

DET NORSKE BIDRAGET



2007 ◊ 2008
POLARARET

© Norges forskningsråd 2011

Redaksjon: Olav Orheim og Kristen Ulstein

Redaksjonskomité: Øystein Hov, Ole Arve Misund og Kirsten Broch Mathisen

Design: Fete typer as

Trykk: 07

Opplag: 1000

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
bibliotek@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Oslo, april 2011
ISBN 978-82-12-02902-6



FORSKNINGSPROGRAMMET

10	Olav Orheim: Opptakten til Det internasjonale polaråret (IPY)
15	Olav Orheim: Slik ble Polaråret stort i Norge
20	Kristen Ulstein og Karl Torstein Hetland: Folkets Polarår
32	Per Backe Hansen: Utvelgelsen av det norske bidraget til Polaråret
36	Øystein Godøy: Felles datahåndtering – visjon og virkelighet
39	Olav Orheim: Den norske delen av Polaråret – innsatsen og resultatene
44	Øystein Hov: Veien videre fra Polaråret – erfaringer og anbefalinger

FORSKNINGSPROSJEKTENE

56	Jon Egill Kristjansson: Bedre varsling av ekstremvær i Arktis (IPY-Thorpex)
60	Andreas Stohl: Hvordan transporteres luftforurensninger inn i Arktis? (POLAR-CAT)
64	Cecilie Mauritzen: Bedre overvåkning av hav og is, og bedre værvarsling i Arktis (iAOOS-Norway)
70	Tor Gammelsrød: Polhavene i Atlantisk sektor: En dynamo for global havsirkulasjon, CO₂-opptak og klima (BIAC)
74	Hanne Hvidtfeldt Christiansen: Tar temperaturen på permafrosten i Nord-Norge og på Svalbard (TSP Norway)
80	Jon Ove Hagen: Hvordan reagerer breene i Arktis på de globale klimaendringene? (GLACIODYN)
85	Vladimir Pavlov: Endringer i havnivået i de nordiske havområdene (LEVANS)
88	Jan Gunnar Winther m.fl.: Svarene på fortidens klimavariasjoner og framtidens havnivå ligger begravd i isen i Antarktis (TASTE-IDEA)
93	Ulysses Ninnemann m.fl.: Hvordan kan klimaendringer forandre verdens største havstrøm? (PALEODRAKE)
96	Svein A. Iversen: Krill- og økosystemtokt med G.O.Sars i Sørishavet (AKES)
100	Kit M. Kovacs m.fl.: Seler brukt som «forskningsassistenter» for å utforske polhavene (MEOP-Norway)
104	Tron Frede Thingstad: Omsetning av løst organisk material i det mikrobielle næringsnett i polare farvann (PAME-Nor)

108	Sveinn Are Hanssen m.fl.: Ærfuglens sårbarhet for miljøgifter, klimaendringer og sykdommer (BIRD-HEALTH)
112	Ken Drinkwater m.fl.: Virkningene av klimaendringer på økosystemene i Barents- og Norskehavet (NESSAR)
116	Dorothee Ehrich m.fl.: Arktiske rovdyr som klimaindikatorer (Arctic Predators)
120	Annika Hofgaard: Invaderer trærne Arktis? (PPS Arctic Norway)
126	Bjørn Munro Jenssen: Isbjørnens helse, miljøgifter og klimaendringer (BearHealth)
130	Geir Wing Gabrielsen m.fl.: Vil klimaendringene forsterke opptak og effekter av miljøgifter i polare marine økosystem? (COPOL)
134	Grete K. Hovelsrud: Tilpasning i Arktis: Til hva og av hvem? (CAVIAR)
138	Ole-Henrik Magga m.fl.: EALÁT – Noe å leve av (EALÁT)
145	Winfried K. Dallmann: Oljevirkksomheten i Nordvest-Russland og urfolks levkår (MODIL-NAO)
150	Eiliv Larsen og Gudmund Løvø: Forskning og formidling om klimaforandringer og tilpasningsstrategier (SciencePub)
154	John Inge Svendsen m.fl.: Istidsforskning i Uralfjellene – om «uvanlige» breer og mammutjegere (ICEHUS II)
158	Gunnhild Hoogensen Gjørnv: Ulike forståelser av 'sikkerhet' i møte med olje- og gassutvinning i Arktis (GAPS)
161	Pia Lane: Dokumentasjon av kvensk og andre minoritetsspråk i nordområdene (LICHEN)
164	Yngve Kristoffersen: Autonom bøye for seismiske refleksjonsmålinger – et nytt alternativ for marin geoforskning i Polhavet (Seismic Buoy)
168	Johannes Schweitzer: Den dynamiske kontinentalmarginen mellom den midtatlantiske ryggen og Bjørnøya (Continental Margin)
174	Nikolai Østgaard: Sørlyset og nordlyset er ikke likt (IPY-ICESTAR)

FORMIDLINGS- OG UTDANNINGSPROSJEKTENE

180	Kristen Ulstein: Resultatene av Polarårets støtte til formidlings- og utdanning
-----	--

Forord



Polarområdene er og blir viktige for Norge. De historiske årsakene til dette vil vi igjen bli minnet om i år; Jubileumsåret for Nansens fødsel og Amundsens Sydpolferd. Vi har et betydelig forvalteransvar både i Arktis og Antarktis. Avtalen med Russland om delelinjen i Barentshavet har ytterligere utvidet dette ansvaret. En bærekraftig forvaltning, til beste for verdenssamfunnet, krever betydelig kunnskap. For å framskaffe denne kunnskapen, er vi helt avhengige av å ha sterke miljøer for polarforskning ved norske institusjoner, men også av utstrakt internasjonalt forskningssamarbeid.

Det internasjonale polaråret (IPY) viste at det fortsatt er stor interesse for polarforskning – ikke bare i den lille kretsen av land som har interesser i polområdene, men verden over. Svært mange forskere har forsket i eller har ønske om å forske i polområdene. Ikke minst er interessen stor blant unge forskere. Med Svalbard er Norge en av de viktigste inngangsportene til Arktis og vi er også en viktig aktør i Antarktis. Dette gir oss et særlig ansvar for å legge til rette for verdens mange polarforskere. Det har vi gjort under IPY, og det vil vi fortsette å gjøre i årene framover. Norge er totalt sett en liten forskningsnasjon. Innenfor polarforskning kan vi likevel hevde oss blant de store – både i kvantitet og kvalitet.

Polarforskning er ikke en egen disiplin. Det er bare en geografisk innrømming av et forskningsfelt og samler hele spekteret av forskning i polare områder. Tradisjonelt har polarforskningen likevel vært dominert av ulike former for geofysisk forskning og etter hvert av andre naturvitere. Denne gangen har Polaråret også åpnet for forskere fra humaniora og samfunnsvitenskap. Erkjennelsen av at klimaendringer kan endre livsvilkårene dramatisk for folkegrupper i polare områder har tydeliggjort behovet for et bredere kunnskapsgrunnlag.

I den offentlige forskningsdebatten hevdes det ofte at det er en motsetning mellom programforskning og nysgjerrighetsdrevet grunnforskning, og at det bare er det siste som gir forskning av høy kvalitet. Polaråret bekrefter ikke slike forestillinger. Tvert i mot viser denne boken at Polaråret har levert forskning på et svært høyt vitenskapelig nivå. Til dels kan vi snakke gjennombrudd, nyskapende nok til å oppnå publiseringer i tidsskrift som Nature og Science.

Jeg vil særlig gratulere Forskningsrådet med Polarårets ekstraordinære innsats for å få polarspørsmål og polarforskningen ut til folket. Integrering av forskning, utdanning og formidling har vært forbilledlig i mange av prosjektene. Det brede spekteret av virkemidler overfor mediene og skolen, utstilling ved museene, særprogram på filmfestival, bokutgivelser og multimediaprojekter bidro til å profilere forskningen på en fremragende måte. Jeg vil også framheve HKH Kronprins Haakons store bidrag til gi Polaråret et løft. Denne samlede innsatsen vil ha stor betydning for forståelsen for og oppslutningen om polarforskning i årene framover.

Tora Aasland
Forsknings- og høyere utdanningsminister

Forord



Det internasjonale polaråret (IPY) oppfylte langt på veg sine mål. Internasjonalt koordinert observasjon og datainnsamling gjennom to år har gitt oss helt unike datasett, som det ellers ikke ville vært mulig å skaffe. Analyse av dataene har allerede gitt oss mye ny kunnskap, og vil fortsette å utvide kunnskapen vår om det globale klimaet, Arktis og Antarktis, i årene framover. Takket være 320 millioner kroner fra Forskningsfondet, kunne Norge markere seg med det tredje største ekstraordinære bidraget til Polaråret.

Fra Forskningsrådets side er vi glade for at vi fikk oppgaven med å administrere Polaråret i Norge. Det har vært en utfordrende og ikke minst inspirerende oppgave. I en tid med internasjonalisering høyt på den forskningspolitiske dagsorden, har det vært spennende å høste erfaringer fra et forskningsprogram som erkjente behovet for internasjonalisering av sitt forskningsfelt allerede i 1880-årene. Det har vært inspirerende å fange opp og kanalisere den store interessen fra unge forskere. Polaråret har også maktet det som få forskningsprogram vil kunne kopiere; å nå ut til hele folket gjennom et omfattende utdannings- og formidlingsprogram.

Det er særlig løfterikt at så mange unge forskere viser interesse for forskning i polområdene. Vi vet at de viktigste nøklene til å forstå mekanismene bak klimaendringene sannsynligvis er å finne der. Derfor er det viktig med rekruttering til polarforskning. Vi er stolte over å ha gitt muligheten til mer enn 50 stipendiater gjennom det norske Polarårs-programmet. Noe av den viktigste arven etter IPY er også den internasjonale organisasjonen for unge polarforskere, APECS, som vi har fått være vertskap for i Tromsø.

Takket være Regjeringens sterke prioritering av polarforskning i Polaråret, maktet vi fra norsk side å oppfylle vårt tilretteleggeransvar – og vel så det. Økt bruk av den forskningsinfrastrukturen vi har bygget opp, blant annet på Svalbard, var en viktig målsetning med Polaråret. Det målet ble nådd og vi bygger videre på erfaringene fra IPY i utviklingen av integrerte observasjonssystemer og et kunnskapssenter gjennom ESFRI-prosjektet SIOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observation System). 27 institusjoner fra 14 land er med i planleggingen, og prosjektet vil være en viktig oppfølging av det internasjonale forskningssamarbeidet i Polaråret.

Norge har også spilt en sentral rolle i tilrettelegging for hele IPY-programmet – helt fra start til slutt. Norske miljøer engasjerte seg tidlig i planleggingen. Norge har bidratt til finansiering av felles funksjoner og møteplasser. Som et høydepunkt, fikk vi i Forskningsrådet æren av å samle 2300 polarforskere fra hele verden i Oslo i juni 2010, til den største samlingen for dette forskningsfeltet som er avholdt noen gang.

Forskningsrådet har anbefalt, og Regjering og Storting har gitt sin tilslutning til, at støtten til polarforskningen skal videreføres på et høyt nivå også etter Polaråret. Det gir oss muligheter til å ta vare på og videreutvikle mye av det som IPY skapte.

Arvid Hallén
Administrerende direktør i Norges forskningsråd



SIDE
10-53

FORSKNINGSPROGRAMMET

Det fjerde internasjonale polaråret (IPY 2007-2008) var det største forskningsprogrammet i verden på 50 år. I alt deltok ca. 50 000 forskere og teknikere, fra 60 land. Sist det var et like stort internasjonalt forskningssamarbeid var under det forrige polaråret IGY i 1957-1958.

Opptakten til Det internasjonale polaråret (IPY)

Av Olav Orheim, Norges forskningsråd, leder av det norske IPY-sekretariatet

Mange internasjonale organisasjoner og mange nasjoner har eierskap til polarforskningen. De tidligere Polarårene etterlot seg ingen permanent organisasjon med et tydelig mandat til å ta nye koordinerende initiativ. Dermed oppstod tanken om et nytt IPY mange steder samtidig, og veien fram til et samlet internasjonalt program ble komplisert.

Innledende dansetrinn

Polaråret har en lang historie. Det hadde vært internasjonale polarår både i 1882, 1932 og 1957/58. Det siste fikk navnet International Geophysical Year (IGY), men hadde fortsatt hovedfokus på forskning i polarområdene. Mellom de to første gikk det 50 år. Det andre polaråret ble mye mindre enn opprinnelig tenkt på grunn av økonomisk depresjon i mange land. Derfor valgte planleggerne av IGY å vente bare 25 år. Bak IGY sto ICSU (Den gangen The International Council of Scientific Unions) som, sammen med UNESCO, finansierte det internasjonale samarbeidet. FN-organisasjonen WMO (World Meteorological Organisation) bidro vesentlig til håndteringen av data. IGY var opprinnelig foreslått som, og ble også regnet, som det tredje polaråret.

Mot slutten av 1970-årene var det noen forsøk for å få til et nytt polarår i 1982/83, noe som ville blitt 100 årsfeiring av det første polaråret. Flere av IGY-veteranene var involvert i diskusjonene, men det ble aldri kraft i arbeidet.

Reelle diskusjonene om et nytt polarår, 50 år etter IGY, startet rundt tusenårsskiftet. Fortsatt tenkte enkelte mest på jubileumsmarkeringer. De ledende polarorganisasjonene la imidlertid etter hvert et større inn-

hold i planene. Blant de som tok opp tråden var SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research, IASC (International Arctic Science Committee), AOSB (Arctic Ocean Sciences Board), EPB (European Polar Board) og USAs Polar Research Board (PRB). Gjennom perioden 2001–2002 vokste idéen fram om et International Polar Year (IPY) som et fjerde Polarår fram. Som under de tre tidligere polarårene, skulle en viktig målsetning være å innhente ekstraordinære observasjonsdata fra de relativt lite kjente polarområdene.

Parallelt oppsto også initiativer til Electronic Geophysical Year (eGY) og International Heliophysical Year (IHY), begge som 50-års oppfølging av deler av IGY. I den videre prosessen gikk disse forskjellige planene sine selvstendige veier, men eGY og IHY fikk aldri et omfang i nærheten av det som ble til IPY.

Starten på de tre første polarårene kan tilbakeføres til enkeltindivider og skjellsettende møter. Slik var det ikke med IPY, siden mange hadde 50-års jubileet i mente. Det ble avholdt en rekke møter gjennom perioden 2000 til 2002 som utviklet ideene. Det kom også enkelte politiske initiativ, bl.a. fra Russland. ICSU og WMO ble trukket inn i prosessene, og 21. mai 2003 vedtok WMO-kongressen å lansere et nytt polarår under ledelse av WMO. Like etterpå, 9. juni, vedtok ICSUs ledelse å etablere en ni-personers planleggingsgruppe for IPY, der jeg selv, som direktør i Norsk Polarinstitutt, var ett av medlemmene.

Sommeren 2003 forelå det altså to «polar»-initiativer med støtte fra verdensorganisasjoner, samt andre som eGY og IHY. Det tegnet til å bli en ganske komplisert prosess videre.



Første møte i ICSUs planleggingsgruppe (PG) i Paris i august 2003. Foran: Vladimir Kotlyakov, Robin Bell (nestleder), Chris Rapley (leder) og Hanne Kathrine Petersen. Bak f.v.: Tim Moffat, Michael Kuhn, Gino Casassa, Olav Orheim, Vladimir Ryabinin, Ian Allison, Robert Bindschadler, Zhanhai Zhan og Gerard Duhaime. Foto: ICSU

Den internasjonale planleggingen samordnes og tar fart

Det første møtet til ICSUs planleggingsgruppe (PG) ble avholdt 31. juli til 2. august 2003. Gruppen utarbeidet et fem-siders dokument med bakgrunn og visjoner for IPY, og invitasjonsbrev til fagmiljøene med ønske om tilbakemelding innen midten av desember. Parallelt ble ICSU og WMO enig om å utveksle informasjon om sine respektive planer, og en representant fra WMO ble invitert med til det andre møtet i PG. Samme høsten fikk initiativet støtte fra flere organisasjoner, inkludert UNESCO og Arktisk Råd.

PGs andre møte ble holdt 17–19. desember 2003. ICSU hadde i mellomtiden utvidet planleggingsgruppen til 12 personer. Gruppen vedtok (under dissens) å anbefale at ICSU og WMO tok et felles ansvar for IPY, og gjorde det samtidig klart at IPY måtte ha bred faglig tilnærming og dekke både naturfaglige og sosiale studier. Enkelte fryktet at ved å be WMO om å være co-sponsor, kunne programmet bli veldig smalt, mens andre påpekte verdien av å ha en slik mellomstatlig organisasjon involvert for å få støtte for eksempel i Kina og i land i Sør-Amerika. Til møtet forelå det i alt 135 forskningsforslag fra 22 nasjoner, som var kommet som svar på invitasjonen sendt ut tre måneder tidligere. PG sorterte de forskjellige faglige innspillene etter tema, og registrerte at det så langt var liten interesse fra samfunnsvitenskapene. PG sendte derfor ut en ny forespørsel om forslag.

Gjennom de neste to månedene ble det klarlagt at ICSU og WMO kunne gå videre sammen og ta et felles ansvar og lederskap for IPY. Innen februar 2004 hadde også 14 nasjoner etablert nasjonalkomiteer for IPY, eller gitt beskjed om sitt nasjonale kontaktpunkt.

WMO og ICSU tar ansvar og miljøene aktiviseres

Tredje møte i PG foregikk 1–3. april 2004. WMO tok nå sterkere del i arbeidet i planleggingsgruppen, som formelt fortsatt lå under ICSU. Til møtet forelå det mange flere innspill, i tillegg til resultatene fra et åpent diskusjonsmøte avholdt dagen før i samme møtelokale. På dette møtet deltok, i tillegg til PG, åtte internasjonale organisasjoner og IPY-representanter fra syv nasjoner. Møtet produserte mangfoldige innspill til de påfølgende diskusjonene.

Etter PGs møte forelå et konkret planleggingsdokument på 40 sider med tittelen «International Polar Year 2007–2008: Initial Outline Science Plan», som ble lagt ut på web 20. april. Vedlagt dokumentet var 15 sider som oppsummerte de mer enn 350 forslagene innsendt innen mars 2004. Det var åpenbart at IPY-planene hadde generert mye entusiasme, særlig i de naturvitenskapelige miljøene.

På et møte i Senior Arctic Officials (SAO) under Arktisk Råd tidlig i mai, ble det imidlertid klart at ikke alle hadde samme syn på planleggingen så langt.

Hovedkontoret til FN-organisasjonen:
World Meteorological Organization
(WMO) i Geneve. Foto: Kristen Ulstein

Logoen til IGY (1957-1958)

Den internasjonale logoen for IPY
(1957-1958)



Selv om møtet varmt støttet ideen om IPY, signaliserte urfolks representantene at den menneskelige dimensjonen var dårlig ivaretatt i planleggingen så langt. Bare noen dager senere kom lignende beskjed fra 5. International Congress of Arctic Social Sciences.

I løpet av sommermånedene vedtok ICSU og WMO formelt å stå sammen om IPY. Det kom mange innspill til å forbedre «Outline Science Plan», blant annet for å imøtekomme kritikken fra mai.

Fjerde og siste møte i PG ble, som de foregående, avholdt i Paris. Før møtet var det et to-dagers åpent diskusjonsforum 13–14. september, der mer enn 60 deltok: Representanter fra 13 nasjonalkomiteer, viktige forskningsbevilgende organisasjoner, over 20 internasjonale organisasjoner og 15 medlemmer fra PG. Så interessen hadde vokst sterkt. Diskusjonene viste solid støtte til at samfunnsvitenskapene måtte være en egen bærebjelke i IPY. De fleste på møtet gikk mot at det skulle være identifiserte flaggskipprogram, og ville ha en demokratisk innsendelsesprosess der alle kunne delta, enten programmets omfang var stort eller lite. Fra forskningsråd ble det dog påpekt at det kunne være verdi i få identifisert de store utfordringene. Forumet diskuterte også hvordan IPY skulle engasjere unge forskere, IPYs forhold til kommersielle partnere og mange spørsmål knyttet til gjennomføringen av IPY.

PG-møtet foregikk de to påfølgende dagene. Det opprinnelige plandokumentet ble kraftig revidert i henhold til innspillene de seneste månedene og fra forumet dagene før, og det ble laget nye avsnitt knyttet til databehandling, utdanning og formidling. De forskjellige faglige innspillene ble organisert tematisk og ikke langs tradisjonelle disipliner.

Sluttdokumentet fikk navnet «A framework for the International Polar Year 2007–2008». Det ble lagt ut på web 1. november, og utgitt av ICSU kort etterpå som en 38-siders trykksak.

PG diskuterte også hvordan prosessen skulle føres videre, inkludert etableringen av sekretariatet for IPY i Cambridge og styringskomiteen for IPY, som fikk navnet Joint Committee (JC). Potensielle navn på medlemmer av JC ble diskutert i marginen av møtet.

Det var enighet om at verken PG eller JC skulle prioritere mellom innsendte forslag. Det skulle skje gjennom de vanlige prosesser i de nasjonale forskningsrådene. I stedet skulle JC sjekke prosjektene ut mot identifiserte kriterier, så som at prosjektet måtte foregå i IPY-perioden, være internasjonale og ha plan for datahåndtering. JC skulle imidlertid kunne samordne overlappende forslag.

Med dette var den internasjonale IPY-planleggingen over. Neste skritt var å forberede gjennomføringen.



Sentrale ledere i IPY samlet i Geneve til feiring av slutten på siste feltsesong 25. februar 2009. David Carlson (t.v.) ledet det internasjonale programkontoret i Cambridge, Ian Allison og Michel Béland ledet ICSU/WMO Joint Committee for IPY.

Foto: Kristen Ulstein

Fra planlegging til gjennomføring

I november annonserte ICSU og WMO sammensetningen av JC, som var stort sett nye navn. De sendte på nytt ut invitasjon (denne gang i seks språk) til fagmiljøene om å komme med «Expression of Interest». JC hadde sitt første møte i november 2004. Da forelå det over tusen svar på invitasjonen. I løpet av det neste året samordnet JC disse til 228 IPY-godkjente programmer. Disse la grunnlaget for det internasjonale koordinerte forskningsprogrammet, som startet 1. mars 2007.

JC gjorde en stor jobb med å samordne prosjektideer og bidro sterkt til å få økt fokus på formidling og datahåndtering. Men JC hadde ingen midler av betydning, slik at finansiering og aktivitetsnivå på disse to områdene, og andre, i stor grad ble prisgitt hva de enkelte nasjonene kunne bidra med. Det gikk derfor flere «tiggebrev» fra JC til nasjonale IPY-komiteer om hjelp til med-finansiering av enkelte aktiviteter. I realiteten fikk JC relativt liten innflytelse på innholdet i Polarårets forskningsaktiviteter.

Prosesen rundt oppstarten av IPY favnet vidt i fagmiljøene. Polaråret inkluderte derfor fagmiljøer som ikke tradisjonelt tenkte på «polare» temaer. Det styrket IPYs relevans at den menneskelige dimensjon og de som bor i Arktis ble trukket inn, særlig for de arktiske nasjonene. Vektleggingen av den menneskelige dimensjonen trakk også med flere unge forskere, og tilnærmingen bidro til at utdanning og formidling ble en sterk komponent i mange av prosjektene.

Men denne «bottom-up» prosessen hadde også nedsider, som JC selv har identifisert i sin oppsum-

mering av IPY. Den viktigste var kanskje at utvalgsprosessen ikke ble samordnet mellom dem som bevilger forskningsmidler. En visjon for IPY var å gjennomføre banebrytende polarforskning som bare kunne oppnås når mange nasjoner opptrådte med samordnet, ekstra innsats. En sterkere styring ovenfra, for eksempel ved at noen spesielt viktige programmer var blitt identifisert på forhånd, ville gjort det mye lettere å nå slike mål om samordning.

Det ble gjort forsøk på slik overordnet samtenking gjennom en uformell organisasjon som tok navnet HAIS (Heads of Arctic/Antarctic IPY Secretariats) og gjennom ledelsen for de utøvende organisasjonene som drev feltarbeid i Antarktis og Arktis (COMNAP og FARO). I praksis ble disse møtene mest nyttig på det bilaterale planet.

Listen over de 228 IPY-godkjente programmene (170 i forskning, 1 i datahåndtering, 57 i utdanning og formidling) lå til grunn for arbeidet i alle landene. Men de av deltakerlandene som bevilget egne midler til IPY, gjennomførte sine utlysninger av IPY-midler på sin nasjonale måte, uten internasjonal samordning verken når det gjaldt innhold eller utlysningstidspunkt. Tildelinger til forskning ble (som vanlig) basert på kvalitet i de innsendte nasjonale prosjektforslag. Kontakt mellom forskningsrådene, bilateralt og gjennom HAIS, skjedde for det meste etter at de nasjonale prosjekt-tildelingene var fullført. Det kunne derfor i enkelte tilfeller oppstå mangler i helheten, forskningsbehov som ikke ble dekket gjennom IPYs dugnad for innsamling av data.



The International Polar Year 2007–2008 var i utgangspunktet bare en internasjonal plattform for forskningssamarbeid. Det var opp til hvert enkelt land å organisere og finansiere opp nasjonale aktiviteter som kunne fylle plattformen med innhold. Foto: Kristen Ulstein

Slik ble Polaråret stort i Norge

Av Olav Orheim, Norges forskningsråd, leder av det norske IPY-sekretariatet

Det internasjonale polaråret (IPY) var en grandios tanke – uttenkt i internasjonale forskerfora. Det er slett ikke noen automatikk i at det fører til stor bevilgning over statsbudsjettet. Når Polaråret ble så stort i Norge var det resultat av et langvarig forankringsarbeid og en godt gjennomtenkt organisering.

Den første fasen

I Norge hadde arbeidet med IPY startet allerede 11. desember 2003 ved at Det Norske Videnskaps-Akademi, i samråd med Forskningsrådet, oppnevnte en første IPY-komite. Sekretariatet for Forskningsrådets Nasjonalkomite for polarforskning fungerte også som sekretariat for IPY-komiteen. Komiteen og sekretariatet var det nasjonale bindeledd til de internasjonale prosessene.

I 2005 var det klart at Det internasjonale polaråret (IPY) ville finne sted. «Eierne» av forrige polarår, ICSU og WMO, hadde godkjent planene og nedsatt en styringskomite (Joint Committee, JC). Polaråret hadde fått sterk støtte i de overordnede internasjonale politiske organene for polarområdene, det vil si Arktisk Råd og de konsultative møtene under Antarktistraktaten. Selvsagt hadde ideen også svært stor oppslutning i de vitenskapelige organene som stelte med internasjonal polarforskning. Oppslutningen blant forskerne var enorm, med over tusen forskjellige prosjektforslag.

Det interdepartementale polarutvalg (som samordner departementenes behandling av polarsaker) hadde også diskutert saken.

I Statsbudsjettet for 2006 gikk tre departementer sammen om å bevilge 5 millioner til Forskningsrådet

for å forberede IPY. Beløpet var fordelt med 2 mill. kroner hver fra Kunnskapsdepartementet og Miljøverndepartementet og 1 mill. fra Justisdepartementet. (Sistnevnte kan være uventet. Forklaringen er at JD har ansvar for Svalbardforvaltningen gjennom Selsmannen). De samme beløpene ble bevilget for 2007 og 2008.

Forskningsrådet tar ledelsen og IPY-komiteen opprettes

Etter hvert som forberedelsene til IPY gikk over i en mer operativ fase, måtte det norske arbeidet få en tyngre organisering. Dette ble klart sommeren 2005 og Videnskaps-Akademiet sluttet seg til en ny forankring. 22. august opprettet Forskningsrådet et sekretariat med utvidete ressurser for å håndtere faglig koordinering, logistikk, myndighetskontakt, formidlings- og utdanningsaktiviteter. Det ble også enighet om å oppnevne en ny IPY-komite, som skulle fungere som et underutvalg til Nasjonalkomiteen for Polarforskning og rapportere til denne (og til Videnskaps Akademiets). Divisjon for store satsinger avsatte 3 mill. kroner til IPY for 2005 og 2006.

