjoner og trender gjennom de siste 30 år eller så, både i lufttemperatur, sjøisutbredelse, havtemperaturer og saltholdighet i de Nordiske hav, i transporten av atlantisk vann til Polhavet, volumtransport av is fra Polhavet, samt vannstand, delvis har vært knyttet til NAO/AO. En del variasjon kan imidlertid verken knyttes til NAO eller andre sirkulasjonsindekser. Vi har dessuten grunn til å anta at relasjonene med NAO ikke er robuste på lang sikt. For eksempel var oppvarmingen i Arktis før 1930-årene ikke knyttet til NAO/AO.

## 2.6 Ozonlaget

Ozonlaget ligger høyt oppe i atmosfæren, i den såkalte "stratosfæren". Nedbrytning av ozon kan oppstå fordi klorfluorkarboner (KFK) og haloner gjennom menneskeskapt aktivitet kommer opp i stratosfæren. Felles for disse stoffene er at de under spesielle betingelser kan bryte ned ozon. Ozonlagets tykkelse varierer også av naturlige årsaker. Store vulkanutbrudd, der partikler og gasser slynges helt opp i



Figur 8  
Ozonobservasjoner utført med SAOZ (DOAS-instrument) i Ny-Ålesund. Den tykke røde kurven representerer langtidsmiddelet for perioden 1984-1991. Man ser tydelig at det i alle årene som her er vist har vært betydelig mindre ozon enn normalt, spesielt for 1997 hvor også verdiene holdt seg lave lengre enn de andre årene. (Fra Britt Ann K. Høiskar og Geir Braathen, NILU)



stratosfæren, kan påvirke ozonlaget i negativ retning. Ett av de største vulkanutbruddene i det 20. århundre fant sted i juni 1991 på Filippinene da vulkanen Pinatubo hadde et voldsomt utbrudd. Store mengder svoveldioksyd (SO<sub>2</sub>) ble sendt opp i stratosfæren og etter hvert oksidert til svovelsyre som samles i små dråper. I svovelsyredråpene skjer det kjemiske reaksjoner som aktiverer passive klor- og bromforbindelser som igjen kan bryte ned ozon. En nedgang i ozonmengden ble observert i tiden etter Pinatubo utbruddet.

Med instrumenteringen i Ny-Ålesund har det vært mulig å observere og til dels kvantifisere den uttynningen av ozonlaget som har funnet sted i Arktis i løpet av 1990-tallet. Ennå gjenstår en del arbeid før analysen er ferdig, men de foreløpige resultatene viser at ozonlaget er svekket gjennom 1990-årene i forhold til middelverdien 1984-1991 (Høiskar m. fl. 2002). Figur 8 viser at ozonnedbrytningen i Arktisk er svært varierende fra år til år. I 1997 var ozonlagets tykkelse over Ny-Ålesund på det mest ekstreme redusert med ca. 40 % i forhold til middelverdien over perioden 1984-91, mens det i 1998 ikke fant sted noen særlig nedbrytning.

## 2.7 Mulige koblinger mellom klima- og ozonproblematikk

Ozonnedbrytning fører til at mindre UV-stråling absorberes i stratosfæren, og derved at temperaturen der blir lavere enn den ellers ville blitt. Dette kan påvirke sirkulasjonen i de høyere luftlag, som i sin tur kan påvirke sirkulasjonen i de lavere lag i atmosfæren. En hypotese går ut på at ozonnedbrytning på denne måten kan virke inn på AO, og således på klimaet.

På den annen side kan klimaendringer påvirke ozonnedbrytningen. Øket drivhuseffekt gir høyere temperatur ved bakken, men lavere temperatur i stratosfæren fordi varmestrålingen herfra ut til verdensrommet øker. Den lave temperaturen kan føre til hyppigere dannelse av polare stratosfæriske skyer som igjen fører til nedbrytning av ozon. Forandringer i atmosfærens sirkulasjonsmønster vil også kunne påvirke ozonlagets tykkelse.

En reduksjon i totalozon bidrar til å øke UV-strålingen ved jordoverflaten. Endringer i skydekke og snødekke påvirker imidlertid også UV-dosene. Målinger viser at månedsmidler for UV-doser kan reduseres med opp til 40 % på grunn av skyer, mens snø på bakken kan øke UV-dosen på grunn av refleksjoner med mer enn 20 % i perioden april-mai. Systematiske endringer i snø- og skyforhold kan altså påvirke UV-dosene selv om ozonlaget er uendret. Derfor er det svært viktig at man kan måle både ozon og UV-stråling svært nøyaktig.

UV-stråling kan i perioder være en viktig regulerende faktor for planktonproduksjon i havet. Målinger på is i Kongsfjorden viser at fjorden er veldig transparent for UV-stråling når lite snø dekker sjøisen i perioden like før den marinevåroppblomstringen starter (Winther m. fl., 2004). Er det samtidig lite skyer og lave ozonverdier kan det oppstå episoder med unormalt høy UV-stråling. Direkte skadeeffekter er påvist både på plante- og dyreplankton, selv om organismene har et betydelig potensiale for UV-beskyttelse. Mengden av oppløst organisk materiale er avgjørende for UV-effekter i hav. Endringer i tilførsel og konsentrasjon av oppløst organisk materiale f.eks som følge av endrede temperatur- og nedbørforhold kan få en langt større betydning enn en reduksjon på 20-30 % i stratosfæriske ozon.

En eventuell reduksjon i primærproduksjon vil nødvendigvis få konsekvenser videre oppover i næringskjeden, samt påvirke opptaket av CO<sub>2</sub> i havet.

## 2.8 Er de observerte variasjoner i klima og ozon menneskeskapt?

### 2.8.1 Klimavariasjoner

Vår forståelse av oppvarmingen i Arktis fra 1900 til 1930-årene og avkjølingen fra 30-årene til 1960-årene er mangelfull. På global skala mener man imidlertid å kunne forklare klimavariasjonene i denne perioden ved variasjoner i naturlige klimapådriv (Tett m. fl. 1999), og vi har ikke holdepunkter for å hevde at disse klimavariasjonene er resultat av menneskelig påvirkning. Oppvarming i Arktis fra 1960-årene til nå er derimot en del av en global oppvarming som i det minste delvis skyldes menneskete utslipp av ”drivhusgasser” (IPCC 2001). Lufttemperaturen i Arktisk har typisk økt mer enn den globale middeltemperaturen i denne perioden. Dette henger trolig delvis sammen med tilbakekoplingen som isutbredelsen gir (se 2.3.2).

Men vi har også sett at oppvarmingen i Arktis gjennom de siste 30 år delvis kan knyttes til en positiv trend i AO-indeksen. Trender i en rekke andre klimavariabler kan også knyttes til trenden i AO eller andre indikasjoner på atmosfærisk sirkulasjon. Et vesentlig spørsmål er derfor om variasjonene i atmosfærisk sirkulasjon generelt, og AO spesielt, kan knyttes til menneskeskapt klimaendring. Dette er ennå uklart. AO er i utgangspunktet en intern svingning i klimasystemet, som antagelig kan påvirkes både av naturlige og menneskeskapt klimapådriv. Mange klimamodeller gir en viss økning i AO som respons på økende konsentrasjoner av drivhusgasser, men kun én fullt koplet klimamodell gir en trend i AO av den størrelsesorden som er observert de siste 30 år. Shindell m. fl. (1999) og Moritz m. fl. (2002) mener at det kan skyldes at klimamodellene har dårlig vertikal oppløsning høyt oppe i atmosfæren (stratosfæren), og at de derfor ikke kan reprodusere en selvforsterkende mekanisme som er en del av AO, og som involverer vekselvirkninger mellom stratosfæren og de lavere lag i atmosfæren. Eventuelle endringer i ozonlaget kan også ha en effekt på AO (se 2.7), skjønt Shindell m. fl. (1999) hevder at det ikke er nødvendig å ta hensyn til slike endringer for å simulere de klimaendringer vi hittil har sett. Mer forskning gjenstår før man kan trekke endelige konklusjoner om dette, og man kan altså ikke fastslå hvor stor del av klimaendringen i Arktis i de siste 30 år som er menneskeskapt.

En skal likevel være klar over at såvel den forsterkede oppvarmingen vi har sett over Arktis som nedbørøkningen på høye breddegrader, den sterke reduksjonen i isdekket (særlig om sommeren), det ferskere overflatevannet i de Nordiske hav og indikasjonene på redusert dypvannsdannelse, kvalitativt er i overensstemmelse med de responser våre beste klimamodeller gir på en menneskeskapt global oppvarming.

### 2.8.2 Ozonvariasjoner

Den korte måleserien fra Ny-Ålesund gir ennå ikke grunnlag for å fastslå hvorvidt, eller i hvilken grad, den ozonnedbrytningen man har sett på 1990-tallet er menneskeskapt. Også ozonnedbrytningen er imidlertid kvalitativt i samsvar med resultatet av modeller som tar hensyn til menneskeskapt utslipp av ozonnedbrytende stoffer.



### 3 Vurdering i forhold til nasjonale miljømål

I Stortingsmelding 24 (2000-01) presenteres strategiske mål og nøkkeltall knytte til klima- og ozonproblematikk. I dette kapitlet vil disse bli diskutert i lys av den faglige vurderingen.

#### Strategisk mål, klima

*Konsentrasjonen av klimagasser skal stabiliseres på et nivå som vil forhindre skadelig, menneskeskapt påvirkning av klimasystemet.*

Nøkkeltall: Global middeltemperatur og middeltemperatur i Norge (begge målt som 10-års middelverdier)

Målet om stabilisering av klimagasskonsentrasjonen er godt, men det er avgjørende for klimaet hvilket nivå konsentrasjonen stabiliseres på (se f.eks. IPCC 2001, side 76). Man skal videre være oppmerksom på at en eventuell stabilisering av klimagass-konsentrasjonen tidligst vil kunne bli merkbar i siste halvdel av det 21ste århundret. På grunn av denne tregheten i klimasystemet er det viktig at klimatiltak kommer i gang så raskt som mulig.

Nøkkeltallene er fornuftig definert. På bakgrunn av at klimamodellene gir sterkest oppvarmingssignal i Arktis, kan man vurdere å inkludere nøkkeltall som er basert på observasjoner i dette området. Forslag til slike nøkkeltall er utstrekningen av sjøis i april og august, både totalt over Arktis og i havområdene nord og vest for Norge.

#### Strategisk mål, ozon

*All produksjon og forbruk av ozonreducerende stoffer skal stanses.*

Nøkkeltall: Totalozon over breddegradsbånd 55-80 grader nord, og klorforbindelser i atmosfæren veiet etter ozonreducerende evne.

Det strategiske målet er klart formulert og nøkkeltallene fornuftige. Måleserien av ozon fra Ny-Ålesund er foreløpig for kort til å gi grunnlag for å vurdere i hvilken grad menneskelig aktivitet har virket inn på ozonlaget i Arktis. Det anses som meget viktig at målingene på Zeppelinfjellet fortsetter, slik at fremtidige analyser kan gi grunnlag for å vurdere dette.

### 4 Råd til forvaltningen om tiltak

#### Utslippsreducerende tiltak

Klima- og ozonproblematikken omhandler fenomen av global karakter som må løses via internasjonalt samarbeid. Det er derfor viktig at internasjonale avtaler om begrensninger i utslipp av klimagasser og ozonnedbrytende stoffer initieres, støttes og følges opp. Dette arbeidet har kommet langt når det gjelder ozon. Når det gjelder klima er ratifiseringen av Kyoto-protokollen en god begynnelse, men alene ikke tilstrekkelig til å nå ovenstående strategiske mål.

#### Tiltak rettet mot tilpasning/skadelindring

Rutinemessige utsendelser av advarsler i perioder med tynt ozonlag er et mulig tiltak rettet mot å redusere skader og ulemper knyttet til ozonreduksjon i Arktis. Når det gjelder klima bør man fortløpende vurdere endringer i standarder der

klimadata danner grunnlag. Infrastruktur som bygninger og anlegg med lang levetid må kunne tåle forventede endringer i vind- og bølgeforhold, temperatur og permafrost, nedbør, snølast og isingsforhold.

### 5 Råd om kunnskapshull

#### 5.1 Klimaovervåkning

Overvåkning av geofysiske parametere er viktig av flere grunner:

- Slike data kan tidlig gi oss indikasjoner dersom det foregår endringer som krever tiltak eller tilpasninger;
- De kan danne grunnlag for analyser som kan styrke eller svekke eksisterende teorier og modeller for endringer av klima og ozonlag;
- De kan benyttes i videre forskning på klima- og ozonproblematikk.

I MOSJ samles data fra mange forskjellige kilder. Dette gir mulighet til å fange opp og analysere sammensatte signaler, og til å avsløre reelle årsakssammenhenger. For at MOSJ skal fungere optimalt er det vesentlig at alle nøkkeldata er inkludert. Lange dataserier har spesielt stor verdi. Vi mener at de atmosfæriske og oseanografiske målingene fra værstasjonen "MIKE" (66°N 2° E) bør inkluderes i MOSJ. Dessuten bør det inkluderes en eller flere indikatorer for snø, for eksempel snødekke og snødybde observert ved de meteorologiske stasjonene som er med i MOSJ. Man bør også vurdere å inkludere et oseanografisk snitt som gir indikasjoner på transport til og fra Barentshavet. Også de målinger av klimagasser og aerosoler som foregår i Ny-Ålesund bør inkluderes i MOSJ.

For overvåkningsformål er det viktig at lange dataserier bevares og videreføres. Endringer til målemetodikk som gir "riktigere" målinger kan minke verdien av slike serier dersom gamle og nye målinger ikke er sammenlignbare. For å sikre kontinuiteten i lange serier må det utføres parallelle målinger i forbindelse med endringer som kan påvirke målingene. Det er likevel viktig at kvalitetsforbedrende, effektiviserende og rasjonaliserende tiltak for de lange tidsseriene vurderes fortløpende etterhvert som ny teknologi/metodikk blir tilgjengelig.

#### 5.2 Klimaforskning

Klimaforskningen har avansert mye i løpet av de siste årene. Vi mangler likevel kunnskap på en del områder. I MOSJ-sammenheng mener vi de følgende tema er viktigst:

- Sammenheng mellom global oppvarming og atmosfærisk sirkulasjon: Den atmosfæriske sirkulasjon har endret seg systematisk over våre områder de siste 30 år. Disse endringene virker inn, ikke bare på lufttemperatur og nedbør, men også på sjøisutbredelse og -transport, og på prosesser i havet. Det er fortsatt usikkert om de observerte sirkulasjonsendringene kan knyttes til menneskeskapte klimaendringer. Dette er et viktig spørsmål i relasjon til klimaendringer i Nordområdene fordi de fremherskende sirkulasjonsforhold kan bety vel så mye for det regionale klima der som den globale oppvarming i seg selv gjør.
- Vekselvirkninger mellom atmosfære, hav og sjøis: Vår forståelse av disse vekselvirkningene er mangelfull. Vi vet ikke i hvilken grad variasjoner i et element virker inn på andre. Antagelig er de forskjellige elementenes relative betydning avhengig av tidsskala.

- Havsirkulasjon og isutbredelse: Havstrømmer og isdekning har stor betydning for klimaet i norsk Arktis. Forskjellige klimamodeller gir til dels svært varierende resultat med hensyn til dette.
- Sannsynlige fremtidige regionale klimaendringer: Selv om de antatt beste globale klimamodellene har mange fellestrekk når det gjelder fremtidig klimautvikling globalt, er det fortsatt store variasjoner regionalt. Det er utviklet klimascenarier spesielt for vår region. Disse bør sammenlignes med andre scenarier slik at man kan vurdere hvilke signaler som er robuste.
- Regionale endringer i flukser av klimagasser og aerosoler: Slike endringer kan bidra til regionale endringer i strålingspådriv som direkte, eller via sin effekt på den globale sirkulasjon, påvirker det regionale klima. Det er en økende forståelse for at midler må bevilges til forskning på effekter av klimaendringer. Dette er en forståelse vi fullt ut deler. For å få et best mulig grunnlag for slike effektstudier er det imidlertid et behov for fortsatt satsing på prosessorientert klimaforskning og -overvåkning.

## 6 Referanser

- Blindheim, J., V. Borovkov, B. Hansen, S.A. Malmberg, W.R. Turell og S. Østerhus, 2000: Upper layer cooling and freshening in the Norwegian Sea in relation to atmospheric forcing, *Deep-Sea Res.*, Part I, 47, 655-680
- Deser, C., J.E. Walsh, and M.S. Timlin, 2000: Arctic sea ice variability in the context of recent wintertime atmospheric circulation trends. *J. Climate*, 13, 617-633
- Dickson, R., J. Lazier, J. Meincke, P. Rhines og J. Swift, 1996: Long-term coordinated changes in the convective activity of the North Atlantic, *Prog. Oceanogr.* 38, 241-295.
- Dickson, R., J. Osborn, J.W. Hurrell, J. Meincke, J. Blindheim, B. Ådlandsvik, T. Vinje, G. Alekseev og W. Maslowski, 2000: The Arctic Ocean response to the North Atlantic Oscillation. *J. Clim.* 13, 1044-1053.
- Førland E.J., I. Hanssen-Bauer og P.Ø. Nordli, 1997: Climate statistics & longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. DNMI-KLIMA rapport 21/97.
- Førland E.J., I. Hanssen-Bauer, T. Jónsson, C. Kern-Hansen, P.Ø. Nordli, O.E. Tveito, og E. Vaarby Laursen, 2002: Twentieth-century variations in temperature and precipitation in the Nordic Arctic. *Polar Record*, 38 (206), 203-210
- Grotefendt, K., K. Logemann, D. Quadfasel, S. Ronski., 1998: Is the Arctic Ocean warming? *J. Geophys. Res.*, 103, 27679-27687.
- Hagen, J.O., O. Liestøl, E. Roland og T. Jørgensen, 1993: Glacier Atlas of Svalbard and Jan Mayen. Norsk Polarinstittutt Meddelelser, No.129, 141pp.
- Hagen, J.O., J. Kohler, K. Melvold og J.G. Winther, 2003: Glaciers in Svalbard-Glaciers in Svalbard: mass balance, runoff and freshwater flux, *Polar Res.*, 22, 145-159. Hanssen-Bauer I. og E.J. Førland, 1998: Long-term trends in precipitation and temperature in the Norwegian Arctic: can they be explained by changes in atmospheric circulation patterns? *Climate Research*, 10, 143-153.
- Haugan, P.M., 1999: Structure and heat content of the West Spitsbergen Current. *Polar Res.* 18, 183-188.
- Holloway, G. og T. Sou, 2002: Has Arctic Sea Ice Rapidly thinned ?. *J. Climate*, 15, 1691-1701
- Hulme, M. 1995: Estimating Global Changes in Precipitation. *Weather* 50 (2), 34-42
- Hurrell, J.W., 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation, *Science*, 269, 676-679.
- Høiskar, B.A.K., G.O. Braathen, A. Dahlback, K. Edvardsen, G. Hansen, T. Svendby, 2001: Overvåkning av ozonlaget og naturlige ultrafiolett stråling, Årsrapport 2001. Kjeller, (NILU OR 35/2002).
- IPCC (International Panel on Climate Change), 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of IPCC* [Houghton J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell og C.A. Johnson (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA, 881pp. www.ipcc.ch
- Jones, P.J. og A. Moberg, 2003: Hemispheric and Large-Scale Surface Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001. *J. Climate*, 16, 206-223
- Johannessen, O.M., E.V. Shalina og M. Miles, 1999: Satellite evidence for an Arctic sea ice cover in transformation. *Science*, 286, 1937-1939.
- Liestøl, O., 1988: The glaciers in the Kongsfjorden area, Spitsbergen. *Norsk Geogr. Tidsskr.* 42, 231-238
- Moritz, R.E., C.M. Bitz og E.J. Steig, 2002: Dynamics of recent climate change in the Arctic. *Science*, 297, 1497-1502.
- Parkinson, C.L., D.J. Cavalieri, P. Gloersen, H.J. Zwally & J.C. Comiso, 1999: Arctic sea ice extents, areas and trends, 1978-1996. *J. Geophys. Res.*, 104, 20837-20856.
- Räisänen, J., 2001: CO<sub>2</sub>-induced climate change in CMIP2 experiments: quantification of agreement and role of internal variability. *J. Climate*, 14, 2088-2104.
- Rigor, I.G., R.L. Colony og S. Martin, 2000: Variations in surface air temperature observations in the Arctic, 1979-97. *J. of Climate*, 13, 896-907.
- Sand, K., Winther, J-G., Marechal, D., Bruland, O., and Melvold, K., 2003: Regional variations of snow accumulation on Spitsbergen, Svalbard in 1997-99. *Nordic Hydrology* 34 (1-2), 17-32.
- Serreze, M.C., J.E. Walsh, F.S. Chapin III, T. Osterkamp, M. Dyrgerov, V. Romanovsky, W.C. Oechel, J. Morison, T. Zhang og R.G. Barry, 2000: Observational evidence of recent change in the northern high-latitude environment. *Climate Change* 46, 159-207
- Shindell, D.T., R.L. Miller, G.A. Schmidt & L. Padolfo, 1999: Simulation of recent northern winter climate trends by greenhouse-gas forcing. *Nature*, 399, 452-455
- Smedsrud, L.H. og T. Furevik, 2000: Mot et isfritt Arktis. *Cicerone*, 2/2000, 19-23
- Steele, M. og T. Boyd, 1998: Retreat of the cold halocline layer in the Arctic Ocean, *J. Geophys. Res.*, 103, 10419-10435.
- Steele, M. og J.H. Morison, 1993: Hydrography and vertical fluxes of heat and salt northeast of Svalbard in autumn, *J. Geophys. Res.*, 98, 10013-10024
- Stortingsmelding 24, 2000-01: Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøltilstand. Det Kongelige Miljøverndepartement, 141 pp.
- Swift, J.H., E.P. Jones, K. Aagaard, E.C. Carmack, M. Hingston, R.W. MacDonald, F.A. McLaughlin, R.G. Perkin, 1997: Waters of the Makarov og Canada Basins. *Deep Sea Res.*, Part II, 44, 1503-1529
- Tett, S.B.F., P.A. Stott, M.R. Allen, W. J. Ingram og J.F.B. Mitchell,

1999: Causes of twentieth-century temperature change near the Earth's surface. *Nature*, 399, 569-572

Thompson, D.W.J. og J.M. Wallace, 1998: The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Letters* 25, 9, 1297-1300

Vinje, T., 2001: Anomalies and Trends of Sea-Ice Extent and Atmospheric Circulation in the Nordic Seas during the Period 1864-1998. *J. Climate*, 14, 255-267

Vinje, T., N.Nordlund og Å.Kvambekk, 1998: Monitoring ice thickness in Fram Strait. *J. Geophys.Res.*, 103, 10437-10449.

Walsh, J.E., V.Kattsov, D.Portis and V.Meleshko, 1998: Arctic Precipitation and Evaporation: Model Results and Observational Estimates, *J. Climate*, 11, 72-87.

Winther, J.G., K. Edvardsen, S. Gerlan, S., B. Hamre, 2004: Surface reflectance of sea ice and under-ice irradiance in Kongsfjorden, Svalbard. *Polar Res.*, 23, 115-118

Østerhus, S. og T. Gammelsrød, 1999: The abyss of the Nordic Seas is warming, *J. Climate*, 12 (11), 3297-3304.

Aagaard, K. and E.C.Carmack, 1989: The role of sea ice and other fresh waters in the Arctic circulation. *J. Geophys.Res.*, 94, 14 1485-14 498.







## RAPPORTSERIE 123

### Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen – MOSJ

#### Del 3: Vurdering av miljøstatus: Hav

av Arne Bjørge, Mette Mauritzen og Hallvard Strøm



Foto: H. Wolkers



Foto: B. Frantzen



Foto: G. Sander



Foto: M. Westh Hammer

## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>45</b>
1.1	Vurderinger av havmiljøet	45
<b>2</b>	<b>Status og utviklingstrekk</b>	<b>45</b>
2.1	Påvirkningsfaktorer	45
2.1.1	Fiske og fangst	45
2.1.2	Forurensning	46
2.2	Indikatorer	47
2.2.1	Dyreplankton	47
2.2.2	Reker	48
2.2.3	Lodde	49
2.2.4	Sild	49
2.2.5	Torsk	50
2.2.6	Polartorsk	50
2.2.7	Marine fugler	51
2.2.8	Sel	52
2.2.9	Hval	53
2.2.10	Isbjørn	54
2.3	Samlet vurdering av påvirkningsfaktor og tilstand	54
<b>3</b>	<b>Vurdering i forhold til nasjonale miljømål</b>	<b>56</b>
<b>4</b>	<b>Råd til forvaltningen om tiltak</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>Råd om kunnskapshull</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>58</b>

# 1 Bakgrunn

Grunnlaget for denne vurderingen er tekst og data som pr 1. mai 2003 var tilgjengelig på MOSJ nettside ([//miljo.npolar.no/mosj](http://miljo.npolar.no/mosj)). For å belyse noen av problemstillingene i MOSJ er tilleggsinformasjon også hentet inn fra Havets ressurser 2003 og Havets miljø 2003, AMAP-rapporter fra 1998 og 2003, samt annen referee-behandlet vitenskapelig litteratur.

## 1.1 Vurderinger av havmiljøet

Vurdering Hav skulle i utgangspunktet ikke overskride totalt 15 sider. Det er derfor gjort et hardt utvalg både innen de foreslåtte påvirkningsfaktorer og indikatorer. Begrepsbruk innen fiskeriforvaltning, samspill mellom påvirkningsfaktorer og naturlige fluktuasjoner og prosesser er derimot viet spesiell omtale. Det er lagt vekt på at teksten skal være tilgjengelig uten spesiell forkunnskap om de enkelte fagområder.

Avsnittet om isbjørn er forfattet av Mette Mauritzen og avsnittet om sjøfugl av Hallvard Strøm. Den øvrige teksten er skrevet av Arne Bjørge. Geir Wing-Gabrielsen har bidratt med skriftlige merknader til teksten. Det utvalg av informasjon som er foretatt, og de påfølgende sammenstillinger, vurderinger og tilrådninger står for forfatterens ansvar. Det er ikke benyttet litteratur-referanser til informasjon hentet fra Polarinstituttets nettsider eller fra andre nasjonale overvåkningsprogrammer.

## 2 Status og utviklingstrekk

Havet omkring Svalbard og Jan Mayen deles ofte inn i tre makroøkosystemer: Norskehavet, Barentshavet og Polhavet. Til forskjell fra de to øvrige er Barentshavet et gruntvannshav som i sin helhet ligger over kontinentalsokkelen. Polhavet er isdekket det meste av året, og selv om det foregår noe fiskeriaktivitet er dette et lite tilgjengelig havområde for fiskeflåten. Norsk fiskeri- og havmiljøovervåking er primært fokusert om Norskehavet og Barentshavet, og den videre beskrivelsen er sentrert om disse makroøkosystemene.

Norskehavet og Barentshavet er svært dynamiske havområder der polart og atlantisk vann møtes i en stadig skiftende blandingssone kalt Polarfronten. Polarfronten sammen med oseanografiske forhold nær iskanten under issmelting i vår- og sommersesongen er svært viktig for marin produksjon i disse havområdene. Oseanografiske og klimatiske fluktuasjoner bidrar til at de produktive områdene endrer seg fra år til år, både i areal og plassering. Intensiteten (temperatur og volum pr tidsenhet) i Den atlantiske strøm er avgjørende for endringene. Denne dynamiske, men naturlige prosessen er den største "påvirkningsfaktoren" for tilstanden i de marine økosystemene i norsk Arktis, og må være en sentral del av den videre tolkingen.

I tillegg er det flere antropogene naturinngrep som har vesentlig effekt. Av disse er fiske og fangst samlet sett den påvirkningsfaktoren som mest direkte griper inn i det trofiske system og påvirker både struktur og energistrøm gjennom næringskjedene. Fiske og fangst er derfor et viktig element for å tolke tilstand og utvikling i de marine arktiske økosystemene. Tradisjonelt har kvoter blitt satt i forhold til den enkelte bestands størrelse og avkastning. Økologiske effekter på andre arter eller på økosystemet som sådan har vært lite fokusert som grunnlag for fiskerireguleringer. I kap. 2.3 blir økologiske effekter av fiske og fangst gitt en bredere omtale.

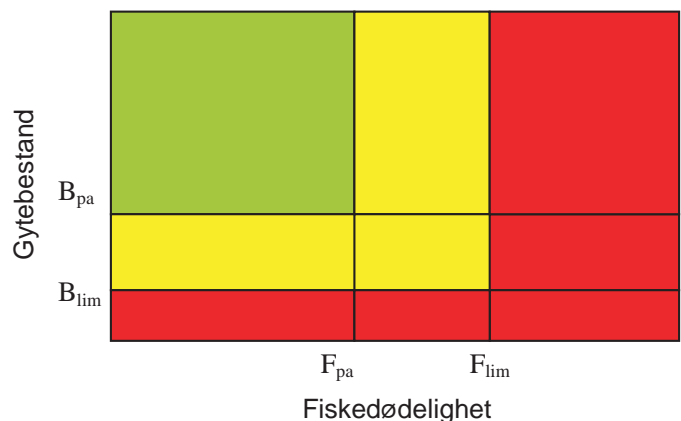
De arktiske havområdene oppfattes som urørte og lite forurenset. Denne oppfatningen utnyttes også i markedsføring av fiskeriprodukter fra nordlige havområder. Slik markedsføring kan imidlertid være et tveegget sverd fordi flere av de mest farlige miljøgiftene akkumuleres i arktiske marine næringskjeder. Fokus på miljøgiftsituasjonen koplet med markedsføring av matvarer kan derfor kunne få negativ effekt. Det dreier seg både om miljøgifter som er sluppet ut fra lokale kilder i regionen, og i stor grad også om langtransporterte miljøgifter. Statens Næringsmiddeltilsyn har utferdiget kostholdsråd som omfatter oppdatert kunnskap om forekomst av miljøgifter i marine arter. Disse finnes på <http://www.snt.no/nytt/kosthold/introduksjon/>. I den videre teksten er det utelukkende lagt vekt på de økotoksikologiske aspektene ved forurensning.

Fluktuasjoner i naturgitte forhold, fiske og fangst sammen med forurensning vil bli tatt opp igjen i den sammenfattende diskusjonen av påvirkningsfaktorer og tilstand (kap 2.3). Under påvirkningsfaktorer (kap 2.1) er det fokusert hovedsakelig på fiske, fangst og forurensning.

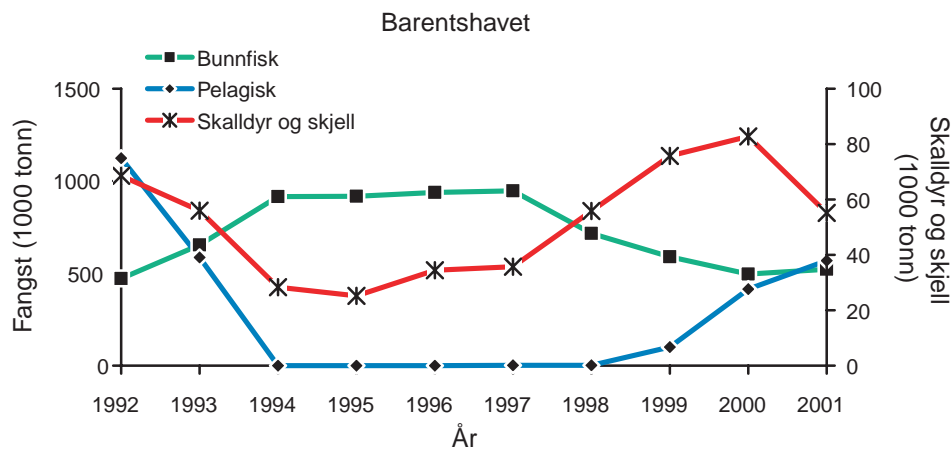
## 2.1 Påvirkningsfaktorer

### 2.1.1 Fiske og fangst

Om lag 55 bestander av bløtdyr, krepsdyr, fisk og pattedyr danner det kommersielle grunnlaget for den norske fiskerinæringen. Av disse bestandene drives det systematisk og regelmessig overvåking på om lag 40 bestander. For disse bestandene er det også utarbeidet referansepunkter for vern og høsting. Krav om bærekraftighet og føre-var-prinsippene fra Rio-konferansen i 1992 (Rio-konvensjonen) er lagt til grunn for norsk fiskeriforvaltning. For å sikre at fisket er bærekraftig, dvs at bestanden beskyttes mot fiske som på lengre sikt kan føre til bestandssammenbrudd, er det definert en nedre grense for gytebestandens størrelse ( $B_{lim}$ ). Denne grenseverdien er basert på historiske bestandsdata og enkle forutsetninger om sammenhengen mellom gytebestand og rekruttering. Tilsvarende er det definert en øvre grense for dødelighet som skyldes fiskerierne,  $F_{lim}$ . Dersom denne grensen overskrides over lengre tid, vil gytebestanden føres utenfor biologisk sikre grenser (fig. 1).



Figur 1  
Skematisk framstilling av referanseverdier benyttet i fiskeriforvaltningen. En bestand i det grønne feltet er innenfor føre-var-området. Er bestanden i den gule sonen er det økende mulighet for å falle over i rødt område som tilvarer "utenfor biologisk sikre rammer".



Figur 2  
Oversikt over samlet fangst av kategoriene bunnfisk, pelagisk fisk og skalldyr i Barentshavet siste tiårsperiode. Fra Havets ressurser 2003.

Føre-var-prinsippet forutsetter en buffer mellom reell bestandsstørrelse og grenseverdien  $B_{lim}$ . Det er derfor definert referanseverdier  $B_{pa}$  og  $F_{pa}$  (pa = precautionary approach) som skal sikre at bestanden ikke faller ned mot  $B_{lim}$ . Mens  $B_{lim}$  og  $F_{lim}$  er basert på empiriske data, vil fastsettelse av  $B_{pa}$  og  $F_{pa}$  blant annet være avhengig av hvor stor risiko de aktuelle forvaltningsmyndighetene er villige til å ta.

Begrepene ovenfor er utviklet for bruk i fiskeriforvaltningen og er ikke direkte synonyme med begreper som benyttes i naturvernssammenheng. Går en gytebestand under  $B_{lim}$  øker sannsynligheten for at rekrutteringen blir dårligere enn om gytebestanden var større. Derfor er  $B_{pa}$  og  $B_{lim}$  primært grenseverdier der kvotene midlertidig må begrenses eller settes lik null, dvs at bestanden i en periode er truet som kommersiell ressurs. Grenseverdiene gir ingen holdepunkter for å konkludere med at bestandene er truet med utryddelse i biologisk forstand. Begrepet "biologisk sikre grenser" har derfor tilsynelatende et annet innhold og formål i fiskeriforvaltning enn i naturvernssammenheng (uten at disse begrepene er gitt en klar definisjon innen naturforvaltningen).

Generelt sett var tilstanden i 2001-2002 forsvarlig for fiskeressursene i våre nordlige farvann (fig 2). I en periode mellom 1994 og 1998 var det imidlertid minimalt uttak fra de pelagiske bestandene i Barentshavet. Dette skyldes primært at loddebestanden var inne i en "lav-periode" og vesentlig under  $B_{lim}$ , dvs utenfor biologisk sikre grenser og "kommersiell uttryddet", uten at bestanden dermed nødvendigvis var truet med biologisk utryddelse.

Oppfisket kvantum av den enkelte bestand i forhold til bestandsstørrelse, anbefalt og fastsatt kvote framgår av Havets Ressurser 2003. Detaljert fangststatistikk blir publisert av Fiskeridirektoratet og Statistisk Sentralbyrå.

## 2.1.2 Forurensning

I denne vurderingen legges det vekt på to grupper forurensning: persistente organiske forbindelser og radioaktivitet. Disse gruppene har meget ulik biologisk virkning og omtales separat. I tillegg er det registrert høye konsentrasjoner av tungmetaller, særlig kvikksølv, blant annet i muskulatur hos vågehval i Barentshavet og i røye fra Svalbardområdet. Tungmetaller er ikke et spesifikt arktisk problem og omtales ikke videre.

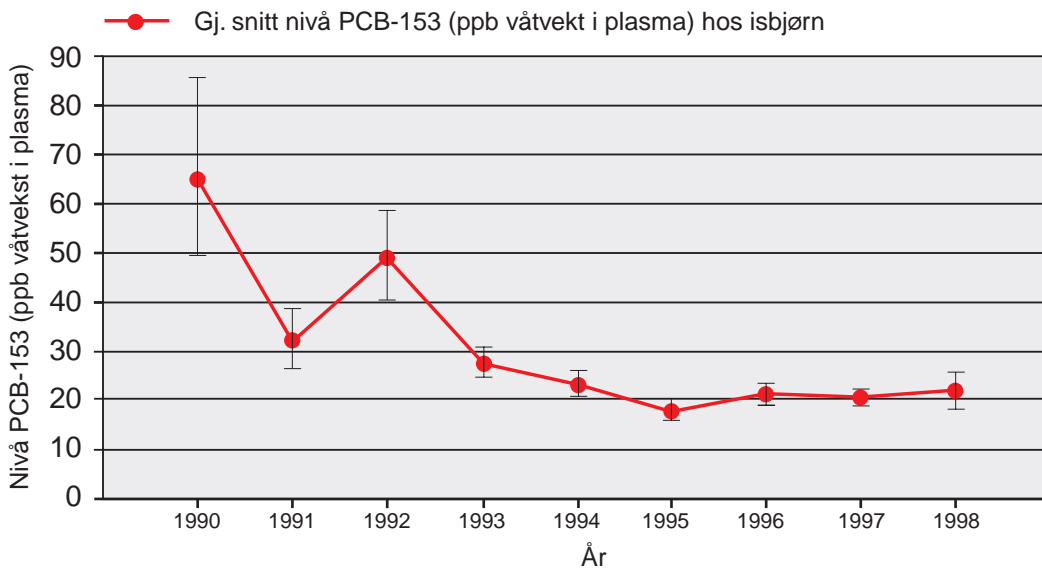
**Persistente organiske miljøgifter** inkluderer industrikjemikalier som polyklorerte bifenyler (PCB) og heksaklorbenzen (HCB), plantevernmidler som DDT, klordan, aldrin/dieldrin, toksafen, hexaklorsyclohexan (HCH, lindan), og biprodukter fra industriprosesser som polyklorerte dibenzodioxiner (PCDD), dibenzofuraner (PCDF), polybrominerte bifenyler (PBB) og polybrominerte difenyletere (PBDE).

De fysiske egenskapene til flere av de giftigste persistente organiske klorforbindelsen medvirker til at de fanges opp i de store sirkulasjonssystemene (både atmosfæriske og oseaniske) i varme strøk og føres til kalde strøk for deretter å inkorporeres i de marine næringskjedene. I polare strøk er næringskjedene ofte sterkt lipidbasert (fettrike). De kjemiske egenskapene til flere av de mest giftige persistente organiske miljøgiftene gjør dem svært fettløselige og bidrar til at de akkumuleres i næringskjedene. Ifølge Oehme et al. (1996) er akkumuleringsfaktorer på mer enn 105 observert i marine næringskjeder. Atmosfærisk og oseanisk transport medfører at polarområdene (og særlig Arktis fordi utslippene av miljøgifter er størst på den nordlige halvkule) over tid vil fungere som "utslagsvask" for de persistente miljøgiftene. Etter et eventuelt forbud mot anvendelse stopper lokale kilder og en kan observere en initiell nedgang i konsentrasjonene. Men en vil likevel kunne forvente at mengden miljøgifter som tilføres Arktis fra fjerne og diffuse kilder vil vedvare over lang tid.

PCB (polyklorerte bifenyler) er et syntetisk produkt som ikke finnes naturlig. PCB har flere gode industrielle egenskaper, for eksempel som flytende isolasjon i elektriske transformatorer. Men det har også de fysiske og kjemiske egenskapene som gjør stoffet til en farlig miljøgift i Arktis. Produksjonen av PCB startet opp allerede i 1920-årene og fikk en bred anvendelse i den industrialiserte verden. I 1960-årene ble konsentrasjoner av PCB registrert i det ytre miljø og assosiert med redusert formeringsevne blant annet hos sjøfugl og sjøpattedyr. Restriksjoner ble innført på bruk av PCB i Nord-Amerika og Europa fra tidlig i 1970-årene. PCB blir fortsatt tilført naturen, både på grunn av lekkasje fra deponier og fordi stoffet ble anvendt i andre geografiske områder etter at regionale restriksjoner var innført. Også i Norge foregår det fortsatt utslipp av PCB som eksempelvis brekkasje ved utskifting av eldre isolerglass.

Fordi de giftige egenskapene til PCB ble fokusert allerede på 1960-tallet, er de skadelige egenskaper mye studert. PCB består av en gruppe kjemiske forbindelser som har beslektede toksiske egenskaper. Reijnders et al. (1999) har laget en grundig oversikt over de toksiske egenskapene til PCB og beslektede forbindelser samt biologiske effekter i marine pattedyr. AMAP-





Figur 3  
Gjennomsnittsnivå  $\pm$  standard avvik for PCB 153 i blodplasma fra isbjørn målt i norsk Arktis 1990 – 98. Det er brukt en lineær regresjonsmodell som inkluderer justeringer for lipidinnhold i plasma, ernæringsstatus, alder, østlig lengdegrad for prøvetaking og eliminering gjennom melk.

rapporten fra 2002 gir også en god oversikt over biologiske effekter på sjøfugler og marine pattedyr. Det er påvist høye konsentrasjoner av PCB hos enkelte arter av sjøfugl og marine pattedyr i norsk Arktis. Det finnes imidlertid få dataserier som viser utvikling over tid. En tidsserie på sjøfuglegg innsamlet i perioden 1973 til 1993 fra ulike kolonier i Nord-Norge, Svalbard og fra Kolakysten viser en nedgang i PCB i flere måke- og alkefuglarter fra 1973 fram til 1993. En annen tidsserie er PCB-153 i isbjørn for perioden 1990-1998 (fig 3). Denne tidsserien viser en fallende tendens i konsentrasjon av PCB-153 i første halvdel av tidsserien og en utflating i andre halvdel av serien. Nedgangen i løpet av første del av tidsserien er signifikant og kan tolkes som resultat av regionale restriksjoner mot bruk av PCB. Det trengs ytterligere prøvetaking for å verifisere om konsentrasjonen av PCB har flatet ut. Det er imidlertid fortsatt store mengder PCB "i omløp" i naturen. Dersom utflatingen viser seg å være reell kan fortsatt tilførsel fra gamle deponier og langtransport fra fjerne kilder sammen med stoffenes persistens være en aktuell forklaringsmodell. Sammenlignet med Alaska og Canada er PCB nivået i isbjørn på Svalbard 2-6 ganger høyere. Dette kan skyldes både geografisk fordeling og størrelsen på regionale utslipp samt forskjeller i de storskala sirkulasjonssystemene over det nordlige Stillehavet og Nord-Atlanteren.

Som ledd i AMAP-arbeidet foretok Havforskningsinstituttet i perioden 1991-1993 en omfattende kartlegging av miljøgiftnivå på lavere trofiske nivå i Barentshavet og de nære havområdene rundt Svalbard. Både sediment og fisk ble kartlagt og konsentrasjoner av PCB og pesticider ble målt i fiskens lever. Av tre undersøkte fiskearter hadde torsk de høyeste verdiene. Forskjell mellom artene illustrerer trolig forskjeller i næringsøkologi og dermed eksponering. Gjennomsnittlig konsentrasjon i lever hos torsk på fem stasjoner varierte fra hhv 165 til 392 ng/g våtvekt for PCB; 98-223 ng/g for DDT, 75-166 ng/g for klordan og 7-14 ng/g for HCH. Det er verdt å merke seg at de høyeste verdiene av PCB ble målt i stasjoner dominert av vannmasser fra Den norske kyststrømmen. Disse vannmassene integrerer lokale kilder så langt sør som Nordsjøen og utstrømmingen fra Østersjøen. Om dette også gjenspeiler geografiske forskjeller i PCB-konsentrasjon hos torskens byttedyr er foreløpig ikke undersøkt. Geografiske forskjeller er heller ikke vurdert i forhold til torskens vandringsmønster. Ved fornyet prøvetaking

vil det være av interesse å se om disse geografiske forskjellene vedvarer også i lang tid etter at bruk av PCB ble forbudt i Europa. En undersøkelse gjennomført av Norsk Polarinstitutt (også på lavere trofisk nivå) i Barentshavet i perioden 1998-2000 viser økning i PCB og pesticider med økende trofisk plassering. Resultatene avspeiler geografiske forskjeller med høyest konsentrasjon i arter innsamlet i Polhavet. Hos zooplankton, fisk og flere sjøfuglarter, var nivå av organiske miljøgifter likt det vi finner i canadisk Arktis.