Høsten 2005 startet Forskningsrådet gjennom Nasjonalkomiteen for polarforskning og IPY-sekretariatet arbeidet med å bestemme struktur for forberedelsene til og gjennomføring av IPY. En hovedoppgave var å lage et «policy»-dokument for den norske IPY-deltakelsen – et dokument som kunne danne grunnlag for profilen på norsk deltakelse og substansen i en utlysningstekst.

Andre viktige spørsmål var sammensetning av den



IPY-komiteens leder Øystein Hov (bak) følger med mens Kronprins Haakon snakker med barn på Rådhusplassen i Oslo under åpningen av Polaråret 1. mars 2007. Foto: Kristen Ulstein



Norges forskningsråd har hatt sekretariatsansvaret for og stått for administrasjonen av Polaråret i Norge. Her tar administrerende direktør Arvid Hallén mot Kronprins Haakon og Statsråd Tora Aasland på Norges Varemesse foran åpningen av IPY Oslo Science Conference 8.juni 2010. Foto: John Petter Reinertsen

nye IPY-komiteen, og mandatet og roller for de enkelte organisasjonsledd, inkludert sekretariatet og komiteene. Et overordnet spørsmål som ble diskutert var omfanget av norsk satsing, men det berodde selvsagt ikke bare på hva Forskningsrådet ville foreslå, men på bevilgende departement(er).

I løpet av høst-månedene ble policy-dokument og norsk organisering av IPY-arbeidet godkjent i komiteene og i Forskningsrådets Divisjonsstyre. Den oppgraderte IPY-komiteen fikk følgende sammensetning:

Øystein Hov, Meteorologisk institutt, Oslo, leder

Hanne Christiansen, UNIS, Longyearbyen

Olav Eldholm, Universitetet i Bergen

Kirsti Kolle Grøndahl, Fylkesmann i Buskerud, Drammen

Kim Holmén, Norsk Polarinstitut, Tromsø

Grethe Hovelsrud, CICERO, Oslo

Ole Arve Misund, Havforskningsinstituttet, Bergen

Guro Dahle Strøm, Norsk romsenter, Oslo

Formannen i Nasjonalkomiteen for polarforskning, ex officio.

Olav Eldholm ble oppnevnt som Videnskaps Akademiets representant, og Grete Hovelsrud var også norsk medlem av JC.

Komiteen hadde sitt første møte 17. november 2005, og hadde i alt 20 møter inkludert det siste 11. april 2011. (Ett møte ble avviklet som e-post-møte). Den hadde uendret sammensetning hele perioden, bortsett fra at Bo Andersen, Norsk romsenter, overtok for Harald Loeng, Havforskningsinstituttet, som Nasjonalkomiteens formann fra 2010.

IPY-komiteen fikk det overordnede ansvar for at de nasjonale IPY-oppgavene ble dekket, og hadde i praksis stor selvstendighet. Komiteens mandat besto av 11 punkter og baserte seg i hovedsak på Joint Committee's beskrivelse av nasjonale IPY-oppgaver. Disse inkluderte at den skulle:

- være informasjonskanal fra JC til de norske forskningsmiljøene og gi norske innspill til JC
- ha overordnet oversikt over den norske IPY-virk-somheten
- bidra med planlegging og gjennomføring av norske IPY-prosjekter, inkludert å gi norsk godkjen-nelse til forslag der dette er aktuelt
- sikre at norsk-innsamlede IPY-data er tilgjengelig

for andre i henhold til JCs retningslinjer

- ta en ledende nasjonal rolle innenfor utdannelse og formidling og kommunikasjon
- fremme tildeling av nasjonale midler, logistikk og annen støtte til gjennomføring av norske bidrag til IPY
- godkjenne arbeidsdeling og vektlegging av opp-gaver mellom IPY-komiteen og IPY-sekretariatet

IPY-komiteen var helt sentral i utviklingen av Polar-året. Den hadde stor samlet erfaring og kunnskap om norsk og internasjonal polarforskning, noe som ikke minst var viktig for å kvalitetssikre alle vesentlige vei-valg.

Profil på, og omfang av, norsk IPY-innsats

Ut fra policydokumentet skulle IPY i Norge være et balansert nasjonalt program, knyttet til det interna-sjonale programmet. Innsatsen burde samsvare med prioriteringer i de strategiske forskningsplanene for Arktis og Antarktis, som nylig var vedtatt i Forsknings-rådet, med følgende forskningsmessige og samfunns-messige mål:

- bidra til å fremskaffe ny kunnskap av høy faglig kvalitet om grunnleggende prosesser og sentrale naturfenomener i polarområdene. Innsatsen skal gi en kunnskapsarv av samfunnmessig relevans i forhold til behov for god forvaltning, inkludert utvikling av prognoser for klimaendringer, forvaltning av ressurser og miljø og effektene av endringsprosessene i nordområdene.
- føre til en betydelig økning i varig internasjonalt samarbeid, særlig med Russland, og i utenlandske forskeres bruk av norsk infrastruktur på Svalbard i samarbeid med norske miljøer.
- føre til en målbar økt interesse blant skoleelever og studenter innen de fagområder der Norge har deltatt, spesielt innen realfag.
- føre til økt innsikt i betydningen av polarforsk-ning og om polarområdene generelt i det norske samfunnet

Summen av norske forslag til IPY-prosjekter, innsendt til JC, oversteg 2 milliarder kroner. Ut fra dette, og bildet som avtegnet seg av den internasjonale innsat-sen, foreslo Nasjonalkomiteen for polarforskning i november 2005 at det for budsjettårene 2007–2010

skulle bevilges et samlet beløp på 800 millioner kroner i ferske midler. Forskningsrådet fremmet så et budsjettforslag på 100 millioner årlig i fire år, fra og med 2007. Den omfattende begrunnelsen for en slik stor satsing inkluderte følgende momenter:

- Norge er eneste land med forvaltningsansvar i begge polarområdene.
- IPY kan skape en arv av bedret samarbeid i Arktis – slik IGY gjorde for Antarktis.
- IPY er en del av oppfølging av regjeringens nordområdesatsing.
- Bedre utnyttelse av norsk polar infrastruktur på lang sikt.
- Ny forskning bidrar til oppbygging av forskningskompetanse.
- Forskningsresultater av betydning for ressurs, natur og kulturminneforvaltning.
- Økt interesse for og rekruttering til realfag.
- Teknologi- og næringsutvikling.

Stortinget vedtok høsten 2006 under Kunnskapsdepartementets budsjett en tildeling på 80 millioner for 2007, med signal om at totalbeløpet ville bli 320 millioner, fordelt med 80 millioner på hvert av budsjettårene 2007–2010.

Kompleks organisering

Policydokumentet klarla også rollene til forskjellige organisasjonsledd, som vist i organogrammet til høyre. Kanskje det viktigste var at søknadsbehandling, og tildeling av midler, skulle skje gjennom internasjonale referee-system etter Forskningsrådets vanlige prosesser, og ikke avgjøres i IPY-komiteen eller Nasjonalkomiteen for polarforskning. Det ble også egen prosess for tildeling av midler til utdanning og formidling. Det ble lagt noen ekstra føringer på samlet profil på den norske innsatsen, som inkluderte

- Største delen av norsk IPY forskning i felt skal foregå i Arktis, fremfor Antarktis.
- Det skal gis prioritet til forskningsprosjekter der norske forskningsgrupper har en ledende eller tung rolle, og der det kan forventes resultater som skaper internasjonal oppmerksomhet.
- Bruk av norsk infrastruktur skal prioriteres, men det må også være midler til norsk deltagelse på andre lands forskningsplattformer.
- Den samlede portefølje bør inkludere prosjekter med tung norsk og russisk deltagelse.
- Det skal avsettes øremerkede midler til profilering og utdanning.



Et av de nasjonale målene var en betydelig økning i utenlandske forskeres bruk av forskningsinfrastruktur på Svalbard – for eksempel i Ny-Ålesund.
Foto: Kristen Ulstein

Hele søknadsbehandlingen er beskrevet i egen artikkel av Per Backe-Hansen, som ledet dette arbeidet.

Støtte til forskningsmiljøene for å utvikle IPY-prosjektene

Selv om de fleste aktuelle miljøer var godt orientert om IPY-forberedelsene, var det åpenbart behov for å informere miljøene om prosessen videre. Mot slutten av 2005 arrangerte Forskningsrådet derfor orienteringsmøter i Bergen, Oslo og Tromsø.

Videre ble det utlyst midler som miljøene kunne søke for å utvikle samarbeidsprosjekter, ved å få støtte til å arrangere møter i Norge, eller delta i internasjonale møter. I alt ble det avsatt 2 millioner kroner til dette, og prosjektetableringsstøtte ble tildelt gjennom enkel administrativ saksbehandling. Det var en forutsetning for tildeling at det gjaldt et IPY-prosjektene godkjent av JC. Dersom det var flere norske potensielle partnere i et slikt prosjekt, måtte de samordne seg til en felles søknad.

Administrasjon

Olav Orheim har ledet Forskningsrådets sekretariat for Polaråret gjennom hele perioden. For øvrig har en lang rekke ansatte i Forskningsrådet vært med i sekretariatet på deltid:

- **Kristen Ulstein**, ansvarlig for kommunikasjon, utdanning og formidling – hele perioden
- **Per Backe-Hansen**, søknadsbehandling og prosjektoppfølgning
- **Karin Refsnes**, budsjett og prosjektoppfølgning
- **Lise Frøseth, Randi Isaksen, Vibeke Rosenberg og Margrethe Valler**, konsulenter

Programmet har vært plassert i Avdeling for klima og miljø, med **Kirsten Broch Mathisen** som avdelingsdirektør.

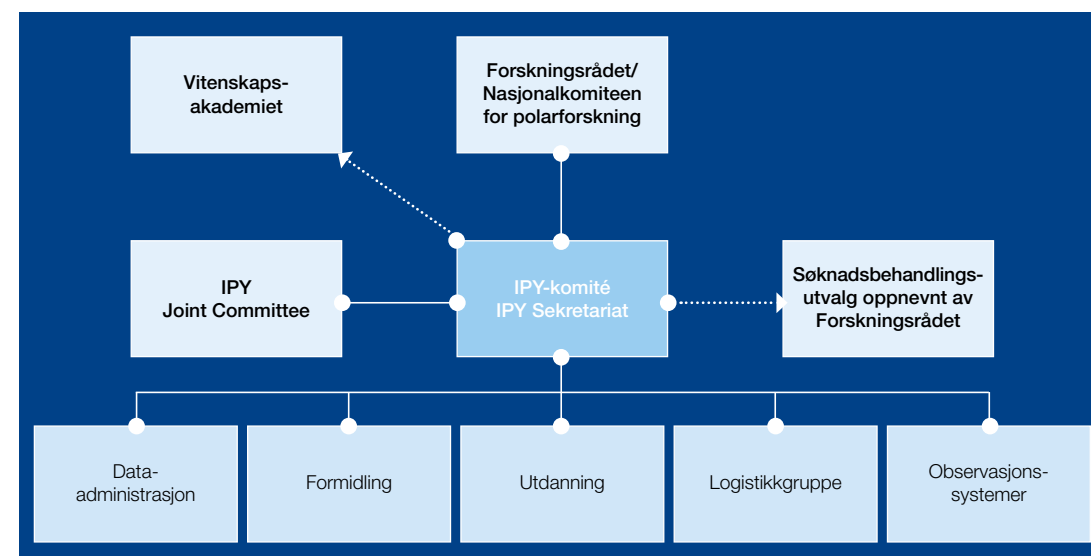
Delansvar for utdanningsaktivitetene har vært utkontraktert til:

- **Karl Torstein Hetland**, Naturfagsenteret
- **Eystein Markussen og Elise Strømseng**, Universitetsenteret på Svalbard

På kommunikasjonssiden har det vært samarbeid med:

- Journalistene **Susanne Moen Stephansen og Anita Munch**, webjournalistikk
- Bouvet, websider
- Fete Typer, grafisk design
- Snøball Film, film/video redigering og filmarkiv

Alle disse har, hver på sin plass, bidratt til å gjøre Polaråret stort i Norge.



Folkets Polarår

Av Kristen Ulstein, Norges forskningsråd og Karl Torstein Hetland, Naturfagsenteret

Allerede tidlig i planfasen var det klart at Polaråret skulle bli noe mer enn et vanlig forskningsprogram. Gjennom et mangfold av aktiviteter og kommunikasjonsgrep lyktes Polaråret langt på veg med å informere og involvere folk flest. Vi som jobbet med undervisning og formidling hadde rikelig tilgang på engasjerte og iderike mennesker, og tilstrekkelig med økonomiske ressurser til å virkeliggjøre «Folkets Polarår».

I dette kapitlet skal vi oppsummere hva vi gjorde og hva som kom ut av det. Vi vil også forsøke å begrunne de valgene vi gjorde. Forhåpentlig vil våre erfaringer kunne komme til nytte for alle som setter seg som mål å få vitenskapen ut til folket. Noen av grepene kan kanskje også gjentas av andre.

Et godt strategisk fundament

Det var en planleggingsgruppe i det internasjonale

forskningsrådet ICSU som laget det første grunnlagsdokumentet for International Polar Year 2007–2008 (IPY). De som planla IPY i 2004 satte seg fire store mål. Målene handlet selvsagt om forskning og observasjonssystemer, men hele to av fire mål handlet om forskningskommunikasjon:

- Å inspirere en ny generasjon av polarforskere og ingeniører.
- Å vekke stor interesse blant og deltakelse fra beboere i polarområder, skoleelever, allmenheten og beslutningstakere i hele verden.

Slik la allerede de første dokumentene et godt fundament for å integrere forskningen og en tung satsing på «Education, Outreach and Communication» (EOC). I vitenskapsprogrammet for IPY (The Scope of Science

for the International Polar Year, WMO 2007) er det listet hele 57 EOC-prosjekter som er godkjent av den internasjonale felleskomiteen.

Satsingen på forskningskommunikasjon begrunnes med at «Polarområdene byr på et kraftfullt utgangspunkt for undervisning og læring, og tiltrekker interesse fra et bredt og sammensatt publikum. IPY gir derfor svært god mulighet for undervisning og formidling. EOC-strategien stiller spørsmålet: Hvorfor er polområdene og polarforskning viktig for alle folk på jorda?» Prosjektene skulle bidra til økt bevissthet om dette, men skulle også fremme rekrutteringen til polarforskning.

Den norske IPY-komiteen hadde sitt konstituerende møte i mars 2004. Komiteen drøftet kommunikasjon i første møte, men først i november 2005 ble det vedtatt å nedsette to underutvalg; ett for formidling og ett for undervisning. En kommunikasjonsplan var allerede utarbeidet, men tiltakssiden ble videre utviklet utover i 2006. De to utvalgene konstituerte seg våren 2006 og ble gitt mandat av IPY-komiteen.

Koordineringsansvaret for tiltak rettet mot høyere utdanning ble lagt til UNIS i Longyearbyen, mens Naturfagsenteret ved Universitetet i Oslo inngikk en avtale med Forskningsrådet om sekretariatsfunksjon for utdanningsutvalget og koordinering av tiltak for og i grunnskolen/videregående skole. Koordinering av kommunikasjon og formidling, og sekretariat for formidlingsutvalget, ble lagt til kommunikasjonsrådgiveren i Forskningsrådets IPY-sekretariat.

Formidlingsutvalget samlet kommunikasjonsdirektørene i de viktigste forskningsinstitusjonene og ble

derfor et svært nyttig strategisk forum og samtidig et godt koordineringsorgan. Utvalget fastsatte følgende strategiske kommunikasjonsmål for Polaråret i Norge:

- Profilere (synliggjøre og tydeliggjøre) norsk polarforskning i Norge overfor nøkkelmålgrupper og allmenheten
- Profilere norsk polarforskning og Norge som polarnasjon internasjonalt
- Skape økt interesse for polarforskning spesielt og dermed realfag generelt (hovedmål for utdanningsutvalget)
- Synliggjøre IPY i Norge

Utlysning av støtte til større EOC-prosjekter

Polaråret støttet i alt 22 formidlings- og utdanningsprosjekter etter runder med utlysning i 2006. Totalt ble det avsatt 14 mill. kroner til dette formålet. De prosjektene som mottok støtte, er presentert i et eget kapittel; utlysningen og bevilgningsprosessen i et annet.

Profilering av en nasjonal storsatsing

Det krevde noen grep å få posisjonert Polaråret som en nasjonal storsatsing. Siden programmet var annerledes organisert enn Forskningsrådets øvrige portefølje, fikk vi anledning til å drive merkevarebygging. Det var et poeng at mange vanlige TV-seere og avislesere skulle bli kjent med IPY. Derfor måtte vi ha et navn som var kort, lett å huske og lett å referere til. Vi valgte kortformen Polaråret.

I juni 2006 inngikk vi avtale med designfirmaet



Barna ble invitert til å ha med seg fargerike "ismursteiner" hjemmefra og bygge en dekorasjonen foran scenen før den offisielle åpningen 1.mars 2007. Foto: Scanpix



Alle de arktiske urfolkene åpnet sitt Polarår i Guovdageaidnu. Foto: Kristen Ulstein



Rådhusplassen 1.mars 2007. Foto: Kristen Ulstein



HKH Kronprins Haakon fullførte den fargerik is-skulpturen foran scenen. Foto: Scanpix



Som nasjonal begivenhet ble Polaråret markert med egne frimerker.

«Fete typer» om utvikling av en grafisk profil for programmet. I tid falt dette sammen med opprettelse av nettsider. I tillegg til en fargenøkkel, en profilstripe og et sett med profildbilder, ble det lagt mye vekt på å utvikle en tekstlogo. Logoen for det internasjonale programmet framsto som gammelmødig og utydelig. Løsningen ble å bruke de to logoene sammen i en del sammenhenger. Nettsidene skulle ha informasjonssider på engelsk, russisk og samisk i tillegg til norsk, og vi valgte å lage tekstlogoer på alle fire språk.

Dermed hadde vi også en eksportvare. Etter avtale med det internasjonale programkontoret i Cambridge, fikk andre land tilbud om å bruke den norske profilen. Flere land valgte å bruke hele eller deler av det grafiske materialet. Det ble også laget en tysk versjon av logoen. Gjennomført bruk av den grafiske profilen i Norge var med på å sikre gjenkjenning. Dette var viktig for at kommunikasjonsbrokker i ulike kanaler skulle kunne forsterke hverandre.

De nasjonale IPY-programmene i Skandinavia tok alle tidlig kontakt med kongehusene, og kongehusene i mellom ble det besluttet at tronfølgerne skulle stille seg til rådighet som beskyttere for Polaråret. Dette viste seg å bli uvurderlig som et symbol forskningsprogrammets nasjonale betydning og polarområdene betydning for Norden. HKH Kronprins Haakon viste gjennom hele Polaråret stor faglig interesse for og god innsikt i polar- og klimaspørsmål. Hans og de andre tronfølgerne engasjement var svært viktig for det folkelige engasjementet.

Frimerkeutgivelse har også tradisjonelt vært reservert

for store begivenheter. Polaråret søkte om frimerke, med henvisning til at det også i 1957 ble utgitt frimerke i forbindelse med det tredje internasjonale polaråret (IGY). Posten besluttet å utgi to valører (10,50 og 13 kroner) og Sverre Morken ble satt på designoppgaven. Sekretariatet hadde tett samarbeid med Morken om motivene og bidro også med tekster om Polaråret til en rekke filateliprodukter. Frimerkene ble lansert 21. februar 2007.

Post Greenland ga ut en samlebok med Polarårsfrimerker fra alle de nordiske landene, USA og Canada. Boken presenterte også de nasjonale forskningsprogrammene. Utgivelsen bidro til profileringen av IPY som et internasjonalt program.

Polaråret på nett

Polarårets norske nettsider var en viktig del av profileringen og en kanal for grunnleggende informasjon om og nyheter fra forskningsprogrammet. Det ble lagt vekt på å gi sidene tiltalende design, med gode muligheter for bildebruk, og sikre relativt hyppig oppdatering. Interaksjonsdesignet ble basert på en emnekartløsning, som ga gode muligheter til å knytte alt relevant innhold til temaer og/eller til det omtalte forskningsprosjektet.

Nettsidene var mye besøkt gjennom hele Polaråret. I gjennomsnitt var over 4000 unike brukere innom sidene hver måned. På det meste hadde vi helt opp mot 6000 besøkende.

Etter hvert som vi også opprettet nettsider for IPY Oslo Science Conference, ble samlet webtrafikk selv sagt betydelig større. Konferansesiden hadde over 3000



Journalistkurset har gjort strandhogg på Blomstrandhalvøya i Kongsfjorden i september 2006. Kings Bay-direktør Oddvar Midtkandal (med ryggen til) orienterer. Foto: Kristen Ulstein

besøk på peakdager. Totalt i perioden fra nyttår til august 2010 hadde konferansesiden hatt nesten 42 000 unike besøkende, godt over 100 000 besøk og nesten en halv million sidevisninger.

Høy prioritering av TV

Mediestrategien bygde på den grunntanken at Polarårets aktiviteter ville passe særlig godt som stofftilfang for levende bildemedier. Polarområdene er fortsatt relativt utilgjengelige og eksotiske, polarforskningen innebærer et visst drama med krevende klima, mye logistikk og tungt utstyr, og mye naturfaglig forskning med feltarbeid og innsamling av prøver. Alt dette er velegnet for bildelegging. Derfor ble det også tatt kontakt med ledelsen i TV2 og NRK et helt år før Polaråret startet, med invitasjon til orientering og drøfting av samarbeidsmuligheter.

I NRK var ledelsen både interessert i å få tilgang til polarforskningen og villig til å sette av egne ressurser. TV2 derimot svarte ikke på henvendelser og viste ingen interesse. Det ble ikke inngått avtaler, men ledelsen i NRK la til rette for et godt samspill, til gjensidig nytte, med en rekke ulike redaksjoner. I tillegg til mange magasin- og nyhetsinnslag, gjennomførte NRK flere store egenproduksjoner. TV2 hadde også nyhetsdekning av en del Polarårsaktiviteter, men i praksis ble NRK Polarårrets hovedkanal.

Den største egensatsingen fra NRKs side var en dokumentarserie på 6 programmer (55 minutters) om norsk polarhistorie. Dette var første gang den norske polarhistorien ble framstilt samlet i en dokumentarserie.

Programleder Ole André Sivertsen og regissør Håvard Jenssen filmet på de fleste steder av betydning for norsk polarhistorie, blant annet i Antarktis, på Sør-Georgia, Grønland, Frans Josefs Land, Bjørnøya og Svalbard. Serien ble vist første gang våren 2009. Ellers laget NRK større dokumentarer fra de to turene de skandinaviske tronfølgerne gjennomførte i forbindelse med Polaråret, en tur til Svalbard og en tur til Grønland.

Fire av de formidlingsprosjektene Polaråret støttet, leverte også materiale til NRK. Allerede ved åpningen kunne NRK vise bilder fra naturfotografen Arne Nævra og Stein P. Aasheim seilbåteekspedisjon til Sør-Georgia og den antarktiske halvøya. Senere leverte journalist Unni Ødegård en reportasjeserie til Schrödingers Katt fra den første delen av den amerikansk/norske beltevognsekspedisjonen fra Troll til Sydpolen. I juli 2008 viste NRK dokumentaren «Jakta på polarstormen» – en film fra Polarårsprosjektet THORPEX. Foran Klimatoppmøtet i København viste NRK en dokumentarfilm fra forskning og overvåking i Ny Ålesund.

Journalistkurs på Svalbard

Tidlig kontakt med mediene var altså en viktig del av Polarårets strategi.

I forberedelsene til kommunikasjonsarbeidet ble det etter hvert klart at vi hadde få journalister i mediene med erfaring fra polarområdene og gode kunnskaper om polarforskning. For å sikre bredere interesse for og dekning av polarforskningen under Polaråret, inviterte sekretariatet og Kunnskapsdepartementet til

journalistkurs på Svalbard allerede høsten 2006. Kurset ble gjennomført i tett samarbeid med logistikkeierne i Longyearbyen og Ny-Ålesund, Kystvakta og ikke minst de sentrale forskningsmiljøene.

Kurset varte en uke og ga en bred introduksjon til pågående polarforskning, planlagt forskning under Polaråret og juridiske og geopolitiske forhold knyttet til forvaltningen av øygruppa. Av over 40 søkere fikk 20 journalister plass. Kurset ble svært positivt evaluert, og bidro til å legge grunnlaget for senere medieoppfølging

NRK, Snøball Film og Polaråret inviterte til en dags felles opplæring av forskere som skulle bruke kameraene. Kurset ble avholdt i NRKs lokaler på Tyholt og ga også en introduksjon til arbeidet i redaksjonene til de to vitenskapsmagasinene som lages i Trondheim. Et 20-talls forskere, mange av dem unge stipendiater, deltok på kurset.

Kameraene ble mye brukt og filmmateriale fra forskere ble anvendt i en rekke nyhetsinnslag og reportasjer. Dessuten laget Snøball Film korte webfilmer fra flere av prosjektene basert på opptakene og på opp-

mært produsert med tanke på distribusjon i skolen, men har også vært delt ut som en «hovedbrosjyre» for Polaråret. For øvrig begrenset trykte publikasjoner seg til mindre brosjyrer av ulike slag.

Første utgave av magasinet om Polaråret kom ut i et opplag på 40 000 og ble distribuert som klassesett til videregående skoler og tilbudt til ungdomsskolen på bestilling. Responsen var helt overveldende: 1200 klassesett er sendt ut i skolen. Det betyr at minst 35000 elever fikk magasinet, og mange skoler gjennomførte

programmet ble det blant annet vist innslag fra Troll og et intervju med Liv Arnesen som akkurat da startet på en ekspedisjon til Nordpolen. Tromsøartisten Frost sto for det musikalske. HKH Kronprins Haakon foretok den offisielle åpning. Blant de andre talerne var Statsminister Jens Stoltenberg og Forskningsrådets direktør Arvid Hallén. Hele åpningen ble tatt opp i TV-kvalitet og vist direkte på web-TV på NRK.no og flere andre plattformer. En versjon med engelsk tolkning gikk direkte på Arctic Portal. Åpningen fikk god



NRKs Eivind Molde intervjuer Olav Orheim i lasterommet på den russiske isbryteren Ivan Papanin. Foto: Kristen Ulstein



Hele 3500 skolebarn fylte Rådhusplassen under åpningen av Polaråret. Foto: Anita Thorolvsen Munch



Omvisning i det store polarteltet på Universitetsplassen under Forskningsdagene i 2007. Foto: Kristen Ulstein



Studentene fra Høgskolen i Oslo lærte bort igloo-bygging under Forskningsdagene. Foto: Kristen Ulstein



Mange klasser stilte opp på åpningen av Polaråret med plakater de hadde laget selv. Foto: Anita Thorolvsen Munch

fra Polaråret og fra enkeltprosjekter. Ingen forpliktende avtaler ble inngått, men vi vet at forhåndskunnskaper er med på å styre hva journalister interesserer seg for og følger opp.

Forskere med kamera

Som et ledd i oppfølgingen av NRK, ble redaksjonene i Schrodingers Katt og Newton introdusert for hele Polarårets portefølje høsten 2006. Vi drøftet mulighetene for å komme ut i felt med redaksjonene, men gjorde det samtidig klart at det ville være begrenset med plasser på skipstokt og ekspedisjoner. Samtidig viste NRK stor interesse for dette stoffet. Som et resultat av denne dialogen, ble det enighet om å gjøre et forsøk med å sende kamera med forskere i felt, slik at de selv kunne dokumentere sin egen forskning.

Det ble kjøpt inn 3 videokamera våren 2007 med sikte på utlån til Polarårs-prosjekter i felt. Samtidig ble det inngått avtale med undervisningsfilmselskapet Snøball Film om opprettelse av et filmarkiv og etterarbeid på grunnlag av innlevert materiale. Avtale med fotograf innebar rettigheter til etterbruk i Polarårsregi, og eierskap til materialet til forskningsinstitusjonen.

drag fra Polaråret eller prosjektinstitusjonen. Som et pilotprosjekt ga dette alle parter noen erfaringer, som forhåpentlig også kan ha overføringsverdi til framtidige forskningsaktiviteter.

Stor medieoppmerksomhet

Den totale medieoppmerksomheten om Polaråret og forskningsprosjektene er det ikke så enkelt å måle. Uansett hvordan du søker er det godt med treff på Google. Den viktigste indikasjonen på høy oppmerksomhet har vi imidlertid fra forskningsprosjektene egen rapportering. Ved utgangen av 2010 rapporterer de totalt 850 oppslag i massemedier.

Publikasjoner

Til lanseringen av Polaråret i mars 2007 ble det laget et felles nordisk magasin på engelsk på initiativ fra Danmark. Magasinet presenterte noen av intensjonene i de nordiske landenes bidrag til Polaråret.

I det norske programmet ble det produsert to utgaver av et magasin i masseopplag. Den første utgaven forelå til utdeling under Forskningsdagene i 2007. Det neste forelå til samme tid året etter. Magasinet var pri-

undervisningsopplegg om klima der Polaråret bidro med innhold. 2. utgaven av Polarårets magasin kom i et opplag 50 000. Også det ble delt ut under Forskningsdagene og fikk om lag like stor spredning i skolen. Totalt ble det altså sendt ut 2350 klassesett.

Spektakulær åpning 1. mars 2007

Det var formidlings- og undervisningsutvalgene som la premissene for åpningsarrangementet for det norske Polarårsprogrammet. IPY-komiteen ga sin tilslutning til en idé om et storarrangement på Rådhusplassen i Oslo, for å markere Folkets Polarår. Rammen i Oslo ble et polararrangement for 3500 skoleelever fra Oslo-området. Elevene ble oppfordret til å ha med seg «ismursteiner» frosset i melkekartonger. Når barna kom, var de med på å bygge et ismonument foran scenen. Det ble kjørt til store mengder snø, som ungene ble oppfordret til å lage snøskulpturer av.

Samtidig gikk det et stort sceneopplegg som vekslet med innslag på storskjerm – både fra plassen og fra andre steder i verden. Det var også åpningsarrangementer i Longyearbyen på Svalbard, på Troll-stasjonen i Antarktis og i Tromsø. I det 1 ½ time lange scene-

oppmerksomhet på NRK gjennom hele dagen, og ble også godt dekket av andre medier.

Om kvelden var prosjektledere og institusjonsledere, politikere og polarfolk fra departementene, og andre av Polarårets venner invitert til mottakelse om bord på polarskuta Fram, på Frammuseet. Her bidro statssekretær Lisbeth Rugtvedt til å understreke Polarårets nasjonale betydning.

Slike mottakelser hadde vi flere ganger gjennom Polaråret. Frammuseet viste mye velvilje og stilte opp på små og store oppdrag, enten det var utlån av gjenstander til dekor i Universitetets Aula eller grillfest for nesten 2000 polarforskere fra hele verden under IPY Oslo Science Conference.

Parallelt med den norske åpningen, var det et internasjonalt åpningsarrangement i Palais de la Decouverte i Paris. Det var det internasjonale forskningsrådet (ICSU) som var vertskap for åpningen, som ble foretatt av Monacos Prins Albert. Det var nasjonale åpningsmarkeringer i over 20 land, men ingen steder så spektakulært som i Oslo.

Også urfolkene IPY ble åpnet i Norge. Det skjedde et par uker tidligere i Guovdageaidnu (Kautokeino).

Åpningen av urfolkernes Internasjonale Polarår ble arrangert av Internasjonalt fag- og formidlingscenter for reindrift, Samisk høyskole/Nordisk Samisk Institutt, Association of World Reindeer Herders, Kompetansesenter for Urfolksrettigheter og Kautokeino kommune. Åpningen inkluderte urfolkrepresentanter fra hele den arktiske regionen, klimaforskere, forvaltere, politikere, reineiere og skoleungdom fra Kautokeino. Fra regjeringen deltok Miljøvernminister Helen Bjørnøy og blant talerne var Forskningsrådets direktør Arvid Hallén.

Forskningsdagene 2007

Høsten 2007 var Polaråret hovedtema for Forskningsdagene. Polaråret fikk bred oppmerksomhet gjennom det årlige gratisbilaget med programmet som gikk ut med Dagbladet. I Oslo sto Polaråret for åpningsarrangementet i Universitetets Aula. Her deltok HKH Kronprins Haakon og Forskningsminister Øystein Djupedal. Etterpå ble han vist rundt på Forsknings-torget på Universitetsplassen, der Polaråret fylte det store teltet foran aulaen.

I forberedelsene til Forskningsdagene ble det også arrangert en KickOff-konferanse for de lokale arrangementskontaktene på Svalbard i april. Her deltok bortimot 50 formidlingsentusiaster i et opplegg som både motiverte og ga innblikk Polarårets prosjekter og forskning på Svalbard.

Sekretariatet anslår at det avholdes omtrent tusen arrangementer over hele landet i løpet av festivaluka. Disse arrangementene spenner over hele bredden av forskning, men vi regner med at godt og vel hundre arrangement hadde polar tema.

Verdens miljøvern dag – verdensåpning i Tromsø juni 2008

UNEP, FNs miljøprogram, markerer Verdens miljøvern dag 5. juni. I 2008 var den internasjonale hovedmarkeringen lagt til Norge og Tromsø. Norsk polarinstitutt hadde en sentral rolle i planleggingen. En lang rekke arrangementer i dagene 3–5. juni fokuserte på hovedtemaet «Melting Ice – A Hot Topic», i nær tilknytning til Polaråret. Regjeringen markerte samtidig 20-årsjubileet for Brundtlandrapporten «Vår felles fremtid». Blant deltakerne var leder for IPCC Dr. Rajendra Pachauri og UNEPs direktør Achim Steiner. I en fjernsynsoverført festforestilling fra Tromsø Kulturhus deltok blant annet HKH Kronprins Haakon. Forestillingen ble sendt i hele Norden og Kronprinsen la stor vekt på betydning av IPY.

Andre begivenheter

Ved inngangen til Polaråret ble forskningsprosjektene invitert til kick-off-seminar på Lillestrøm 30. november 2006. Et tilsvarende møte ble holdt for formidlings- og utdanningsprosjektene 29. august 2007.

En nasjonal Polarårskonferanse ble gjennomført i tilknytning til Arctic Frontiers i Tromsø i januar 2008. Deltakelsen var litt begrenset av at det fortsatt var tidlig i forskningsløpet for de fleste av prosjektene. Det norske IPY-programmet ble avsluttet med en ny nasjonal konferanse i Tromsø 12.–13. april 2011.

Tellekantene bekrefter suksessen

Tallene som rapporteres til Forskningsrådet viser at vi har lyktes langt ut over det forventede med å knytte utstrakt formidling til forskningsaktivite-



Lærerkurset besøker Jørn Hurum og teamet hans under øgleutgravningene på Svalbard. Foto: Karl Torstein Hetland

tene under Polaråret. I tillegg til det som har vært initiert og gjennomført av sekretariatet og komiteene, rapporteres det svært stor allmennrettet og brukerrettet formidling fra prosjektene gjennom hele perioden og særlig i 2009.

Med over 300 allmennrettede og over 500 brukerrettede aktiviteter var IPY det av Forskningsrådets programmer som scoret desidert høyest på disse indikatorene. IPY-prosjektene er også blant de som har fått mest medieoppmerksomhet. Foredragsaktiviteten har også vært imponerende – både nasjonalt og internasjonalt

UNDERVISNING

Strategien til utdanningsutvalget var å nå ut til elevene i skolen på to hovedmåter: Gjennom tiltak rettet direkte mot elevene og gjennom entusiastiske lærere. Det viktigste virkemidlet for å mobilisere elevene var konkurranser.

Norsk deltakelse i Schools On Board april 2008

Vest-Telemark videregående skule vant en konkurranse mellom de videregående skolene i Norge om å få sende en elev og en lærer til Nordvestpassasjen. De arrangerte en polarcamp der de fleste elevene og lærerne ved skolen var med, og prosjektet brakte skolen til topps. Den heldige eleven, som fikk representere skolen, var Marit Haugen fra Vinje. Hun ble valgt ut for sin interesse for klimaendringene og dyktighet i realfag. På «Schools on Board International Field Programme 2008», som var organisert fra University of Manitoba i Canada, var det med lærere og elever fra Sverige, Skottland, Tyskland, Canada og Norge.

Prosjektkonkurranse i SciencePub

Forskningsprogrammet SciencePub utlyste en klimaprojektkonkurranse med ferdige oppgaver, «På tynn is». Med rapporten «En varmegrad fra eller til ...» vant Bergens-jentene Liv Sofie H. Utvær og Ingrid A. Eidsvaag konkurransen. Premien var en ukes feltarbeid med norske forskere i Nordvest-Russland. De to venninnene, som går på hver sin videregående skole i Bergen, jobbet sammen med oppgaven på fritiden høsten 2007, og utførte blant annet en spørreundersøkelse blant 113 ungdommer om deres holdninger til klima.

Prosjektkonkurranse om klimaspørsmål

I samarbeid med The GLOBE Program ble elever fra 7.–10. trinn og VG1 og VG2 invitert til projektkonkurranse. Vinnerne fra Bodø videregående skole (Mathias Thorshaug, Astrid Landstad, Kristine Iversen, Ingrid Anthonsen og Marianne Holsmo) og Katedralskolen i Bergen/Fyllingsdalen (Ingrid A. Eidsvaag og Sofie H. Utvær), fikk delta på Globe Learning Expedition i Sør-Afrika.

Elevgruppen fra Bodø leverte en oppgave med tittelen «Torskens framtid i Salten under påvirkning av miljøgifter og global oppvarming» og Bergensjentene vant med en ny oppgave om hvordan klimaendringene kan tenkes å påvirke tilgangen på ferskvann i Afrika. De norske deltakerne gjorde en flott innsats og presenterte prosjektene sine svært godt i Sør-Afrika.

Lærerkurs

En rekke tiltak ble gjennomført for å skape entusiasme for undervisning om polar- og klimaspørsmål blant lærerne. Det viktigste tiltaket var i alt fire lærerkurs.



I flere prosjekter fikk elevene mulighet til å prøve seg som forskere. Her fra Global Pops. Foto: Kristen Ulstein



Lærere får et praktisk kurs i slaktning og flåing av rein under lærerkurset i Kautokeino. Foto: Karl Torstein Hetland



Snøklassifisering på timeplanen under lærerkurs på Svalbard. Foto: Karl Torstein Hetland

Polaråret gjennomførte et sommerkurs på Svalbard (4.–11. august 2007) og et vinterkurs (19.–24. april 2009). Det var 22 norske og 5 danske lærere med på kurset i 2007. I 2009 var det 210 påmeldte til 23 plasser. Kursene ble en fantastisk opplevelse for alle deltakerne og utløste mange polarprosjekt på skolene – både i forkant og etterkant. Alle deltakerne ble plukket ut på grunnlag av en søknad der de gjorde rede for et planlagt undervisningsopplegg for en klasse eller hele skolen i løpet av kommende skoleår.

I samarbeid med Samisk høyskole og Tana Samiske Språksenter (SEG) arrangerte Polaråret lærerkurs i Kautokeino (30. mars til 4. april 2008) og i Tana/Varanger (7–12. juni 2009). Det var 25 deltakere fra hele landet på begge kursene. Temaet var samisk kultur og historie, og hvordan en kan tilpasse seg kommende klimaendringer. I Kautokeino fokuserte kurset på reindriftskulturen og i Tana/Varanger sjøsamisk kultur.

Lærere på tokt

Noen få lærere var også så heldige at de fikk være med på forskningstokt, og ta del i innsamlingen av data, side om side med forskerne om bord. SciencePub-prosjektet inviterte fire lærere om bord på et forskningstokt med «KV Jan Mayen» fra Tromsø til Svalbard våren 2007.

28. juli gikk forskningsskipet G.O. Sars fra havn i Bodø på jakt etter gasshydrater på havbunnen i kontinentalskråningen utenfor Nordland. Med på toktet var forskere og studenter fra fagområder som geologi, geokjemi, biologi og mikrobiologi – og to lærere.

Lokale prosjektmidler

Skolene har ofte gode ideer til prosjekter, men mangler

midler til å dekke småutgifter. Utdanningskomiteen satte derfor av et budsjett til støtte for undervisningsprosjekter på den enkelte skole.

Gjennom fire utlysingsrunder, delte Polaråret ut nesten 700 000 kroner til 77 slike lokale skoleprosjekt. I etterkant ser vi at det var en svært viktig stimulans til polarundervisning, og at det ble oppnådd mye med små midler. Som et resultat av disse småbevilgningene har 24 000 elever blitt direkte involvert i Polaråret, og fått lære om polare forhold og polarforskning. Alle skolene har rapportert og aktivitetene er dokumentert i en stor samlet rapport.

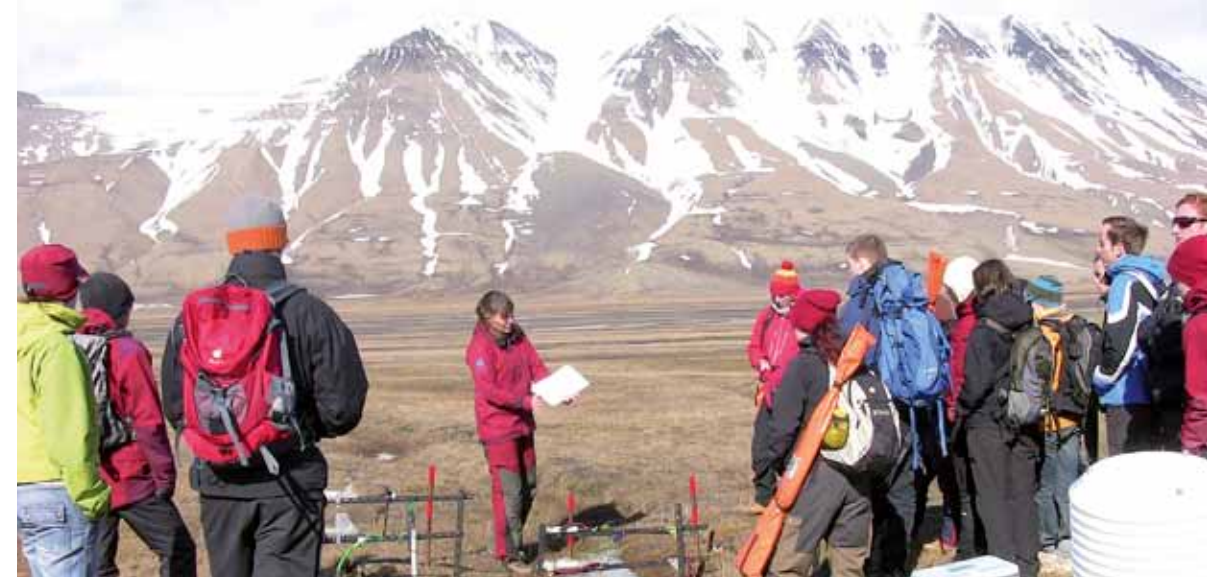
Tidsskrift og blader

Flere fagblader og tidsskrift rettet mot skolen viet stor plass til Polaråret. Tidsskriftet Naturfag kom med et eget temanummer før Forskningsdagene i 2007. Her var det artikler om hva skoler har gjort og om planlagte aktiviteter. I tillegg var det bakgrunnsstoff om polar historie, forskning og enkle aktiviteter som kan gjennomføres i klasserommet. Også Nysgjerrigper-bladet kom med Polarårsutgave til Forskningsdagene. Nysgjerrigper er Forskningsrådets tiltak for elever og lærere i barneskolen.

HØYERE UTDANNING

Nettverk for unge forskere

IPYs Youth Steering Committee (YSC) ble opprettet i 2005. Målet var å sikre at Polaråret nådde sine mål om å inkludere den neste generasjonen av polarforskere og ungdom verden over. Ideen var at komiteen



Feltskolen 2009 i Adventdalen på Svalbard. Hanne Christiansen underviser. Foto: UNIS

skulle arbeide gjennom de nasjonale IPY-komiteene. Høsten 2006 tok Kriss Rokkan Iversen og Lena Seuthe, begge studenter ved Norges fiskerihøgskole, kontakt med Polarårssekretariatet for å få støtte til en ungdomskomite i Norge. Utdanningsutvalget innvilget noe støtte til reiser.

Samtidig var det samtaler i gang med sikte på å etablere et mer organisert nettverk for unge polarforskere. Ideen om å danne The Association of Polar Early Career Scientists (APECS) ble lansert våren 2007 og aktivt støttet av programkontoret i Cambridge. I september møttes 60 representanter for unge forskere og den internasjonale og nasjonale YSC i Sänga-Säby utenfor Stockholm, og dannet APECS. Kris Rokkan Iversen fra Tromsø ble valgt til første president i organisasjonen. Organisasjonen ble raskt anerkjent av både International Arctic Science Committee (IASC) og The Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR).

Ved årsskiftet 2008/2009 var kontoret til APECS og direktør Jenny Baeseman på flyttefot. På det tidspunktet hadde organisasjonen over 2000 medlemmer verden over og var tungt involvert i planleggingen av IPY Oslo Science Conference 2010. Gjennom et samarbeid mellom Forskningsrådet og Universitetet i Tromsø ble APECS tilbudt kontor i Tromsø og kontoret ble etablert i januar 2009.

Etableringen av APECS er en viktig del av arven etter Polaråret. Nettverket har motivert og bidratt til å kvalifisere mange unge forskere for forskning i polarområdene. Aktivitetene i organisasjonen fremmer i høy grad internasjonalisering og nettverksbygging på et forskningsfelt der internasjonalt samarbeid er

helt avgjørende for effektiv utnyttelse av logistikk og infrastruktur.

Feltskoler på Svalbard

I 2009 tok UNIS initiativ til en IPY Field School for studenter på Svalbard. Tanken var at det skulle være en engangsaktivitet, men interessen viste seg å være svært stor. Nesten 300 studenter fra 50 land søkte på 20 plasser. Det første ukelange kurset ble finansiert av Polaråret i Norge, Utenriksdepartementet og UNIS.

Målet med feltskolen er å gi en tverrfaglig introduksjon til miljøendringer i polarområdene, basert på tidligere og pågående forskning i Arktis under og etter Polaråret. Feltskolen er ment som motivering og kvalifisering for lavere grads studenter. Både APECS og University of the Arctic (UArctic) har vært medarrangører. Kurset kombinerer forelesninger med feltarbeid og ekskursjoner, studentene jobber med postere og får råd om karrieremuligheter, og ikke minst fungerer kurset som internasjonal og tverrfaglig nettverksbygging.

Med forlenget støtte fra Utenriksdepartementet har det vært mulig å tilby feltskole både i 2010 og 2011, og interessen for et slikt kurs på Svalbard ser fortsatt ut til å være svært stor.

Foredragsturne høsten 2008

Elise Strømseng fra UNIS var på foredragsturne til alle de fire store universitetene på «fastlandet» høsten 2008. Hensikten var å rekruttere studenter til polarforskning generelt og til UNIS spesielt – og samtidig formidle planene om en IPY/APECS/UNIS feltskole sommeren 2009.



Vest-Telemark vgs på Polar Camp på Møsstrand ved Hardangervidda. Foto: Karl Torstein Hetland



Krinsprins Haakon møter unge polarforskere fra hele verden. Her hilser han på APECS-direktør Jenny Baeseman. Foto: John Petter Reinertsen, Samfoto



250 unge forskere og lærere fra hele verden på båtcruise på Oslo-fjorden under IPY Oslo Science Conference. Foto: John Petter Reinertsen, Samfoto



Polaråret hadde som mål å skape oppmerksomhet omkring norsk polarforskning. Her pryder bannerne Karl Johansgt. i Oslo under IPY Oslo Science Conference. Konferansen var også tydelig profilert på Lillestrøm.. Foto: Steffen Aaland

VERDENS STØRSTE POLARFORSKNINGSKONFERANSE

Det er ikke bare Regjeringens store pengebidrag som har plassert Norge på verdenskartet som polarnasjon under IPY. Allerede i 2006 la den internasjonale felleskomiteen en konferanseplan og nasjonalkomiteene ble invitert til å søke om å være vertskap – blant annet for en forskningskonferanse i 2010. Forskningsrådet søkte, med garanti fra Forskningsminister Øystein Djupedal, og fikk konferansen i konkurranse med Canada.

Konferansen ble i hovedsak avholdt på Norges Varemesse, Lillestrøm, 8.–12. juni 2010. I alt samlet den 2300 deltakere fra 53 ulike nasjoner. Dette gjør IPY Oslo Science Conference 2010 til det største polarforskningsmøtet som er arrangert noen gang. Vertsapsrollen ga Norge anledning til å prege konferansen, med utgangspunkt i våre nasjonale erfaringer fra Polaråret.

Program og særvilkår for unge forskere

Ingen tidligere polarforskningskonferanse har lagt så stor vekt på å løfte fram og legge til rette for unge forskere. Svært mange unge forskere fikk stipendiatstillinger og ekstraordinære muligheter til feltarbeid gjennom Polaråret. De unge forskernes egen organisasjon, APECS, markerte seg sterkt allerede på IPY Open Science Conference i St Petersburg i 2008.

På initiativ fra APECS og EOC-komiteen vedtok styringskomiteen for konferansen et «stipend»-program som skulle omfatte 400 unge forskere og 120 lærere. «Stipendet» innebar halv konferanseavgift og fri (lavkost) innkvartering i Oslo.

APECS og de unge forskerne satte derfor et tydelig preg på hele konferansen. De hadde to egne mottakelser, et fjordcruise, fikk møte Kronprins Haakon og Prins Albert II, var ordstyrere i plenumsesjoner, delte ut egne priser for beste presentasjon og beste poster osv. I tillegg var det vel 100 deltakere på en APECS workshop som ble avholdt på Universitetet i Oslo over to dager i forkant av konferansen.

Utdanning og formidling (EOC)

Det var stor interesse for å få vist fram hva som var oppnådd gjennom mange lands satsing på formidling og utdanning under IPY på Oslo-konferansen. Den internasjonale EOC-komiteen drøftet tidlig de mulighetene som konferansen ville gi. Et møte hos Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) i Geneve i februar 2009 trakk opp linjene for et omfattende formidlings- og utdanningsprogram – i tillegg til det vitenskapelige programmet. Elementene var:

→ EOC (Education, Outreach and Communication) som eget tema

Styringskomiteen godkjente tidlig formidling og utdanning som et eget tema – ved siden av og på linje med de fem vitenskapelige temaene. Dette ble oppfattet som en milepæl for polar EOC og det ble svært godt mottatt i de aktuelle miljøene. Oppslutningen om «tema 6» under konferansen gjorde eventuelle dystre spådommer til skamme, og deltakernes evaluering viste at temaet som helhet scoret høyest av alle de seks temaene.

→ PolarTEACHERS

PolarTEACHERS var den internasjonale lærerkonferansen som ble lagt til 6. og 7. juni. Målet var å gi inspirasjon til videre arbeid med å trekke polarforskningen inn i undervisningen på grunnskole- og videregående skole-nivå – og dele erfaringer fra aktiviteter gjennom Polaråret – under temaet «How to use polar science in your classroom». Siden deltakere skulle delta i forskningskonferansen etterpå, var det også et poeng å forberede dem på møtet med en stor forskningskonferanse. Et annet viktig mål var å få til gode koblinger mellom lærere og unge forskere. Lærerkonferansen ble derfor samlokalisert med APECS workshop på Universitetet i Oslo. Tilbakemeldingen har vært overveldende positive.

→ PolarCINEMA

Gjennom Polaråret har det blitt produsert en lang rekke filmer, både dokumentar og kunstfilm, og innslag til magasin- og nyhetsprogram på TV. EOC-kommittén valgte tidlig ut visning av et utvalg av disse som en høyt prioritert aktivitet. Produksjonsselskaper ble invitert til å nominere filmer, og det kom inn hele 90 nominasjoner, fra 17 ulike land. Det ble opprettet 4 juryer (i Malaysia, Alaska, Nederland og Norge) som vurderte det innkomne materialet og anbefalte filmer for kinoprogrammet. Juryer og komite valgte totalt 69 produksjoner for visning, som gikk i eget rom gjennom hele konferansen. 38 filmer ble vist på storskjerm i kinoen, derav 24 i sin helhet og 12 som fragment. I et program på totalt 40 timer var det også debatter, innlegg fra forskere som hadde deltatt og filmprodusenter.

For at også folk som ikke var på OSC skulle få sett

noen av de beste filmene, inngikk vi et samarbeid med Cinemateket/Norsk filminstitutt om visning av 8 utvalgte filmer i fullt kinoformat i et polarfilm-program, som gikk gjennom hele uka.

→ PolarFESTIVAL

EOC-komiteen gikk inn for at IPY-OSC ikke bare skulle være en lukket forskningskonferanse, men også komme ut og formidle til folk i Oslo. Ideene ble samlet i konseptet PolarFESTIVAL – mye etter modell fra Forskningstorget. Konferansen ble markert med banner langs Oslos hovedgate Karl Johansgt, og det ble avholdt en PolarFESTIVAL på Rådhusplassen i to dager. Her lå også flere forskningsfartøyer (G.O. Sars, polske Oceania og KV Aalesund) samtidig ved kai. Åtte norske og internasjonale institusjoner markerte seg med telt og aktiviteter langs kaia.

→ PolarEXCHANGE

BBCs vitenskapsjournalist Sue Nelson ble engasjert til å lede populærvitenskapelige plenumsesjoner. Programmet ble lagt opp som et talkshow med tematiske intervjuer med forskere på hovedscenen. I alt ble det laget tre slike talkshow, som alle ble sendt som webcast. For øvrig ble alle plenumsesjoner og flere andre poster i konferanseprogrammet sendt på web-TV.

Webcast fra konferansen ble gjort tilgjengelig real-time på NRK.no/viten og ArticPortal. Under konferansen hadde IPY-OSC-websiden 6.100 unike besøkende. Over halvparten var det vi kan kalle konferansens «virtual community». Den største gruppen som besøkte konferansesiden var fra USA, dernest Canada, UK og Tyskland. Web-TV-siden hadde under, og de første ukene etter, konferansen 13000 besøk fra 75 land.



Dokumentarfilmen Silent Snow handler om den globale spredningen av miljøgifter. Dette var en av filmene som ble vist under PolarCINEMA.



Patricia fra Portugal og Andrés fra Spania undersøker tettheten i vann under PolarTEACHERS. Foto: Kerstin Mertens, Samfoto



Samiske institusjoner og Kautokeino kommune markerte seg under PolarFESTIVAL på Rådhusplassen i Oslo. Foto: John Petter Reinertsen, Samfoto

Utvelgelsen av det norske bidraget til Polaråret

Av Per Backe-Hansen, Norges forskningsråd

Høsten 2005 ble det opprettet et sekretariat for det norske IPY-programmet i Norges forskningsråd. Forutsetningen var at Polaråret skulle administreres på samme måte som Forskningsrådets øvrige programmer.

IPY-perioden var definert til perioden fra 1.mars 2007 til 1. mars 2009. Forberedelsen til Polaråret i Norge innebar også at det måtte gjennomføres en prosess for å finne fram til de prosjektene som skulle kunne få finansiering. For å ha prosjektene klare og kunne starte datainnsamling fra første sommersesong i Arktis, måtte utlysning av forskningsmidler skje minst et år før programstart. Høsten 2006 kom pengene endelig på plass. En bevilgning på 80 millioner kroner pr. år i fire år var sikret.

Utlusning av vitenskapelige forskerprosjekter

En større utlysning etter IPY-relevante prosjekter ble publisert i januar 2006. Da hadde det på forhånd vært gjennomført godt besøkte informasjonsmøter i universitetsbyene høsten 2005. Utlusningen la først og fremst opp til å motta forskerprosjekter, men åpnet også for søknader med fokus på utdanning og formidling. Fordi Polaråret skulle vare i bare to år, var det kun aktuelt å avholde én utlysning. Hele den tilgjengelige 4-årige bevilgningen skulle fordeles i én runde.

For å sikre best mulig behandling av søknadene, både med tanke på kvalitet og habilitet, ble det nedsett et eget internasjonalt søknadsbehandlingsutvalg (SBU), ledet av direktør Sverre Lodgaard (Norsk utenrikspolitisk institutt). Utvalget ble oppnevnt av Divisjonsstyret for Store Satsinger i januar 2006. SBU

fikk ansvaret for å fatte alle nødvendige bevilgningsvedtak. Det ble besluttet at søknadene skulle evalueres av internasjonale ekspertpaneler i forkant av SBUs sluttbehandling.