Havforskningsinstituttet overvåker **radioaktive isotoper** i havet og marin biota som en del av det nasjonale overvåkningsprogrammet som startet i 1999. Høsten 2002 ble det gjennomført et tokt med to forskningsfartøyer som dekket den norske delen av Barentshavet nord til 76,5°N og over kontinentalskråningen fra Vesterålen og langs vestsiden av Svalbard til 80°N. Både sediment og biologiske prøver ble samlet inn for analyse av cesium (Cs), technetium (Tc), plutonium (Pu) og strontium (Sr). Aktuelle problemstillinger for denne overvåkingen er å kontrollere om det er spredning fra den havarerte sovjetiske ubåten "Komsomolets" som sank på 1660m dyp sydvest av Bjørnøya i 1989, og dokumentere eventuell oppbygging av radioaktivitet i Arktis som følge av de forsettelige utslippene fra Sellafield i Storbritannia. Det er foreløpig ikke registrert økning i konsentrasjon av kjernespaltingsproduktet Cs-137 i sedimentet rundt ubåten som kan indikere lekkasje fra "Komsomolets". Prøvene av Tc-99 fra toktet høsten 2002 er foreløpig ikke ferdig analysert. I praksis er det bare Sellafield som er kilde til Tc-99 i våre havområder. Dokumentasjon av en eventuell oppbygging av Tc-99 i Barentshavet og ved Svalbard vil derfor kunne være et viktig virkemiddel i arbeidet med å få stoppet de forsettelige utslippene. Prøver av tang og sjøvann, innsamlet av Strålevernet på Svalbard viser økning i Tc-99 i en periode fra 1997 til 2003.

## 2.2 Indikatorer

### 2.2.1 Dyreplankton

Raudåte er den arten av dyreplankton som har størst biomasse i Norskehavet og Barentshavet sør for polarfronten. Den nærstående arten ishavsåte er vanlig i arktisk vann nord for polarfronten. Disse to artene hoppekreps (copepoda) sammen med noen arter marflo (amphipoda) og krill, er de viktigste komponentene i dyreplanktonet som er føde

for planktonspisende fisk, fugl og pattedyr. Biomassen av dyreplankton viste en økende tendens fra 1989 fram til toppåret 1994 for deretter å avta noe fram til 2002 (fig. 4).

Endringene i planktonbiomassen skyldes primært variasjoner i innstrømming fra år til år. Raudåta overvintret på dypt vann i Norskehavet, men om våren søker den mot overflaten og kan bli ført med strømmen inn i Barentshavet. I tillegg til variasjoner i strømmønsteret bidrar beiting fra pelagisk fisk, kammaneter og maneter til å regulere bestanden av dyreplankton. Dyreplanktonet i våre havområder beskattes ikke kommersielt, men vurderes som mulig føde for oppdrettsnæringen.

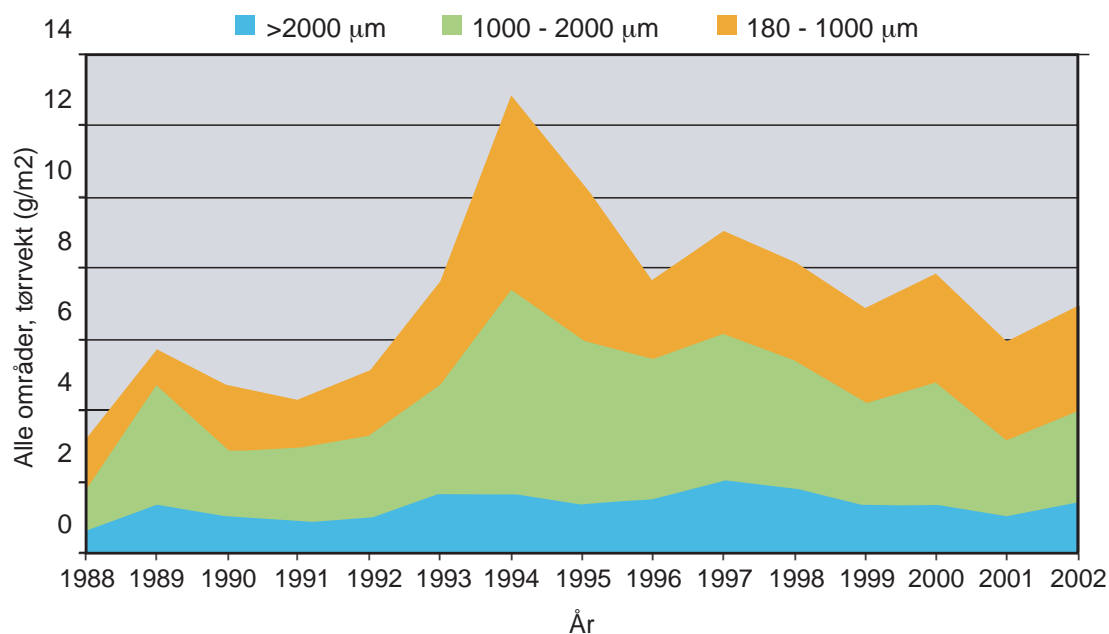
### 2.2.2 Reker

I perioden fra 1982 til 2002 har totalbestanden av reker i Barentshavet og Svalbardregionen vekslet mellom toppår med biomasse på over 300 tusen tonn og dårlige år med biomasse ned mot 150 tusen tonn. Det har vært omlag syv år mellom

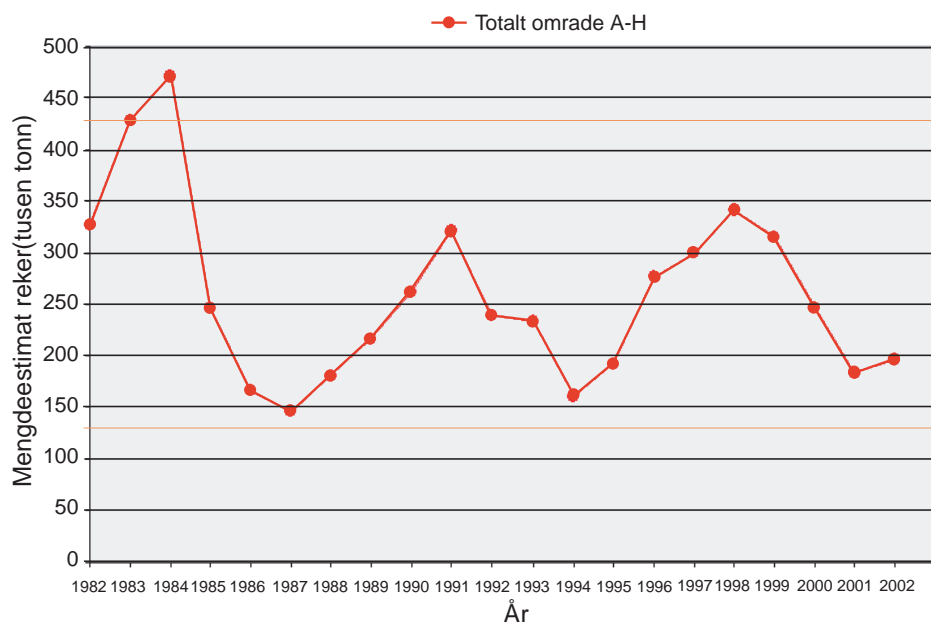
toppene i denne perioden (fig. 5).

Variasjoner i årsklassenes styrke er avgjørende for utvikling i bestandsstørrelse, men fiske og torskens konsum av reker regnes som viktige bestandsregulerende faktorer. Det arbeides med å øke presisjonen på estimatene for torskens konsum.

Norge er det eneste land i Nord-Atlanteren som ikke setter totalkvote for fangst av reker. Fisket reguleres gjennom konsesjoner, minstemål og kriterier for innblanding av fisk i fangstene. Fangstene av reke har vært forholdsvis store på tross av en lav bestandsstørrelse. Dette skyldes primært kapasitetsøkning i fisket. Russiske opplysninger viser redusert fangst per tråltid som følge av nedgang i bestanden. Det ventes god rekruttering til bestanden i kommende år, men relativt høye fangster kan svekke de gode årsklassene. Størrelsesfordelingen i fangstene viser en forskyvning av fisket mot yngre reker. Dette er uheldig fordi rekene blir kjønnsmodne som hunner ved femårsalderen og rekruttering til bestanden er direkte avhengig av antall gytemodne hunner.



Figur 4  
Middelverdier av størrelsesfraksjonert dyreplankton i seks måleområder i Barentshavet for perioden 1988-2002.



Figur 5  
Mengdeestimat for reke i Barentshavet i perioden 1982-2002.

### 2.2.3 Lodde

Lodda er en art med kort generasjonstid, og den blir kjønnsmoden allerede ved 2-4-års alderen. De fleste gyter bare én gang og få individer blir mer enn fem år gamle. Bestanden av lodde har relativt høyt vekstpotensiale blant annet fordi individene blir tidlig kjønnsmodne, men bestanden (og særlig gytebestanden) i form av biomasse er utsatt for enorme fluktuasjoner fordi den består av svært få årsklasser. Denne livshistoriestrategien tilsier at loddebestanden raskt kan vokse opp i år med gode betingelser, men har tilsvarende lett for å kollapse i perioder når en får flere år med dårlige betingelser. Disse fluktuasjonene vil kunne gå meget raskt. Fig. 6 viser utviklingen i loddebestanden fra 1973 til 2002 og illustrerer det raske og tilnærmet totale bestandssammenbruddet på midten av 1980-tallet, den nærmest eksplosive gjenveksten fra 1989 til 1990 og en ny syklus med sammenbrudd og gjenvekst på 1990-tallet.

Det er oseanografiske forhold som forårsaker disse svingningene i loddebestanden, men øket beitepress på unglodde fra store sildeårsklasser på 1980-tallet (se kap. 2.2.4) bidro til nedgangen. Fig. 6 viser også at fisket i perioden 1983-1986 må ha påvirket omfang og hastighet av bestandssammenbruddet fordi fangstene er om lag lik totalbestanden. Forut for og under sammenbruddet på 1980-tallet ble det tillatt større fangster enn anbefalt av ICES. Fra 1997 til 2003 har fastsatt kvote fulgt maksimums-anbefalingen fra ICES og totalfangstene har til dels ligget under kvoten.

I 2002 var bestanden i Barentshavet inne i en nedadgående trend som primært skyldes to dårlige årsklasser (2000 og 2001). I tillegg synes individuell vekst å være lavere enn i de foregående årene. For lodde i Barentshavet er  $B_{lim}$  satt til 200 tusen tonn, og gytebestanden i 2002 var 620 tusen tonn.

### 2.2.4 Sild

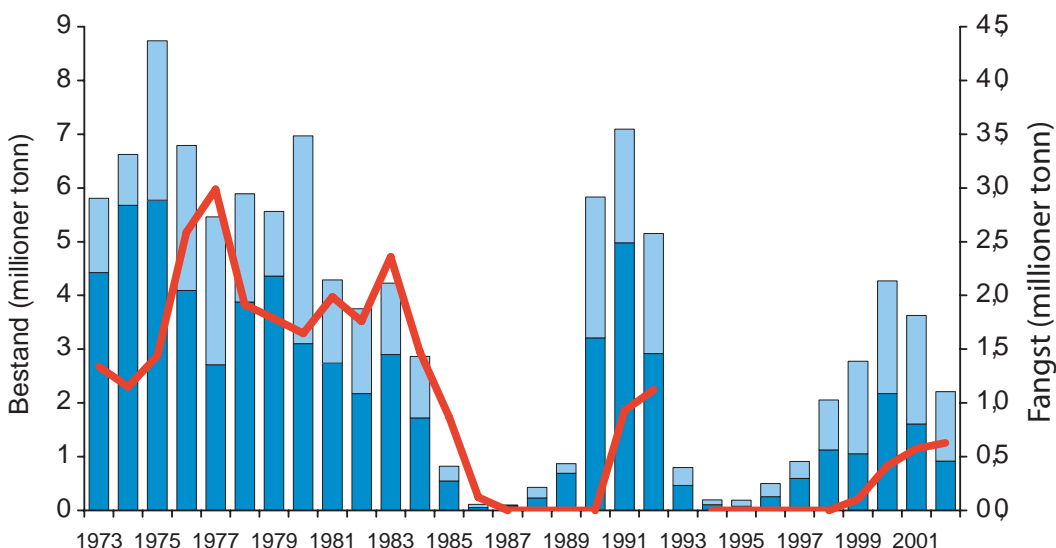
Norsk vårgytende (nvg) sild blir kjønnsmodne i 4-5-års alderen og har en maksimal levealder på henimot 25 år. Med dagens beskatningsgrad blir silda likevel sjelden over 15 år gammel. Sammenlignet med lodde inneholder bestanden av sild langt flere årsklasser, særlig i den kjønnsmodne delen av bestanden.

Dette virker som en buffer mot raske endringer i bestanden som følge av en eller noen få feilslåtte årsklasser. Bestanden av nvg-silda kollapset likevel i siste del av 1960-tallet (fig 7). Historisk sett har sildebestanden imidlertid vært dominert av noen uvanlig sterke årsklasser som eksempelvis 1904-årsklassen og 1983-årsklassen. Den siste dannet grunnlaget for gjenvekst i bestanden etter kollapset på 1960-tallet.

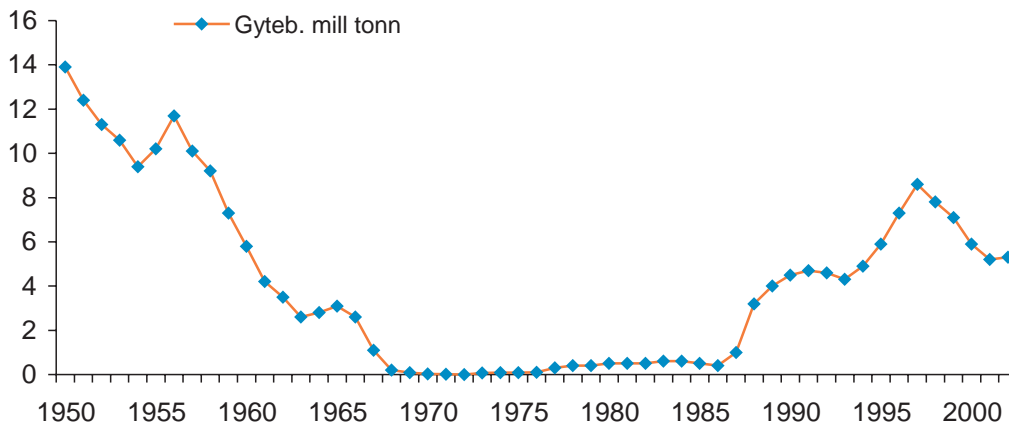
På 1960-tallet ble det en avkjøling av farvannene nord for Island, noe som førte til lavere planktonproduksjon på sildas beiteområder. Vi må anta at dette virket inn på sildebestanden, men i tillegg førte et massivt overfiske til at bestanden brøt nesten fullstendig sammen fra midten av 1960-tallet. Etter bestandssammenbruddet på 1960-tallet brøt også det etablerte vandringsmønsteret sammen. Silda hadde tidligere oppvekst-områder langs norskekysten og i Barentshavet, beite- og overvintrings-områder i Norskehavet og gytevandring fra Norskehavet til kysten. Etter sammenbruddet ble silda stående på beiteområder ved kysten og særlig i Barentshavet før den vandret inn for å overvintrere i Vestfjordområdet, særlig i Ofoten og Tysfjord. Derfra oppsøkte den gytefeltene langs kysten. I en lang periode vandret nvg-silda knapt ut av det som nå er norsk økonomisk sone. På denne måten ble silda helt underlagt norsk jurisdiksjon og sikret effektiv forvaltning og kontroll, noe som nok har spilt en viktig rolle for gjenoppbygging av bestanden. Forbedret overvåkning av sildebestanden, strenge og ansvarlige reguleringer, spesielt fra norske forvaltningsmyndigheter, førte til gjenvekst i bestanden. Denne gjenveksten skjøt først fart etter at én usedvanlig sterk årsklasse (1983-årsklassen) rekrutterte til den kjønnsmodne del av bestanden i 1987-88 (fig 7).

Først etter gjenveksten i bestanden gjenopptok silda sin tidligere vandring til beiteområdene. Den har nå stadig funnet nordligere beiteområder fram til denne tendensen ble brutt i 2002. Et spennende trekk i vandringsmønsteret er at i 2002 vandret bare en liten del av 1998-årsklassen inn på overvintringsområdene i Vestfjorden. Resten overvintret i åpent hav som den gjorde før sammenbruddet.

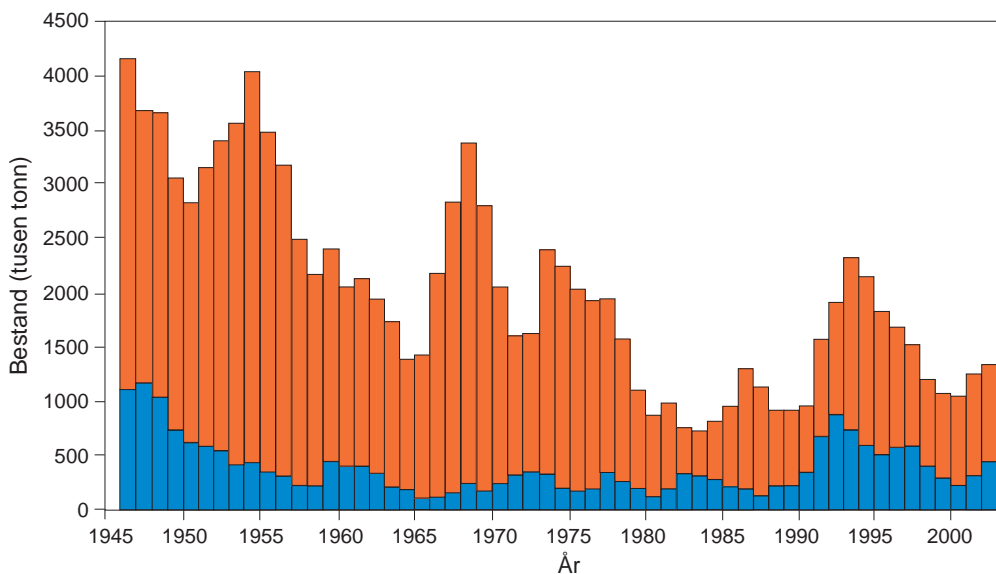
I 2002 er gytebestanden beregnet til mellom 5 og 5,5 millioner tonn ( $B_{pa} = 5$  mill tonn;  $B_{lim} = 0,85$  mill tonn). Totalkvoten for 2002 ble fastsatt i samsvar med anbefaling. Fiskedødeligheten i



Figur 6  
Utvikling i totalbestand av lodde (hele søyler) og modnende bestand (lys del av søyler) og årlig totalfangst (linje) i perioden 1973-2002 for loddebestanden i Barentshavet. Fra Havets Ressurser 2003.



Figur 7  
Utvikling av gytebestanden av norsk vårgytende sild i perioden fra 1950 til 2002. Kilde: Havets Ressurser 2003.



Figur 8  
Utvikling i totalbestand og gytebestand hos norsk arktisk torsk i perioden 1946 til 2003

2002 var lik  $F_{lim}$ , noe som må karakteriseres som forsvarlig i en situasjon med økende gytebestand. For 2003 var prognosen at gytebestanden ville være på 6 millioner tonn. Det er derfor grunnlag for å slutte at bestanden er vel innenfor sikre biologiske rammer. Men det forutsettes at kyststatene blir enige om en ny sildeavtale innenfor rammene av anbefalt beskatning for at forvaltningen fortsatt skal være bærekraftig.

### 2.2.5 Torsk

Bestanden av norsk arktisk torsk er vesentlig under sitt biologiske potensiale og det nivå som forventes å gi størst avkastning. Fra tidlig på 1950-tallet har bestanden vært under 500.000 tonn (som er  $B_{pa}$ ) med unntak av en periode fra 1992 til 1998 (fig. 8). Fra et lavmål på 120.000 tonn i 1987 økte gytebestanden til 870.000 tonn i 1992. Oppgangen mot slutten av denne perioden skyldes et lavt beskatningsnivå i tillegg til god individvekst og rekruttering. Fra 1993 har gytebestanden avtatt og nådde et minimum på 220.000 tonn i 2000. Nedgangen etter 1993 skyldes lavere individvekst, økende kannibalisme og ikke minst et for sterkt fiskepress. I 2003 er gytebestanden beregnet til 430.000 tonn, og denne økningen skyldes særlig at fisken ble kjønnsmoden ved lavere alder.

Fra og med 1998 har kvoten blitt fastsatt vesentlig høyere enn anbefalt kvote (fig. 9). I retrospektiv har det i tillegg vist seg at anbefalingene fra ICES noen år har vært for optimistiske, men

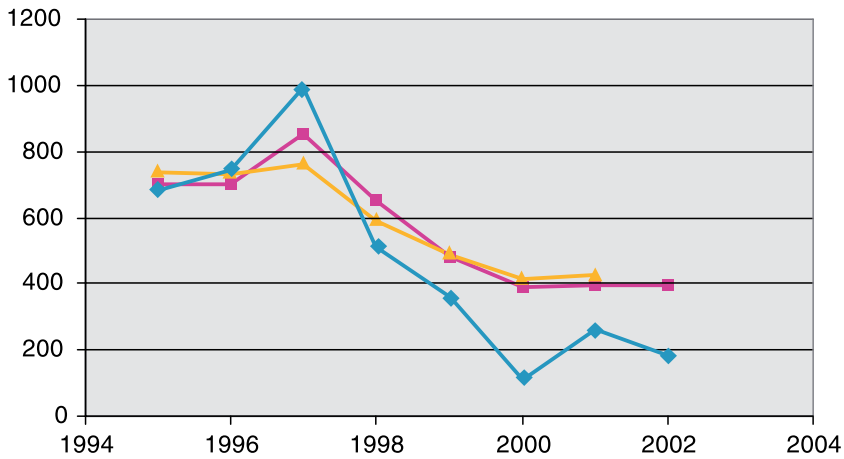
det kan likevel slås fast at en vesentlig årsak til at bestanden og fisket nå er utenfor sikre biologiske grenser skyldes at forvaltningsvedtak siden 1998 ikke har vært i tråd med anbefalinger fra ICES. Den siste oppgangen i gytebestanden skyldes ikke redusert fiskepress, men kjønnsmodning ved lavere alder, noe som under gitte betingelser også kan tolkes som biologisk respons på hardt beskatningspress.