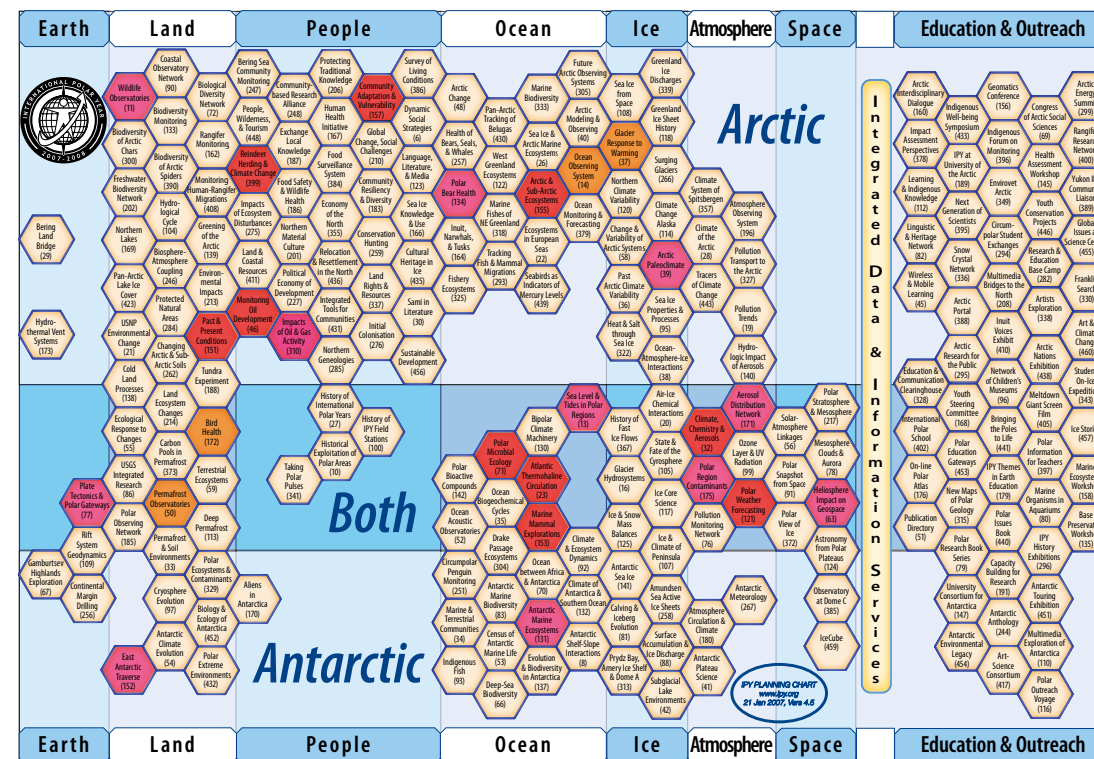
Utlusningsteksten ga en del viktige føringer, i tråd med Policydokument for norsk innsats under Det internasjonale polaråret 2007–2008 (Forskningsrådet, 2005): Prosjektforslagene skulle tilhøre konsortier godkjent av IPYs Joint Committee, og holde internasjonalt høyt faglig nivå. Den totale norske IPY-forskningen skulle ha et omfang, faglig innretning og bredde slik at nasjonale prioriteringer oppfylles, samtidig som behovet både for grunnforskning og forskning som underbygger nasjonale interesser knyttet til forvaltning av polarområdene skulle balanseres. Den forskningsfaglige innretningen skulle bygge på de eksisterende planene for norsk forskning i Arktis og Antarktis og andre nasjonale strategier innenfor tema som er planlagt under IPY. Det skulle også legges vekt på tverrfaglig tilnærming til problemstillinger som omfatter flere fagdisipliner.

Polaråret skulle videre bidra til etablering og sikring av permanente nettverk og observasjons- og overvåkingsserier i polarområdene, inklusiv operasjonell overvåking, og gjøre oss bedre i stand til å overvåke og forutsi den videre utviklingen i polarområdene med hensyn til miljø, ressurser og næringsvirksomhet.

Gitt de norske interessene i nordområdene, skulle den største delen av norsk IPY forskning i felt foregå i Arktis, framfor Antarktis. Den samlede norske prosjektporteføljen skulle omfatte prosjekter der norske



Det fjerde Polaråret åpnet for første gang for forskning på den menneskelige dimensjonen – i praksis først fremst livsvilkårene for folkene i Arktis. Foto: Philip Burgess



Norsk deltakelse i konsortier godkjent IPY Joint Committee. Alle de markerte prosjektene har hatt norsk finansiering. Prosjekter markert med rødt har hatt norsk leder for det internasjonale konsortiet; prosjekter markert med orange har hatt norsk nestleder.

forskningsgrupper hadde en ledende eller tung rolle. Porteføljen skulle inkludere grensesprengende prosjekter som skaper nasjonal og internasjonal oppmerksomhet og fremmer Norge som en ledende polarnasjon. Og tilslutt skulle det gis prioritet til prosjekter med russisk deltakelse, for å fremme norsk-russisk samarbeid i nordområdene.

Til fristen 17. mars 2006 mottok Forskningsrådet 71 søknader, herav 63 forskersøknader og 8 søknader knyttet til utdanning og formidling for et totalt søknadsbeløp på 1,2 mrd. kroner. Ytterligere to forskersøknader, innsendt til den samtidige NARE-utlysningen (Norwegian Antarctic Research Expedition), og som hadde særskilt relevans for IPY, ble vurdert sammen med IPY-prosjektene for å oppnå merverdi og mulig samfinansiering.

Evaluering og bevilgning

Det ble oppnevnt 30 internasjonale paneleksperter, fordelt på 6 tematiske panel innen marine fag, terrestriske fag, atmosfærefysikk, geofag, toksikologi og helsefag, i tillegg til humanistiske og samfunnsvitenskapelige fag (human dimension). Panelene møttes i Oslo i mai 2006 for å evaluere søknadene. Ytterligere eksterne eksperter ble plukket ut for å evaluere søknader innen områder som lå utenfor panelenes kompetanseområder.

Panelene utarbeidet evalueringsrapporter etter konsensusprinsippet for hver enkelt søknad de vurderte, satte karakterer på søknadene, og utarbeidet skriftlige kommentarer. Noen paneler foretok panelinterne rangeringer av søknadene.

Søknadsbehandlingsutvalget (SBU) møttes i Oslo 8–9. juni. SBU besluttet tidlig i prosessen å kun gå videre med søknader som hadde oppnådd en panelkarakter på 6,0 eller høyere, der 1,0 var høyest oppnåelig. Unntaket var noen få høyt rangerte prosjekter innen Human dimension-området som hadde noe lavere karakterer (på grunn av tradisjonelt strengere vurdering innen disse fagområdene), men som panelet hadde markert som «highly recommendable». Det samlede søknadsbeløpet for de prosjektene som skulle vurderes videre, beløp seg til langt over 500 mill. kroner.

Resultatet av SBUs arbeid var en liste på 29 søknader som kunne bli tildelt støtte, under forutsetning av tilstrekkelig budsjett. Etter anbefaling fra panelene ble det i flere tilfeller bedt om at moduler eller elementer ble tatt ut fra søknadene, og i noen andre tilfeller ble to søkere bedt om å samordne eller å slå sammen sine

søknader. Det viste seg at sammenslåing ikke lyktes i praksis.

Forskningsrådet mottok tre klager på avslag. Alle klagen ble behandlet gjennom vanlig klageprosedyre, og én resulterte i at SBU likevel tildelte midler. I et annet tilfelle fant klageutvalget at det var begått saksbehandlingsfeil, og ny behandling av denne søknaden ble iverksatt. I og med at ny panelbehandling fortsatt resulterte i samme tallkarakter som tidligere, men med grundigere begrunnelse, fant ikke SBU grunn til å omgjøre sitt opprinnelige vedtak. Søker godtok dette.

Endelige budsjettbeslutninger kunne ikke fattes før statsbudsjettet for 2007 forelå. Med midler fra Forskningsfondet ble det etter hvert klart at i alt 320 mill. kroner skulle avsettes til norsk IPY-innsats gjennom 4-årsperioden 2007–2010, og at 289 mill. kroner skulle gå til forskerprosjektene.

SBU fastsatte i oktober 2006 den endelige porteføljen som bestod av 26 forskerprosjekter innenfor en budsjettamme på 290 mill. kroner. I tillegg ble det bevilget til to formidlings- og utdanningsprosjekter for et samlet budsjett på 2 mill. kroner. Vi kan fastslå at føringene som utlysningsteksten skisserte ble oppfylt på en god måte. Norge var med dette en av de største deltakerne i IPY.

Representanter fra prosjektene ble invitert til og deltok på kick-off-konferanse på Lillestrøm allerede 30. november–1. desember 2006.

Utdannings- og formidlingsprosjekter

I påvente av budsjettavklaring, ble det først høsten 2006 tatt en beslutning om hvor stor andel av IPY-budsjettet som skulle avsettes til henholdsvis forskerprosjekter og utdannings- og formidlingsprosjekter. IPY-komiteen bevilget totalt 14 millioner kroner til utdannings- og formidlingsprosjekter (EOC). I første søknadsrunde var det bevilget 2 millioner kroner. Det var derfor nødvendig å gjennomføre en egen dedikert utlysning av 12 millioner til slike prosjekter høsten 2006. Søknadsfrist ble satt til 30. november.

Fordi disse søknadene var vesensforskjellige fra forskerprosjektene, ble det nødvendig å oppnevne et nytt internasjonalt søknadsbehandlingsutvalg (SBU-II), ledet av professor Svein Sjøberg, Universitetet i Oslo. SBU-II fikk også her ansvaret for å fatte alle nødvendige bevilgningsvedtak.

Utllysningsteksten ga en del føring, og av de viktigste kan nevnes: Prosjektene bør ha nasjonale og/eller



En del elever og studenter fikk ta del i livet som forskere i felt. Studentene Malin Rue (tv) og Vibeke Sundfjord fikk være med RV Lance på tokt i Framstredet i 2008.

Foto: Privat

internasjonale målgrupper. Prosjektforslagene trengte ikke å relateres til konsortier godkjent av IPYs Joint Committee. Prosjektene skulle stimulere til samarbeid mellom forskningsinstitusjoner og utdannings- og formidlingsinstitusjoner. Samarbeid med minst ett av forskerprosjekter under IPY ble sett på som en fordel, uten at det var en forutsetning. Utdanningsprosjekter skulle tilstrebe å skape varig interesse for polområdene og stimulere interesse for realfag. Barn og unge var nøkkelmålgrupper.

Den norske IPY-komiteen ønsket dessuten at man etablerte en bred portefølje, snarere enn få, spektakulære prosjekter. Prosjekter som kunne nå ut til mange, og som er synlige, skulle ha prioritet. Porteføljen burde fortrinnsvis omfatte flere innovative prosjekter. Om mulig, var det også et mål å benytte muligheten til å modernisere den generelle oppfatningen av polarforskning. Det skulle tilstrebes en rimelig balanse mellom utdannings- og andre typer prosjekter, gjerne også prosjekter som omfatter både utdanning og formidling. Til slutt burde porteføljen omfatte prosjekter som



Polaråret har gitt mange journalister en mulighet til å oppleve polarforskning. Her er en gruppe fra Journalistkurset i 2006 ivrige med kamera ved breifronten innerst i Kongsfjorden.

Foto: Kristen Ulstein

var av særskilt relevans for eller hadde deltakelse fra urbefolkningen i Arktis.

Til fristen 30. november 2006 mottok Forskningsrådet 67 søknader, herav 24 innen utdanning, 33 innen formidling og 10 som både omhandlet utdanning og formidling, for et totalt søknadsbeløp på 93 millioner kroner. Gjennom denne utlysningen hadde SBU-II 12 millioner kroner til disposisjon.

SBU-II fastsatte i mars 2007 den endelige porteføljen som totalt bestod av 22 utdannings- og formidlingsprosjekter innenfor en budsjettamme på 14 mill. kroner. Vi kan også her fastslå at de fleste føringene, som utlysningsteksten skisserte, ble godt oppfylt. Siden disse prosjektene fikk bevilgningsvedtak først i mars, kom de fleste i gang litt senere enn forskningsprosjektene. Men flere prosjekter ble gjennomført allerede våren 2007, og alle ble gjennomført i løpet av Polaråret. Kick-off-møte ble avholdt i august 2007. Ingen andre land hadde en like stor portefølje av utdannings- og formidlingsprosjekter under IPY.

Felles datahåndtering – visjon og virkelighet

Av Øystein Godøy, Meteorologisk institutt, leder av DOCIPY og Polarårets datautvalg

Ekstraordinær, intensive og koordinert innsamling av data var hovedhensikten med Det internasjonale polaråret. Den teknologiske utviklingen etter IGY har gjort det mulig å samle større datasett fra polområdene enn noen gang tidligere. Disse dataene vil danne grunnlaget for forskning i flere tiår framover. Derfor har det vært viktig å sørge for at de store datamengdene blir sikret for framtida og gjort tilgjengelig for bruk. Det gjenstår fortsatt mye før vi er i mål med dette arbeidet.

Utfordringen

En av de store utfordringene for Polaråret var å få forskere til å løfte blikket fra sine egne oppgaver. Fri utveksling av grunnlagsdata og resultater var et av basisprinsippene som skulle sørge for en koordinert forskningsinnsats der ressursene ble utnyttet mest mulig effektivt og unødig duplisering av arbeid ble unngått.

Kulturen for å dele data varierer sterkt både mellom ulike fagdisipliner og mellom forskere innenfor en fagdisiplin, men generelt sett holder forskere lenge på «sine» data. En av årsakene er behovet for å være først med publisering, en annen kan være teknologiske utfordringer. I dagens tankegang er ikke utvikling og vedlikehold av et godt og mye brukt datasett meritterende for forskere. Fellesskapets investeringer i observasjoner og forskning kan derfor være underutnyttet.

En forutsetning for å dele data er at det eksisterer tekniske systemer og en vilje til å benytte disse. Ved oppstart av Polaråret eksisterte det ingen systemer for dataforvaltning som var i tråd med de visjonene som var formulert for Polarårets datahåndtering. Polaråret måtte bygge opp dette på egenhånd.

Teknologi og kultur

Ambisjonene for strukturert datahåndtering under Polaråret var skyhøye. Visjonen var et fullstendig integrert datahåndteringssystem, der brukerne kunne laste opp, finne, laste ned, visualisere og transformere data.

Uheldigvis var få aktiviteter innenfor dataområdet finansiert ved oppstart av programmet. Dermed ble systemer for datahåndtering i de fleste tilfeller etablert etter at forskningsprosjektene hadde satt i gang sin observasjonsinnsamling. Dermed mistet Polaråret muligheten til å påvirke selve innsamlingen av data fra start, noe som kunne gjort den langsiktige forvaltningen enklere. En forutsetning for å få brukere, uansett område, til å endre tillærte bruksmønstre er også at de ser en personlig nytteverdi av endringen.

Når det er omtrent 50 år mellom hver gang polarområdene studeres på denne måten, må data dokumenteres og forvaltes over tid, slik at forskere uten detaljert kunnskap om dataene kan utnytte dem. Velfungerende datahåndtering innebærer en helhetlig tankegang og kontinuerlig verdiøkning fra innsamling til langsiktig forvaltning. Dataene utgjør en kunnskapsbank.

For å etablere strukturert datahåndtering kreves det både enighet om et felles teknologisk rammeverk og et felles språk, der hvert enkelt begrep defineres slik at alle benytter det på samme måte. Innholdet må dokumenteres slik at det er forståelig for alle. Det kan være vanskelig nok å etablere et felles begrepsapparat for én fagdisiplin, utfordringen i Polaråret var enda større; det måtte lages et tverrfaglig begrepsapparat.

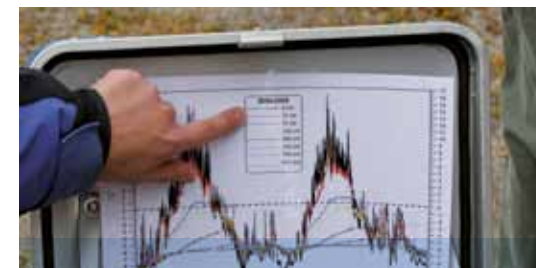
Forutsetningene for å etablere en helhetlig datahåndtering varierte sterkt. Innenfor noen fagdisipliner

eksisterte institusjonelle, nasjonale eller internasjonale systemer, mens det i andre fagdisipliner ikke eksisterte strukturerte datahåndteringssystemer på noe nivå. Naturvitenskapelige fag er relativt sammenlignbare, men Polaråret omfattet også samfunnsvitenskapelige fag med helt andre vitenskapelige metoder og begrepsapparat.

Internasjonal koordinering

Internasjonalt ble datahåndtering koordinert gjennom prosjektet «International Polar Year – Data and Information Service» (IPYDIS). IPYDIS var ikke et fysisk system, men en løs sammenslutning av datasentre som ønsket å bidra til polarårets datahåndtering og som utarbeidet en felles rammeverk for dette formålet. Sett i lys av den teknologiske utviklingen innenfor samvirketeknologi for Internett, kom Polaråret noen år for tidlig, men det var likevel mulig å etablere fungerende systemer.

Polaråret bidro til å øke bevisstheten rundt samlinger av data, nytteverdi og både kortsiktig og langsiktig forvaltning av disse. I 2005 publiserte USAs National Science Board en rapport om datasamlinger og risiko knyttet til disse. Begrepet datasamling omfatter faktiske data, teknisk infrastruktur, prosedyrer og menneskelige ressurser. Rapporten definerte 3 kategorier datasamlinger, der laveste nivå er forskningssamlinger som vanligvis er etablert for et spesifikt prosjekt og formål. I den andre enden av skalaen ligger referansesamlinger som har et globalt perspektiv og brukergrunnlag. Mellom disse to ytterlighetene finner vi såkalte ressursamlinger. Disse er gjerne knyttet til en institusjon og har et langsiktig perspektiv som omfatter flere prosjekter og de fleste av samlingene som ble knyttet sammen i IPYDIS er av denne typen.



Hanne Christiansen ved UNIS måler temperaturutviklingen i permafrosten. Her er registreringene i et borehull i Adventdalen på Svalbard. Foto: Kristen Ulstein

Risikoen for at data kan gå tapt er størst for forskningsamlingene, men disse forvalter samtidig store mengder data og er alltid første stoppested i en strukturert datahåndtering. IPYDIS bestod i hovedsak av ressursamlinger, men det meste av Polarårets data-grunnlag ligger fortsatt i forskningssamlinger.

Det nasjonale perspektivet

Nasjonalt ble datahåndtering koordinert gjennom prosjektet DOCIPY – med to hovedoppgaver: Utvikling av en teknisk infrastruktur og kartlegging av data-grunnlaget.

Eksisterende nasjonal infrastruktur og kompetanse ved ressursamlinger hos Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitutt og Meteorologisk institutt ble utnyttet til å etablere et virtuelt datahåndteringssystem. Norsk institutt for luftforskning (NILU) bidro i kartleggingsarbeidet og med metadata fra sine ressursamlinger. De 3 systemene som ble knyttet sammen synkroniserte metadata daglig. Selve dataene ble ikke synkronisert. En gang i uken ble informasjon fra det nasjonale systemet formidlet til den sentrale polarårsdatabasen i USA.

Informasjon om norske datasett ble på den måten synlige internasjonalt. Et problem er imidlertid at det for mange datasett kun er metadata som er tilgjengelig, selve dataene ligger fortsatt i en forsknings-samling.

Den andre hovedoppgaven var kartlegging av nasjonale datasett og forvaltningen av disse med tanke på å oppfylle Polarårets prinsipper for datahåndtering. Et viktig hjelpemiddel i dette arbeidet var prosjektenes kontraktsfestede dataplener og årlige oppdateringer.



Eli Haugerud (tv) og Katrine Kongshavn ble trukket ut blant 28 søkere til å være med på forskningstokt med RV Lance. På toktet ble det blant annet samlet inn vannprøver til Polarårsprosjektet COPOL. Foto: Karine Nigar Aarskog

Ingen andre nasjoner hadde en slik form for rapportering, men mange ønsket det.

Ytterligere strukturering av disse dokumentene og et tilhørende veldefinert begrepsapparat hadde gjort dem enda mer nyttige. I og med strukturert langsiktig dataforvaltning var et nytt begrep for mange forskere, har de tolket dette på ulikt vis. Det er for eksempel ikke entydig hva et datasett er.

Langsiktig dataforvaltning krever standardisert dokumentasjon og prosedyrer som sikrer dataenes integritet, for i neste omgang å sikre at fellesskapets investeringer ikke går tapt når forskere bytter jobb, pensjoneres eller får diskkrasj. Majoriteten av norske forskningsdata forvaltes i forskningssamlinger med begrenset tidsperspektiv og evne til samvirke med andre samlinger.

Under Polaråret er forskere blitt kjent med begrepet metadata, som er en forutsetning både for langsiktig forvaltning av data, men også for å etablere samvirke mellom eksisterende samlinger, både nasjonalt og internasjonalt. Det kanskje viktigste resultatet av Polaråret innenfor datahåndtering er den økte bevissheten omkring forvaltning av data og de teknologiske og kulturelle utfordringene dette medfører.

Polaråret ble starten på en endringsprosess, og det er viktig at prosessen ikke stopper opp. Strukturert og langsiktig dataforvaltning gir forskningsdata merverdi, ivaretar fellesskapets investeringer i observasjonssystemer og datainnsamling – og legger til rette for at forskning kan etterprøves og kvalitetssikres.

Under Polaråret ble det samlet inn store mengder biologisk materiale. Her tar Jon Aars i Bearhealth blodprøve av en isbjørn.

Foto: Jenny Bytingsvik



Den norske delen av Polaråret – innsatsen og resultatene

Av Olav Orheim, Norges forskningsråd, leder av det norske IPY-sekretariatet

Den norske innsatsen under Polaråret var stor og sammensatt. Regjeringen bevilget 330 mill. kroner over Forskningsrådets IPY-bevilgning til norsk innsats i IPY. I alt 289 mill. gikk til å finansiere 27 forskningsprosjekter gjennom konkurranseutsatt utlysning, der de største fikk 33 mill. kroner, og det minste 0,2 mill. I tillegg bidro Forskningsrådet til å finansiere erstatningsfartøy slik at det ble et tokt med *G.O. Sars* i Sørishavet betegnet AKES (Antarctic Krill and Ecosystem Studies).

Alle disse prosjektene er beskrevet i påfølgende artikler i denne boken. Utover disse finansierte Forskningsrådet, gjennom NORKLIMA-programmet, over ti prosjekter med stor IPY-relevans, og mange andre mindre prosjekter hadde også IPY-tilknytning i en eller annen form.

Den største delen av forskningsmidlene fra IPY ble brukt til å lønne 52 stipendiater og mange andre forskere og teknikere som ble engasjert i prosjektene. Omtrent 1/3 av bevilgningen ble brukt til innkjøp av instrumenter og annet utstyr, og en del gikk også til å støtte feltaktivitet.

Forskningsrådet finansierte bare en del av den totale norske IPY-forskningen. Egeninnsatsen fra de deltakende universiteter og institusjoner var i sum omtrent like stor som IPY-bevilgningen. Dette bidraget omfattet arbeidskraften til faste ansatte, utlånt instrumentering, og logistikkstøtte, slik som forskningsfartøyer, -stasjoner og –laboratorier. Fartøytid kom ikke bare fra deltakende forskningsmiljøer. Kystvakten bidro også betydelig. I alt ble det utført rundt 500 årsverk under det norske IPY-programmet, og det ble

gjennomført om lag 100 større eller mindre feltekspedisjoner og tokt til Arktis og Antarktis.

I kraft av sin kompetanse deltok norske enkeltforskere også i omtrent like mange andre IPY-prosjekter som de som var finansiert med norske midler.

Den norske IPY-innsatsen var mye mer enn forskning. Det var også stor utadrettet aktivitet innen utdanning og formidling. Formidling er en normal komponent i forskningsprosjekter, men her ble det tatt et uvanlig grep ved å avsette IPY-midler øremerket til formidling og undervisning. I alt ble 14 mill. kroner tildelt slike prosjekter gjennom konkurranse, og ytterligere vel 10 mill. ble brukt på mindre prosjekter, på nettsted, og andre formidlingstiltak organisert fra Forskningsrådet. Alle disse aktivitetene er beskrevet i mer detalj i denne boken.

Hva fikk nasjonen igjen for alt dette?

Forskningsresultatene

Den nye kunnskapen som ble fremskaffet er det viktigste som kom ut av Polaråret. I forskningen bygges forståelse skrittvis, bit på bit, og det er derfor ikke lett å si at akkurat dette kunnskapspranget skjedde på grunn av Polarårets forskningsdugnad. Det er ekstra vanskelig å oppsummere så tidlig etter avslutningen, for det vil komme mange nye forskningsresultater basert på IPY i de nærmeste årene.

Med slike forbehold velger jeg likevel å ta sjansen og framheve noen resultater, som ikke minst kom til på grunn av denne store sammenstillingen av feltdata. Alt nedenfor har ikke kommet til som resultat av norsk forskning alene, men norske forskere har hatt fremtre-

dende roller i alle prosjektene. Alt beskrives nærmere her i boken (prosjektnavn i parentes):

- Data fra nye målestasjoner har sammen med målekampanjen i "Jakta på polarstormen" bidratt til en målbar forbedret varsling av ekstrem-vær i Arktis (IPY-THORPEX).
- Måleserier av vannstrømmene inn og ut av Polhavet er forlenget, prosessforståelse for is, hav og biologi er økt, og hav- og isvarsler forbedret ved bruk av nær-sanntids data (IAOOS-Norge).
- Austfonna (største breen på Svalbard), legger på seg øverst, minker i randsonen, og er dynamisk påvirket av smeltevann (GLACIODYN).
- Innsjøer under den antarktiske innlandsisen har variert i tykkelse. Dette kan påvirke bevegelsen av de store ismassene, med påfølgende endringer i havnivå (TASTE-IDEA).
- Havsirkulasjon har bidratt til veldig raske naturlige klimaendringer – fjordene i Nord-Norge gikk fra istidsklima til dagens i løpet av bare 200 år (SciencePub).

og Antarktis har skaffet enestående oseanografiske data fra 110 000 målepunkter ned til over 1000 m vanddyb (MEOP).

- Studier av de marine økosystemene i områdene der arktisk og atlantisk vann møtes har ikke avdekket endringer i primærproduksjon som følge av klimaendringer (NESSAR).
- Arktiske organismer er sårbare både for parasitter og miljøgifter (BIRD-HEALTH).
- Klimaforandringer vil påvirke tilstedeværelsen og oppførselen til miljøgifter i Arktis, men det er store usikkerheter knyttet til omfang og retning (økning eller reduksjon) (COPOL).
- Nivå av miljøgifter i isbjørn er falt i de seneste årene pga. internasjonale utslippsavtaler, men fortsatt har samvirkende miljøgifter stort skadepotensial (BearHealth).
- Den arktiske tundraen endrer seg raskt. Nye arter kommer inn, og lemensyklusen vakler eller forsvinner – noe som fjellrev kan overvåke for oss (Arctic Predators).
- Et komplisert samspill mellom klima, vegetasjon

forvaltningssystemer er like viktige som klimaendringene, for utviklingen videre av arktiske lokalsamfunn (CAVIAR).

- Levevilkårene til Nenetsfolkene i Nordvest-Russland er sterkt påvirket av stor olje- og gassvirksomhet, og de har liten innflytelse på utviklingen (MODIL-NAO).
- Nordboeres opplevelse av sikkerhet i forbindelse med petroleumsaktivitet er kartlagt (GAPS).
- Gjennom forskning på de akustiske signalene fra krill og fisk har estimatene for krillbestanden i Sørishavet, og dermed høstenivåene, blitt kraftig endret (AKES).
- Nye sedimentkjerner fra Sørishavet og Sør-Georgia viser hvordan det naturlige klimaet har endret seg gjennom de siste 20 000 år (PALEODRAKE).
- Permafrost er kartlagt i Nord-Norge og på Svalbard, og temperaturutviklingen overvåkes nå i 25 borehull, bl.a. for å bedre forstå mulig frigivelse av metangass (TSP Norway).
- Havbunnsseismometre og seismiske installasjoner på Bjørnøya har forbedret vår kartlegging av jordskjelvaktiviteten i regionen fra Jan Mayen til Svalbard (Continental margin).
- Sammenstilling av historiske vannstandsdata, inkludert tilgangen til en ny 100-år lang serie fra Russland, har gitt detaljert informasjon om havnivåendringene i Barentshavet (LEVANS).
- Sammenfallende studier av nordlys og sørllys har uventet vist at disse ikke er speilbilder av hverandre (IPY-ICESTAR).
- Det er utviklet en lovende prototype av en autonom bølge som utplasseres på drivisen i Polhavet for innsamling av seismiske refleksjonsdata (Seismic Buoy).
- Nesten en halv million ord på kvensk er dokumentert som del av sirkumarktisk språkforskning (LICHEN).

Mange av disse resultatene vil ha samfunnsmessig betydning. Det mest opplagte er sikrere værvarsler. Følgende tall gir også en oppsummering av innsatsen, og illustrerer samtidig at det er umulig å yte alle forskningsresultatene rettferdighet gjennom en så kort fremstilling.

Målbare resultater pr. 1. januar 2011 fra de 27 forskningsprosjektene finansiert over den norske IPY-bevilgningen omfatter bl.a.:

- 405 vitenskapelige publikasjoner, hvorav 299 i tidsskrifter med refereedordning, og 54 monografier
- Over 1200 foredrag og rapporter, inkludert over 400 foredrag på internasjonale fagmøter
- 23 doktorgrader er fullført eller i ferd med å bli fullført

Det er naturlig å også spørre hva som kom ut av hele den store internasjonale IPY-satsingen? Styringskomiteen for IPY-programmet kommer med et første svar på spørsmålet over 800 sider våren 2011. Så vi må avvente den rapporten.

Som en smakebit kan nevnes at IPY har endret vår forståelse av ismassenes bidrag til havnivå. Før IPY var beregningene at havnivåstigning i løpet av dette århundre, inkludert bidrag fra innlandsisene, ville være under 1 meter. Basert på en rekke brestudier, hvor norske forskere har hatt ledende roller i to, er nå konklusjonen at stigningen vil være 50 % større, altså 1.4 m. Dette er en stor økning som det må tas hensyn til i samfunnsplanleggingen mange steder.

Nye polarforskere

Både internasjonalt og nasjonalt har IPY brakt frem en ny generasjon polarforskere. APECS (Association of Polar Early Career Scientists) ble etablert under Polaråret, og organisasjonen har nå over 2000 medlemmer.

I vårt eget land finansierte programmet 23 doktorgradsstipendiater og 29 nyutdannede post-doktorer. Gitt den økte nasjonale interessen for nordområdene, og behovet for kunnskap for å sikre best mulig forvaltning av disse områdene i tråd med samfunnets mål, vil de unge forskerne gi en nødvendig innsprøyting av ny entusiasme i arbeidet med kunnskapsinnhenting. Denne formidable pulsen av nye forskere vil utvilsomt sette sitt preg på norsk polarforskning framover. Et spennende trekk ved gruppen er at hele 23 av de 52 var kvinner. Et annet trekk er at godt over halvparten av stipendiatene har en ikke-norsk opprinnelse.

Interessen for realfag og polarområdene

Det var et mål for den norske innsatsen at Polaråret skulle øke interessen for realfag i det norske samfunnet, og særlig blant unge. I teorien kan måloppnåelse vurderes nå, i og med at det har skjedd målbar økt interesse blant nettopp unge mennesker, illustrert f.eks. ut fra økt søknad til realfag i skolen. Vanskelig-



Prosjektet Bearhealth har forsket på helsestilstanden til isbjørnen.
Foto: Jenny Bytingsvik



Ilker Fer og Helge Bryhni i BIAC-prosjektet monterer utstyr på dekket til forskningsskipet Ernest Shackleton i Weddellhavet
Foto: Kjersti Lundmark Daae



Beltevognekspedisjonen i Antarktis, fra Troll til Sydpolen og tilbake igjen, var et av de mest krevende prosjektene i Polaråret. Foto: Stein Tronstad

- Isfrysing forsterker CO₂-opptaket og forsuringen av verdenshavene (BIAC).
- Den største kilden til sot på isen og snøen i Arktis, noe som øker is-smelting pga. solstråling, er jordbruks- og skogbranner, og ikke kull- og oljeforbrenning (POLARCAT).
- Laboratorieforsøk med store vannmasser i Ny-Ålesund har avdekket uventede forskjeller mellom de mikrobielle næringsnettene i tempererte og polare farvann (PAME-Nor).
- Utplassering av instrumenter på 40 seler i Arktis

og beitende dyr gjør at varmere klima ikke nødvendigvis fører til at tregrensen flytter seg nordover (PPS Arctic Norway).

- Sedimentkjerner fra innsjøer i Uralfjellene viser isfritt miljø med mennesker og mammut for 50 000 år siden, da Skandina via var dekket av en stor innlandsis (ICEHUS II).
- For å få bærekraftig reindrift under kommende klimaendringer, bør tradisjonelle metoder med større mangfold i reinsdyrflokkene tas i bruk igjen (EALAT).
- Demografi, ressursutvikling, infrastruktur og

heten er å skille ut hva Polaråret har betydd for denne økningen, i forhold til mange andre tiltak som også har pågått i perioden. Og kanskje er det ikke så viktig heller – det er kanskje nok å vite at også Polaråret kan ha hatt sin betydning?

Vi har et sikrere grunnlag for å si at Polaråret har betydd økt interesse for polarområdene. Frem til 1. januar 2011 er det blitt registrert:

- 850 oppslag i massemedia knyttet til Polaråret
- over 300 allmennrettede formidlingstiltak fra prosjektenes side, og dessuten
- over 500 formidlingstiltak rettet mot utvalgte målgrupper

Samtidig er det riktig å si at interessen, særlig for nordområdene, også har økt gjennom aktiviteter som ikke har hatt noe med Polaråret å gjøre. Disse inkluderer fartøyer som seiler gjennom Polhavet pga. endringer i drivisen, regjeringens fokus på nordområdene som utenrikspolitisk viktig, og i 2010, avklaringen av delinjen i Barentshavet.

Hva skjedde med Norges status som polarforskningsnasjon?

Et annet uttrykt mål var å heve nasjonens status innen

polarforskning. Det er vi trygge på har skjedd, ikke minst fordi Norges innsats under Polaråret var den tredje eller fjerde største blant de vel 60 deltakernasjonene. Budsjettmessig var USA størst, fulgt av Canada, og med Norge på tredje plass. I antall årsverk var kanskje Russland også foran oss.

Uansett 3. eller 4. plass, dette er ikke vanlig kost i vår forskningsverden. Norsk forskning utgjør tross alt bare noen promiller av den globale forskningen, og selv i polarforskningen er vi vant til å bli slått av Tyskland, Storbritannia og Frankrike, og noen ganger også av land som Kina, Japan, Korea og Italia.

De internasjonale polarforskningsmiljøene har lagt merke til den store norske innsatsen, og vi er som følge av det blitt mer attraktive som samarbeidspartnere. Det er en rekke konkrete eksempler på at norske forskere er blitt invitert inn i prosjekter. Norske forskere har vært involvert i flere artikler som er kommet i tidsskrifter med stor innflytelse, og det er økt interesse for å samarbeide med Norge både på Svalbard og på den norske forskningsstasjonen Troll i Antarktis.

På Svalbard deltar EU nå tungt i SIOS (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System), noe som viser at IPY-innsatsen nådde målet om å øke den internasjonale interessen for Svalbard som forskningsplattform. Sverige og Finland vurderer nå å etablere seg på

Samarbeid med Russland har vært helt avgjørende for flere av prosjektene. Her laster den russiske isbryteren Ivan Papanin utstyr til den norsk-amerikanske sydpolekspedisjonen på kaia i Oslo i oktober 2006. Foto: Kristen Ulstein



Terje Isungset spiller på isinstrumenter under åpningen av IPY Oslo Science Conference 8. juni 2010. Foto: John Petter Reienersens, Samfoto

Troll, og Italia ønsker å bruke stasjonen som utgangspunkt for avanserte astrofysiske målinger.

Samarbeid med Russland

For Norge har det også vært et mål å forbedre samarbeidet med Russland i nordområdene. Det har vært en god samarbeidsånd mellom norske og russiske forskere gjennom hele IPY-perioden. Norge støttet den russiske etableringen av et regionalt IPY-sekretariat, lagt til Arktis og Antarktis-instituttet (AARI) i St. Petersburg.

I Russland hadde IPY politisk støtte på høyt nivå. I IPY-perioden etablerte myndighetene egne og mer smidige systemer som tillot utenlandske forskningsfartøyer i russisk Arktis og kryssing av grensen med innsamlet data og utstyr. (Men det betyr ikke at det alltid fungerte slik i praksis!) Det er et håp og ønske at disse forbedringer i praktiske samarbeidsløsninger vil fortsette også etter IPY.

Datahåndtering

Det var store ambisjoner om at Polaråret skulle skape et sprang fremover når det gjaldt data-lagring og -utveksling mellom prosjekter. I forbindelse med tildelingen satte derfor Forskningsrådet som krav at alle norskfinansierte prosjekter måtte følge IPYs datapolitikk. Det viste seg imidlertid at datahåndtering er et komplekst område. Det ble lagt et godt grunnlag i form av standardiserte løsninger for å nå målsettingen, men internasjonalt er det et stykke fram til målet. En artikkel i boken belyser dette.

Polaråret førte til framgang i datautveksling ved at en rekke prosjekter etablerte metadatabaser, det vil si oversikter over de data som finnes og hvordan det er mulig å få tilgang til dem. Et annet konkret resultat var etableringen av PIC (Polar Information Commons), som ble lansert under Polarårs-konferansen IPY-OSC. [IPY-Oslo Science Conference, Polarårets vitenskapelige sluttkonferanse](#)

IPY-OSC ble gjennomført på Norges Varemesse på Lillestrøm i juni 2010, og ble en stor suksess med over 2000 presentasjoner og deltakere. Konferansen bidro utvilsomt til at Norge har befestet ryet som polarforskningsnasjon. Forskningsrådet, som sto for arrangementet, fikk også økt status som polarforskningsadministrasjon.

Arven etter Polaråret.

Polarårsinnsatsen har ført til ny kunnskap, nye polarforskere og til forbedrede samarbeidsformer. Det er for tidlig å konkludere om arven etter Polaråret og veien videre, men mye skjer allerede. Basert på IPY-resultatene legges det nå fram ideer og modeller i WMOs (World Meteorological Organisation) regi under begrepet: International Polar Decade (IPD). Disse idéene indikerer at det på sikt kan bli realistisk å lage robuste klimavarsler for vår del av verden. IPY-forskningen har vist at det er sammenheng mellom flere klimarelaterte naturfenomener i Arktis, og mellom Arktis og lavere breddegrader. Det gir grobunn for å håpe på global oppslutning om behovet for å studere Arktis nærmere – noe som bør være i våre nasjonale interesser.

Veien videre fra Polaråret

Oppsummering av erfaringer og anbefalinger for fremtiden

Av Øystein Hov, Meteorologisk institutt, leder av den norske IPY-komiteen

Polaråret ble ekstra stort og ekstra langt i Norge, sammenlignet med de fleste andre land. Vi var ikke bare den tredje største bidragsyteren i verden (etter USA og Canada) målt i ekstraordinære bevilgninger. Mens de fleste land hadde et toårig program – fra mars 2007 til mars 2009 – strakk Polaråret seg over fire år i Norge.

Det passer godt med den norske polarfascinasjonen at Polaråret ble ekstra stort og langt i Norge. Utforskningen av polarområdene var viktig i nasjonsbyggingen under Sverige og i etableringen av Norge som selvstendig land i tiårene omkring 1900. Også i dag virker polarutforskning nasjonalt samlende og bidrar fremdeles til en felles norsk identitet.

Rammene for Polaråret

Planleggingen av Polaråret 2007–2008 var faktisk kommet godt i gang allerede i 2004–2005. Regjeringen stilte over 320 mill kr til rådighet for Forskningsrådet fra 2007, fordelt på 4 år, med første prosjektutlysning i mai 2006. Mye feltarbeid og den mest intensive forskningsinnsatsen ble gjort i 2007–2009 med to sesonger til observasjoner og eksperimentelt arbeid både i Arktis og Antarktis. De fleste prosjektene tok slutt ved utgangen av 2010 og arbeidet ble avsluttet i løpet av de første månedene av 2011.

Den politiske interessen knyttet til nordområdene har tiltatt i løpet av den perioden IPY ble planlagt og gjennomført. Nordområdene er viktige for Norge både i kraft av geografisk nærhet, ressursene i havet og under havbunnen; områdene har betydning som transportvei, i forhold til beredskap og i forholdet til andre land som

grenser til polbassenget, ikke minst Russland. Delelinjespørsmålet med Russland i Barentshavet er også løst i løpet av IPY-perioden

Forskningsrådet hadde en bred og omfattende utlysningstekst, der målene for den norske IPY-innsatsen ble satt:

- Norge skal bidra til å fremskaffe ny kunnskap av høy faglig kvalitet om grunnleggende prosesser og sentrale naturfenomener i polarområdene. Innsatsen skal gi en kunnskapsarv av samfunnsmessig relevans i forhold til behov for god forvaltning, inkludert utvikling av prognoser for klimaendringer, forvaltning av ressurser og miljø og effektene av endringsprosessene i nordområdene.
- IPY skal føre til en betydelig økning i varig internasjonalt samarbeid, særlig med Russland, og i utenlandske forskeres bruk av norsk infrastruktur på Svalbard i samarbeid med norske miljøer.
- IPY skal føre til forskerrekuttering og en målbar økt interesse blant skolelever og studenter innen de fagområder der Norge deltar, spesielt innen realfag.
- IPY skal føre til økt innsikt i betydningen av polarforskning og om polarområdene generelt i det norske samfunnet.

Det er ikke uten videre enkelt å slå fast hvordan utviklingen ville vært i forhold til disse målene uten Polaråret, eller hvor mye Polaråret har bidratt. Det har vært

en betydelig økning i den politiske og allmenne oppmerksomheten spesielt om nordområdene, men også om Antarktis. Det kan godt tenkes at Polaråret i seg selv har bidratt til dette.

Den norske IPY-planen, og utlysningen av prosjektmidler, fulgte godt opp intensjonen i den internasjonale polarårsplanen, utviklet av en gruppe under ICSU og med tilslutning fra WMO:

- Forskning (klassifisert av ICSU under 6 temaer: status, change, global linkages, new frontiers, vantage point og human dimension).
- Flere underkomiteer med særlig ansvar for gjen-

- en felles «allmenning» for observasjoner og andre data fra polområdene,
- et faglig perspektiv som skulle favne både naturfaglige, kulturelle og samfunnsfaglige spørsmål.

Erfaringer fra gjennomføringen av Polaråret i Norge og bidraget til IPY

De fire årene (2007–2010) med Polarår i Norge var preget av en svært høy innsats, profesjonalitet og resultatorientering hos alle involverte. Det vil ta tid å fordøye alt som kom fram. Bildet av Polaråret har svært mange dimensjoner:

Polaråret var et møte mellom store komplekser som



Den moderne forskningsindustrien krever tung og dyr logistikk – her representert ved havforskningskipet G.O.Sars. Foto: Kjartan Mæstad



Økt bruk av infrastruktur på Svalbard var et et viktig mål. Her er de nordiske tronarvingene klar til en tur opp til luftmålestasjonen på Zeppelinfjellet, sammen med Kim Holmén fra Norsk polarinstitutt. Foto: Karine Nigar Aarskog



Polaråret har hatt flere spektakulære arrangementer. Her fra åpningen av Urfolkenes Polarår i Kautokoineo i februar 2007. Foto: Kristen Ulstein

nomgripende temaer ble etablert i Norge og knyttet an til det internasjonale koordineringsarbeidet ledet fra International Project Office som hadde tilhold hos British Antarctic Survey i Cambridge i Storbritannia:

- datagruppe,
- gruppe for utdanning, informasjon og kommunikasjon,
- gruppe for observasjoner.
- Nøkkelord for arbeidet var
 - feltarbeid og forskning under IPY,
 - en varig arv etter IPY i form av sterkere strukturer for overvåking, ressursutnyttelse og forvaltning av polområdene,
 - utnyttelse av Svalbards muligheter,
 - sterkere forbindelser med Russland,
 - større interesse og kunnskap om polarstrøkene hos barn og ungdom under utdanning og i samfunnet i sin alminnelighet,

vanligvis opererer nokså uavhengig av hverandre. Disse kompleksene kan kalles «den moderne forskningsindustrien», «den moderne medieindustrien», «oppvekst, skole, utdanning og ekspertrekruttering», «presset på urbefolkningen» og «det globale datafellesskapet». Dette møtet kom i stand dels fordi regjeringen bevilget et stort beløp, dels fordi Forskningsrådet la til rette for dette møtet gjennom sin utlysingsformulering, og sist men ikke minst, alle «kompleksene» klarte å mobilisere slik at de hver for seg og samlet satte sitt preg på Polaråret.

Den moderne forskningsindustrien

Fridtjof Nansen drev observasjonsbasert oseanografisk forskning. På grunnlag av målinger som var som små «nålestikk» inn i en lite kartlagt verden, brukte han datidens kunnskaper og sin egen intuisjon, og sikkert mange stille stunder på Fram eller Polhøgda, til å danne seg et bilde av de store havstrømmene i det nordlige Atlanterhav og polbassenget. Dette bildet har

i store trekk holdt seg helt fram til våre dager.

Nansen var en fremragende enkeltforsker på et felt der det var store, uløste grunnlagsproblemer. Han utviklet forskningsinfrastruktur ved at han konstruerte instrumenter (Nansen-vannhenteren) og organiserte ekspedisjoner (f.eks. driften over Polhavet med Fram). Han bygde team for å mobilisere nok ressurser for å hente inn data og kunnskap om problemstillingene han hadde satt seg fore å løse. Han hadde en internasjonal orientering, og legning for å publisere, formidle og tiltrekke seg sponsorer.

Hva som drev Nansens forskningsiver er kanskje ikke så lett å vite, men konkurranseinstinktet var sikkert velutviklet, sammen med en sterk vilje til å utvikle egne evner og realisere egne visjoner. Behovet for en fast stilling og et forutsigbart liv sto kanskje ikke øverst på listen over det som drev Nansens forskningsiver?

Den moderne forskningsindustrien har de samme trekkene som Nansens forskningsvirksomhet hadde. Men det er blitt en industri fordi forskningen er satt i system og er i stor grad underlagt markedsmekanismene. Det er utviklet offentlige mål for «produktivitet». Her står publikasjonstall sentralt, i tillegg til siteringsindeks, antall medieopptredener og «bunnlinjen» i prosjektregnskapet. Som i industrien er økonomenes språk innført i forskningen. Enkeltforskeren som åndsmenneske og ingeniøren har mindre fremtredende plass.

Kjernen i forskningsindustrien er team omkring ledertyper som har sin legitimitet gjennom faglig dybdeekspertise og iderikdom, evne til å behandle folk ordentlig, nettverk uavhengig av landegrensener til andre team og til andre relevante disipliner, evne til å konkurrere om økonomiske midler med kort tidshorison (4 år med Polarår er ganske lenge i denne sammenheng) og stor arbeidskraft. En forskningsleders normalarbeidsdag er ikke normal.

Den moderne forskningsindustrien er gjennomorganisert. Konkurransevne forutsetter et administrativt støtteapparat som legger til rette for å lykkes med å få tilslag på prosjektforslag og for å drive prosjekter effektivt. Elementer her er

- forutsigbar og forskningsinnrettet personalpolitikk,
- økonomioversikt og -styring,
- organisering av «produksjonsapparatet» som kan omfatte en kombinasjon av laboratoriestudier, forskningsekspedisjoner og observasjoner i felten;

- instrumentutvikling og/eller anvendelse;
- datainnhenting, -kvalitetssikring, -flyt, -lagring, -gjenfinning og kombinasjon med andre datatyper;
- tolkning av data inkl teoridannelse, modellutvikling og -anvendelse;
- plattformer for forskningsinfrastruktur (datamaskiner, datalagringsmedier, satellitter, laboratorier, skip, fly, landstasjoner);
- oversikt over formaliserte forskningsrelevante nettverk nasjonalt og internasjonalt (f.eks. under ICSU, WMO eller andre internasjonale organisasjoner eller konvensjoner); ekspertise på informasjon og kommunikasjon;
- og sist men ikke minst innsikt og kunnskap om finansieringsmuligheter og underliggende forskningspolitiske og -strategiske bevegelser nasjonalt og internasjonalt.

I Polarårssammenheng var Forskningsrådet en dominerende «bestiller» og «kjøper» av «tjenester» fra forskningsindustrien.

Forskningsindustrien er individdrevet med et innslag av drivkraft fra institusjoner. Dette siste er avhengig av institusjonstype. Universiteter har gjennomgående en svakere institusjonsdrivkraft enn private forskningsinstitutter, som baserer seg på oppdragsinntekter og har fokus på anvendte problemstillinger. Siden polarforskning ikke er en disiplin, har ikke universitetet og høyskoler som mål å drive «polarforskning». Mange forskningsinstitutter har derimot institusjonsmål med til dels betydelig relevans i polarsammenheng.

Enkelte land har instituttsektoren større faste grunnbevilgninger enn i Norge. Dette gjelder for eksempel i Tyskland, Frankrike og Nord-Amerika, mens Storbritannia og de skandinaviske land har en mer sammenlignbar struktur.

Forskningen i Polaråret

Forskningsinnsatsen og -resultatene fra Polaråret vurderes som svært vellykket, sett i lys av kriteriene i Forskningsrådets utlysning. Nesten alle prosjektene har hatt omfattende feltkampanjer og informasjonsinnsamling i Arktis eller Antarktis, tolkning og teoridannelse, og med en tildels hvd som publiseringsaktivitet. De korte artiklene fra hvert prosjekt i denne boken gir et lite bilde av dette.

Fire av de 27 Polarårsprosjektene hadde menneske og samfunn som overordnet tema. Dette gjelder det ling-

vistiske prosjektet LICHEN, EALÅT som studerte endringer i reindyrbeite og livsbetingelser for reinereiere som følge av klimaendringer, og MODIL-NAO som studerte hvordan oljevirkomhet i Nordvest-Russland påvirker livet til nenetiske reinsgjeter. Også prosjektet CAVIAR har sett på sårbarhet for og tilpasninger til klimaendringene blant mennesker og i lokalsamfunn i nord.

Disse prosjektene setter de naturvitenskapelige prosjektene inn i et viktig perspektiv. For eksempel viser CAVIAR ut fra intervjuer og annen datainnsamling at «klimaendringer i utgangspunktet ikke er den største utfordringen for lokalsamfunn i Nord-Norge og Nordvest-Russland. Det er de sammensatte forholdene



Moderne forskning er samarbeid. ICEHUS II-teamet av norske og russiske forskere samlet ved Bolsjoi Shuchye (Store Gjeddesjøen) i oktober 2007. Foto: Øystein Lohne



Hektisk ferdplanlegging i hangaren på Andenes flyplass 3. mars 2008. Et polart lavtrykk er under oppbygging ute i havet. Prosjektleder Jon Egil Kristjansson i IPY-THORPEX i midten. Foto: Gudmund Dalsbø



Polaråret har samlet store mengder data. Den enorme antenna ved EISCAT på Svalbard har kjørt kontinuerlig i et helt år og gitt et unikt datasett. Foto: Kristen Ulstein

mellom samfunn, politikk og økonomi, hvor klimaendringene gir en ny og forsterkende effekt som sammen krever tilpasning». Funnet er kanskje ikke overraskende, men grunnlaget for å si dette er her forskningsbasert og ikke først og fremst et politisk eller ideologisk motivert utsagn.

Enkelte prosjekter var mer spektakulære enn andre, med tydelige innslag av norsk vilje til suverenitetsutøvelse, og med innslag av strabaser, svettelukt og sjeldne fotomuligheter. Jeg tenker for eksempel på den norsk-amerikanske beltevognsekspedisjonen fra Troll til Sydpolen og tilbake igjen (TASTE-IDEA).

Enkelte prosjekter hadde røtter i veletablerte og velregulerte internasjonale strukturer for å overvåke og forstå ressursituasjonen til havs og dynamikken som bestemmer den, for å forbedre grunnlaget for vær- og havvarsling eller for å forstå klimautviklingen i fortiden og framover. Det vises her for eksempel til økosystemprosjektet NESSAR og krill- og økosystemtoktet med

G.O.Sars til Sørishavet (AKES”), som begge var koordinert av Havforskningsinstituttet. Disse prosjektene har levert kunnskap med relevans for «Arctic Climate Impact Assessment» (ACIA) under Arctic Council, som Norge vektlegger som et overordnet internasjonalt organ for vår nordområdepolitikk; og «Convention on the Conservation of the Antarctic Marine Living Resources» (CCAMLR).

Grunnlaget for bedre vær- og havvarsling ble særlig behandlet i IPY-THORPEX, med fokus på varsling av ekstremvær i Arktis, og i iAOOS-Norway, med fokus på integrert overvåking av hav, is og vær i Arktis.

IPY-THORPEX sprang ut av forskning- og utvikling

ledet av WMO (World Meteorological Organisation), som arbeider for å forbedre og holde ved like kvaliteten på værvarslene verden over. Dette arbeidet er utviklet over mange tiår. iAOOS er et viktig bidrag til å rotfeste tilsvarende strukturer for varsling av hav- og isforhold.

Et prosjekt i samme gate var POLAR-CAT, som på en produktiv måte undersøkte hvordan de nordlige polområdene blir påvirket av transport av luftforurensninger sydfra.

Den største gruppen av Polarårsprosjektene har tatt for seg forholdet mellom klimaendringer og -variabilitet, og f.eks. havsirkulasjonen, utbredelsen av isbreer i Arktis, utbredelsen av skogsvegetasjon i Arktis, utbredelse av permafrost, den kombinerte økningen i stress som en følge av endringer i klima og miljøgiftnivåer, på økosystemer og som f.eks. isbjørnbestanden er avhengig av.

Noen prosjekter hadde som hovedmål å utvikle og anvende nye instrumenter. Dette gjelder for eksempel Seismic Bouy – et prosjekt med stor potensiell nytte-

verdi for geofysisk prospektering i islagte farvann. Et annet og spektakulært eksempel er MEOP-Norway, som undersøkte forholdene i polhavene ved å bruke selser som «forskningssister».

Paleoklima og geologiske strukturer var tema for en annen gruppe med Polarårsprosjekter. Istidsforskningen i Uralfjellene som Geologisk institutt ved Universitetet i Bergen har drevet i en lang rekke år (ICEHUS II) kom med viktige funn når det gjelder utbredelse av isdekk under tidligere istider og mellomistider.

Paleoklima var også et element i SciencePub-prosjektet – ledet av Norges Geologiske undersøkelser (NGU). Dette prosjektet koblet forskning og formidling om klimaklimaforandringer og tilpasningsstrategier på en innovativ måte ved å kombinere humandimensjonen med naturvitenskap. Forskning om naturlige klimavariasjoner i siste istid, og hvordan pionerbosetningen i Finnmark tilpasset seg de voldsomme endringene som fulgte, ble vevd sammen i formidlingen og var likeverdige deler av prosjektet. SciencePub favnet dermed over flere av de viktigste intensjonene med Polaråret, i større grad enn mange av de andre prosjektene.

Universitetet i Bergen ledet to andre grunnforsk-

ningsinnrettede prosjekter. PAME-Nor studerte omsetningen av løst organisk materiale i det mikrobielle næringsnettet i polare farvann. Forsøk ble gjort i Ny-Ålesund på Svalbard i store beholdere der sjøvann ble lukket inne og koblingen mellom havets kjemi og havets biologi på mikronivå studert ved å behandle vannet på forskjellige måter for å separere effekter. ICESTAR fikk førstesideoppslag i Nature da de viste at nord- og sørløst er assymetrisk.

Samarbeid med Russland

Polaråret har forsterket det faglige forskningssamarbeidet med Russland på mange områder. Mange forskningsmiljøer i Norge har gode faglige kontakter i Russland, og disse ble ytterligere vitalisert. Russerne har en stolt tradisjon når det gjelder feltbaserte polarobservasjoner og teoridannelse. De tar ofte utgangspunkt i grunnleggende problemstillinger, ansporet av en sterk akademisk tradisjon. Det er raskt samhandel og samkvem over landegrensene i nord, og institusjonelle bånd følger etter. Dette kan bety at reglene for forskningsamarbeid over landegrensene normaliseres mer og mer slik at innsatsen kan leg-

ges på forskningen selv og ikke på uhensiktsmessige administrative forhold.