For 2002 var  $B_{pa}$  og  $B_{lim}$  satt til hhv 500 tusen tonn og 112 tusen tonn.  $F_{pa}$  og  $F_{lim}$  var fastsatt til hhv 0,42 og 0,7. Faktisk fiskedødelighet ( $F$ ) ble anslått til 0,84. Fangstuttak i forhold til anbefalt og fastsatt kvote går fram av Fig. 9. Selv med den kvote som ble fastsatt er bestanden økende og vil komme innenfor biologisk sikre rammer pga tilvekst fra yngre årsklasser.

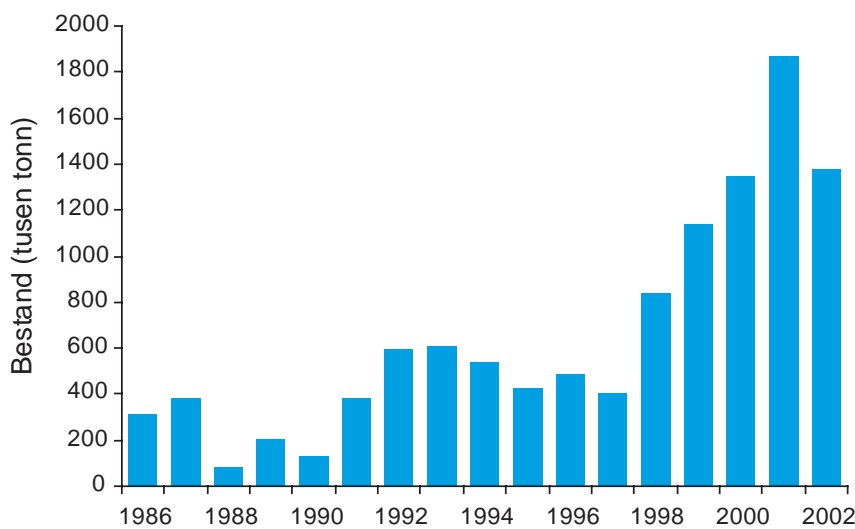
### 2.2.6 Polartorsk

Polartorsk blir ikke beskattet av norske fiskerier. Russiske fartøyer har fisket polartorsk jevnlig siden 1970-årene, men utbyttet har variert. I perioden 1988-1992 var det praktisk talt ikke uttak av bestanden. Denne semi-pelagiske arten er imidlertid en svært viktig økologisk komponent i nordlige og østlige deler av Barentshavet, og derfor verd å nevne blant viktige indikatorer. Den pelagiske komponenten av bestanden kartlegges akustisk i isfrie områder og har vist en økende tendens fra 1997 til 2001 (fig. 10). I 2002 ble det registrert





Figur 9  
ICES' kvoteanbefaling for norsk-arktisk torsk (◆), fastsatt kvote (■) og registrert fangst (▲)



Figur 10  
Bestandsutvikling av polartorsk i perioden 1986-2002 basert på akustiske mengdemålinger.

en tilbakegang i bestanden, men 0-gruppeindeksen i 2002 var den høyeste registrert noen gang. Dekningen er ikke komplett verken for kartlegging av bestand eller 0-gruppe. Forskjeller i dekningsgrad kan derfor bidra til variasjoner mellom år i målt bestand og 0-gruppe.

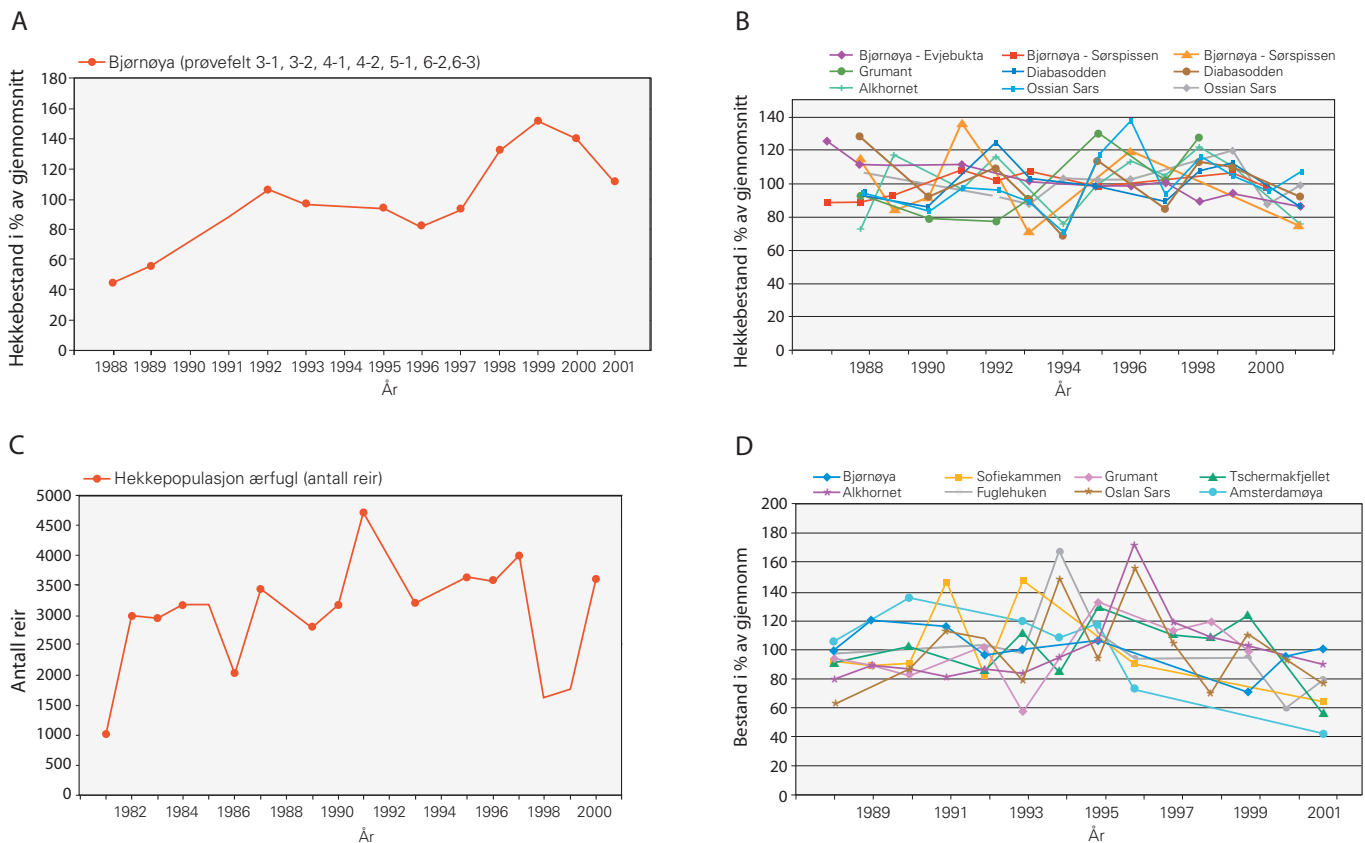
### 2.2.7 Marine fugler

MOSJ har identifisert seks marine fuglearter som indikatorer: lomvi, polarlomvi, krykkje, polarmåke, ismåke og ærfugl. Det drives regelmessig bestandsovervåking på fire av disse: lomvi, polarlomvi, krykkje og ærfugl. (fig. 11).

**Lomvi** har sin hovedforekomst på Bjørnøya, hvor bestanden er den desidert største både i Norge og i Barentshavet. I 1986 ble den anslått til 245 000 hekkende par. Sammenlignet med polarlomvien, er lomvien en næringsspesialist som i hekkesesongen primært lever av pelagiske fiskearter - på Bjørnøya nesten utelukkende lodde. Lomvibestanden har gått dramatisk tilbake i de nordlige delene av Norskehavet og i Barentshavet, og arten er oppført i kategorien "Sårbar" i den norske rødlista. Vinteren 1986-87 kollapset bestanden på Bjørnøya på grunn av matmangel, og bare 10-15% av bestanden returnerte til hekkehyllene i 1987 (37 000 par). Veksten i lomvibestanden på Bjørnøya de senere årene (fig 11A) må ses i sammenheng med denne meget dramatiske nedgangen i 1986-87. Det ble registrert en rask gjenvekst de to første årene, noe som indikerer at en del

av hekkebestanden overlevde vinteren 1986-87, men sto over hekking i 1987. I perioden 1989 til 1995 var bestanden relativt stabil, men tok til å vokse igjen i perioden 1996 – 2002. Totalt sett har bestanden tatt seg betydelig opp siden kollapset i 1986-87, men er fortsatt mindre enn i 1986. Imidlertid er det grunn til å tro at antallet lomvi i de syv utvalgte prøvefeltene viser en kunstig høy vekst, da det ser ut til at lomvien rekoloniserer de bratte klippeveggene før de åpne, flate områdene hvor arten hekket svært konsentrert før 1987.

Etter alkekongen, er **polarlomvien** den mest tallrike alkefuglen på Svalbard. Polarlomvien hekker over store deler av øygruppen, men har sin hovedforekomst på Bjørnøya, Hopen og i Storfjorden-området (til sammen over 70 % av bestanden). Bestanden på Svalbard er estimert til 850 000 hekkende par. Polarlomvi utgjør den største andelen av sjøfuglenes biomasse i Barentshavet (over 60 %). Den er en generalist, og arten er en viktig predator på lodde, polartorsk, pelagiske amfipoder og krill. Utviklingen i hekkebestanden av polarlomvi (fig 11B) i ni utvalgte kolonier på Svalbard er vist som antall individer på hekkehyll. Resultatene for overvåkingen på Spitsbergen viser store årlige variasjoner i hekkebestanden, og ingen trend kan påvises i noen av koloniene. Hekkebestanden på Bjørnøya viser en signifikant negativ trend i perioden. Dette gjelder imidlertid i de prøvefeltene hvor lomvien viser en tilsvarende positiv trend. Dette kan tyde på at polarlomvien taper i konkurransen med lomvi om plass på hekkehyllene.



Figur 11 Registrert bestandsutvikling hos lomvi (A), polarlomvi (B), ærfugl (C) og krykkje (D).

Bestanden av **ærfugl** på Svalbard ble betydelig desimert i andre halvdel av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet på grunn av omfattende høsting av egg og dun av lokale fangstfolk og fangstekspedisjoner. Egg- og dunsanking fra ærfugl ble forbudt på Svalbard i 1963. I 1973 ble det opprettet 15 fuglereservater for å verne de viktigste hekkeholmene for ærfugl og gjess. Hekkebestanden er anslått til 17 000 par. Polarinstittuttet startet omkring 1980 et prosjekt på Svalbard for å kartlegge status for ærfuglbestanden, overvåke bestandsutviklingen og skaffe bakgrunnsmateriale for å vurdere virkningen av de forvaltningstiltak som er iverksatt. Registrert utvikling i hekkebestanden på øyene i Kongsfjorden er vist i fig. 11C. Det er registrert betydelig variasjon i hekkebestanden mellom år, noe som i stor grad henger sammen med tid for isavgang. Hekkebestanden er større i år med tidlig isavgang enn i år med sen isavgang. Dette henger igjen sammen med predasjon fra fjellrev, som er avhengig av is for å ta seg ut til hekkeholmene.

**Krykkja** hekker rundt hele Svalbard, men har sin hovedforekomst på Bjørnøya, Hopen og i Storfjorden-området (til sammen over 60% av bestanden). Totalbestanden på Svalbard er estimert til ca. 270 000 hekkende par, og arten utgjør ca. 13% av sjøfuglernes biomasse i Barentshavet. Krykkja står for ca. 11% av sjøfuglernes totale matkonsum i samme område. Krykkja er en pelagisk måkefugl som henter næring i havoverflaten. Viktige byttedyr i Barentshavet er pelagiske arter, som yngre årsklasser av lodde og polartorsk, samt krepsdyr. Utviklingen i hekkebestanden av krykkje i åtte utvalgte kolonier på Svalbard er vist som antall hekkende par (tilsynelatende okkuperte reir) i fig. 11D. Det foreligger ingen trend for noen av de overvåkede koloniene på Bjørnøya og Spitsbergen. Fire av koloniene har antydninger til nedgang i hekkebestandene, mens

de fem øvrige koloniene har antydninger til en positiv bestandsutvikling (fig 11D).

**Polarmåke** og ismåke er foreslått som indikatorer i MOSJ, men det er av ressursmessige årsaker ikke startet overvåking. Imidlertid er det grunn til bekymring for bestandsutviklingen hos begge arter. Studier på Bjørnøya har vist at polarmåka er sterkt eksponert for fettløslige miljøgifter. Verdiene funnet her er de høyeste som er målt hos denne arten i Arktis. Ulike datasett samlet inn i forbindelse med den øvrige sjøfuglovervåkingen på Bjørnøya indikerer en tildels dramatisk nedgang i hekkebestanden, men grundigere analyser av dataene er nødvendig for å fastslå mer sikkert status for bestanden.

**Ismåke** er en høyarktisk art som er knyttet til isfylte farvann hele året, bortsett fra i hekketiden. Arten hekker i arktiske områder av Canada, Grønland, Svalbard og Russland. Totalbestanden er anslått til 14 000 par, men dette estimatet er trolig for høyt. Arten forekommer fåtallig på Svalbard, og bestanden er her anslått til mellom 200 og 750 par. Ismåka er en næringsgeneralist som lever av fisk, krepsdyr, spekk, kjøtt og ekskrementer fra sel og isbjørn. Fra hele hekkeområdet er det rapportert om nedgang i bestanden, uten at noen årsak har vært framsatt.

## 2.2.8 Sel

Seks arter sel (grønlandsssel, klappmyss, steinkobbe, ringsel, storkobbe og hvalross) forekommer i farvannene rundt Svalbard og Jan Mayen. Bestandene av grønlandsssel og klappmyss blir vurdert ca hvert annet år av ICES basert på fangstdata, registreringer av dyr på kastelægrene (med flere års mellomrom) og

fortløpende registreringer av merke/gjenfangst. Disse artene blir omtalt videre med tanke på samlet diskusjon i forhold til påvirkningsfaktor fiske og fangst.

Bestanden på ca 500 individer av **steinkobbe** ved Kong Karls Forland er den eneste bestanden av arten på Svalbard og Jan Mayen. Det foreligger ingen tidsseriedata, men det planlegges et overvåkningsprogram. Pga manglende data er det ikke grunnlag for å inkludere steinkobbe i tolkingen.

Det har vært drevet prosjektorientert forskning på populasjonsbiologi, økologi og miljøgifter hos **ringsel** i norsk Arktis. Toksafen og PCB-153 i spekk ble analysert på grunnlag av prøver tatt i 1996. Forskningen har imidlertid ikke vært organisert til bruk som overvåkning og det foreligger ingen tidsseriedata for miljøgiftkonsentrasjon eller bestand. Det planlegges et overvåkningsprogram. Pga manglende data er det foreløpig ikke grunnlag for å inkludere ringsel i tolkingen.

**Hvalross** var tallrik i Svalbardområdet og Bjørnøya før den i praksis ble utryddet fra disse områdene etter 350 år med fangst fram til arten ble fredet i medhold av Svalbardloven i 1952. Telemetristudier utført av Polarinstittuttet indikerer en felles bestand mellom Svalbard og Franz Josefs Land, og kartlegging tyder på at det finnes minst 1.500 hvalross i denne felles bestanden. Tidsseriedata er ikke tilgjengelige. Pga manglende data er det ikke grunnlag for å inkludere hvalross i tolkingen.

For **grønlandssel** ved **Jan Mayen** foreligger det estimat for ungeproduksjon (basert på empiriske data) i åtte år i perioden fra 1983 til 1991. Ungeproduksjonen i 2000 er beregnet til 76.700 (95% konfidensintervall: 48.000-104.000) tilsvarende en bestand av ett år gamle og eldre dyr på 361.000 (95% konfidensintervall: 210.000-629.000). Det kan ikke trekkes konklusjoner om trender i bestandsutviklingen basert på disse estimatene. I kastesesongen 2002 foretok Fiskeriforskning AS en registrering av antall unger i kastelægrene ved hjelp av fotografering fra fly. Tall fra disse undersøkelsene er foreløpig ikke kvalitetssikret av ICES.

ICES anbefaler kvoter for to år ad gangen, og dagens beskatning regnes for å være innenfor biologisk sikre rammer.

Det har i lang tid vært knyttet stor usikkerhet til bestandsutvikling for **grønlandssel i Barentshavet og Kvitsjøen**. Oseanografiske forhold vinteren 1986-87 sammen med kollapset i lodde-bestanden førte til et uvanlig vestlig vandringsmønster for grønlandsselen i Barentshavet. Den kom da i konflikt med garnfiskerier i norske kystfarvann, særlig i forhold til vårtorsk-fisket i Finnmark. Nærmere 60.000 sel ble dokumentert druknet



Foto: B. Frantzen

i garn i løpet av 1987. I tillegg ble det rapportert om dødelighet pga avmagring. Det er derfor rimelig grunn til å anta at ungekullene i perioden 1986-88 hadde relativt høy dødelighet. Effekten på bestanden er ikke godt dokumentert.

I 1988 og 2000 gjennomførte russerne flysurvey over kastelægrene i Kvitsjøen. Nivåene på ungeproduksjon har blitt justert opp siden flysurveyene tok i bruk stripetransekt-metodikk og fotografisk dokumentasjon av hunner og unger i kastelægrene. Primært basert på disse surveyene er ungeproduksjonen i 2000 estimert til 319.000 unger tilsvarende en bestand på 1.727.000 ett år gamle og eldre dyr.

Etter andre verdenskrig ble bestanden kraftig beskattet og redusert ned til et minimum på ca 500.000 i midten av 1960-årene. I 1965 ble en totalkvote på 34.000 dyr innført. Kvoter har nå i flere decennier vært fastsatt etter prinsippet om "likevektsbeskatning", men før 2000 har de trolig vært basert på et for lavt anslag av bestanden. Det er derfor ikke urimelig å anta at bestanden nå er nær sitt maksimale størrelse med dagens bæreevne i Barentshavet (se kap 2.4).

ICES anbefaler kvoter for to år ad gangen, og dagens beskatning regnes for å være innenfor biologisk sikre rammer.

Det er bare en bestand av **klappmyss** i Nordøst-Atlanteren, og den kaster unger på drivisen mellom Jan Mayen og Øst-Grønland (Vestisen). I 1997 ble det gjennomført et flysurvey over kastelægrene som resulterte i et estimat for ungeproduksjonen på 24.000 (95% CI 14.800-32.700). Estimaten er å betrakte som et minimumsestimat fordi det ikke er korrigert for manglende dekning i rom og tid. Ved hjelp av modellframskriving er ungeproduksjonen i 2002 estimert til 28.100 (95% CI 16.000-40.000) tilsvarende en bestand på 102.000 (95% CI 57.000-147.000) ett år gamle og eldre dyr. Det er ikke grunnlag for å konkludere med trend i utvikling for klappmyssbestanden. ICES anbefaler kvoter for to år ad gangen, og dagens beskatning regnes for å være innenfor biologisk sikre rammer.

## 2.2.9 Hval

Det finnes elleve arter hval som regelmessig har tilhold ved eller nord for polarfronten i norsk Arktis. **Narhval** og **hvitthval** er høyarktiske arter karakteristiske for den marine fauna i norsk Arktis. Det finnes ikke noe standardisert overvåkningsprogram. Pga manglende data er det ikke grunnlag for å inkludere narhval og hvitthval i tolkingen.

**Grønlandshvalen** var en karakterart for de nordlige havområdene rundt Svalbard, men arten ble i praksis utryddet fra norsk Arktis gjennom utstrakt overbeskatning på 17- og 1800-tallet. En restbestand av grønlandshval kan muligens finnes i farvannene nord for Svalbard. Det finnes ingen overvåkingsdata for denne eventuelle, og eventuelt særdeles truede bestanden. Universitetet i Oslo og Havforskningsinstituttet har fra og med 2003 startet et program for å avklare genetisk tilhørighet (nåværende og historisk), antall og vandringer for denne eventuelle bestanden. Pga manglende data er det foreløpig ikke grunnlag for å inkludere grønlandshval i tolkingen. Havforskningsinstituttets årlige overvåkningsprogram for **vågehval** har vært gjennomført rutinemessig etter standardiserte linjetransektmetodikk siden 1988. Alle hvalarter som forekommer i åpent farvann både nord og sør for polarfronten blir imidlertid registrert. Data og resultater fra programmet rapporteres årlig

til IWCs Vitenskapskomité. Vågehval eller andre hvalarter som omfattes av dette programmet er ikke foreslått inkludert i MOSJ.

### 2.2.10 Isbjørn

Isbjørnen forekommer både på Svalbard og i de isdekte havområdene rundt Svalbard. Som topp-predator i det marine system vil endringer i de lavere trofiske nivåer eller i fysisk habitat gjerne påvirke isbjørnen og dermed reflekteres som endringer i populasjonsstørrelse, demografi eller geografisk fordeling. Fra 1988 fram til i dag har isbjørnen i Svalbardområdet vært gjenstand for fangst-merke-gjenfangst studier, og rundt 150 binner har blitt utstyrt med satellittsendere i samme tidsrom. I tillegg er det også tatt blodprøver og fettprøver av bjørnene.

Telemetristudier viser at det er en felles bestand rundt Svalbard og i Barentshavet. Hvor langt denne bestanden strekker seg mot Grønland i vest er usikkert. Tidlig på 80-tallet ble populasjonsstørrelsen på Svalbard og i Barentshavet anslått til 3000 – 5000 bjørner. Dette anslaget er forbundet med stor usikkerhet, og hvordan det har endret seg siden er uvisst. Høsten 2004 skal Norsk Polarinstitutt gjennomføre tellinger i russisk og norsk sone for å få et nytt estimat på populasjonsstørrelsen. Det har også blitt utført hitellinger på deler av Svalbard, og siden 1995 også på Hopen. Antall hi på Hopen synes å være sterkt korrelert med når isen ankommer Hopen om høsten. Kommer isen seint, er det færre hi enn når isen kommer tidlig. Det er usikkert om dette påvirker isbjørnpopulasjonen fordi en ikke vet om binnene like gjerne går i hi i andre områder, for eksempel Edgeøya eller Kong Karls land, som også er viktige hiområder. Fangst-merke-gjenfangststudiene gir også informasjon om kjønns- og aldersfordeling i isbjørnpopulasjonen. På grunn av lave gjenfangstrater har det imidlertid ikke vært mulig å se på trender i kjønns- og aldersfordeling over tid.

Isbjørnene på Svalbard og i Barentshavet har høye nivåer av organiske miljøgifter som PCB, og nivåene øker fra vest mot øst. Denne geografiske variasjonen i PCB nivåer kan skyldes både geografisk variasjon i PCB-nivåer i miljøet som sådan, eller det kan skyldes at isbjørnen benytter seg av forskjellige strategier på Svalbard og i Barentshavområdet. Isbjørnene på Svalbard er mer stasjonære og de vandrer over mindre områder (~ 50 000 km<sup>2</sup> per år) enn bjørnene på drivisen i Barentshavet (~ 300 000 km<sup>2</sup> per år). Det er sannsynlig at dette medfører høyere predasjonsrater blant bjørner i Barentshavet enn på Svalbard, og dermed høyere akkumulasjonsrater av organiske forurensingsstoffer. Det har vært observert en negativ trend i PCB-nivåer blant isbjørn i perioden 1990 – 1998 (figur 3). I løpet av denne perioden ble studieområdet forflyttet fra Storfjorden mot østlige deler av Storfjorden og Hopen, noe som reduserte andelen av de stasjonære Svalbardbjørnene og økte andelen av de mer vidt-vandrende Barentshavbjørnene i dette tidsrommet. Dette kompliserte tolkingen av variasjonen i PCB-nivåene hos isbjørnen. For å kunne skille mellom geografiske og temporære trender i PCB-nivåer, ble 25% (55 av 221) av de innsamlede prøvene ekskludert fra de statistiske analysene, noe som viser viktigheten av å samle prøver på samme lokalitet over flere år. Fordi vi vet lite om isbjørnens populasjonsstruktur og populasjonsstørrelse vet vi ikke om de høye PCB-nivåene har noen populasjonseffekter hos isbjørn.

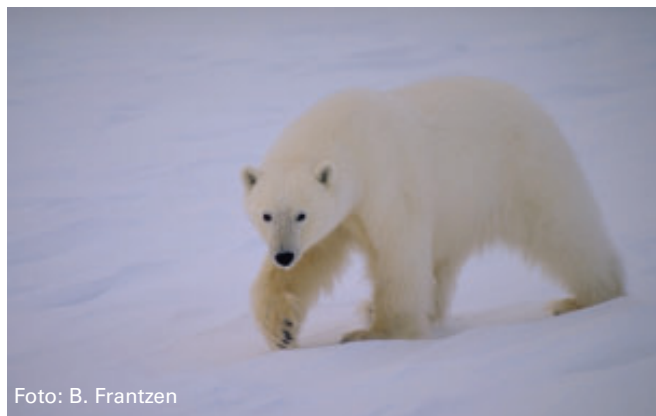


Foto: B. Frantzen

## 2.3 Samlet vurdering av påvirkningsfaktor og tilstand

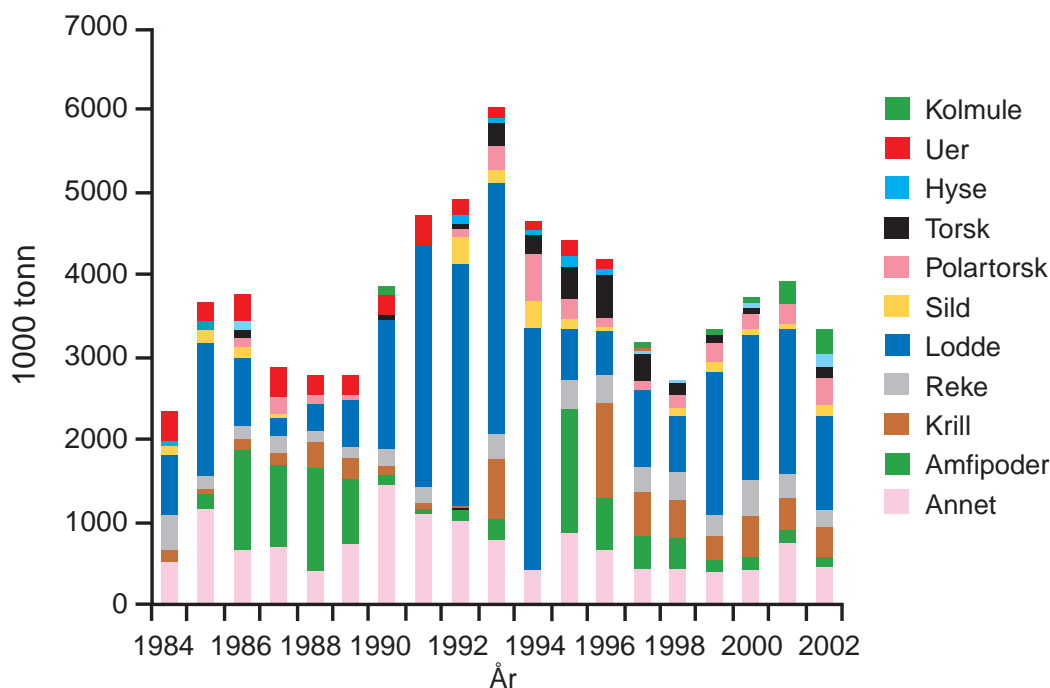
Situasjonen for fiskebestandene i Barentshavet i 2002 må karakteriseres som normal. De pelagiske fiskebestandene var innenfor sikre biologiske rammer og ble også forvaltet innenfor sikre biologiske rammer. Torskebestanden var derimot utenfor sikre rammer og ble fisket etter kvoter fastsatt høyere enn anbefalt. Gytebestanden av torsk i 2002 var imidlertid økende og forventes innenfor biologisk sikre rammer basert på tilvekst fra yngre årsklasser. Rekebestanden ga i 2002 bra avkastning, men det er bekymringsfullt at stadig yngre aldersgrupper beskattes. Noen arter, f. eks. blåkkeite og haneskjell, er langt under sitt biologiske potensial på grunn av overbeskatning i ikke for lang fortid. Barentshavets samlede utbytte av fiskebestandene ville på sikt kunne økes dersom en begrenset fisket på reduserte bestander til vesentlig under  $F_{pa}$  inntil bestandene har nådd nivåer over  $B_{pa}$ .

Norsk Polarinstitutt har definert en rekke spørsmål som skulle besvares gjennom denne MOSJ-vurderingen. For å besvare disse er det nødvendig å se på utviklingen over en tidsskala på noen tiår for så å konkludere med tilstanden i 2002.

Økt varmetransport til Barentshavet og tilgrensende havområder har ført til en markert tilbaketrekning av sjøisen. For perioden 1958-1997 viste isutbredelsen vinterstid en negativ trend som var negativt korrelert med NAO-indeksen (Deser et al. 2000). Det er likevel år-til-år variasjoner i innstrømning av varmt og saltholdig atlantisk vann til Norskehavet og Barentshavet som er grunnlaget for dynamikken i primærproduksjon og energistrøm gjennom næringskjedene, og som gir seg utslag i svært vekslende styrke i årsklassene av dyreplankton og fisk. Sild og lodde (og polartorsk i de nordlige og østlige delene av systemet) er viktige nøkkelarter fordi de omsetter dyreplanktonproduksjonen til føde som er tilgjengelig for fiskespisende arter (torsk, andre rovfisk, lomvi, grønlandssel, vågehval og en rekke arter som er mindre undersøkt).

Det kan synes som om det av økologiske grunner ikke kan være store bestander av lodde og sild samtidig i Barentshavet. De er til dels næringskonkurrenter, og sild spiser også unglodde. Perioder med økt innstrømning av varmt atlantisk vann, som medfører oppvarming av Barentshavet, favoriserer sild (og torsk), mens perioder med avkjøling i Barentshavet favoriserer sterke årsklasser av lodde. Av populasjonsbiologiske grunner (se 2.2.3 og 2.2.4) vil silda kunne få svake årsklasser i år med ugunstige forhold uten at bestanden kollapser, mens loddebestanden har en tendens til å kollapse under perioder som





Figur 12  
Torskens næringsvalg  
i Barentshavet i  
perioden 1984-2002.

ikke favoriserer denne arten. Dette er en del av de naturlige svingningene i Barentshavet. Arter som beiter på lodde, men som er generalister i fødevalg endrer dietten etter disse svingningene (se fig. 12).

Torsk er en slik generalist. Etter sammenbruddet i loddebestanden på midten av 1980-tallet, overtok amfipoder som viktig mat for torskens inntil lodda igjen ble dominerende i dietten fra 1990 (fig. 12). Flere andre arter som spiser lodde er imidlertid mer spesialisert og helt avhengig av sild og lodde, eller yngel av disse, i deler av året. Flere av disse spesialistene har over tid utviklet livshistorie-strategier tilpasset fluktusjoner i tilgang på mat. Alkefuglene legger som regel ett egg årlig, men lever til gjengjeld svært lenge og er reproduksjonsdyktige over mange år. De sprer dermed også risikoen over mange år. Lunde-fuglene er et eksempel på denne tilpasningen. Da sildebestanden ble nedfisket på 1960-tallet, gikk det svært mange år med lite sildeyngel i havet utenfor en rekke lundekolonier, for eksempel på Røst i Lofoten. Dette har resultert i en nedgang av lundebestanden fram til i dag på Røst.

Da loddebestanden kollapset i 1986-87, skjedde det i en perioden hvor sildebestanden fortsatt var liten (men voksende). Sammenbruddet i loddebestanden kom som følge av naturlige oseanografiske forhold, men sammenbruddet ble helt klart forsterket av et overfiske i perioden 1983-86. I 1986 og 1987 oppsto en situasjon hvor det ikke var tilgang på lodde, og arter som var mest avhengig av lodde som mat ble sterkest rammet. Bestandene av lomvi som hekket i Finnmark og på Bjørnøya gikk tilbake med 90 %. Det ble også rapportert om betydelig dødelighet av voksenfugl på åpent hav. Fig. 11A viser gjenveksten av lomvi etter denne dramatiske episoden da 85-90% av lomvibestanden ikke returnerte til hekkeplassene i 1987. Polarlomvi som til dels konkurrerer med lomvi om hekkeplasser, er ikke så næringsspesialisert som lomvi, og ble heller ikke så hardt rammet av sammenbruddet i loddebestanden. Den negative trenden som nå observeres for polarlomvi på enkelte hekkekolonier på Bjørnøya skyldes trolig at den taper konkurransen om hekkehyllene med lomvibestanden som er i kraftig gjenvekst. Utviklingen i 2002 i lomvi- og polarlomvibestanden på Bjørnøya er et eksempel på økologiske effekter fra fiske i tidligere år som over tid også forplanter seg

til arter som ikke ble direkte berørt. Selv om fisket etter lodde klart har hatt en medvirkende effekt, er det likevel uklart i hvor stor grad fisket har medvirket til endringer i fuglebestandene, og hvor mye som skyldes naturlige fluktusjoner i naturgrunnlaget.

En stor del av uttaket fra fiskebestandene skjer på ett eller to trofiske nivåer, og særlig er uttaket på planktonspisende pelagiske stimfisk viktig i økologisk sammenheng. Pelagisk stimfisk (særlig lodde, men også sild og polartorsk) omsetter dyreplanktonproduksjonen til fiskebiomasse, som er næringsgrunnlag for en rekke fiskespisende arter som for eksempel torsk, lomvi, grønlandssel og vågehval (og andre mindre undersøkte arter som knølhval, finhval og springere). De uvanlige vandringene av grønlandssel vinteren 1987 hvor de beitet på sei og sild langs kysten resulterte i dramatisk dødelighet av sel i fiskegarn. I tillegg døde mange sel, særlig unger, som følge av sult. Dette, sammen med dødelighet av lomvi samme år, er økologiske effekter som kan knyttes til fiskeriene.

Et økosystem er pr definisjon alle biotiske og abiotiske komponenter som virker sammen til en funksjonell enhet. Et inngrep i et økosystem vil derfor a priori virke inn på hele økosystemet med alle tilhørende komponenter. I praksis vil imidlertid et naturinngrep medføre vesentlig effekt bare på noen få komponenter i systemet gjennom direkte påvirkning, men endringer hos disse komponentene vil igjen utløse noen interaksjoner slik at også andre komponenter kan bli indirekte berørt. Marine økosystemer er meget komplekse og vi har bare delvis forståelse av systemenes funksjon og interaksjoner mellom de ulike komponentene. I praktisk forvaltning er det derfor viktig å forstå hva som er essensielle interaksjoner og medfører vesentlige virkninger.

Ved økosystemtilnærming til forvaltningen av havområdene, må en se naturlige svingninger og de ulike naturinngrepene i sammenheng, og en må forstå sentrale årsak-virkningssammenhenger i økosystemet for å kunne identifisere essensielle økologiske interaksjoner. Slike interaksjoner går ofte på tvers av forvaltningsmyndighetenes sektoransvar. I Norge har vi liten tradisjon for å vurdere økologiske interaksjoner på tvers av sektorer. De påvirkningsfaktorene (fiske, fangst og miljøgifter)

og indikatorene som har vært drøftet i denne vurderingen gir imidlertid grunnlag for å generere noen hypoteser om årsak-virkning-sammenhenger der naturgitte forhold, forvaltningstiltak og andre naturinngrep virker på tvers av tradisjonelle sektors ansvarsområde. Spørsmålene en står overfor ved en helhetlig økosystembasert forvaltning er for eksempel hvordan fiskeriforvaltningens avgjørelser om fiske eller fiskestopp virker sammen med naturforvaltningens avgjørelser om fangst (jakt) eller fredning av arter på andre trofiske nivåer. Hvordan virker miljøgifter som sorterer under forurensningsmyndighetenes ansvarsområde inn på et økosystem som et utsatt for naturlige svingninger og som allerede er påvirket av beslutninger i fiskeri- og naturforvaltningssektorene? Nedenfor følger en situasjonsbeskrivelse basert på lodde som økologisk nøkkelart og noen eksempler på slike hypoteser.

**Hypotese 1:** Uttak av lodde i form av fiske har en direkte innvirkning på Barentshavets bæreevne for arter på høyere trofisk nivå, og vi må anta at bæreevnen både er lavere og mer ustabil nå enn før oppstart av loddefisket. [Lodde er en flaskehals i næringsnettet fordi lodde er én av svært få arter pelagisk stimfisk som omsetter dyreplanktonproduksjon til fiskebiomasse. Derfor vil lodde (og annen pelagisk planktonspisende fisk) utgjøre en viktig komponent i områdets bæreevne (carrying capacity) for arter på høyere trofisk nivå.]

**Hypotese 2:** Områdets bæreevne og fluktuasjoner i denne vil gi seg utslag i tetthetsavhengige bestandsregulerende effekter for arter med bestandsstørrelse nær bæreevne-nivået. [Flere av artene som spiser pelagisk stimfisk i Barentshavet har tidligere vært beskattet. De er nå fredet (for eksempel storhval) eller beskattet på et nivå som ikke har vesentlig innvirkning på bestandsstørrelsen (for eksempel flere arter sjøfugl, grønlandssel og til dels vågehval). Vi må anta at de nå har hatt gjenvekst til bestandsnivåer som ligger nær områdets nåværende bæreevne. Det vil si at bestandene begrenses av bæreevnen og ikke vil fortsette å øke med mindre det skjer en økning i områdets bæreevne.]

**Hypotese 3:** Bestandsregulering via økosystemets bæreevne (i stedet for gjennom fiske eller fangst), er i seg selv en prosess som vil føre til økt konsentrasjon av miljøgifter i bestander av arktiske predatorer. [Flere av de aktuelle artene på høyere trofisk nivå har livshistoriestrategier som tilsier at tetthetsavhengige, bestandsregulerende effekter først vil gi seg utslag i redusert forplantning før en eventuelt også får reduksjon i voksnoverlevelse (for eksempel hos alkefugler og sjøpattedyr). Det betyr at bestander som reguleres av områdets bæreevne vil få en øket gjennomsnittsalder sammenlignet med bestander i vekst, eller bestander som er under beskatning (forutsatt at beskatning omfatter jakt på voksne individer). Flere av de fettløselige miljøgiftene som har høy konsentrasjon i arktiske predatorer, viser økning i konsentrasjon med økende alder. Det vil si at økende gjennomsnittsalder i bestanden vil medføre økte konsentrasjoner av miljøgifter i bestanden.]

**Hypotese 4:** Sult hos sjøfugl og sjøpattedyr som følge av sammenbrudd i loddebestanden kan forsterke virkninger av miljøgifter og gjøre individene mer mottakelige mot virus eller andre patogener, som igjen kan utløse epidemier. [I perioder med sult vil predatorene (fugl og særlig pattedyr) mobilisere energi som er lagret i egne fettreserver. Dette fører til at også fettløselige miljøgifter som har ligget inaktive i fettvev mobiliseres og setter organismen under ytterligere stress

gjennom blant annet svekkelse av immunforsvar.]

Hypotesene ovenfor er ikke dokumenterte, men likevel sannsynlige. De viser at forvaltning av ressurser ikke kan sees isolert fra det økosystem ressursene hentes fra, og at det også kan være klare koplinger mellom de ulike sektorens ansvarsområder. Forvaltningsvedtak innen en sektor kan forsterke eller dempe virkninger av vedtak i andre sektorer. De hypotetiske eksemplene ovenfor viser at vedtak innen fiskerisektoren kan virke inn på hvordan miljøgifter opptrer i økosystemet. Det må imidlertid understrekes at en ikke klart har dokumentert effekter av miljøgifter på populasjonsnivå i norsk Arktis, men studier som er gjennomført på topppredatorer som isbjørn og polarmåke, viser klare effekter på dyrenes immunforsvar, hormon- og enzymssystem.

### 3 Vurdering i forhold til nasjonale miljømål

I hvilken grad er de politiske miljømålene fra St.meld. 24 (2001-02) "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" oppfylte?

#### Resultatmål 8.1

*Utnyttelse av ressursene i våre nære arktiske havområder skal ikke føre til at arter eller bestander trues eller utryddes.*

Havforskningsinstituttet driver kontinuerlig overvåking av de fleste kommersielt utnyttede marine bestandene og det er definert referansepunkter for vern og beskatning for disse. Det er stilt krav om bærekraftighet til fiskeriene og føre-var-prinsippene er lagt til grunn for norsk fiskeriforvaltning. Det er i dag ingen kommersielt beskattede marine arter som trues med biologisk utryddelse i norske arktiske farvann som følge av beskatningen. Resultatmål 8.1 synes derfor å være oppfylt med hensyn til fiskerisektoren.

Noen bestander er likevel utenfor sikre biologiske rammer, i den betydning at de er under det nivået som anses ansvarlig for å videreføre beskatning på samme nivå. Dette skyldes hovedsakelig at kvotene (som ofte settes i samarbeid med andre nasjoner) har vært fastsatt høyere enn anbefalt av ICES. Særlig for torsk har det i ettertid vist seg at også prognosene i noen år har vært for optimistiske. På grunn av overbeskatning i nær fortid ligger uttaket av torsk, blåkveite og haneskjell på et lavere nivå enn det langtidsubyttet som kunne vært realisert ved optimal forvaltning.

#### Resultatmål 8.2

*Bestander av arter som i dag regnes som truet eller på annen måte negativt påvirket av arealbruk, høsting og/eller forurensning skal bevares og om mulig gjenoppbygges.*

I norsk Arktis er det flere marine arter som på grunn av sin fåtallighet etter tidligere overbeskatning må regnes som truet eller på annen måte negativt påvirket av høsting og/eller forurensning. Ismåke, polarmåke og polarsvømmesnipe faller inn under denne beskrivelsen. Dersom grønlandshvalen som observeres på de gamle fangstfeltene utenfor nordvestsiden av Svalbard utgjør en separat bestand, må denne bestanden regnes som ekstremt truet av utryddelse på grunn av sin fåtallighet. Norske myndigheter har inntil nå ikke tatt ansvar for å iverksette

tiltak for å klarlegge status for disse hvalene, jf avsnitt 2.2.9.

Hvalross er fortsatt fåtallig etter historisk overbeskatning, selv om den nå viser tegn til langsom gjenvekst. Flere viktige habitater for hvalrossen er fredet og et viktig område som Møffen har vært fredet med ilandstigningsforbud siden 1979. Det er likevel ingen løpende overvåkning som vil utløse en tidlig varsling dersom den positive utviklingen reverseres.

Isbjørn er toppredator som var overbeskattet inntil fredning ble vedtatt i 1973. På grunn av sin økologi er isbjørnen sterkt eksponert mot fettløselige, bioakkumulerte miljøgifter. Konsentrasjonen av PCB er på nivåer hvor en kan forvente endokrine forstyrrelser, nedsatt immunforsvar, redusert formeringsevne og en kan også forvente nedsatt levealder hos voksne og høyere ungedødelighet. Svekket immunforsvar kan utløse epidemier med dramatiske og øyeblikkelige følger for bestandens levedyktighet. Klimaendringer som reduserer drivishabitatet rundt arkipelene i norsk Arktis er også en trussel for artens fortsatte eksistens i disse områdene. Tidligere bestandsestimater er utdaterte eller upålitelige, men Norsk Polarinstittutt har planer om å iver sette en total kartlegging i 2004. Pr i dag foreligger det imidlertid ingen overvåkning som gir grunnlag for å beregne bestandsstørrelse eller utvikling i bestandsstørrelsen, på tross av studier som har gitt tidlig varsel om ekstremt stress fra miljøgifter.

Historisk beskatning og miljøgifter, og særlig kombinasjonen av disse påvirkningsfaktorene, har ført til at noen bestander som nå er fredet fortsatt må regnes som truet eller til dels svært truet. Resultatmål 8.2 kan derfor ikke sies å være oppfylt for flere arter.

### Resultatmål 8.3

*Omfanget av sammenhengende villmarksområder på Svalbard skal søkes opprettholdt. Et representativt utvalg av Svalbards natur skal sikres mot vesentlige inngrep og påvirkning gjennom særskilte vernevedtak innen år 2002. Viktige marine naturverdier rundt Svalbard skal sikres.*

Dette kan ikke besvares ut fra den informasjon som er stilt til disposisjon for tolkingen. Målet er trolig ikke oppfylt for 2002, men utvidelse av territorialgrensen til 12 nautiske mil og ny verneplan i 2003 vil bidra til oppfyllelse av resultatmålet.

### Strategisk mål, kjemikalier

Dette er et strategisk mål under resultatområde 5 "Helse- og miljøfarlige kjemikalier" som er mer presist enn i resultatmål 8.2: *Utslipp og bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier skal ikke føre til helseskader eller skader på naturens evne til produksjon og selvfornyelse. Konsentrasjonene av de farligste kjemikaliene i miljøet skal bringes ned mot bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer, og tilnærmet null for menneskeskapt forbindelser.*

Målet er langt fra oppfylt og kan pga langtransporterte miljøgifter heller ikke løses nasjonalt. Det internasjonale arbeidet som bla. gjennomføres i AMAP kan gi viktig "input" til viktige konvensjoner (bla. Stockholmkonvensjonen), som har som mål å stoppe produksjon og bruk av flere organiske miljøgifter.