Mange av prosjektene hadde betydelige bidrag fra russiske forskere eller hadde lagt deler av prosjektarbeidet til Russland. Dette gjelder for eksempel SciencePub, ArcticWOLVES, BIAC, CAVIAR, LEVANS, MODIL-NAO, IPY-THORPEX og ICEHUS II. Samarbeidet med russerne bød også på enkelte utfordringer: Som det fremgår av artikkelen om BIAC-prosjektet fikk det utstyr og data fra en måleserie i sjøen mellom Franz Josefs land og Novaya Zemlja beslaglagt, mens det tekniske samarbeidet med russerne var vellykket.

Forskning på Svalbard

Det var et uttalt mål å utnytte forskningsinfrastrukturen på Svalbard i Polaråret. Dette ble gjort i prosjektet ArcticWolves med komparative feltstudier på Svalbard og andre steder i det polare Eurasia av arktiske rovdyr. På tilsvarende måte ble et område ved Kongsfjorden benyttet for studier av sammenhengen mellom miljøgiftbelastningen og ærfuglbestanden (COPOL).

Det ble gjort permafrostobservasjoner på Svalbard og på fastlandet (TSP Norway). POLARCAT benyttet den atmosfærekjemiske målestasjonen på Zeppelinfjellet ved Ny-Ålesund til avanserte observasjoner for å kartlegge luftforurensningstransport inn i Arktis. Austfonna var gjenstand for en glasiologisk kartlegging (GLACIODYN). I PAME-Nor ble laboratoriefasiliteter i Ny-Ålesund utnyttet. Øvre atmosfære-prosjektet IPY-ICESTAR benyttet seg av EISCAT-radaren innerst i Adventdalen i et helt år.

Flere prosjekter, som IPY-THORPEX og POLARCAT brukte flyplassene på Svalbard i feltkampanjer. I mange andre av Polarårsprosjektene var det ikke relevant å bruke fasiliteter på Svalbard. Samfunns- og forskningsinfrastrukturen på Svalbard var likevel av stor betydning for gjennomføringen av Polaråret, og reduserte risikoen og økte forskningsutbyttet i mange av prosjektene.

Det internasjonale IPY

De norske polarårsprosjektene var knyttet til de internasjonale IPY-prosjektene, godkjent av felleskomiteen. De ulike lands finansiering av IPY bestemte i hvilken grad de internasjonale prosjektene ble realisert, og godt og vel 200 godkjente prosjekter hadde om lag 160 en finansiering.

IPYs internasjonale portefølje av prosjekter ble

gjern illustrert med bikube-diagrammet (Figur 1). Dette diagrammet visualiserer viktige trekk ved IPY: IPY var ikke hierarkisk, men hadde en nettverksstruktur. Hvert element i bikuben hadde understrukturer som ikke er vist, og som besto av enkeltprosjekter av nasjonal eller flernasjonal karakter, og med en innbyrdes sammenheng bestemt både av faglig innretning, og allerede etablerte relasjoner mellom forskere og forskerteam i forskjellige land. Ofte ble infrastruktur som var stilt til rådighet fra en gruppe i et land, brukt av team fra flere prosjekter innen samme tematikk. Dette har ført til omfattende felles publisering over prosjekt- og landegrens, og en bedre utnyttelse av infrastrukturen.

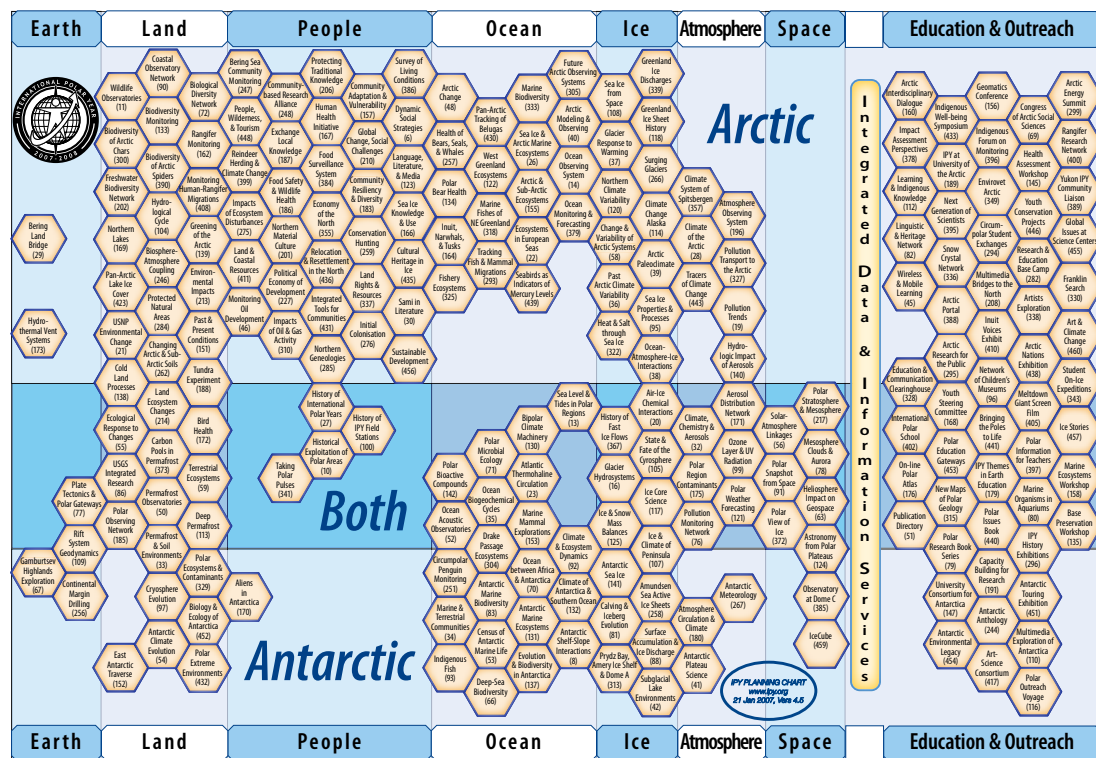
Bikubediagrammet har ingen retning, og gir få signaler om hva som er «arven» etter IPY utenom publikasjoner, data og nye eksperter. Mer spesifikt viser diagrammet at det ikke var planlagt hvordan fellesnytt av flere prosjekter skulle kunne realiseres eller gjøres permanent der det kunne ligge til rette for det. Spørsmålet om «arven» etter Polaråret drøftes nærmere i et eget avsnitt nedenfor.

Formidling, utdanning og forskerrekuttering

Det var et krav at Polaråret skulle føre til forskerrekuttering og en målbar økning i interessen særlig for realfag blant skolelever og studenter innen de fagområder der Norge deltar. Barn og ungdom under utdanning og deres lærere, og unge forskere ble viktige bidragsytere til gjennomføringen av IPY.

Startskuddet på Polaråret på Rådhusplassen i mars 2007 mobiliserte ikke minst barn og ungdom. Det markerte også starten på «Folkets polarår», med ambisjoner

Bergens-elevene Liv Sofie H. Utvær og Ingrid A. Eidsvaag vant ikke bare en, men to elevkonkurranser. Her mottar de gratulasjoner og blomster og blomster fra Eiliv Larsen og Astrid Lyså i NGU. Foto: Gudmund Lovø



FIGUR 1: Den internasjonale prosjektplanen for IPY-bikuben

om å skape oppmerksomhet om polarforskningen i allmennheten og mobilisere barn og unge til større forståelse for forskning og særlig naturvitenskapene. Kristen Ulstein og Karl Torstein Hetland beskriver framgangsmåte og resultater i en egen artikkel.

Utdannings- og formidlingsprosjektene var en viktig del av Polaråret. De fleste prosjektene var lokale og ble gjennomført med svært lite eller ingen økonomisk støtte. Det var til sammen 22 prosjekter som fikk støtte gjennom utlysningen av 14 millioner kr. Resultatene av disse er oppsummert i en egen artikkel.

Mange forskningsmiljøer fikk gjennom Polaråret mye erfaring i å kombinere forskning og formidling. Det var et krav at forskningsprosjektene skulle ha en

administrative kontor fra USA til Tromsø, med støtte fra Universitetet i Tromsø og Forskningsrådet. Det ga mange nyttige innspill til det norske IPY-arbeidet, særlig i forbindelse med utdanning, og med forberedelsene til IPY Oslo Science Conference i juni 2010.

Mediebildet fra Polaråret

Det tredje «komplekset» i Polaråret var den moderne medieindustrien. Mange av forskningsprosjektene hadde egne profesjonelle mediefolk med i arbeidet, først og fremst på ekspedisjoner, tokt eller feltforsøk der det var spesielt stort trykk, men også i formidlingen av resultater. Dette var høyt prioritert i gjennomføringen av Polaråret, mye høyere enn det som er vanlig



Leder ved Naturfagsenteret Anders Isene viser eksperimenter med tørris. Rådhusplassen 1. mars 2007. Foto: Kristen Ulstein



De norske deltakerne på Globe-konferansen i Sør-Afrika. Foto: Karl Torstein Hetland



SciencePub var ett av forskningsprosjektene som tok mot tilbudet om å låne kamera og de laget flere filmer – blant annet fra feltarbeid her ved elven Dvina i Russland. Foto: Gudmund Lovø

utdannings- og/eller formidlingskomponent. Rapportene tyder på at det har blitt fulgt opp i stor grad i de fleste av prosjektene. Få andre forskningsprogrammer har et tilsvarende omfang av populærvitenskapelig formidling og aktivitet.

Knappt 50 doktorgradsstudenter og postdoktorer har vært engasjert i forskningsprosjektene i det norske Polarårsprogrammet. Vi har fått en ny generasjon med polarforskere som skal sørge for både nysgjerrighetsdrevet forskning og kunnskapsbasert forvaltning av polområdene framover.

Alle som levde litt med Polaråret, ble kjent med en ny og aktiv organisasjon, APECS (Association of Polar Early Career Scientists). Det er en internasjonal og multidisiplinær organisasjon for polart innrettede studenter på bachelor-, master-, doktorgrads- og postdoktornivå, og også for universitetsansatte i begynnerstillinger. I løpet av Polaråret flyttet APECS sitt

i forskningsprogrammer. Hvis «tellekant»-resultater legges til grunn (antall medieoppslag inkl innslag i radio eller fjernsyn, Internett-søk, forsterket kontakt mellom enkeltforskere og journalister og produsenter, oppmerksomhet om forskningen i det politiske miljøet), så var møtet mellom forskningsindustrien og medieindustrien meget vellykket.

Det er imidlertid grunn til å antyde noen utfordrende aspekter ved dette møtet. «Vinkling», «spissing», oppsummering av ett års arbeid i noen få setninger, var nye utfordringer for mange forskere. I forskningen skal hele datamaterialet snakke, og forbehold skal komme fram når dataene tilsier det. Det vitenskapelige foredraget med utførlig utlegning av hypoteser, premisser, datasamling, vurderinger og konklusjoner tar lengre tid enn det moderne konsentrasjonsspennet på 30 sekunder.

Medieindustrien er trollbundet av «historien som

enkeltmennesket kan fortelle» og en dramaturgi som krever å sette ting på spissen, selv når det ikke finnes noen spiss. I forskningen kreves det at konklusjoner og resultater er underbygget av datamaterialet, og drøfting av usikkerhet og forbehold har en fremtredende plass.

Medieindustrien mener at formidling skal være lett å fordøye. Terminologien skal være dagligtalens. Det brukes elementer fra reklame og markedsføring («merkevarebygging», «profilprogram»). Den krever at formidlingen skal underholde og holde fast folks oppmerksomhet, slik at de ikke skifter kanal. Formidlingen skal snakke rett til «skattebetaleren». Det legges ikke opp til en krevende læringsprosess, noe som imidlertid er grunnlaget for forskning og verdsettelse av forskningsresultater.

Også forskeren påvirkes av medieindustriens trykk. Kanskje han/hun begynner å tro at et medieoppslag er et forskningsmessig kvalitetsstempel?

Polaråret etterlater seg et uvanlig stort erfaringsmateriale fra møtet mellom medieindustrien og forskningsindustrien, to store komplekser i samfunnet. Kanskje noen burde utnytte materialet for å undersøke om et slikt intenst og langvarig møte er befordrende eller begrensende for forskningsprosessen?

Data-allmenningen

Polarforskningen er i stor grad observasjonsbasert. Forståelsen av prosesser i naturen, generalisering og teoridannelse avhenger av innsikten som kan hentes fra observasjoner, og resultatene fra teoretiske beregninger kan brukes til å gi retning for nye observasjoner. Etter hvert som kunnskapsgrunnlaget øker, flytter forskningsfeltet fra en tidlig, grunnlagsorientert fase til en mer moden fase med en sikrere forståelse.

Meteorologiens utvikling kan tjene som et eksempel, fra gjennombruddet for omkring hundre år siden i beskrivelsen av hvordan værsystemene utvikler seg, til dagens operasjonelle værvarsling med et samspill mellom observasjoner som overføres i nær sann tid fra satellitter, fly og bakkestasjoner til beregningssentre der observasjonene brukes til å finstemme startverdiene i store beregningsmodeller som gir de neste dagens eller ukers værvarsel, og formidler dette via Internett (jfr www.yr.no).

Investering i forskning gir observasjonsdata som et viktig resultat og som «forskningskapital». Sammen med observasjonene hører informasjon om hvilke parametre og variable som er observert, observa-

sjonsmetode, kalibrering, kvalitetssikring, eierskap til dataene, tidsrom eller område som dekkes, hvor og hvordan dataene er lagret. Slik informasjon kalles metadata, data om dataene.

Det internasjonale geofysiske året (IGY) i 1957 sørget for at det ble opprettet en rekke «globale data-sentre» (World Data Centres) der institusjoner tok på seg et globalt ansvar for å ta i mot, registrere og stille til rådighet observasjonsdata, f.eks av solstråling eller ozonlagsmålinger. «Data-allmenningen oppsto». Helt opp til våre dager har denne strukturen med globale datasentre vært i vekst og har ordnet og gitt støtet til internasjonal forskning og utvikling. Fremveksten av Internett har imidlertid skapt nye muligheter for å søke etter, finne og hente hjem data av alle slag. På Internettet er imidlertid behovet for sentralfunksjoner annerledes enn i brevets eller telefaksens tidsalder. Da ga det oversikt og tidsbesparelse å kunne henvende seg til et fåtall sentrale datalagre som hadde god oversikt, enn å finne fram til den enkelte datakilden. Men fra å være ordnende og forskningsbefordrende, er kanskje de globale datasentrene i dag «A legacy of confusion» (se David Carlsons kommentar i Nature 20.1.2011 s 293).

IPY hadde ambisjon om å skape et nytt vendepunkt for den globale data-allmenningen, ved å gjøre metadataene tilgjengelig globalt via Internett i en søkbar form. Slik skulle enhver interessert kunne finne ut hva som er observert, hvor og hvordan, hvem som eier dataene og hvilke betingelser som stilles for å få tilgang til dem. De fysiske dataene skulle forbli hos eieren, slik at etter hvert som dataenes kvalitet forbedres, så vil dette automatisk komme alle brukere til gode.

Gjennomføringen av et slikt kursskifte i datalagring og tilgjengeliggjøring krever både den mental og en fysisk endring. Den fysiske endringen er at alle grensesnitt mellom en bruker og dataene må standardiseres. Utforming av standarder og praktisering av dem, krever sentral myndighetsutøvelse. Forskningsrådet tok denne rollen i Polaråret, og sørget for at det ble gjennomført et systematisk prosjekt som la til rette for at norske polarårsdata er tilgjengelige på denne måten (se egen artikkel om DOCIPY av Øystein Godøy).

Internasjonalt hadde IPY en datalagringsgruppe som gjorde mye for å realisere denne ambisjonen også globalt. Dette arbeidet kom et godt stykke på vei, men det mangler en del på full realisering. IPYs valg av «bikubestrukturen» er en del av forklaringen på at det ikke ble en tilstrekkelig myndighetsutøvelse globalt på dette

området. Men utviklingen er i gang i riktig retning, drevet blant annet av standardiseringen av Internett.

Den mentale kulturendringen henger sammen med forskerens identifikasjon og eierskap til observasjoner og andre data. Fremveksten av forskningsindustrien har gitt dette eierskapet enda en dimensjon. Informasjon og data er en viktig del av kapitalen i denne industrien, og holdes tilbake så lenge de har høy verdi og brukes for å skaffe nye oppdrag.

Utviklingen av data-allmenningen krever at alle disse forholdene anerkjennes som reelle og at det gjennomføres ordninger som tar hensyn til dem. Anerkjennelse av dem som gjør sine data tilgjengelig, er et slikt tiltak. Det kan tenkes løst ved at det etableres en «datasiteringsordning», på samme måten som en forfatter får kreditt når en artikkel siteres.

Gjennom IPY kom forslaget om «Polar Information Commons (PIC)»-datamerkelappen i 2009 (www.polarcommons.org). PIC-data kan brukes fritt, når regler følges, for anerkjennelse av opphavsperson, sitering, versjonskontroll, varsling av opphavspersonen og databruk i samsvar med forutsetningene.

Enkelte fagområder, som meteorologi, er ledende i utviklingen av data-allmenningen fordi kvaliteten i operasjonell værvarsling er avhengig av et globalt system for utveksling av observasjoner i nær sann tid og av kjent kvalitet. DOCIPY-utviklingen har fulgt den samme tankegangen som WMOs Information System (WIS), som er i ferd med å snu «innsiden ut» på den globale, meteorologiske datastrømmen. Før var meteorologiske data forbeholdt de nasjonale værtjenestene. WIS gjør datastrømmen tilgjengelig for alle på en måte som følger internasjonale standarder for å kjennetegne og kategorisere data. Andre disipliner følger etter.

Arven etter Polaråret

Polaråret utnyttet til fulle kraften i forsknings- og medieindustrien og i utdanningssystemet på alle nivåer ved å kombinere klare forventninger med et betydelig budsjett. Det er en stor arv i form av publikasjoner, innsamlede data, nye eller forbedrede forskningsmetoder, medieoppmerksomhet og en ny generasjon forskere. Interessen og kunnskap om polarstrøkene hos barn og ungdom under utdanning og i samfunnet i sin alminnelighet er økt. Vi verdsetter det faglige perspektivet som favner både naturfaglige, kulturelle og samfunnsfaglige spørsmål. IPYs bikubestruktur

(Figur 1) viste sin hensiktsmessighet i disse sammenhengene.

Det gjenstår da fire punkter i forventningslisten til Polaråret:

1. en varig arv etter IPY i form av sterkere strukturer for overvåking, ressursutnyttelse og forvaltning av polområdene,
2. utnyttelse av Svalbards muligheter,
3. sterkere forbindelser med Russland,
4. en felles «allmenning» for observasjoner og andre data fra polområdene.

Forskningsbaserte, operasjonelle tjenester baserer seg på en struktur som er styrt ovenfra og ned, dette er tjenester som vær- og havvarsling, eller analyse av ressursutviklingen i havet. Disse krever en «sterk» infrastruktur, dvs observasjoner og modellutvikling og – anvendelse av varig karakter og kan ikke være styrt etter korte tidshorisonter og skiftende prioriteringer og smak. Dette krever institusjoner, sentraliserte eller distribuerte, som er «bærere» av visjonen for tjenestene.

Polaråret baserte seg i ganske stor utstrekning på «svak» infrastruktur. Feltarbeid, ekspedisjoner og midlertidige observasjonsplattformer har ikke en varig tilknytning til en «sterk» struktur, men er snarere tilgjengelig i forskningsindustriens vekslende oppdragsmarked. Der er formålet et annet enn å sørge for operasjonelle tjenester av høy kvalitet.

En slik organisering basert på «svak» infrastruktur kan gi store framganger på kort tid. Men den har lett for å overse eller undervurdere at dynamiske systemer, som dem som styrer klima, ressurser, vær, havsirkulasjon, økologi og andre naturforhold, må kartlegges over lang tid og på mange geografiske steder, for å få et systematisk bilde av deres variabilitet og oppførsel. Polaråret ga i mange tilfeller et godt bilde av bare et begrenset utsnitt av et dynamisk systems variabilitet.

En varig forsterkning av overvåking, ressursutnyttelse og forvaltning av polarområdene krever en organisering slik som EUs system for «Global Monitoring for Environment and Security» GMES (<http://www.gmes.info/>), som etter utviklingsfasen skal bli operasjonell fra 2015. GMES dekker bl.a. havvarsling, varsling av endring og utvikling av landbaserte økosystemer, luftkvalitetsvarsling og varsling av miljømessige unntakssituasjoner som for eksempel flom-, skred- eller tørke- og skogbrannfare.

Det tradisjonelle skillet mellom «forskningsobservasjoner» og observasjoner som er en forutsetning for operasjonelle tjenester (som f.eks. vær-, hav og isvarsler, eller ressursanalyser og -prognoser), er mindre i dag enn før.

Forskningsobservasjoner, ikke minst i polare strøk, trenger også en «sterk» infrastruktur for å lykkes. Styring ovenfra er viktig for å få til en felles data-allmenning for observasjoner og andre data fra polområdene, for å bedre utnytte Svalbards muligheter og for å etablere sterkere forbindelser med Russland. Det er flere slike eksempler der Polaråret og IPY dels har vært en forutsetning, eller har bidratt til å forsterke allerede påtenkte aktiviteter. I løpet av Polaråret har Forskningsrådet ledet an i et ESFRI-initiativ (European Strategic Forum for Research Infrastructure) for Svalbard som en europeisk forskningsplattform (SIOS). Flere russiske institusjoner er partnere i SIOS.

Meteorologisk institutt har skrevet under en protokoll med det russiske departement for naturressurser og miljø om utveksling av observasjoner og varsler for vær-, is- og havforhold i Barentshavet, og om å utvikle forskning som understøtter det operasjonelle. Barents-Watch er et prosjekt som nå drives fram av Kystverket på vegne av blant annet Fiskeri- og kystdepartementet for en Internettbaserte tjeneste som skal dekke det operasjonelle informasjonsbehovet for all slags virksomhet langs kysten av Norge og i nordområdene.

Et internasjonal polar-tiår?

Russland har foreslått at IPY bør etterfølges av et internasjonalt polar-tiår (International Polar Decade, IPD). Faglig sett er dette et meget interessant forslag, fordi det ville åpne for en dekada med intensivert systematisk observasjon av en rekke dynamiske systemer i polare strøk (klima, vær, is, havsirkulasjon, økosystemer til lands og til havs). Disse systemene er ikke så lette å forstå fordi de oppfører seg annerledes enn det som er førstevalget når vi mennesker resonnerer. Vi tenker gjerne lineært, og skjønner ikke hvorfor vi har så kalde vintre når CO₂-mengden angivelig øker. Systematisk observasjoner i en tiårsperiode ville gi en utvidet kartlegging av mange dynamiske systemers variabilitet. Det legger forholdene til rette for å forbedre systemforståelsen og dermed øke evnen til å forutsi fremtidige tilstander.

Mange polarstater vegrer seg imidlertid for å påta seg en slik forpliktelse av økonomiske grunner. To mer spesialiserte forslag har kommet lenger i utviklingen: «Global Cryosphere Watch» (GCW) og «Global integrated polar prediction system» (GIPPS).

Polarinstituttet, som hører under Miljøverndepartementet, har ansvarsområder som passer med GCW, mens Meteorologisk institutt, som hører under Kunnskapsdepartementet, har ansvarsområder som kan være godt tjent med at både GIPPS og GCW utvikles videre. Norges forvaltning av polarområdene vil tjene på å få disse spesialprosjektene og IPD realisert.

Polaråret etterlater seg et uvanlig stort erfaringsmateriale fra møter mellom medie- og forskningsindustri. De tre skandinaviske tronarvingenes turer til Svalbard og Grønland var med på å gi Polaråret stor medieoppmerksomhet. Foto: Karine Nigar Aarskog





SIDE
56-177

FORSKNINGSPROSJEKTENE

Kjernen i Polaråret var forskningsprosjektene. 28 prosjekter fikk norsk finansiering. De langt fleste inngikk i et av de 160 aktive internasjonale IPY-konsortsiene. Flere av disse konsortsiene ble ledet fra Norge. Totalt ble det bevilget vel 290 mill. kroner til forskning under Polaråret.

Bedre varsling av ekstremvær i Arktis

Av Jon Egill Kristjansson



Foto: Christian Mallaun

IMPROVED FORECASTING OF ADVERSE WEATHER IN THE ARCTIC REGION – PRESENT AND FUTURE (IPY-THORPEX)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Oslo (UiO)
Prosjektleder: Jon Egill Kristjansson
Totalbudsjett: 30 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 1
Postdoktorstipendiater: 2
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 58
Oppslag i massemedier: 148
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 24
Publiserte bøker: 1
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 31
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 38
Hjemmeside: <http://www.ipy-thorpex.no>

Det er store utfordringer med værvarsling for Arktis, særlig på grunn av såkalte polare lavtrykk, som har vært lite utforsket og er vanskelig å fange opp med dagens observasjonssystemer. I dette prosjektet er det for første gang gjennomført flytokt med målinger gjennom slike lavtrykk. Prosjektets funn har bidratt til betydelig bedre værvarsler fra Meteorologisk institutt.

Polare lavtrykk er uværphenomener med liten romlig utstrekning (100–500 km). Fenomenet forekommer hyppig i Arktis og er vanskelige å fange opp med observasjoner. I tillegg er observasjonsdekningen her mye dårligere enn i fastlands-Norge.

Polare lavtrykk oppstår vinterstid over Barentshavet og Norskehavet, når svært kald luft fra det islagte polhavet strømmer ut over åpent hav som er 30–40 grader varmere. Det oppstår kraftig konveksjon, en prosess som ikke er tilstrekkelig godt behandlet i værvarslingsmodellene. Fjellgenererte ekstremvinder er også typiske for Arktis. Når den kalde, tunge polarluften støter på fjell, tvinges den til å gå rundt, og dermed oppstår kraftige, turbulente vindstrenger, for eksempel på sørspissen av Svalbard.

Jakten på polare lavtrykk

Prosjektets overordnede mål var å forbedre varslingen av uvær i Arktis. Det viktigste tiltaket for å nå dette målet var en avansert målekampanje, for å samle høykvalitets-måledata av de polare værphenomenene. Denne ble gjennomført i tidsrommet 25. februar – 17. mars 2008. Kampanjens hovedkvarter var ved Andøya Rakettskytefelt. Et forskningsfly (Falcon 20) fra Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) gjennomførte i alt 15 flygninger av til sammen 56 timers varighet.

Flyet var utstyrt med tre klasser måle-instrumenter: a) Hurtigregistrerende (100 Hz) sensorer på skroget og i en 2 meter lang trone; b) Laser-baserte instrumenter (LIDAR) for fjernmåling av vind og fuktighet; c) Droppsonder for kontinuerlige målinger av atmosfæriske parametere mens sonden faller ned mot bakken.

Kampanjen lyktes i å nå sine mål, og det ble for første gang gjennomført tre flygninger gjennom et polart lavtrykk på forskjellige utviklingsstadier. Disse dataene har gitt ny innsikt i drivmekanismene til polare lavtrykk. Videre klarte vi ved hjelp av fjernmåling med LIDAR-instrumenter å avsløre detaljerte finskala-vindstrukturer generert av fjell og fjorder på Svalbard.

I tillegg til det bemannede forskningsflyet, ble det gjort forsøk med målinger med ubemannede fly. To

forskjellige systemer ble prøvd ut. Det ene av disse (SUMO, med et vingspenn på 90 cm og vekt på 580 gram) gjennomførte hele 30 vellykkede profilmålinger opp til 1500 m høyde over bakken. Ti av disse målingene ble gjort fra kystvakt fartøyet KV Svalbard, mens de øvrige tjue ble gjennomført i Adventdalen.

Ved Ny-Ålesund undersøkte vi innvirkningen av skyer, sjøis og snødekte overflater på strålingsbalansen. Ved hjelp av instrumenter festet til en ballong, ble det for første gang utført samtidige målinger i atmosfæren av solstråling i skyer, og av størrelse og form på dråper og iskrystaller. Målinger ble også utført på bakken av innkommende og reflektert solstråling. Målingene brukes til å lage bedre beskrivelse av strålingsprosesser i klimamodeller.