## 4 Råd til forvaltningen om tiltak

Fiskeriforvaltningen er i dag kommet langt med overvåking av beskattede (og til dels ubeskattede) arter. Det er definert referansepunkter for vern og beskatning, og gjennom internasjonale vitenskapelige organisasjoner (for eksempel ICES) er en sikret uavhengig rådgivning for uttak av bestandene. Det bør imidlertid iverksettes tiltak som i større grad sikrer at vitenskapelige råd blir fulgt opp ved fastsettelse av kvoter. Flere av bestandene bør bygges opp utover  $B_{pa}$ -nivået fordi dette vil kunne føre til høyere langtidsutbytte.

En har i dag ikke overvåkning som vil kunne gi "tidlig varsling" for flere økologisk sentrale og/eller miljøvernpolitisk viktige arter i det marine system nær Svalbard. Det må derfor iverksettes tiltak for overvåkning av både bestandsutvikling og miljøgifter hos ikke-kommersielle høy-arktiske arter. Dette gjelder særlig arter som står høyt i næringskjeden og er eksponert for miljøgifter. Dette gjelder både polarmåke og isbjørn, men også hvithval, narhval, hvalross, ringsel og storkobbe.

For selartene ringsel og storkobbe er det åpnet for jakt (fra 20. mai til 21. mars for ringsel og fra 5. juni til 25. april for storkobbe). Det foreligger imidlertid ingen bestandsovervåkning eller jaktstatistikk for disse artene. Både i nasjonal og internasjonal målestokk er dette en forvaltning som synes stå langt tilbake i forhold til forvaltning av andre arter sjøpattedyr. Det bør derfor ha høy nasjonal prioritet å harmonisere forvaltning av sjøpattedyr på Svalbard med annen sjøpattedyrforvaltning i Norge.

Norsk Arktis vil av grunner som er forklart tidligere fungere som "utslagsvask" for langtransporterte miljøgifter. På grunn av sin persistens mot nedbryting (og lange halveringstider for noen radioisotoper) vil konsentrasjonene i Arktis kunne forsette å øke lenge etter at utslipp er stoppet. Her må en snu på et velbrukt utsagn og "Tenke lokalt, men handle globalt". Norge må i enda sterkere grad bidra til at det settes globale forbud mot produksjon og bruk av slike miljøgifter. Det er også viktig å stoppe tilsiktede utslipp av radioaktive isotoper som føres med havstrømmer til norsk Arktis.

Nye kjemiske forbindelser må i dag godkjennes før de introduseres på markedet. Tilsvarende bør det kreves mer omfattende kunnskap, vurderinger og om nødvendig "sertifisering" av kjemiske forbindelser som allerede er i industriell produksjon i dag, og det må treffes tiltak mot stoffer som har vært i produksjon og fortsatt er i omløp. Dette er vesentlig for Norge som nasjon, ikke bare som tiltak for vern av det arktiske naturmiljøet, men også fordi høsting og farming av marine, biologiske ressurser er sett på som det viktigste vekstområdet for nasjonal verdiskapning. Vi er allerede inne i en situasjon hvor noen produkter fra marin produksjon ikke anbefales til konsum pga for høye verdier av PCB og tungmetaller. Det er derfor beklagelig at det også i Norge fortsatt forekommer utslipp av PCB, for eksempel utslipp av PCB ved utskiftning av eldre isolerglass i bygninger.

## 5 Råd om kunnskapshull

- Det mangler god dokumentasjon om årsak-virkningssammenhenger for biologiske effekter på populasjonsnivå av miljøgifter som har dokumenterte effekter på organ- og organismenivå. Dette krever både økt forskning og økt overvåkning

- Innen naturforvaltningssektoren er det betydelige kunnskapshull knyttet til bestandsutvikling hos en rekke høytstående arter. Dette gjelder blant annet flere måkearter, kystnære arter av sel og hval ved Svalbard, og isbjørn. Med bakgrunn i indikasjoner om bestandsnedgang, deres rolle som toppredatorer med sterk eksponering mot fettløslige miljøgifter, bør det igangsettes kartlegging og overvåking av ismåke og polarmåke. Dette sammen med å sikre finansiering for overvåking på isbjørn bør ha høyeste prioritet i MOSJ.
- Innen fiskerisektoren er det lite kunnskap om økosystemets struktur og dynamikk, og økosystemeffekter av fiske og fangst. Det er også manglende kunnskap om effekter av høsting på midlere trofisk nivå mens høyere nivåer ikke beskattes.

## 6 Referanser

- Arctic Monitoring and Assessment Programme 1997. Forurensning i Arktis: *Tilstandsrapport om det arktiske miljøet*. Oslo 1997.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme 2002. *Arctic Pollution 2002*. Oslo 2002.
- Deser, C. Walsh, J.E. & Timlin, M.S. 2000. Arctic sea ice variability in the context of recent wintertime atmospheric circulation trends. *Journal of the Climate* 13: 617-633.
- Iversen, S.A. (red.), 2002. Havets ressurser 2002. *Fisken og havet*, særnr. 1-2002
- Oehme, M., Schlabach, M., Kallenborn, R. & Haugen, J.E. 1996. Sources and pathways of persistent polychlorinated pollutants to remote areas of the North Atlantic and levels in the marine food chain: a research update. *The Science of the Total Environment* 186: 13-24.
- Reijnders, P.J.H, Donovan, G.P., Aguilar, A. & Bjørge, A. 1999. Report of the workshop on chemical pollution and cetaceans. *Journal of Cetacean Research and Management* (Special Issue 1): 1-42.





# RAPPORTSERIE 123

## Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen – MOSJ

### Del 4: Vurdering av miljøstatus: Land

av Pål Prestrud



## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>61</b>
<b>2</b>	<b>Status og utviklingstrekk</b>	<b>61</b>
2.1	Tilstand	61
2.1.1	Svalbardrein ( <i>Rangifer tarandus platyrhynchus</i> )	61
2.1.2	Fjellrev ( <i>Alopex lagopus</i> )	61
2.1.3	Svalbardrype ( <i>Lagopus mutus hyperboreus</i> )	62
2.1.4	Gjess	62
2.1.5	Vegetasjon	64
2.1.6	Kulturminner	64
2.2	Forurensning	64
2.2.1	Luftforurensning i Ny Ålesund	64
2.2.2	Forurensning i Fjellrev	65
2.2.3	Forurensning i Svalbardrein	65
2.2.4	Forurensning i Svalbardrype	66
2.2.5	Samlet tolkning av forurensning	66
2.3	Ferdsel	66
2.4	Jakt/fangst	67
2.5	Strandsøppel	67
2.6	Introduserte arter	67
2.7	Samlet vurdering av påvirkningsfaktorer og tilstand	68
<b>3</b>	<b>Vurdering i forhold til nasjonale miljømål</b>	<b>68</b>
<b>4</b>	<b>Råd til forvaltningen om tiltak</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>Råd om kunnskapshull</b>	<b>69</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>69</b>

## 1. Bakgrunn

Denne samlede vurderingen er i stor grad basert på data og tolkninger av indikatorer i MOSJ som er presentert på MOSJ-hjemmeside <http://miljo.npolar.no/mosj/start.htm>. Her finnes data om de terrestre artene (reinsdyr, fjellrev, rype) eller kulturminnene som inngår i MOSJ, og av påvirkningsfaktorer som ferdsel, jakt/fangst, forurensning, forsøpling eller introduserte arter. Vitenskapelige publikasjoner som enten supplerer eller bringer inn nye resultater av verdi for en tolkning av langtidstrender i MOSJ's terrestre parametere eller indikatorer er også brukt. Vurderingene av klima som påvirkningsfaktor er basert på klimavurderingen som er foretatt i regi av MOSJ parallelt med vurderingen av det terrestre systemet, (se del 2).

En foreløpig versjon av dette dokumentet ble diskutert på MOSJ tolkningsmøte 20-22. mai 2003. I etterkant av møtet har flere av deltakerne sendt skriftlige kommentarer og innspill. I stor grad er det tatt hensyn til disse innspillene. Forfatteren står imidlertid ansvarlig alene for de tolkningene og vurderingene som er framlagt her. I en del tilfelle har jeg vært nødt til å gjøre valg enten fordi det har vært delte oppfatninger eller jeg selv har vært uenig i innspillene som har kommet.

Mange har bidratt med levering av data som ligger til grunn for denne tolkningen. Informasjon om og lenker til datarapporter og overvåkingsprogrammer finnes på hjemmesidene til MOSJ. Takk til alle som har levert data. Flere har også bidratt med innspill og kommentert tekster til selve tolkningen. Følgende må takkes spesielt: Ole-Anders Braathen NILU (forurensing), Eva Fuglei NP (rev og rype), Åshild Pedersen (rype), Kristin Prestvold Sysselmannen (kulturminner), Ingunn Tombre NINA (gjess), Geir Wing Gabrielsen NP (forurensning), og Ronny Aanes NP (rein). I tillegg har Gunnar Sander NP og Linn Bryhn Jakobsen SFT kommet med mange nyttige kommentarer og konkrete innspill.

## 2 Status og utviklingstrekk

### 2.1 Tilstand

#### 2.1.1 Svalbardrein (*Rangifer tarandus platyrhynchus*)

Det er gjennomført overvåking hvert år siden 1979 av bestandene i Adventdalen og Reindalen, og på Brøggerhalvøya etter at 15 rein ble re-introdusert der i 1978. Det er også gjennomført omfattende forskning på bestandene i Adventdalen og på Brøggerhalvøya, til dels også i Reindalen. I løpet av de siste få årene er det publisert en rekke vitenskapelige artikler og rapporter om disse bestandene. Det gjennomføres også systematiske tellinger hvert år i de områdene som det jaktes, og dataene er tilgjengelige hos sysselmannen. I tillegg er det foretatt sporadiske registreringer og bestandstillinger i andre områder på Svalbard. En tolkning av en del av datamaterialet finnes på hjemmesiden til MOSJ (Ronny Aanes 2002). Datatilfanget og kunnskapen om status for de overvåkede reinbestandene på Svalbard må kunne karakteriseres som god.

I løpet av de siste 20-25 årene kan det ikke dokumenteres klare trender i bestandene i Adventdalen (Tyler og Øritsland 1999, Aanes et al. 2003), i Reindalen (Solberg et al. 2001), eller i de områdene det jaktes. For alle disse bestandene er det store tetthetsvariasjoner mellom år. Den introduserte bestanden på Brøggerhalvøya økte kraftig fram til 1993 da den var på ca.

375 individer. Deretter kollapset den og ble redusert til rundt 75 individer i 1994 (Aanes et al. 2000, Aanes et al. 2002). Etter dette har bestanden variert i størrelse (R. Aanes pers.med.) Andre registreringer og tellinger viser at reinen de siste årene stadig har vandret inn i nye områder og etablert seg, eksempelvis mellom Isfjorden og Kongsfjorden inkludert Forlandet, og i Sør-Spitsbergen.

Alle analysene av de lange tidsseriene viser at reinbestandene varierer til dels voldsomt i tetthet mellom år både som følge av variasjon i dødelighet og rekruttering. Det er etter hvert godt dokumentert at tetthetsavhengige mekanismer i kombinasjon med variasjon i snømengde/ising er viktige faktorer som påvirker vekstraten i bestandene (Aanes et al. 2000, Aanes et al. 2002, Aanes et al. 2003, Solberg et al. 2001). Andre faktorer som kan påvirke bestandene, som for eksempel parasitter, kan heller ikke utelukkes (Albon et al. 2002). Etersom snødekke og ising på beitemene vil øke med en forventet økning i temperatur og nedbør (jf. klimavurderingen i MOSJ), kan det spekuleres i om dette på sikt kan få negative effekter på bestandene. Økt ferdsel som en belastning på bestandene må vurderes i lys av en eventuell klimaendring.

### Konklusjon

Det synes rimelig å anta at bestanden av Svalbardrein per i dag er levedyktig. Bestanden har spredt seg til stadig nye områder de siste 10-20 årene. Svalbardbestanden er høyst sannsynlig større nå enn den var for 10-20 år siden. Den er i størrelsesorden 10 000 individer. Dette tallet er forbundet med stor usikkerhet fordi det ikke finnes nyere data fra viktige deler av utbredelsesområdet. Klimaendringer kan få stor effekt på bestanden.

#### 2.1.2 Fjellrev (*Alopex lagopus*)

Overvåking av fjellrevhi har vært gjennomført i to områder på Svalbard. I ett av områdene, Brøggerhalvøya/Kongsfjorden (ca. 221 km<sup>2</sup>), drives det ikke fangst, mens i SassenAdventdalen (ca. 900 km<sup>2</sup>) drives det fangst. For bestanden i Kongsfjordområdet foreligger det tetthetsindekser helt tilbake fra 1978, men det er først fra ca 1993-94 det foreligger mer systematiske data på kullstørrelser og antall kull fra området (Fuglei et al. 2003). Det er registrert i underkant av 10 ynglehi i dette området. Fra området Adventdalen/Sassen foreligger det systematisk innsamlede data om kullstørrelser og antall kull i perioden 1984-89 og 1997-2002 (Prestrud 1992, Prestrud og Eide upublisert). Her er det registrert 32 ynglehi. Det foreligger også data om andelen juvenile rev i rev som er fangstet på vest og nordsiden av Spitsbergen fra fangstsesongene 1982/83 til 1988/89, og fra 1996/97 til 2001/02 (Prestrud 1992, Prestrud og Eide upublisert).

Det er ingen påvisbare trender i de parameterne som er målt for de to bestandene i Kongsfjorden og i Adventdalen/Sassen over ca. en 20 års periode. Gjennomsnittelig kullstørrelse varierte mellom 4 og 6 mellom år, mens antall kull som blir født kan variere til dels dramatisk mellom år, fra 0 til 6 i Kongsfjordområdet (Fig. 1) og fra 5-6 til 12-13 i Adventdalen/Sassen. Det ser ut til å være større variabilitet i antall fødte kull i Kongsfjordområdet enn i Adventdalen/Sassen. For eksempel ble det bare født 2 kull til sammen i 1996, 97, 98 og 99 i Kongsfjorden, mens det i 1997, 98 og 99 ble født 29 kull til sammen i Adventdalen/Sassen. Redusert reproduksjon i Kongsfjorden i denne perioden sammenfaller med reduksjon

i tetthetsindeks etter vinteren -96 (Fig. 1). Dette illustrerer at enkeltbestander kan variere svært mye i tetthet i enkelte perioder. Årsaken til forskjellen mellom de to bestandene er ikke kjent. Andelen juvenile i fangstmaterialet som er samlet inn (se over) varierte fra 45% til 60% mellom forskjellige fangstsesonger. Dette indikerer at bestanden på Svalbard er mer stabil enn i andre områder av Arktis der det er smågnagere. Her varierer andelen juvenile fra ca. 10% til 90% mellom år. Det er uklart hva som forårsaker variasjonene, men det er gode holdepunkter for at dødelighet i reinbestanden, som i stor grad påvirkes av snø/isdekke gjennom variasjon i klimaet, har betydning.

Data på kullstørrelse og antall fødte kull fra hiovervåkingen, og andelen juvenile i fangstmaterialet er først og fremst indekser på rekruttering. Det mangler gode bestandsestimater for fjellrev på Svalbard, og indekser på bestandstettheter er heller ikke godt utviklet. De data som foreligger på fangstinnstans (antall fanget rev per 100 felledøgn) antyder heller ingen trender i bestanden (eksempel figur 2).

### Konklusjon

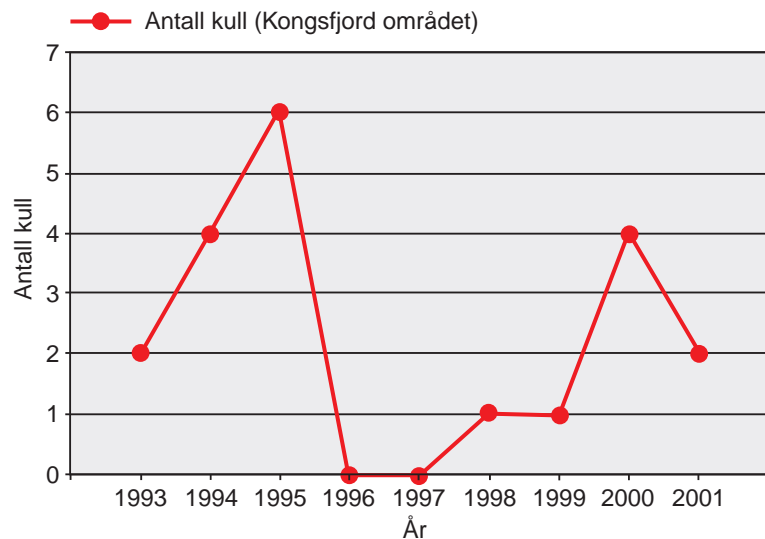
Det er ingen indikasjoner på langsiktige endringer i fjellrevbestandene på Svalbard. Det er all grunn til å anta at bestandene er levedyktige. Variasjoner i mattilgangen, som i noen tilfelle er styrt av variasjoner i klima, er viktige faktorer

for påvirkning av bestandene, og er trolig årsaken til store variasjoner i reproduksjon og rekruttering mellom år.

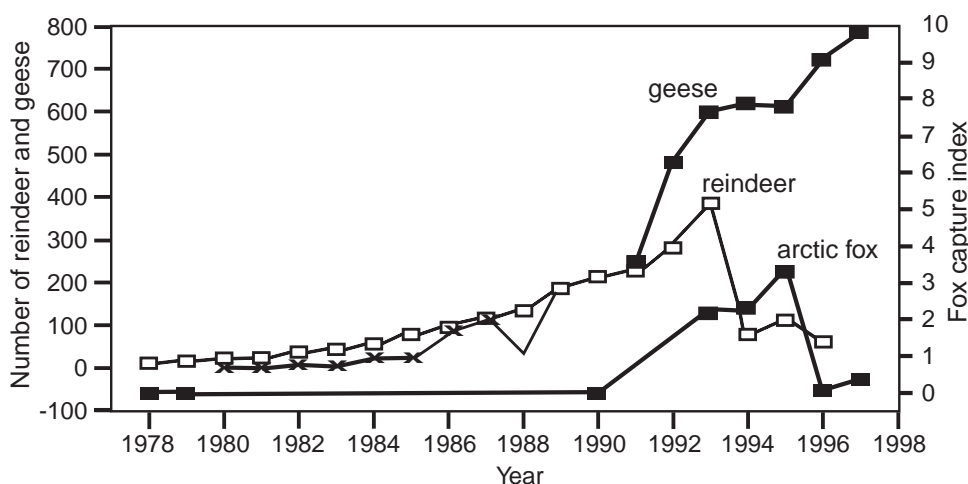
### 2.1.3 Svalbardrype (*Lagopus mutus hyperboreus*)

Svalbardrypas biologi og økologi er lite studert og det foreligger ikke lange tidsserier fra overvåking av rypebestanden på Svalbard. I 1999 startet et pilotprosjekt for å teste ut metoder for datainnsamling med hensyn på bestandens størrelse, utvikling og eventuelle svingninger. Prosjektet fortsatte fra 2000 og vil bli avsluttet etter sesongen 2004 for evaluering. Datainnsamlingen består av tellinger av territoriell stegg fra ca. 80-100 faste tellepunkter i april i Adventdalen/Sassendalen. På basis av 5 års datainnsamling og statistisk analyse av data vil det bli designet et overvåkingsprogram hvor utvalgte dalfører i studieområdet registreres gjentatte ganger i april. Et viktig mål er å utvikle indekser for å beskrive trender i bestanden. Det er også planlagt å relatere disse dataene til jaktstatistikk for svalbardrype for å identifisere mulige sammenhenger mellom de ulike overvåkingsparameterene.

Det foreligger således ikke lange tidsserier fra overvåking av rypebestanden på Svalbard som kan gi grunnlag for å si noe om trender. Jaktstatistikk, overvåkingen av territoriehdvende rypestegger (se MOSJ hjemmeside) og et generelt inntrykk av bestanden, indikerer at bestanden er levedyktig.

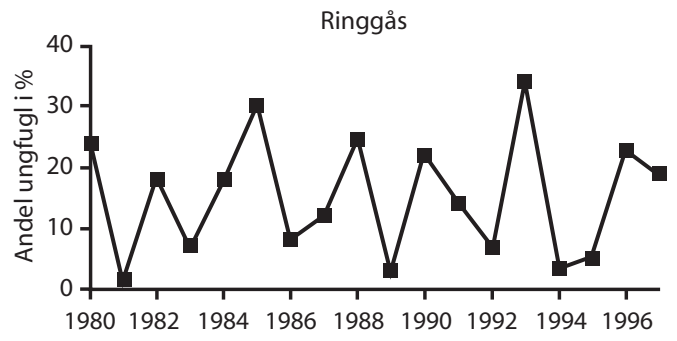
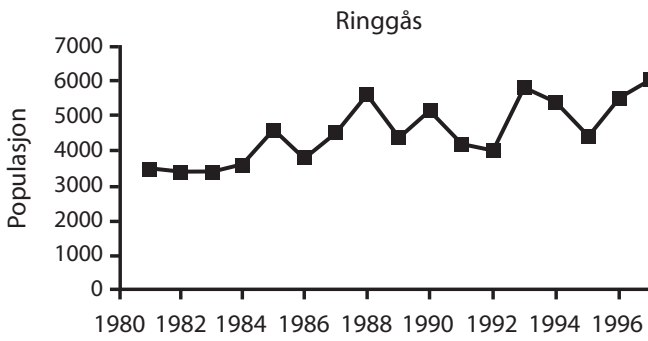
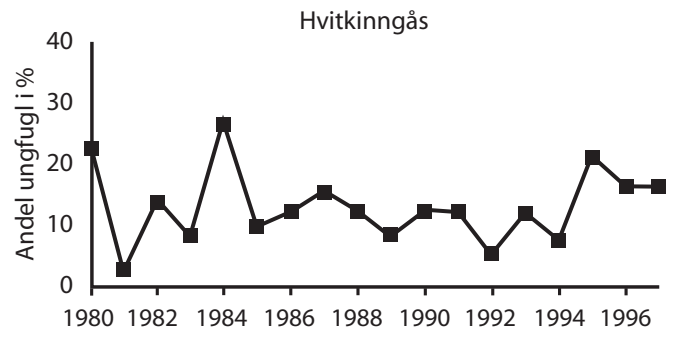
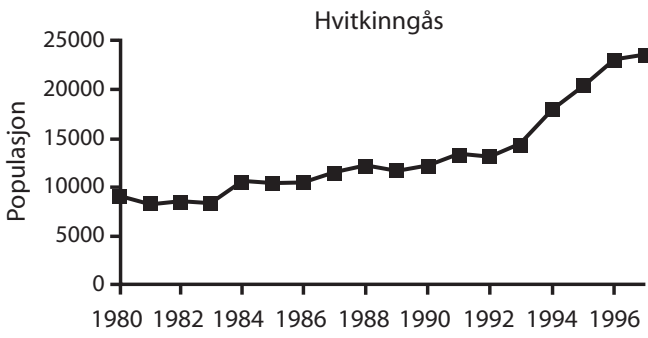
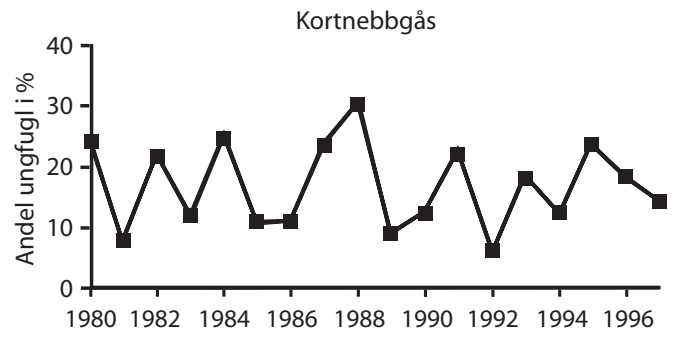
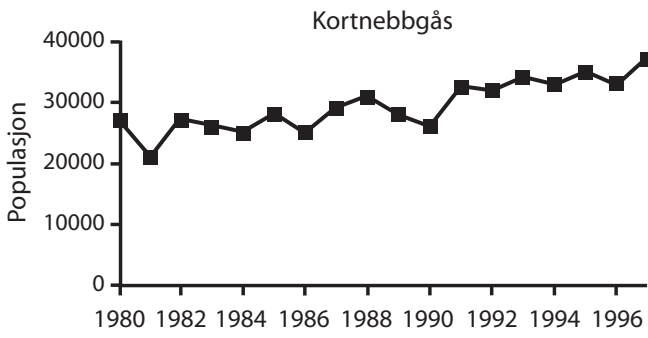


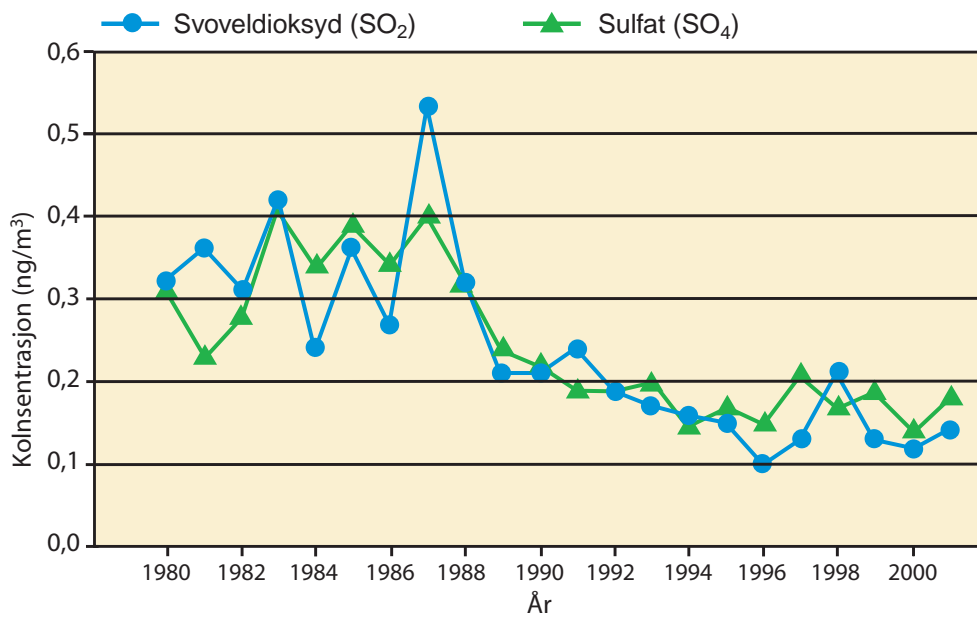
Figur 1  
Variasjon i antall kull som blir født i Kongsfjordområdet (Fuglei et al. 2003)



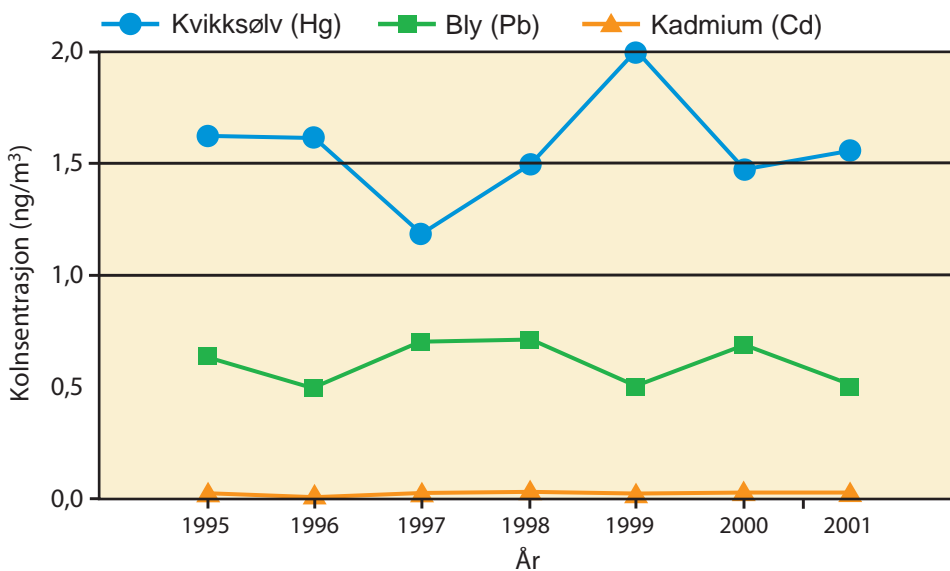
Figur 2  
Endringer i fangstindeks = antall rev fanget/100 felledøgn sammenholdt med endringer i bestander av gjess og rein i Kongsfjorden (Fuglei et al. 2003)







Figur 4  
Svovelkonsentrasjoner i luft fra Zeppelin-stasjonen i Ny Ålesund (data fra NILU)



Figur 5  
Tungmetaller i luft fra Zeppelinstasjonen i Ny Ålesund (data fra NILU)

Grønland), og det er usikkert om den er levedyktig. Alle tre bestandene har økt i antall siden 1980, men siste års tellinger antyder at veksten har flatet ut for hvitkinn- og kortnebbgås. Et forventet varmere og mer nedbørrikt klima kan slå ut både i positiv og negativ retning. Det vil være avhengig av om tidspunktet for snøsmelting på hekkeplassene endres, og om vekstsesongen generelt blir kortere eller lengre både i overvintrings- og hekkeområdene. Forholdene i overvintringsområdene vil også kunne ha stor betydning. Sensitiviteten for klimaendringer, men også økt ferdsel, gjelder kanskje i særlig grad bestanden av ringgås.

### 2.1.5 Vegetasjon

Det foreligger lite tilgjengelige data til MOSJ eller publikasjoner på vegetasjonsendringer over tid på Svalbard, bortsett fra en rapport fra TOV (program for terrestrisknaturovervåking, Jacobsen 1994)

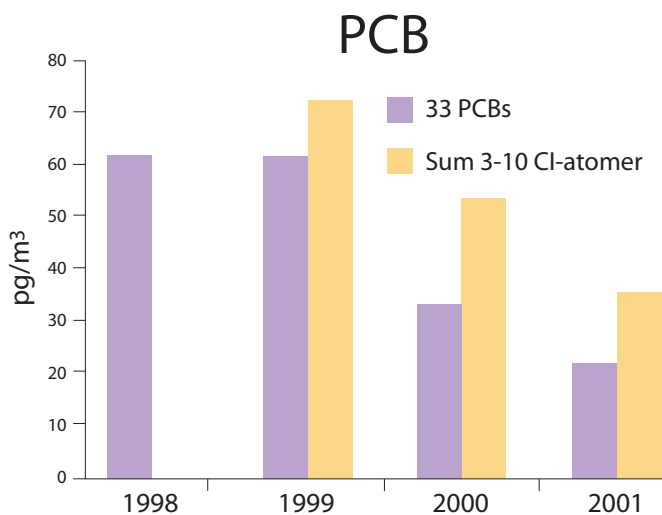
### 2.1.6 Kulturminner

Det foreligger omfattende kartlegging og beskrivelse av kulturminnene på Svalbard. På Gravneset, Virgohavn,

Hiorthamn, Smeerenburg, Fredheim, og Sallyhamn ble kulturminnene detaljregistrerte og flyfotograferte i 1997-99 som oppstart på en overvåking. Det foreligger data fra disse lokalitetene hvert år siden. Dette datamaterialet er under analyse og bearbeiding, og vil kunne spore endringer over tid, og det er derfor ikke mulig å si noe om endringer i kulturminnernes tilstand her over tid. Det er også foreslått å bruke endring i total antall registrerte kulturminner på Svalbard over tid som parameter, men det kan ikke skaffes kunnskap om trender i denne parameteren før kulturminnedatabasen er oppdatert og kvalitets-sikret. Det antas at kulturminnene på Svalbard fram til nå har vært påvirket mer av naturlige prosesser (bølger, is, vind) enn av ferdsel.

## 2.2 Forurensning

Det foregår lite systematisk overvåking av forurensnings-situasjonen i norsk Arktis bortsett fra luftmålingene ved Zeppelinstasjonen i Ny Ålesund. Heldigvis finnes det en del vitenskapelig publikasjoner og data innsamlet i sammenheng med forskning som kan settes sammen til tidsserier. Data her er hentet fra slike publikasjoner eller databaser som er gjort tilgjengelige, fra NILU's årsrapporter fra målingene på



Figur 6  
PCB i luft fra Zeppelinstasjonen i Ny-Ålesund (data fra NILU)

Zeppelinstasjonen eller fra NILUs web side på: <http://www.nilu.no/niluweb/services/zeppelin>. Vurderingene er dessuten basert på to tolkninger av forurensningssituasjonen på Svalbard i tilknytning til MOSJ i 2001.

### 2.2.1 Luftforurensning i Ny-Ålesund

NILU har påvist signifikant nedgang i svoveldioksid- og sulfatkonsentrasjonene ved Ny-Ålesund på  $-0,012$  og  $-0,010$   $\mu\text{g S m}^{-3}\cdot\text{år}^{-1}$  (hhv. 74% og 61% midlere reduksjon siden 1980, figur 4). Dette gjenspeiler godt reduksjonen i utslipp i Europa. Det er foreløpig ikke påvist signifikant reduksjon i andre forsurende komponenter (hovedsakelig nitrogenforbindelser). I en utredning fra 1993 ble tålegrensen for forsurening antatt å være overskredet på 5% av de isfrie områdene på Svalbard (Lien et al. 1993). Med den markante reduksjonen i tilførsel av forsurende stoffer til Svalbard de siste 10-12 årene er det grunn til å anta at tålegrensen nå overskrides på mindre en 5% av øygruppens isfrie landareal.

Det er ikke foretatt statistiske analyser av trendene i tungmetaller i luft fra Ny-Ålesund (figur 5), men en slik er forventet å foreligge i løpet av 2003. Konsentrasjonene ligger ca 50% under nivået på tilsvarende stasjon ved Lista. Unntaket er kvikksølv, som spres lettere siden det ikke er bundet til partikler. Det er gjennomgående lavere nivåer av tungmetaller på Svalbard enn nær de industrielle punktkildene hvor mesteparten avsettes (AMAP 1997).

PCB: Det er presentert målinger kun fra de siste 4 årene slik figur 6 viser. Det foreligger data fra lengre tid tilbake, men på grunn av et uavklart kontaminasjonsproblem er ikke disse data presentert. En statistisk trendanalyse kan ikke gjennomføres ennå fordi tidsserien er for kort. Tendensen er imidlertid at nivåene reduseres, men variansen i målingene er svært høy.

DDT: Det foreligger kun 10 års målinger, og det forventes at trendanalyser vil bli gjennomført på dette datamaterialet i løpet av 2003. Det er ingen åpenbare tendenser i foreliggende materiale

HCB: Tidsserien fra 1993 viser en klart nedadgående tendens.

Nivåene var nær halvparten av hva de var i 1994 og er de laveste som er målt i perioden. Det foretas trendanalyser i løpet av 2003

HCH: Tidsserien fra 1993 viser en klart nedadgående tendens. Nivåene i 2001 var omtrent halvparten av hva de var i 1996 og var de laveste som er målt i perioden. Det foretas trendanalyser i løpet av 2003

Klordan: Tidsserien fra 1993 viser en nedgående tendens. Det foretas trendanalyser i løpet av 2003

### Konklusjon

Den generelle tendens er at forurensningskomponentene som måles i luft i Ny-Ålesund er redusert eller har vært konstant de 5-10 siste årene. Det må tas forbehold om at flere av tidsseriene er korte og at det ikke er gjort tilstrekkelig forskning eller statistisk analyse av dataseriene. Det er også en del viktige komponenter som det ikke måles på. Tendensen samsvarer imidlertid godt med det en eller finner i Arktis (AMAP 2002). SFT har bevilget midler til trendanalyser for data på persistente organiske forbindelser (POPs) og tungmetaller i luft som forventes å foreligge i løpet av 2003. Det er også lagt fram trendanalyser til AMAP-rapporten i 2002.

### 2.2.2 Forurensning i fjellrev

Det foreligger målinger av PCB i fjellrev helt tilbake fra 1973/74 (Norheim 1978), fra 1983-84 (Wang-Andersen et al 1993), og fra 1991/92 (Prestrud upublisert). Tabell 1 viser resultatene.

Innholdet av PCB i rev på Svalbard fra 1970- og 80-tallet var relativt høyt og stabilt. Målingene fra 1990-tallet antyder at nivåene øker og at det i enkelte dyr er målt konsentrasjoner høyere enn hos isbjørn fra Svalbard. Det må imidlertid tas forbehold om at data fra det sist innsamlede materialet ikke er analysert i en forskningssammenheng, og at det kun foreligger tre punktmålinger og ikke en sammenhengende måleserie over lang tid. Verdiene fra 1991/92 er til dels svært høye og ytterligere undersøkelser bør gjennomføres for å bekrefte eller avkrefte om situasjonen er så alarmerende som disse data kan tyde på.

Nivåene av kvikksølv (Hg) og andre tungmetaller i fjellrev er svært lave og har antakeligvis naturlig årsak (Prestrud et al. 1994; Severinsen and Skåre 1997).

### 2.2.3 Forurensning i Svalbardrein

Det foreligger ikke langtidsserier, men det er målt nivåer på innsamlet materiale i forbindelse med AMAP's (Arctic

Tabell 1

Oversikt over nivåene av PCB i fjellrev fra Svalbard i lever og fett ( $\mu\text{g/g}$  fettvekt og våt vekt) og nivåer hos isbjørn fra Svalbard. Fra arbeidene til Norheim (1978) (a), Wang-Andersen et al. (1993) (b), Severinsen og Skaare (1997) (c), Prestrud et al. upublisert (d) og Bernhoft et al. (1997) (e).

Year	Liver ( $\mu\text{g/g}$ fat weight)	Fat ( $\mu\text{g/g}$ wet weight)
Arctic fox 1973-4 (a)	12.4 $\pm$ 14.2 (n=44)	10.3 $\pm$ 11.7 (n=44)
Arctic fox 1983-4 (b)	9.7 $\pm$ 9.9 (n=24)	8.3 $\pm$ 11 (n=11)
Arctic fox 1992-3 (c)	20.5 $\pm$ 31 (n=43)	46.9 $\pm$ 38.0 (n=10)
Polar bear 1990-4 (d)	-	28.1 (n=20)

Monitoring and Assessment Programme) første fase (1997; Severinsen and Skåre 1997) som viser at nivåene av disse forurensingselementene er svært lave. Det er ingen data eller indikasjoner på at Hg, bly (Pb), eller POPs utgjør noe problem for reinen på Svalbard.

#### 2.2.4 Forurensning i Svalbardrype

Det foreligger ikke langtidsserier av kvikksølv, men det er gjort en screening i sammenheng med utarbeidelsen av den første AMAP-rapporten i 1997 (Severinsen and Skåre 1997). Nivåene av Hg er lave. Det foreligger ingen data eller indikasjoner på at Hg, bly (Pb) eller POPs utgjør noe problem for rypebestanden på Svalbard.

#### 2.2.5 Samlet tolkning av forurensning

Forurensningen i terrestrisk biota på Svalbard er lav og er neppe en påvirkningsfaktor av særlig betydning, muligens med unntak av i fjellrevbestanden. I det limniske miljøet på Bjørnøya (røye), er det påvist til dels svært høye verdier av PCB, men denne arten er ikke en del av MOSJ. Transporten av forurensning gjennom luft til Svalbard synes å være redusert de senere årene, men det må tas forbehold om at en rekke aktuelle stoffer ikke er målt i dag. Det er sannsynlig at en mindre del av landområdene utsettes for forurensning som overskrider tålegrensene enn tidligere (mindre enn 5%) fordi transporten av svovelforbindelser gjennom luft er betydelig redusert de siste 15-20 år.

Det må holdes et spesielt øye med situasjonen for kvikksølv fordi:

- Ny kunnskap om transporten av Hg til Arktis og hvordan deponeringen her foregår er lagt fram av AMAP (AMAP 2002). Dette er også vist i Ny Ålesund gjennom forskningskampanjer som er gjennomført hvert år fra 2000
- Hg utgjør et problem i biota andre steder i Arktis
- Datagrunnlaget om Hg i biota på Svalbard er relativt svakt

Årsaken til reduserte nivåer av en rekke forurensingselementer i luft er sannsynligvis et resultat av at redusert bruk av svovelholdig kull i kraftproduksjonen i Europa og delvis i Russland, reduserte nivåer av svovel i nikkelmalm som smeltes på Kolahalvøya, og at produksjonen og bruken av PCB og persistente plantevernmidler er sterkt redusert i løpet av de siste 10-30 år i de fleste land som er kilde til denne type forurensning i Svalbard området.

Høyere forurensningsbelastning i Russisk Arktis skyldes tilførsel via de store russiske elvene sammen med lufttilførsel fra ulike regioner der disse stoffene fortsatt er i bruk. Det er også sannsynlig at både PCB og DDT er i fortsatt i bruk i Russland. Forurensning fra russisk Arktis når også Svalbard.

### 2.3 Ferdsl

Det er en klar trend at ferdselen på Svalbard øker, og den øker til dels raskt. Følgende parametere i MOSJ har økt relativt kraftig siden 1995:

- Antall gjestedøgn på overnattingsbedrifter i Longyearbyen er mer enn doblet siden registreringene begynte i 1995. Særlig har det vært en kraftig økning siden 1999 selv om det var en svak nedgang fra 2001 til 2002.

- Antall registrerte ilandstigningsplasser som benyttes av oversjøiske cruisebåter og cruisebåter i kysttrafikk (med utgangspunkt i Longyearbyen) har økt fra 50 i 1996 til 126 i 2002 (se kart figur 7, og nettsiden MOSJ/Påvirkning/fersel/ cruise-turisme). Antall personer som har gått i land er fordoblet i denne perioden. Det er først og fremst kysttrafikken med utgangspunkt i Longyearbyen som har økt. Den oversjøiske cruisebåttrafikken har holdt seg nær konstant de siste 10-15 årene og står for ca. halvparten av de ilandstigende passasjerer, men disse har kun blitt satt i land på 15 forskjellige steder i tillegg til de faste bosetningene i perioden 1996-2002.
- Bensinforbruket i Longyearbyen var 70% høyere i 2001-2002 enn i 1995. Det meste av økningen skyldes økt bruk av snøscooter. Bensinforbruket var nær konstant eller gikk muligens noen ned fra 2001 til 2002
- Antall registrerte snøscootere økte med 400 fra 1994 til 1998 da ny registreringsmetode ble innført. Økningen i antall registrerte snøscootere med 175 fra 2001 til 2002 er den største som er registrert på et år. Det er uklart hvorfor denne økningen ikke har gitt seg utslag i økt bensinforbruk.

Parameterne nevnt i disse punktene gir kun indikasjoner på endringer i ferdselen. Det må søkes å utvikle bedre kvantitative indikatorer for variasjonen/utviklingen i ferdsel på Svalbard.

Antall helikoptertimer fløyet på Svalbard har vært nær konstant i underkant av 1000 timer hvert år siden 1995. Tilsvarende har antallet individuelle reisende (dvs. ikke-organiserte turister) i meldepliktige områder også vært nær konstant, og ligget rundt 500 personer hvert år siden 1995.



Figur 7  
Antall ilandstigningsplasser for cruiseferdsel på Svalbard akkumulert over perioden 1996-2002



Årsaken til økningen i ferdselen er økning i den organiserte turismen som høyst sannsynlig skyldes en kombinasjon av økt markedsføring, kjennskap til Svalbard som turistmål, tilrettelegging og organisering. Økt forskningsaktivitet og ferdsel fra lokalbefolkningens side er også en medvirkende årsak. Statistikken gir imidlertid lite holdepunkter for å skille mellom disse forskjellige gruppene.