Utfordringer underveis

Ikke alt under kampanjen gikk etter planen. Vi opplevde to ganger at en flygning som et titalt forskere hadde brukt en hel dag til å planlegge, måtte kanselleres i siste liten. I det ene tilfellet var årsaken en teknisk feil på flyet, mens det i det andre tilfellet var dårlig vær som var grunnen.

En annen stor utfordring var at værprognosene noen ganger var så usikre at planene for flygningen måtte gjøres om i siste liten. Dette bød på komplikasjoner i forhold til luftfartsmyndighetene, som krever ferdige ferdplaner i god tid før avgang. Noen ganger ble det også behov for å fly inn i andre lands territorium. Dette var uproblematisk i forhold til de nordiske nabolandene, men en gang måtte vi gi opp jakten på et polart lavtrykk i Barentshavet, da det beveget seg inn over russisk luftrom.

Polare lavtrykk er ikke som andre lavtrykk

Helt siden måledataene ble samlet inn i 2008, har det pågått et nitid analyse- og tolkningsarbeid. Når det gjelder polare lavtrykk er hovedfunnene:

- Varslene vil bli bedre med et tettere observasjonsnett over områder der polare lavtrykk dannes og utvikles
- Vekstmekanismer for polare lavtrykk har mindre til felles med tropiske sykkloner enn vi tidligere trodde, for eksempel når det gjelder frigjøring av latent varme
- Polare lavtrykk i Norskehavet forsterkes til tider ved at den kraftige vinden fører til oppvirvling av varmere vann nedenfra



KV Svalbard i hardt vær. Foto: Erik W. Kolstad



Fly og mannskap på Keflavik. Foto: Christian Mallaun

- De numeriske værvarslingsmodellenes evne til å simulere polare lavtrykk forbedres hvis den horisontale gitteravstanden reduseres fra 12 km til 4 km eller mindre
- Værvarslingsmodellene simulerer noen polare lavtrykk betydelig bedre enn andre, og årsakene til dette er dårlig forstått
- I et framtidig varmere klima vil polare lavtrykk forekomme lenger nord enn i dag på grunn av redusert havisutbredelse

Bedre observasjoner og mer samarbeid

Prosjektet har bidratt sterkt til at Meteorologisk institutts system for varsling av sannsynligheten for ekstremt vær er utvidet og betydelig forbedret. Det benyttes et større beregningsområde enn før, den romlige oppløsningen er høyere, og hyppigheten av varslene er doblet til to ganger per døgn. Varslene er nå systematisk bedre enn tilsvarende varsler fra det europeiske værvarslingscenteret ECMWF.

Nye avanserte satellittdata, som gir vertikale profiler av temperatur og fuktighet, ble testet ut i prosjektet. Dette systemet er nå tatt i operasjonell bruk ved Meteorologisk institutt.

Som ledd i å forbedre observasjonsdekningen i nordområdene ble det i 2010 installert ni nye automatstasjoner på Svalbard for målinger av lufttrykk, temperatur, vind og fuktighet. I tillegg ble det utplisert instrumenter for langtidsmålinger av solstråling og varmestråling på Bjørnøya. Ni norske rutefly som flyr fra Sør-Norge til Nord-Norge og Svalbard sender nå målinger i nær sann tid fra standardiserte meteorologiske instrumenter. Prosjektet har delfinansiert denne satsingen. Prosjektet har også delfinansiert opprettelsen av en 400 m høy målemast på vestkysten av Island, i samarbeid med islandske forskere.

Under kampanjen ble det foretatt ekstramålinger med ballong fra russiske stasjoner på Novaya Zemlya og Kolahalvøya. Dette samarbeidet var med på å legge grunnlaget for en omfattende samarbeidsavtale som nylig ble inngått mellom Meteorologisk institutt og det russiske Roshydromet om vitenskapelig og teknologisk samarbeid i polområdet.

Noen av forskningsaktivitetene vil bli ført videre i et nytt prosjekt «High Impact Weather in the Arctic (HIMWARC) – Fundamental Understanding and Future Projections», som ledes fra Universitetet i Bergen.

Polarstormen på TV

Allerede under prosjektplanleggingen ble det lagt stor vekt på formidling. Det ble satt av midler for å delfinansiere en dokumentarfilm om målekampanjen. Det ble inngått avtale med Unisjón i Bergen. Fra første dag under kampanjen måtte forskerne finne seg i å ha kamerafolk på slep og mikrofoner rundt seg under planleggingsdiskusjonene.

Resultatet ble en rekke informative opptak som viser forskerne i intense diskusjoner om hvor og hvordan det skal flys inn i uværet. Den 50-minutter lange dokumentaren «Jakta på polarstormen», som også fokuserer på samfunnsrelevansen av forskningen, ble vist første gang på NRK1 i beste sendetid i romjula 2008, og deretter tre ganger i reprise. Dokumentaren ble sett av 718 000 seere, og tilbakemeldingene var positive. Filmen ble høsten 2010 også vist på kanalen Arte i både Frankrike og Tyskland.

Et profesjonelt multimedie-show er også produsert om Andøya-kampanjen og prosjektets samfunnsmessige relevans, med to av prosjektets forskere i hovedrollene. Showet ble fremført et dusin ganger i løpet av PolarFESTIVAL sommeren 2010 og var i tillegg en av hovedattraksjonene på Forskningstorget i Oslo om høsten.



Målinger av albedo, inkommende og reflektert solstråling, i Adventdalen. Foto: Erik W. Kolstad

Hvordan transporteres luftforurensninger inn i Arktis?

Av Andreas Stohl



Foto: Harald Sodemann/NILU

POLAR STUDY USING AIRCRAFT, REMOTE SENSING, SURFACE MEASUREMENTS AND MODELS, OF CLIMATE, CHEMISTRY, AEROSOLS, AND TRANSPORT – NORWAY (POLAR-CAT)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Prosjektleder: Andreas Stohl

Totalbudsjett: 17 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 1

Postdoktorstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 1

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 23

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 52

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 3

Hjemmeside: <http://www.polarcat.no/>

POLARCAT satte seg som mål å studere kildene til luftforurensninger i Arktis, hvordan luftforurensningene transporteres inn i Arktis over lange avstander, den vertikale strukturen til disse forurensningene og den innvirkningen de har på atmosfærekjemi og klima. Det flernasjonale samarbeidet har blant annet involvert 200 forskere, 8 forskningsfly og et forskningsskip.

Arktisk dis og synet på atmosfæren over Arktis

Det var lenge en utbredt oppfatning at den arktiske troposfæren var ekstremt ren. Men like før Det internasjonale geofysiske året (IGY) i 1957/58, oppdaget piloter, som fløy over arktiske områder i Canada og Alaska, en underlig dis, som i betydelig grad reduserte sikten. Denne såkalte arktiske disen (Arctic Haze) er et tilbakevendende fenomen, som siden da har blitt observert hver vinter og vår. På 1970-tallet ble det klart at denne disen skyldes langtransport av aerosoler fra forurensningskilder på midlere breddegrader inn i Arktis. Sammen med aerosoler ble også forurensende gasser transportert inn i Arktis.

I de siste tiårene har interessen for Arctic Haze hovedsakelig knyttet seg til at fenomenet bringer forurensninger til Arktis. I løpet av de siste årene har bekymringer derimot økt når det gjelder klimaeffekter av disen. Svarte karbonaerosoler fra forbrenningskilder, for eksempel, absorberer solstråling – særlig over den lyse arktiske snø- og isflatene – og dette fører til en oppvarming av atmosfæren. Når svart karbon avsettes på snø eller is, absorberes stråling og dette kan utløse økt smelting. Også andre forurensende stoffer, som ozon (en viktig kortlivet drivhusgass), kan føre til arktisk oppvarming. Mens det er klart at økninger av

langlivede klimagasser er hovedårsaken til den arktiske oppvarmingen, er det av interesse å kvantifisere bidraget fra disse mer kortlivede faktorene.

Oppgaven til POLARCAT

For å nå prosjektets ambisiøse mål, laget vi en av de største atmosfæriske målekampanjene som noen gang er gjennomført. Den besto av samordnede program i flere land, med mer enn 200 forskere involvert i alt. Dette multinasjonale samarbeidet tillot oss å ta med åtte forskningsfly (fra Frankrike, Tyskland, Russland og USA), et forskningsskip og en instrumentert jernbanevogn i felt. I tillegg ble intensive målekampanjer utført ved bakkestasjoner, for eksempel på toppen av Grønland og på Svalbard.

Bortsett fra en kampanje våren 2007, ble virksomheten konsentrert om våren og sommeren 2008. I tillegg til kampanjeaktiviteter, har POLARCAT gjort utstrakt bruk av satellittdata, analysert lange serier med overvåkingsdata fra flere arktiske målestasjoner og brukt datamodeller for å tolke kampanjefunnene og sette dem inn i et bredere perspektiv.

Norske institusjoner spilte en nøkkelrolle i POLARCAT internasjonalt. Prosjektet ble initiert og koordinert av forfatteren av denne artikkelen, sammen med en fransk med-koordinator, Dr. Kathy Law. Vi organiserte flere workshops, planleggings- og dataanalysemøter. NILU deltok i alle POLARCAT-kampanjer. Vårt bidrag var værvarsling, som brukes for detaljert planlegging av flytokt, og vi utførte også målinger med ballongslipp. NILU har gjort analyser av data innhentet fra felttokt, så vel som langsiktige data, og særlig undersøkt kildene til målt forurensning. Universitetet i Oslo (UiO) ana-

lyserte lidar-data (Light Detection And Ranging – en optisk fjernmålingsteknikk) innhentet ved ALOMAR, og laget modellsimuleringer av en islandsk støvstorm og polar forurensningstransport. Både UiO og Met.no har studert klimaeffekter av arktiske aerosoler.

Jordbruks- og skogbranner sender svart karbon til atmosfæren over Arktis

Et svært viktig funn fra POLARCAT er at den største kilden til sot i Arktis ikke er forbrenning av fossilt brensel, men brenning av biomasse. I løpet av kampanjene våren og sommeren 2008 ble det funnet omfattende lag av røyk fra brenning av biomasse – både fra bråtebrenning og boreale skogbranner i Kasakhstan, Sibir og Canada.

Grunnen til at denne viktige kilden til svart karbon i Arktis ble oversett tidligere, er at røyk fra brenning av biomasse i hovedsak er funnet i den frie troposfæren, men er mindre tydelig nær bakken der de fleste målingene ble gjort før POLARCAT-kampanjene. En ny gjennomgang av langsiktig overvåkingsdata bekrefter imidlertid at det er aerosoler fra brenning av biomasse også der. Dette funnet har viktige implikasjoner for miljø- og klimapolitikk, i og med at våre resultater viser at utslipp fra brenning av biomasse ikke kan ignoreres, men må reduseres for å kontrollere sotkonsentrasjoner i Arktis.

Analysen av svart karbon data fra fire arktiske overflatestasjoner (Alert i Canada, Barrow i Alaska, Summit på Grønland og Zeppelin på Svalbard) har også vist at høye breddegrader i Eurasia er den viktigste kilderegionen for sot nær overflaten. Mens sotkonsentrasjonene har gått ned i løpet av 1990-tallet, på grunn av utslippsreduksjoner i Eurasia, har konsentrasjonen stabilisert seg siden rundt år 2000. Modellering tyder på at sot-utslipp i Arktis må overvåkes nøye. Selv relativt små utslipp, for eksempel på grunn av økende skipstrafikk, kan ha en betydelig innvirkning på Arktis.

For enkelhets skyld har vi ovenfor fokusert på diskusjon om et bestemt emne: svart karbon. Imidlertid har POLARCAT gitt ny kunnskap om mange andre stoffer og prosesser. Disse resultatene er nå i ferd med å bli publisert.

Selv om det norske prosjektet var vært ferdig sommeren 2010, har dataanalysene fortsatt. POLARCAT har gitt et unikt tredimensjonalt bilde av den kjemiske sammensetning og aerosolinnholdet i den arktiske atmosfæren våren og sommeren 2008. Dette bildet vil tjene som en referanse for framtidige studier. Den arktiske atmosfæren endrer seg uten tvil raskt. Sammenligninger mellom POLARCAT og framtidige målinger vil gjøre det mulig å tallfeste disse endringene.



Cristina Prados sjekker instrumentene i DLR Falcon før avgang. Foto: John Buchardt

De to forskningsflyene klargjøres for felles tokt over Grønland sommeren 2008. Foran DLR Falcon, bak NASA DC-8. Foto: John Buchardt

Paola Massoli og Jim Kirchner jobber med luftprøveinntakene nord for Svalbard under ICEALOT-kampanjen. Foto: John Buchardt

Det fremre dekket på forskningsskipet Knorr, med fem NOAA containere for atmosfæriske målinger – ICEALOT-kampanjen. Foto: John Buchardt

Instrumenteringen ombord i NASA DC-8-flyet – et av de største flyene som er tilgjengelige for atmosfæriske målinger. Foto: Hans Schlager



Bedre overvåking av hav og is, og bedre værvarsling i Arktis

Av Cecilie Mauritzen

Foto: Rudi Caeyers



INTEGRATED ARCTIC OCEAN OBSERVING SYSTEM: CLOSING THE LOOP (IAOOS-NORWAY)

Prosjektansvarlig institusjon: Meteorologisk institutt (met.no)

Partnerinstitusjoner: Norsk Polarinstitutt, Havforskningsinstituttet, universitetene i Bergen og Tromsø, og UNIS (Universitetssenteret på Svalbard)

Prosjektleder: Cecilie Mauritzen

Totalbudsjett: 33 mill. kroner

Postdoktor-stipendiater: 6

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 76

Oppslag i massemedier: 95

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 52

Publiserte bøker: 4

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 73

Hjemmeside: <http://www.iaos.no>

Polhavet er nå i ferd med å åpnes mer og mer. iAOOS-Norway har hatt fokus på sikkerhet i Arktis, gjennom bedre overvåking og varsling. Prosjektet var interdisiplinært, og inkluderte forskere fra seks store norske institusjoner. Spesielt på datahåndtering var prosjektet med på å sette standarden for Polaråret.

Vi satte oss tre delmål:

- 1) Å «slutte sirkelen» (close the loop): Det vil si å overvåke havstrømmene oppstrøms og nedstrøms for Polhavet.
- 2) Å bidra til et internasjonalt varslings- og overvåkingssystem for Arktis.
- 3) Å øke prosessforståelsen for alle aspekter av systemet – innen hav, sjøis, biologi eller meteorologi.

Flere og lengre dataserier – raskere tilgang til data

Norge drifter noen av verdens lengste meteorologiske og oseanografiske tidsserier. Slike lange tidsserier er ekstremt viktige for klimaforskningen. Mange av de norske dataseriene ble forlenget og fornyet ved hjelp av iAOOS-Norge. Vi har observert både strømmen av atlantisk vann nordover mot Polhavet og strømmen av kaldt vann ut av Polhavet.

I tillegg til videreføring av eksisterende målinger har prosjektet introdusert ny og høyteknologisk instrumentering. Her vil vi særlig nevne seaglidere, som er autonome undervannsfarkoster som seiler på programmerbare (og fjernstyrbare) kurser i månedsvis og rapporterer temperatur, saltholdighet og havstrømmer tilbake til forskerne over satellitt. Det ble også gjennomført in situ-observasjoner på havisen i Polhavet og i Framstredet, der brorparten av utvekslingen av is og vann mellom Polhavet og resten av verdenshavene foregår. Et svært fruktbart samarbeid med Kystvakta, der iAOOS-Norges forskere fikk reise med isbryteren KV Svalbard, resulterte i et vell av fysiske og biologiske data.

Fornyelse av oseanografisk overvåking dreier seg mye om å få raskere tilgang til informasjon. Tradisjonelt har man ventet både måneder og år på å få inn data, men med nye metoder og satellittkommunikasjon er det stadig flere av dataseriene som tikker inn til forskere og operasjonelle sentre hver time.

I iAOOS-Norge har vi også brukt de nye dataene på nye måter, og da spesielt som sanntids- eller nær-sanntidsstrøm. Her fulgte vi i varslingsmeteorologenes fotspor og forbedret hav- og isvarsler ved å bruke

både satellittdata (overflate) og data fra havet under overflaten (temperatur, trykk, hastighet for eksempel) i nær sanntid.

Met.no sitt modellbaserte varslingsystem integrerer kunnskap om de underliggende fysiske lover for endringer i temperatur, salt, havstrømmer og sjøis, med observasjoner, for å lage en best mulig beskrivelse av dagens tilstand for disse variablene. Dette brukes for å kunne varsle hvilke endringer som vil skje de nærmeste dagene, på samme måte som man gjør for vær og vind. I tillegg er slike datasett av «dagens tilstand» viktige for bedre å forstå og overvåke endringer i klimaet i Arktis. I iAOOS-Norge har vi produsert et satellittbasert isdrift-datasett som gir bedre beskrivelser av drifhastighet og deformasjon av isdekket enn eldre datasett, og vi har arbeidet med å forbedre beskrivelsen av «dagens tilstand» under havoverflaten for bruk i is- og hav-varsling.

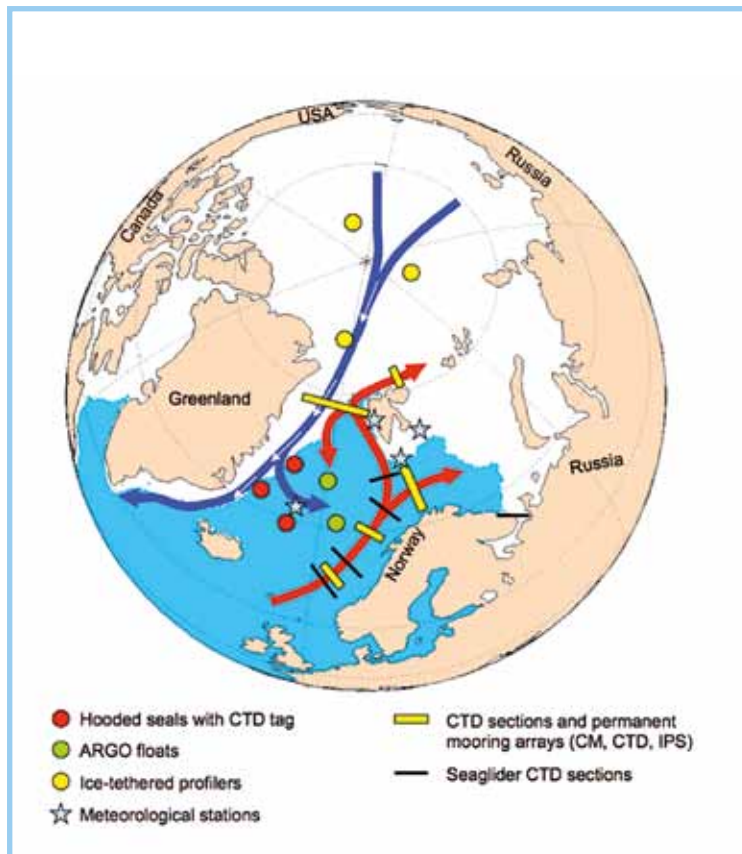
UTVALGTE VITENSKAPELIGE FUNN

Overvåking av den norske Atlanterhavsstrømmen med seaglidere og bunnforankrede strømmålere

Den norske Atlanterhavsstrømmen har to tydelige grener. For den østlige grenen, som har vært overvåket med strømmåleriggler siden 1995, har temperaturen i kjernen de siste fem årene ligget stabilt på 8 grader, og høyeste månedstemperaturen (8,3°C) ble oppnådd i 2003. Også volumtransporten har vært stabil de siste årene.

Den vestlige grenen har man visst mye mindre om, og iAOOS har brukt ubemannede seaglidere til å overvåke den. Vi har utviklet analyseverktøy for å kvantifisere volum- og varmekulser fra seagliderdata, og det viser seg at denne grenen er like sterk som den østlige grenen, noe som betyr at den er svært viktig for varmetransporten nordover, og dermed for varmemengden avgitt til atmosfæren langs norskekysten. Denne grenen bør derfor fortsatt overvåkes for å bestemme variasjoner i den totale varmetransporten i Atlanterhavsstrømmen.

Glidere har vist seg å være svært nyttige til dette formålet, ettersom den vestre grenen er relativt bred, noe som gjør den vanskelig å måle med bunnforankrede rigger. Strømmen er samtidig mindre kraftig i kjernen, slik at glideren kan trenge gjennom denne.



iAOOS-prosjektets plattformer og instrumenter

Innhenting av sedimentprøver. KV Svalbard i Framstredet.

Foto: Rudi Caeyers

Foto: Rudi Caeyers

Analysen av gliderdataene viser at det er mye vannutveksling og blanding mellom de to grenene. Vi har også brukt gliderdataene til å validere met.no's havvarslingsprodukter, og slik vært nyttige i varslingsøymed.

Blanding av vannmasser

Tettheten av sjøvann er bestemt av både temperatur og saltinnhold – kaldt vann er tyngre enn varmt vann, salt vann tyngre enn ferskere vann. Prosjektet har studert et område vest for Svalbard, der varmt og salt atlantisk vann strømmer nordover og møter kaldt og ferskt arktisk vann med omtrent samme tetthet. Potensialet for å få dannet en blanding av de salte og ferske vannmassene er derfor større i dette området enn ellers i verdenshavene.

Virvler med typisk omkrets på 10–50 km spiller en stor rolle i disse blandingsmekanismene. Virvlene kan bety like mye som direkte avkjøling fra luft, når det gjelder å redusere temperaturen i det atlantiske vannet på vei nordover. Blandingsmekanismene varierer både

sesongmessig og fra år til år, avhengig av når virvler blir dannet. Både bunntopografi og små forskjeller i tetthet mellom atlantisk og arktisk vann påvirker danning av virvlene. Det viser seg at slike virvler av atlantisk vann hindrer danning av sjøis langs kysten av Svalbard i flere vintersesonger.

Refleksjon av sollys fra is og snø

På drivende isstasjoner i Polhavet (Tara) og i Framstredet (KV Svalbard) har prosjektet gjennomført optiske målinger på og under isen. Ved skønnerten Tara ble det målt solstråling med høy spektral oppløsning kontinuerlig i et halvt år i 2007. Dermed kunne den komplette smeltesesongen i dette rekordåret (september 2007 hadde minimum isutbredelse i tidsrommet 1979–2010) overvåkes.

Fra disse målingene vet vi blant annet at omtrent 2/3 av den strålingen som når vannet under isen gjennom et år, gjør det i løpet av bare to måneder, nemlig

fra midten av juni til midten av august. Tilgjengelig sollys er av stor betydning for livet i og under isen (for eksempel isalger og plankton). Målingene tyder på at faunaen ved og i isen selv påvirker lysbudsjettet under isen, ved å dempe lysnivået i isen og i de øverste vannlagene rett under isen.

Mens målingene ved Tara ble gjort på et fast sted på et isflak, ble det målt på mange ulike steder i løpet av de to KV Svalbard-toktene i Framstredet i 2007 og 2008. Dermed målte vi overflatealbedo (refleksjonsevne) og lystransmisjon gjennom isen for mange ulike istyper. Slike data er viktige for forbedring av klimamodellene, ettersom kjente tilbakekoblingsmekanismer i klimasystemet er forbundet nettopp med albedo.

Endringer i istykkelsen i løpet av Polarårs-perioden

Isdekket i Arktis er i konstant bevegelse. I tillegg til endringer i tykkelse på grunn av frysing og smelting,

fører denne bevegelsen til endringer i tykkelse pga. mekanisk påkjenning. Der isen skyves sammen dannes skrugarder og tykkere is.

Når tykkelsen på isen i Polhavet måles over store områder, ser vi derfor en fordeling av ulike istykkelser. Denne fordelingen starter med tynn, nylig tilfrosset is, som er 10–50 centimeter tykk, og ender opp med skrugarder på opptil 40–50 meters tykkelse. I dette spennet befinner det seg is som har gjennomgått en rekke prosesser der tykkelsen har blitt endret (frysing, smelting, mekanisk påkjenning). Noe er is som har frosset til i inneværende sesong, såkalt førsteårs is. Noe er is som har overlevd flere sesonger, såkalt flerårsis. I fordelingen av istykkelser ser man tydelig forskjell på førsteårs- og flerårsis.

Med så stor variasjon i tykkelse, alder og endringsprosesser er det vanskelig å knytte endringer i istykkelse til bestemte årsaker. Til dette trengs det tidsserier. iAOOS-Norway har derfor utplassert instrumenter



Forskning på havis. Tokt med KV Svalbard i Framstredet i april 2007.
Foto: Rudi Caeyers



Hoppekrepsen er en av de viktigste dyreplanktongrupperne som finnes i havet, også i arktiske områder.
Foto: Christian Wexels Riser



Innsamling av dyreplankton med multinett i Øst-Grønlands isen fra KV Svalbard. Noen ganger var det så vidt nok åpent vann til at vi fikk instrumentene i sjøen.
Foto: Camilla Svensen



Arbeid i laboratoriet ombord.
Foto: Rudi Caeyers

som kontinuerlig måler istykkelse i Framstredet siden 2007. Dette er en videreføring av målinger som startet i 2004. Siden mesteparten av isen som forlater Polhavet, strømmer ut gjennom Framstredet som en relativt jevn strøm, er dette et ideelt sted for å etablere tidsserier av tykkelsesobservasjoner.

Våre foreløpige analyser viser at det har skjedd et stort tap av flerårsis i perioden 2005–09. Den typiske tykkelsen på flerårsis om vinteren gikk ned fra ca. 3,0 meter i 2005 til 2,1 meter vinteren 2007, og videre ned til 1,9 meter i 2009. Dette er en total nedgang på 37 prosent. Flerårsisen var tynnere hele sesongen i 2009 sammenliknet med 2005. Det som er mest interessant, er at det største tapet skjedde før september 2007. Dette betyr at nedgangen i tykkelse skjedde før nedgangen i utbredelse, og at denne nedgangen i tykkelse mest sannsynlig var en medvirkende faktor til den reduserte utbredelsen i de påfølgende smeltesesongene.

Karbonomsetning og plankton i vestlige Framstredet

Feltundersøkelser i vestlige Framstredet har bidratt til ny og bedre kunnskap om næringsforhold, vekst og sammensetning av de minste planter og dyr (1 µm–5 mm), selve grunnmuren i næringsnett. Vi har vist at næringsforholdene for algevekst på Øst-Grønland-sok-

kelen er mye bedre utenfor sokkelen og langs kantene enn lenger inne på sokkelen. Der er overflatevannet, som strømmer fra Polhavet, fattig på næring etter flere år med algevekst og med lite nytillførsel fra det næringsrike dypvannet på grunn av sterk lagdeling. En av konsekvensene er at det ikke nødvendigvis blir økt primærproduksjon der inne, dersom isdekket reduseres slik at mer lys slipper til. Tilsvarende funn er gjort i havområdene nord for Canada.

Et annet viktig resultat er betydningen av mikrobielle organismer og prosesser i karbonomsetningen. De har lenge vært undervurdert i arktiske områder. Resultater fra prosjektet viser at små fotosyntetiserende alger (2–5 µm) og mixotrofe ciliater (encellede dyr som både kan ha fotosyntese og beite på små partikler og celler) spiller en vesentlig rolle i overgangen fra vinter til vår. På tross av svært lave algekonsentrasjoner i vannet under isen, var de fleste undersøkte stasjonene ytterst på sokkelen i april/mai 2008 autotrofe. Det betyr at algeproduksjonen er større og at de tar opp mer CO₂ enn bakterier og dyreplankton respirerer. De lave algekonsentrasjonene reflekterer derfor ikke et biologisk system i vinterdvale, men at algeproduksjonen beites raskt unna, slik at lite akkumuleres eller synker ut.

Resultatene viser hvor viktig det er at feltobservasjoner og prosessstudier kommer i tillegg til overvåking

av biomasse fra satellitt- eller observasjonssystemer, om vi skal forstå karbonomsetning i arktiske marine økosystemer.