I løpet av en 10-15 års periode har store deler av Svalbard blitt langt mer tilgjengelig enn tidligere som følge av betydelig økning i snøscootertrafikk og ikke minst bruk av mindre fartøy som bringer turister (og forskere) rundt til hele øygruppa. Manglende kunnskap, blant annet om biologiske forekomster og påvirkninger på de mest besøkte stedene, gjør det vanskelig å fastslå i hvilken grad denne økningen har hatt effekter på naturmiljøet. Generelt kan økt ferdsel medføre følgende miljøproblemer:

1. Forstyrrelse av dyrelivet og skader på vegetasjon og jordsmonn
2. Støy og forsøpling som skader opplevelsesverdien for de som ønsker å oppleve upåvirket natur og villmark
3. Skader på kulturminner

Det foreligger mange vitenskapelige undersøkelser av hvordan ferdsel påvirker dyrelivet. Det er også gjort noen få undersøkelser på Svalbard (rein, rev, ærfugl, sjøfugl). En sammenstilling av deler av dette materialet med sikte på en vurdering for dyrelivet på Svalbard er foretatt (Overrein 2002). Det er vanskelig å trekke generelle slutninger fra disse undersøkelsene fordi forskjellige arter og bestander har forskjellig grad av følsomhet for påvirkninger fra ferdsel, og følsomheten varierer med årstidene. I de områdene der snøscootertrafikken og ferdselen om sommeren har økt mest (sentrale deler av Nordenskiöldland) er det tilsynelatende ingen negative endringer i bestandene av rein, rev eller gjess (dvs. ingen signifikant nedgang i overvåkningsperioden). Det foreligger imidlertid ikke kunnskap som kan si noe om hvordan tilstanden til bestandene kunne vært uten ferdsel, og om ferdsel kan ha en negativ effekt dersom bestandene kommer i en krisetilstand som følge av endringer i andre påvirkningsfaktorer. Det mangler helt kunnskap om mulige endringer i habitatbruk som er forårsaket av forstyrrelser. Slike forhold må vurderes i lys av de ambisiøse mål om opprettholdelse av Svalbards villmarks karakter. Hvilke effekter som er problematiske kan bare fastslås gjennom verdibaserte vurderinger.

Det nåværende omfanget på ferdselen fra turister vil neppe kunne medføre betydelige skader på vegetasjon og jordsmonn bortsett fra der cruisebåter setter i land større konsentrasjoner av turister om sommeren. Men det er grunn til å minne om at overvåkningsprogrammet så langt bare kan avdekke arealendring i vegetasjonsdekket omkring de kulturminnene som alt blir overvåket gjennom fotodokumentasjon. Det er også større grunn til bekymring over at antallet ilandstigningsplasser øker, enn at tallet turister øker.

Støy og forsøpling som skader opplevelsesverdien for de som ønsker at naturen skal være minst mulig påvirket er blant de mest konfliktfylte tema i sammenheng med ferdsel på Svalbard. Omfattende motorisert ferdsel i terrenget er lite forenlig med det som tradisjonelt omfattes av villmarksbegrepet. Det finnes lite kunnskap om hvilke brukergrupper som er berørte, hvilket

omfang dette har, og hvordan problemet kan karakteriseres.

Ferdsselslitasje på kulturminner er dokumentert, men ikke kvantifisert for de mest besøkte lokalitetene. Gjennom nye dataprogrammer for analyse og sammenligning av digitale foto (som finnes i flere års-serier), bør en kunne få fram slike data (Vistad & Grytli 2003). Det er etter hvert mange eksempler også på at turister og andre besøkende ødelegger kulturminner direkte enten ved at de tar seg til rette eller viser uforstand. Uavhengig av overvåkningsdata bør Sysselmannen/Riksantikvaren vurdere en prioritert liste over lokaliteter eller soner der ferdselsrestriksjoner først bør iverksettes, og hvor en primært prioriterer formidling, informasjon og opplevelse av kulturhistorien, uten restriksjoner. Det er all grunn til å tro at en del kulturminner er utsatte som en følge av den økte ferdselen, men fortsatt vil det trolig være slik at "vær og vind" også er en betydelig slitasjefaktor. Økt klimavariabilitet, nedbør og temperatur forårsaket av antropogene utslipp av klimagasser, kan muligens framskynde slitasje og erosjon av kulturminner på Svalbard. En bør så langt som råd foredle overvåkningsmetodene slik at de blir mer årsaksspesifikke (hjelp til å skille naturgitte og menneskeskapte påvirkninger).

## 2.4 Jakt/fangst

Uttaket av rein er strengt kvoteregulert til et fåtall områder på Nordenskiöldland og det har vært nær konstant siden felling ble tatt opp igjen i 1983. Ettersom man har god kontroll både på bestandene og uttaket, er det lite sannsynlig at beskatning påvirker bestandene i særlig grad. Man kan imidlertid ikke se bort fra at det i deler (spesielt kystnære områder) av de enkelte jaktområdene har vært beskattet på en slik måte at bestanden kan ha blitt påvirket, både fordi uttaket kan ha vært for høyt i enkelte år og fordi strukturen (alders- og kjønnssammensetning) i bestanden kan ha blitt påvirket.

Uttaket av rev har også vært ganske konstant de senere årene og har ligget rundt 100-120 rev pr. år i perioden 1982-1989 og 1997-2002. I områdene det fangstes i fra Longyearbyen har uttaket i enkelte år sannsynligvis vært høyere enn det rekrutteringen skulle gi grunnlag for. Innvandring og omfattende vandring i en overskuddsbestand er trolig årsaken til at dette ikke har gitt seg utslag i redusert bestandstetthet.

Det foreligger kun jaktstatistikk fra og med 1997 for rype, og det er for tidlig å si noe om trender i uttaket i denne perioden. Antallet skutte ryper har variert mellom 1200 og 1800 pr år. Dette er høyst sannsynlig langt lavere enn det bestanden tåler.

Spørsmålet om jakt eller fangst påvirker en bestand er ikke alltid like enkel å avgjøre. Det er snakk om grader av påvirkning som må defineres først. Bestandene av rein og fjellrev varierer mye mellom år. Tilsvarende er også sannsynlig for rype. Sårbarheten for påvirkning fra jakt/fangst vil dessuten være sterkt avhengig av hvilken tilstand bestanden er i når den beskattes.

## 2.5 Strandsøppel

Det er igangsatt overvåking av søppel på utvalgte strender på Svalbard i regi av sysselmannen, men det foreligger ikke registrering over flere år som kan gi grunnlag for tolkning av trender.

## 2.6 Introduerte arter

Det foreligger få opplysninger om introduserte arter på Svalbard, og det er gjort svært lite på endringer i deres utbredelse og antall over tid. Potensialet for skadelige effekter er derfor vanskelig å vurdere. Generelt kan det sies at øyer er spesielt utsatte for skadelige effekter av introduserte arter. Det er derfor all grunn til å følge utviklingen nøye.

Flere plantearter er introduserte til Svalbard. Disse finnes så vidt man vet i hovedsak i tilknytning til bosetningene. Av pattedyrearter har moskus og to arter hare vært forsøkt satt ut, men disse bestandene har dødd ut for mange år siden. Østmarkmus har vært etablert i området mellom Longyearbyen og Barentsburg i flere tiår, og har trolig kommet til Svalbard med høy til husdyrfor. Bestanden har vært studert i en tiårs periode og det viser seg at den varierer enormt fra noen få hundretalls individer til i størrelsesorden hundretusen. Igjen er det variasjon i nedbør og temperatur om vinteren som påvirker bestanden gjennom ising og tilgang til vegetasjon. Det er ingen trender i bestanden i denne tidsperioden. Det har vært spekulert i om arten kan tilpasse seg miljøforholdene på Svalbard og etterhvert bre seg utover større deler av øygruppen. I så fall vil dette høst sannsynlig få stor innvirkning på Svalbards terrestre økosystemer. Det er imidlertid ingen holdepunkter for at dette er i ferd med å skje.

Når det gjelder virvelløse dyr, foreligger det ingen opplysninger om introduserte arter. Bendelormen *E.multilocularis* som har østmarkmus og polarrev som verter, kan ha blitt introdusert med østmarkmus.

Det kan spekuleres i om den kraftige økningen i tilreisende til Svalbard også kan medføre økte sjanser for introduksjon av nye arter av evertebrater og planter. Det er påvist en klar sammenheng mellom antall introduserte arter (invasjonssuksess) og antall tilreisende/beboere på sub-antarktiske øyer (Chown et al. 1998). I kombinasjon med endret klima som gjør det lettere for nye arter å etablere seg, kan dette også bli et problem på Svalbard.

## 2.7 Samlet vurdering av påvirkningsfaktorer og tilstand

Menneskelige aktiviteter i naturen, det være seg ferdsel eller andre fysiske naturinngrep, forurensning, antropogen klimaendring eller beskatning av viltbestander, vil alltid ha en eller annen form for effekt på landskapet eller artene som lever der. Graden av påvirkning som kan aksepteres er normativ, og det er derfor opptil politiske myndigheter å avgjøre hva som er akseptable endringer eller i hvor stor grad man skal være "føre-var". Det er satt ambisiøse mål for forvaltningen av Svalbard som villmarksområde. I viltforvaltningen legges det for eksempel opp til en beskatning av bestandene som ikke skal påvirke deres naturlige produktivitet og alders- og kjønnsstruktur, Svalbard skal være blant det best forvaltede villmarksområder osv. Terskelverdiene for endringer som ville bryte med disse målsettingene er i beste fall høyst uklare.

For kulturminnene er det imidlertid satt et mål om at mindre enn 0.1% av disse skal forsvinne pr. år. Selv om det er vanskelig å måle slike endringer er målet i alle fall entydig og et klart signal om hva som er ambisjonsnivået. Poenget med overvåking er å avdekke og stoppe påvirkning før kulturminner er "forsvunnet". Terskelverdier bør derfor i større grad knyttes til

de enkelte kulturminner eller grupper av slike. Dagens måle-metoder av kulturminnene kan angi prosentvise endringer (for eksempel areal, volum eller antall del-objekter) fra ett måletids-punkt til det neste. Tilsvarende bør det settes grenseverdier for andre indikatorer i MOSJ.

Tilførselen av målte forurensningskomponenter til det terrestre miljøet på Svalbard er enten i ferd med å reduseres eller det er konstant. Bortsett fra et mulig unntak av fjellrev, er det grunn til å anta at de stoffene som man måler på bare i liten grad har påviselige negative effekter på de terrestre bestandene som inngår i MOSJ. Et mulig unntak her kan være kvikksølv. Lokalt i bosetningene og ved gruvene kan forurensning påvirke vegetasjonen, men dette har liten betydning i en større sammenheng. Ut fra et "føre-var-prinipp", og det faktum at ingen forurensning er akseptabel i villmark, må det selvfølgelig fortsatt arbeides for å redusere transporten av forurensning til det terrestre miljøet på øygruppen. Man skal heller ikke se bort fra at en klimaendring som medfører økt lufttransport fra sør kan føre til at tilførselen av forurensning til Svalbard vil kunne tilta igjen. Det må også minnes om at de "nye" miljøgiftene som spres i miljøet bare i liten grad måles på Svalbard.

Temperatur, nedbør og ferdsel øker på Svalbard. Selv om vi vet at slike faktorer kan ha stor biologisk betydning, har det til nå ikke vært dokumentert endringer. Økt nedbør i form av snø i kombinasjon med økt frekvens av episoder med temperaturer godt over null grader om vinteren, kan medføre økt variabilitet i bestander av rein og gress, muligens også rype og rev. Det vil si at enkeltbestander oftere kan komme i krisesituasjoner, og at krisesituasjonene kan bli mer omfattende. I slike situasjoner kan det tenkes at forstyrrelser fra økt ferdsel og jakt/fangst blir en ekstra belastning som utløser mer varige og omfattende bestandsendringer.

Den økte ferdselen i kombinasjon med forventet økning i temperatur og nedbør kan samlet sett utsette kulturminnene på Svalbard for økt slitasje og erosjon.

## 3 Vurdering i forhold til nasjonale miljømål

### Resultatmål 8.2

*Bestander av arter som i dag regnes som truet eller på annen måte negativt påvirket av arealbruk, høsting og/eller forurensning skal bevares og om mulig gjenoppbygges.*

Med et mulig unntak av ringgås er ingen av de terrestre artene som inngår i MOSJ som er direkte truet eller sterkt negativt påvirket av menneskelige aktiviteter i dag. Flere av artene har tidligere vært sterkt desimerte som følge av overbeskatninger. En har ikke datagrunnlag for å vurdere vegetasjonspåvirkning.

### Resultatmål 8.3

*Omfanget av sammenhengende villmarksområder på Svalbard skal søkes opprettholdt. Et representativt utvalg av Svalbards natur skal sikres mot vesentlige inngrep og påvirkning gjennom særskilte vernevedtak innen år 2002. Viktige marine naturverdier rundt Svalbard skal sikres*

Gjennomføringen av den nye verneplanen vil sikre opprettholdelsen av omfanget av sammenhengende



villmarksområder på Svalbard. Fortsatt økning i ferdselen i samme omfang som vi har sett nå kan komme til sette dette resultatmålet under press.

#### Resultatmål 8.4

*Et representativt utvalg av kulturminner på Svalbard og Jan Mayn skal søkes bevart som et vitenskapelig kildemateriale og et opplevelsesgrunnlag for framtidige generasjoner. Tapet av kulturminner som følge av menneskelig virksomhet skal i gjennomsnitt ikke overstige 0.1% årlig.*

Et representativt utvalg av kulturminnene på Svalbard er bevart. Det er ikke mulig ut fra foreliggende kunnskap å fastslå om 0.1 %-målet er nådd.

#### Resultatmål 8.5

*Transport og ferdsel på Svalbard skal ikke medføre vesentlige eller varige skader på vegetasjonen eller forstyrrelse av dyrelivet. Mulighetene for naturopplevelse uforstyrret av motorisert ferdsel skal sikres også i områder som er lett tilgjengelig fra bosetningene.*

Ferdsel, og særlig en økende ferdsel som på Svalbard, vil alltid ha en effekt på vegetasjon, jordsmonn, og deler av dyrelivet. Det har imidlertid til nå ikke vært dokumentert vesentlige eller varige økologiske skader på det terrestre naturmiljøet. På dette området mangler kunnskap fordi det er gjennomflørt for få studier. Det er sannsynlig at besøkstrykket vil fortsette å øke,



Foto: B. Fosli Johansen

og det er usikkert om ferdsel kan komme til å bidra til at slike skader forårsakes under gitte forhold. Ferdsel har gitt slitasje på vegetasjon ved kulturminner og forårsaket at kulturminner er skadd. Mange vil mene at mulighetene for naturopplevelse uforstyrret av motorisert ferdsel er reduserte på Svalbard, og at opprettelsen av scooterfrie soner ikke har vært tilstrekkelig til å sikre slike opplevelser i nærheten av bosetningene.

## 4 Råd til forvaltningen om tiltak

- Det er en svakhet ved MOSJ at det ikke er definert kritiske effektgrenser for de utvalgte indikatorene. Hva som er ikke-akseptable endringer i påvirkningsfaktorer og bestander, må søkes definert av forvaltningen. Dette vil ha betydning for design av overvåkingsprogrammene i MOSJ
- Økningen i ferdselen (særlig båt/ilandstigninger, men også snøscooter) er urovekkende og forvaltningen bør følge spesielt nøye med den videre utviklingen og fortløpende vurdere hva som er akseptable nivåer og tiltak som må gjennomføres i forskjellige områder på Svalbard.

## 5 Råd om kunnskapshull

- Det bør snarest igangsettes et systematisk overvåkings- og forskningsprogram med mål å dokumentere eventuelle vegetasjonsendringer på Svalbard. Det er en svakhet ved MOSJ at et slikt ikke eksisterer. For å komme raskt i gang bør det vurderes om det er mulig å bruke vegetasjonskart, satellittbilder, data fra innhegningene på Brøggerhalvøya og i Adventdalen, TOV-feltene i Kongsfjorden, o.a. fra 1970-1980-tallet og fra begynnelsen av 1990-tallet som referansemateriale. Det bør også være mulig å bruke erfaringene fra Abisko, Zackenberg og muligens andre steder, for å utvikle program for Svalbard. Botanikere bør også kobles inn i den forestående analysen av endringer på og omkring kulturminnene – det er her ferdselen er størst.
- Det må igangsettes måleprogrammer for ”nye” forurensende stoffer som eksempelvis bromerte flammehemmere og toksafener. Det er en selvfølge at det nåværende måleprogrammet som pågår ved Zeppelinstasjonen opprettholdes.
- Kvikksølvnivåer i terrestrisk dyreliv må måles jevnlig.
- Det må gjennomføres jevnlige målinger av forurensning i biota, spesielt bør målingene av POPs i fjellrev intensiveres (et program finansiert av forskningsrådet begynner i 2003).
- Der det foreligger tilstrekkelig data bør det gjennomføres analyse av statistisk styrke (power analyses) for å fastslå utsagnskraften i overvåkingsprogrammet. Dette vil kunne avsløre hvor store endringer det er mulig å detektere innen for gitte tidsrom med nåværende omfang på programmet. Slik kunnskap må sammenholdes med en eventuell fastsettelse av kritiske effektgrenser for å kunne justere omfang og ressursinnsats i overvåkingsprogrammene.
- Det bør skaffes mer kunnskap om effektene av ferdsel på dyrebestander. Det er ikke tilstrekkelig å gjennomføre provokasjonsstudier. Framskaffelse av kunnskap om mulige endringer i habitatbruk, adferd og fysiologi i de mest belastede områdene må prioriteres.
- MOSJ bør være pragmatisk og benytte alle lange tidsserier som er framskaffet gjennom forskning dersom de kan tenkes å ha betydning for å si noe om utviklingen i miljøtilstanden på

Svalbard. Et eksempel her er de lange tidsseriene som finnes på fjæreplytt og gjess.

- Det er ikke tilstrekkelig at overvåking av rypebestanden kun skjer ved registrering av territoriehevdende stegger. Mulighetene for å få data fra jakta som jaktinnsats pr. byttedyrenhet og andelen kyllinger/juvenile i uttaket bør undersøkes. Tilsvarende bør det samles inn data hvert år om fangstinnsetts pr. fanget rev dersom det er mulig.
- Nye data om kulturminner bør analyseres og framlegges snarest, og arbeidet med kulturminnedatabasen må forseres. Planteliv og kulturminner må sees i sammenheng. En aktuell metodisk tilnærming (digitale fotos) er beskrevet i Vistad & Grytli (2003).
- Det bør iverksettes nye gjesteundersøkelser som både beskriver brukerne og deres aktivitets- og miljøpreferanser på Svalbard. Dette blir også en viktig referanse i forhold til det ambisiøse målet om at Svalbard skal være et av verdens best forvaltede villmarksområder. Hva oppfatter gjestene som "villmark" i Svalbard-sammenheng, og hva er eventuelt en trussel mot villmarksopplevelsen? Er for eksempel snøskutere, cruiseskip og småbåter å regne som trusler, eller bare "nøytrale transportmidler"?

## 6 Referanser

- Albon, S., Stien, A., Irvine, R.J., Langvatn, R., Ropstad, E., Halvorsen, O. 2002. The role of parasites in the dynamics of a reindeer population. *Proceedings Royal Society, London*, 269:1625-1632.
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) 1997. *Forurensning i Arktis: Tilstandsrapport om det arktiske miljøet*. AMAP, Oslo 1997.
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) 2002. *Arctic pollution*. AMAP, Oslo 2002. ISBN 82-7971-015-9
- Aanes, R., Sæther, B-E., Øritsland, N.A. 2000. Fluctuations of an introduced population of Svalbard reindeer: the effects of density dependence and climatic variation. *Ecography* 23: 473-443
- Aanes, R., Sæther, B-E., Smith, F.M., Cooper, E.J., Wookey, P.A. and Øritsland, N.A. 2002. The arctic oscillation predicts effects of climate change in two trophic levels in a high-arctic ecosystem. *Ecology Letters* 5: 445-454.
- Aanes, R., Sæther, B.-E., Solberg, E. J., Aanes, S., Strand, O & Øritsland, N. A.. (2003) Synchrony in Svalbard reindeer population dynamics. *Canadian Journal of Zoology* 81: 103-110.
- Chown, S.L., Gremmen, N.J.M. and Gaston, K.J. (1998). Ecological biogeography of southern ocean islands: Species-area relationships, human impacts and conservation. *Am Nat* 152: 562-575.
- Fuglei, E., Øritsland, N.A., Prestrud, P. 2003. Local variation in arctic fox abundance on Svalbard, Norway. *Polar Biology* 26:93-98
- Jacobsen, L-B. 1994. Re-analyse av permanente prøvefalter I overvåkingsområde I Kongsfjorden, Svalbard 1994. *Norsk Polarinstitutt Rapportserie* nr. 87.
- Lien, L.; Henriksen, A.; Traaen, T.S 1993. Tålegrener for sterke syrer på overflatevann – Svalbard. Naturens tålegrener; *Fagrapport* nr 35. Norsk institutt for vannforskning, 1993. ISBN 82-577-2242-1.
- Madsen, J., Black, J.M., and Clausen P. 1998. Status of the three Svalbard goose populations. *Norsk Polarinstitutt Skrifter* 200: 7-17.
- Madsen, J., Cracknell, G. & Fox, T. (Eds.) 1999. Goose Populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution. *Wetlands International Publ.* No. 48, Wetlands International, Wageningen, The Netherlands, National Environmental Research Institute, Rønde, Denmark. 344 pp.
- Norheim, G. 1978. The composition and distribution of PCB in arctic fox (*Alopex lagopus*) caught near Longyearbyen on Svalbard. *Acta Pharmacologia et Toxicologia* 42:7-13.
- Overrein, Ø. 2002. Motorferdsel: Virkninger på fauna og vegetasjon. Kunnskapsstatus med relevans for Svalbard. *Norsk Polarinstitutt Rapportserie* 119.
- Prestrud, P., Norheim, G., Sivertsen, T., and Daae, H.L. 1994. Levels of toxic and essential elements in arctic fox in Svalbard. *Polar Biology* 14:155-159.
- Prestrud, P. 1992. *Arctic foxes in Svalbard: Population ecology and rabies*. Ph.D thesis. University of Oslo.
- Severinsen, T. & Skaare, JU. 1997. Level of heavy metals and persistent organic components in some terrestrial animals from Svalbard. Poster in: The AMAP International Symposium on Environmental Pollution in the Arctic, Extended abstract, Tromsø, Norway June 1-5: 407-409.
- Solberg, E.J., Strand, O., Jordhøy, P., Aanes, R., Loison, A. Sæther, B-E., and Linnell, J.D.C. 2001. Effects of density-dependence and climate on the dynamics of a Svalbard reindeer population. *Ecography* 24: 441-451.
- Tyler, N. and Øritsland, N.A.Ø. 1999. Varig ustabilitet og bestandsregulering hos Svalbardrein. I. Bentson, S.- A., Mehlum, F. & Severinsen, T. 1999. *Svalbardtundraens økologi*, Norsk Polarinstitutt *Meddelelser* nr. 150. (125-138)
- Vistad, O. I. & Grytli, E. R. 2003. Metodar for å overvake natur- og kulturmiljø, relatert til påverknad frå reiselivet. *Utmark 4/1* [www.utmark.org](http://www.utmark.org)
- Wang-Andersen, G., Utne Skaare, J., Prestrud, P., and Steinnes, E. 1993. Levels and congener pattern of PCBs in Arctic fox, *Alopex lagopus*, in Svalbard. *Environmental Pollution* 82:269-275.