Overvåking av ferskvannsutstrømmingen fra Polhavet i Framstredet

Ferskvann strømmer sørover ut av Polhavet gjennom Framstredet, i form av relativt ferskt vann i de øvre vannlagene. Direkte målinger av denne strømmen av ferskvann i Framstredet over tid gjør at vi lettere kan forstå variabiliteten i den hydrologiske syklusen i Arktis.

Prosjektets instrumentering og tokt i Framstredet har bidratt til å få fram de første langtidsestimatene av denne ferskvannstransporten. Det viser seg at det i gjennomsnitt strømmer ut ca. to tusen kubikkilometer med ferskvann i året. Denne transporten har vært relativt konstant over tid, noe som er merkelig i en tid der Arktis ellers preges av store forandringer.

Sporstoffer i vannprøver som er hentet inn på tokt i Framstredet, gjør oss i stand til å skille mellom de forskjellige kildene til ferskvann i havet, og setter oss dermed på sporet av årsaken til dette. Det viser seg at kildene til ferskvannet har endret seg. Vi ser ingen økning i transporten av smeltet havis, selv etter det rekordlave nivået i havisutbredelse i Arktis sommeren 2007. Vi ser derimot en økning av mengden vann med

forhøyet salinitet grunnet tilfrysing (mesteparten av saltet felles ut når hav fryser til is). Vår hypotese blir dermed at den økte raten av tilfrysing om høsten/vinteren på grunn av mindre is om sommeren, medfører at Polhavets rolle som ferskvanndestilleri er intensivert. Mer salt felles ut til dypere vannlag, og mer ferskvann eksporteres i form av havis på overflaten.

Formidling har vært en viktig del av iAOOS

På de to store iAOOS-toktene, som ble gjennomført i 2007 og 2008 på KV Svalbard, hadde vi med filmteam, fotografer, kunstnere, bloggere og journalister. Resultat ble blant annet en TV-sendt japansk dokumentarfilm, to kunstutstillinger, fire blogger og en rekke medieoppslag. Etter toktet i 2007 ble KV Svalbard åpnet for publikum for å gi et innblikk i forskningen.

Mediedekning har hele tiden vært et prioritert område. Totalt har pressearbeidet resultert i over hundre oppslag. Vi har også arrangert et seminar for journalister som dekker miljø og klima.

På nettstedet www.iaaos.no har vi jevnlig publisert populærvitenskapelige nyheter fra prosjektet om tokt, nye forskningsfunn osv. Forskerne i prosjektet har vært aktive foredragsholdere, både mot fagmiljøer, skoleverk og beslutningstakere. Mange har deltatt i den offentlige debatten med kronikker og i paneldiskusjoner.

Polhavene i Atlantisk sektor: En dynamo for global havsirkulasjon, CO₂-opptak og klima

Av Tor Gammelsrød



Foto: Kjersti Lundmark Daa

BIPOLAR ATLANTIC THERMOHALINE CIRCULATION (BIAC)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen (UiB)
Prosjektleder: Tor Gammelsrød /Svein Østerhus
Totalbudsjett: 32,8 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 4
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 14
Oppslag i massemedier: 37
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 50
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 135
Hjemmeside: <http://www.bccr.no/biac/>

Bare 3% av den globale oppvarmingen er akkumulert i atmosfæren, mot 90% i havet. Denne oppvarmingen kan skyldes at mindre kaldt dypvann dannes ved polene i Atlantisk sektor. Vannmassene herfra brer seg ut i dypet i alle verdenshav. I BIAC har vi studert prosessene som fører til at vannet blir tungt, og hvordan det bidrar til den globale dypvannssirkulasjonen. Vi har også fokusert på CO₂ opptak i havet. (Figur 1)

BIAC er et av de store internasjonale IPY-prosjektene som ble koordinert fra Norge. I alt 13 land var involvert, og de mest aktive var Storbritannia, Tyskland og Russland.

Prosjektdesign og metode

Vi har lagt stor vekt på direkte observasjoner både i Arktis (Barentshavet) og Antarktis (Weddellhavet). Data har blitt samlet inn fra forskningsfartøy eller drivende isflak, ved hjelp av elektroniske instrumenter, vannprøver og målinger i isen. Vi har oppnådd flere årelange måleserier ved hjelp av forankrede instrumenter og benyttet fjernmålinger fra satellitter. Laboratorieeksperimenter, numeriske og analytiske matematiske modeller er brukt til å tolke observasjonene og planlegge felteksperimentene.

BIAC har gjennomført en rekke ekspedisjoner til Barentshavet og Weddellhavet i Antarktis. I Nordområdene har vi benyttet norske og russiske fartøy, og i Antarktis har vi deltatt på tre ekspedisjoner med tyske og engelske isbrytere.

Spesielle utfordringer underveis

Ved hjelp av russiske fartøy lyktes det å forankre 5 strømmålerrigger med totalt 15 instrumenter mellom Franz Josef land og Novaya Zemlja i et år. Ekspedisjonene var svært vellykkede teknisk sett, men dessverre ble samtlige instrumenter og data beslaglagt av russerne umiddelbart etter opptak i september 2008. Dette er et svært sentralt datasett i BIAC som vil hjelpe oss å beregne Barentshavets bidrag til den globale sirkulasjon.

Havets opptak av CO₂ i polare strøk og forsuring av verdenshavene

Før denne IPY-perioden kunne man lese at økningen av CO₂ i atmosfæren ikke ble så stor som fryktet fordi opptil halvparten ble absorbert i havet. Dette ble sett på som gode nyheter. I de siste par årene har man blitt oppmerksom på at økt opptak av CO₂ fører til økt forsuring i havet, som i neste omgang kan true flere økosystemer.

Opptak av CO₂ er mest effektiv i polare strøk hvor havvannet er kaldt. Vi har studert opptak av antropogent CO₂, spredning av karbon og havforsuring i de Nordiske Hav, det Eurasiske bassenget i Arktis og i Weddellhavet i Antarktis. Målingene fra Weddellhavet indikerer et mindre opptak av CO₂ enn man skulle vente med den nåværende økningen i atmosfæren. I motsetning til det man tidligere trodde, tyder våre målinger på at isfrysing forsterker opptak av CO₂ i havet.

Smelter isen i Arktis nedenfra eller ovenfra?

Det har vært en betydelig reduksjon i utbredelsen av havis i Arktis de seneste år, med september 2007 som et absolutt minimum. Både smelting, og drift av is ut fra Arktis via Framstredet, er brukt som forklaring. Gjennom en rekke felteksperimenter i det sentrale Arktis, gjennomført både sommer og vinter, har vi målt varmetransporten fra dypere lag i Polhavet opp mot isen, så vel som temperaturen i det øvre blandingslaget.

Resultatene viser at havet gir ubetydelige bidrag til ismeltingen. Smeltingen av is skyldes i hovedsak solstrålingen, som enten smelter isen nedenfra ved at strålingen blir absorbert i åpne råker mellom isflakene, eller ovenfra, hvor smeltevann som samler seg opp på isen bidrar til større absorpsjon av strålingen.

Verdens tyngste sjøvann dannes i Storfjorden, Svalbard

Våre målinger i Storfjorden viste at mens temperaturen sank til frysepunktet, steg saltholdigheten. Denne økningen skyldes at når sjøis fryser, skilles saltet ut. Salt og kaldt vann er tungt, og den høye saltholdigheten gjør at dette er det tyngste sjøvann som dannes. Dette vannet har derfor potensial til å synke ned mot store havdyp og derfor bidra til den globale havsirkulasjonen og dermed klima. (Figur 2. viser data fra en rigg i fryseseongen).

Barentshavet er en kuldekilde for Arktis, ikke en varmekilde

Tidligere trodde man at det varme Atlanterhavsvannet som strømmer inn i Barentshavet bidro til å varme opp Polhavet, når det fortsetter ut gjennom stredet mellom Franz Josef Land og Novaya Zemlja. Det viser seg imidlertid at vannet blir kraftig nedkjølt fra atmosfæren i det forholdsvis grunne Barentshavet, slik at denne strømmen sannsynligvis bidrar til avkjøling av Polhavet. (Figur 3.)



Isbryteren Ernest Skakleton i Weddellhavet.

Foto: Kjersti Lundmark Daae



Isbjørn inspiserer en instrumenthytte fortoynd på sjøisen.

Foto Kjersti Lundmark Daae

Dynamikk og blanding i de kalde bunnstrømmene som fyller opp verdens dyphav

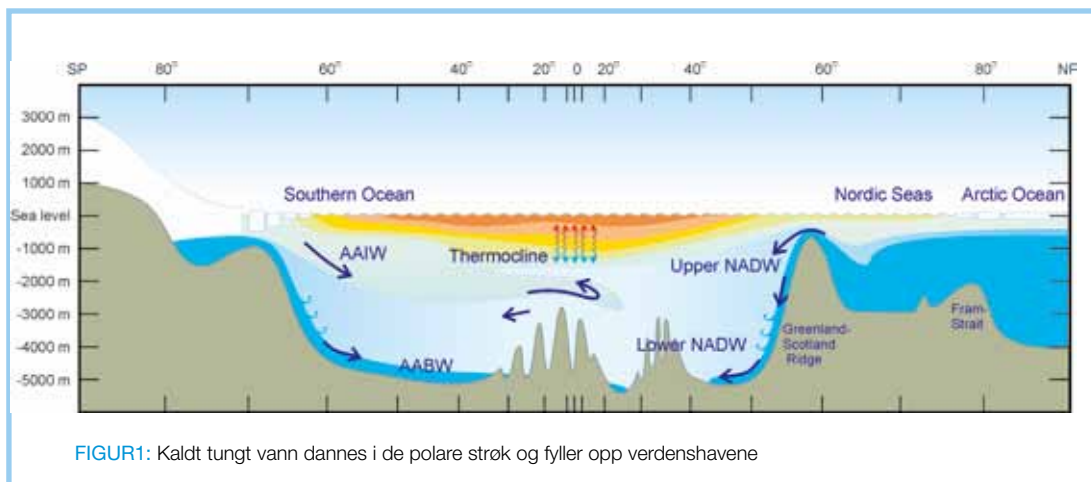
For å forstå den termohaline sirkulasjon er det svært viktig å forstå betydningen av bunnstrømmene som frakter tungt vann ned mot store dyp. Vi har studert disse strømmene i Storfjorden, Svalbard, Færøysbankkanalen og i Weddellhavet. Graden av innblanding av overliggende vannmasser avgjør mektigheten av disse strømmene. For første gang ble det utført direkte målinger av turbulens og blanding i disse strømmene.

Vi fant til dels overraskende resultater. For eksempel er turbulensen i Færøysbankkanalen typisk 1000 ganger større enn det som er vanlig i verdenshavene. Disse bunnstrømmene er konsentrerte og har en horisontalskala på bare 10 km og en vertikalskala på 100m. Det er en utfordring å oppløse slike fin-skala prosesser i numeriske modeller. Et problem har vært at såkalte

terrengfølgende modeller ga urealistiske resultater ved bratte skråninger. I BIAC har vi utviklet en ny algoritme for å unngå dette problemet. Algoritmen kan lett implementeres i liknende modeller. Dette vil forhåpentligvis gi et løft for presisjonen i disse modellene.

Mystiske svingninger i havstrømmene på kontinentalskråningen i Weddellhavet

I Weddellhavet i Antarktis ble det forankret 5 strømmålererigger på kontinentalskråningen for å følge med utstrømningen og dannelsen av bunnvannet der. Disse observasjonene avslørte mange interessant trekk. Blant annet viste nesten samtlige målere periodiske svingninger som ikke har noe med tidevannet å gjøre. Disse svingningene hadde perioder på 1,5, 3 og 6 døgn. Det er ikke forstått hva som er årsaken til disse svingningene. Vi vet heller ikke hvilken betydning de har for blandings-



FIGUR1: Kaldt tungt vann dannes i de polare strøk og fyller opp verdenshavene

prosesser og dermed produksjon av dypvann i Antarktis. Lignende svingninger med periode på 88 timer ble observert i Færøysbankkanalen

Overvåking av verdens kaldeste havstrøm i Antarktis

Norske forskere har i mer enn 30 år kartlagt en særlig interessant bunnstrøm i Weddellhavet i Antarktis. Denne strømmen er et resultat av smelting under den flytende isbremmen, hvor vannet blir underkjølt og dermed danner verdens kaldeste vannmasser. Kaldt vann har større tetthet, og har derfor potensial til å kunne synke til store dyp. Dette er opphavet til vann som er observert nær havbunnen i alle verdenshav. Ved å overvåke denne strømmen, tar man faktisk pulsen på havklimaet.

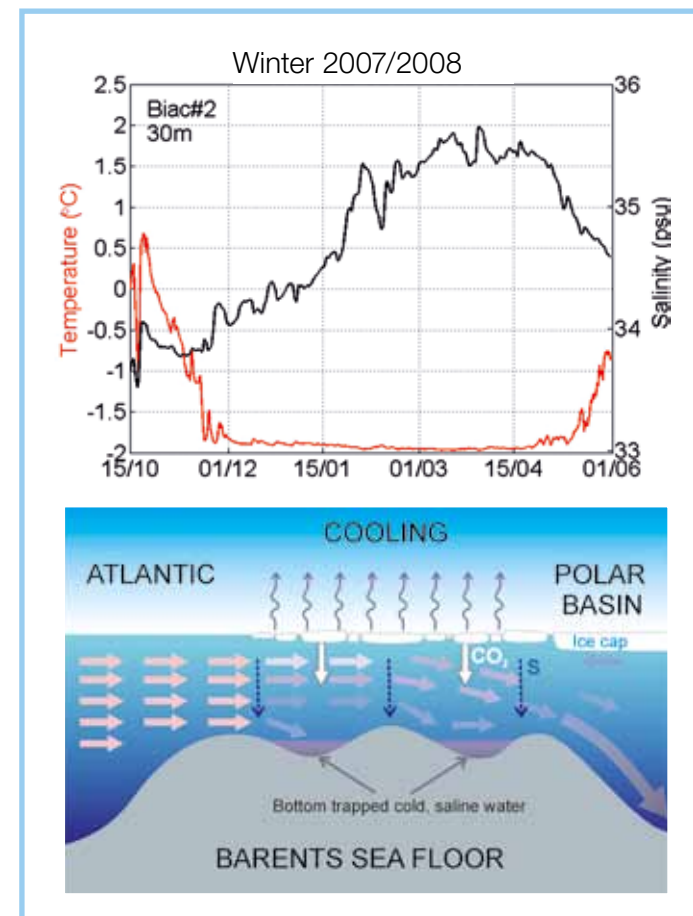
I BIAC-prosjektet ble det utviklet en overvåkingsrigg, som ble forankret på havbunnen i februar 2009. Levetiden på denne riggen regner man med kan være

mer enn 10 år. Dataene blir overført akustisk når et skip er i nærheten. Den første tidsserien ble hentet opp på et tokt i februar 2010 og den andre i februar 2011. Målingene viser at den kalde bunnstrømmen er stabil.

Betydning for forskningsfeltet og oppfølging

Resultatene fra BIAC gir mange ledetråder for framtidig forskning om den globale havsirkulasjon, prosesser i polare strøk og karbonsyklusen. Dette gjelder design av framtidig feltaktivitet, instrumentutvikling og modellering.

I BIAC ble det utviklet en undervannsrigg for overvåking av havklima. Prototypen ble satt ut i Antarktis i februar 2009, og en modifisert versjon ble senere satt ut i Barentshavet. Denne konstruksjonen er nå kommersielt tilgjengelig, og en rigg er nå forankret i Færøysbankkanalen, mens en til skal settes ut i Middelhavet.



FIGUR 2: Variasjon i temperatur og saltholdighet gjennom en vinter i Storfjorden, Svalbard. Frysepunktet for sjøvann med saltholdighet $S = 35$ er ca -1.9°C . Når frysing starter i desember øker saltholdigheten. Dette fordi salt blir skilt ut fra isen når den dannes.

FIGUR 3: Varmt Atlanterhavsvann blir effektivt avkjølt i Barentshavet. Isfrysing stimulerer CO_2 opptak og saltholdigheten i vannet øker. Når strømmen fortsetter ut i Polbassenget er det blitt så kaldt at vannet der ytterligere avkjøles.

Tar temperaturen på permafrosten i Nord-Norge og på Svalbard

Av Hanne Hvidtfeldt Christiansen



Foto: Kristen Ulstein

PERMAFROST OBSERVATORY PROJECT: A CONTRIBUTION TO THE THERMAL STATE OF PERMAFROST IN NORWAY AND SVALBARD (TSP NORWAY)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetssenteret på Svalbard (UNIS)
Partnerinstitusjoner: Universitetet i Oslo (UiO) - Institutt for geofag, Meteorologisk institutt, International Centre for Geohazards (ICG), Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet (NTNU) - Geografisk institutt, Instanes Polar
Prosjektleder: Hanne Hvidtfeldt Christiansen
Totalbudsjett: 5,5 mill. kroner
Postdoktorstipendiater: 1
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 11
Oppslag i massemedier: 15
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 10
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 2
Hjemmeside: <http://www.tspnorway.com>

Med temperatursensorer plassert i 25 borehull – i Nord-Norge og på Svalbard – har TSP NORWAY tatt temperaturen på permafrosten. Tilstanden til og utviklingen i permafrostens temperatur har stor betydning for klimautviklingen. Hvis permafrosten tiner, kan det utløse en nedbrytning av organisk materiale og denne prosessen kan friggi blant annet metangass, karbondioksid og lystgass. Metan er en svært potent drivhusgass.

Forskningsspørsmål

Hovedformålet med TSP NORWAY var å måle og modellere permafrostens temperatur og dens innflytelse på periglasielle geomorfologiske prosesser i Nord-Norge og på Svalbard. Prosjektet har etablert permafrostobservatorier, og sammen med den empiriske og numeriske permafrostmodellering, har dette gjort oss mye bedre i stand til å vurdere de påvirkningene fortidig og fremtidig klimatisk variasjon vil ha på fordelingen av permafrost og tilhørende geomorfologiske effekter.

Sammen med nordiske kolleger, har TSP NORWAY bidratt til den internasjonale kunnskapsbasen om temperatur i permafrosten i viktige deler av den Nordatlantiske regionen. Vi har instrumentert eksisterende og nye borehull i en vest-øst profil fra Vest-Grønland over Island til Norge, Sverige og Finland, og i en nord-sør profil fra Svalbard til Nord-Norge og ned til Sør-Norge, i samarbeid med det norske grunnforskningsprosjektet CRYOLINK.

Prosjektdesign og forskningsmetode

Der er boret 13 hull i Nord-Norge langs et høydesnitt på en vest-øst-linje – fra de våte, varme kystfjel-

lene, over det mer kontinentale indre fjellandskapet i Troms, til det kalde, tørre kontinentale platået i indre Finnmark.

På Svalbard ble det boret 12 hull i forskjellige permafrost-landscapsformer i den sentrale og mest kontinentale delen i Longyearbyen-området og i det vestlige og mest maritime Kapp Linné-området. Disse borehullene ligger i forskjellig høyde over havet, i både fjell, sediment og organisk materiale, for å dekke variasjonen av permafrost i Svalbard-landskapet.

Borehullene er mellom 2,2 og 58,5 m dype. Hvert borehull er utstyrt med en termistor-streng (bestående av temperatursensorer) og en datalogger, som måler temperaturen i forskjellige dybder med faste intervaller. Denne instrumentering muliggjør den første systematiske utforskningen av nær-overflate varmeutveksling og temperaturforskjeller mellom atmosfæren og permafrosten i studieområdene. Tre av borehullene leverer data i nesten sann tid på web. Alle målte bakketemperaturer som er samlet inn i prosjektet, er lagret i den norske permafrostdatabase, NORPERM, som er designet og opereres av Norges Geologiske Undersøkelse, NGU. NORPERM er TSP NORWAY's database, noe som gir fri tilgang til prosjektets data.

Spesielle utfordringer

For å få tilgang til permafrost må det bores borehull. I Nord-Norge brukte vi kjerneboreriggen til Norges Geologiske Undersøkelse, som krever veitilgang og som kun kan bore i fjell. Dette begrenset plasseringen av borehullene til høyreliggende veier og det høyest beliggende borehullet er på 990 meter over havet. Vi har samlet inn borekjerne fra alle 13 borehull. Det er



Her måler teamet ved UNIS bevegelser i permafrosten ved tining og innfrysing. Fra Endalen på Svalbard. Foto: Kristen Ulstein



UNIS studenter og professor Bo Elberling håndbore i permafrosten i Zackenberg, Nordøst-Grønland. Her begynner de å få tak i kjernen. Foto: Hanne H. Christiansen

ingen borehull i sedimenter eller organisk materiale, men de høyereliggende delene av landskapet består nesten utelukkende av fjell. Vi forsøkte å bore i et av de høyeste fjellene i Troms, Njunis på 1717 m o.h., som på grunn av militær aktivitet har veitilgang, men dette lot seg dessverre ikke gjøre.

På Svalbard var en hammerrigg først tilgjengelig fra vinteren 2008. Dette innebar at vi ikke kunne samle inn borekjerner, men riggen kunne imidlertid bore både i sediment og fjell. Det var utfordrende å komme fram til de planlagte borelokalitetene på vestkysten ved Kapp Linné med nærmere 4 tonn boreriggutstyr, men vi leide en tråkkemaskin med en tung transport slede og dro utstyret over land om vinteren. På den måten tok transporten hver vei en dag. Dette gjorde det mulig med en intensiv borekampanje i Kapp Linné-området i april 2008.

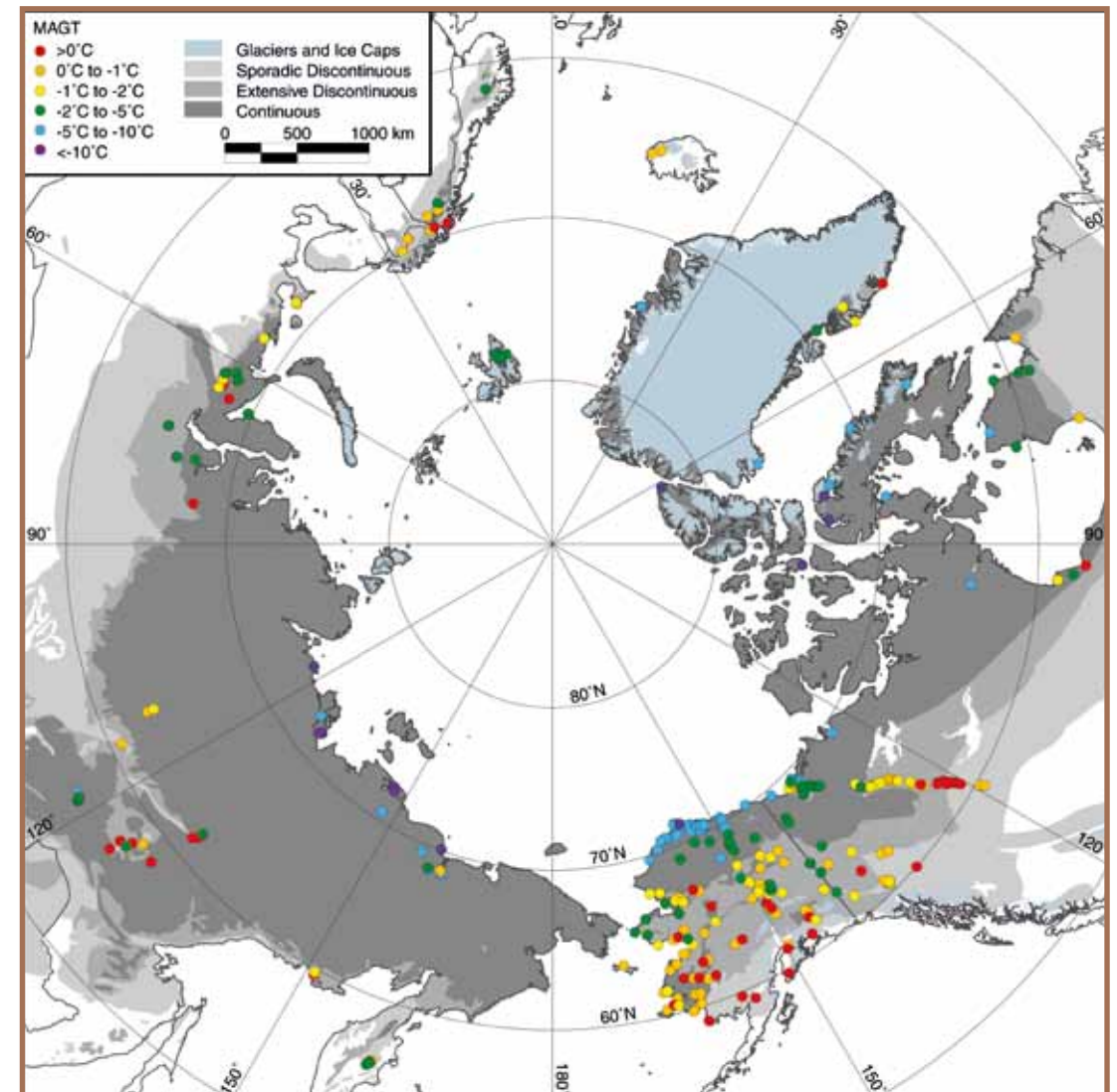
De viktigste resultatene

For første gang er det samlet inn temperaturinformasjon fra permafrost i forskjellige periglasielle landskapsformer på Svalbard (Figur 2) og langs en høydeprofil i Nord-Norge med basis i det internasjonale samarbeidet med TSP-prosjektene i Canada, Alaska og Russland, vet vi nå at permafrost-temperaturen på Svalbard, på mellom -2°C og -5°C , er den høyeste temperaturen målt så langt mot nord på den nordlige halvkule (Figur 1) under Polaråret.

I Nord-Norge er permafrost-temperaturene nær 0°C i alle fjellborehullene under 990 m o.h., og flere av hullene hadde ikke permafrost, men lå rett under den lokale grensen for permafrost. Resultatene fra Troms og Finnmark bekrefter den overordnede antagelsen vi hadde før Polaråret om at den nedre permafrost-grensen ligger på 900–1000 m o.h. i de ytre kystfjellene, på ca. 700 m o.h. i de mer kontinentale indre områdene, og helt nede på 500 m o.h. på platået i indre Finnmark.

Relativ kald permafrost på -2.5°C ble imidlertid målt i nærheten – i Tarfalaryggen på 1550 m o.h. i Sverige. Den temperatur tilsvarende den varmeste permafrosten ved havnivå på Svalbard. Dette viser at de høyeste fjelltoppene i Nord-Norge sannsynligvis også har permafrost med temperaturer tilsvarende de som finnes ved havnivå på Svalbard.

I spesielle landskapsformer, slik som 15–25 m dype sprekker utviklet i et stort fjellskred i indre Troms, har vi funnet lokal permafrost bestående av nesten ren is under den regionale permafrostgrensen, takket være tett samarbeid med det lokale interkommunale overvåkningsprosjekt «Fjellskred i Troms». For å kunne forstå den potensielle rasfaren, i Nord-Norge, som ligger på eller nær den regionale permafrostgrensen, er det behov for økt kunnskap om den lokale permafrostfordelingen i fjellandskapene.



FIGUR 1: Gjennomsnittlig årlig bakketemperatur (MAGT) fra alle borehullene som har data er tilgjengelig på den nordlige halvkule i løpet av IPY 2007–2009 (fra Romanovsky et al., 2010).



Hanne Christiansen ved en av målestedene innerst i Adventdalen på Svalbard. Foto: Kristen Ulstein



Permafrosten former landskapet. Her fra Kapp Linné. Foto: Kristen Ulstein

Formidling og undervisning

Gjennom nordisk samarbeid og finansiering ble det mulig å arrangere et spesielt permafrost-feltkurs på masternivå i Polaråret. Studentene fikk sammenligne permafrostforhold på Svalbard med Nordøst-Grønland, med fokus på å samle inn permafrostkjerner boret opp ved hjelp av håndbor. I permafrostkjernene ble det funnet relativt store mengder lystgass (N_2O – dinitrogenoksid) – en drivhusgass. Blant de 6 arktiske lokaliteter som ble undersøkt, var det høyest innhold av lystgass i kjerner fra Svalbard.

Third European Conference on Permafrost ble avholdt på Svalbard i juni 2010, for at vise resultatene fra permafrostforskning utført av både norske og utenlandske forskere på Svalbard i Polaråret. 241 forskere fra 27 land deltok.

Arven etter TSP NORWAY

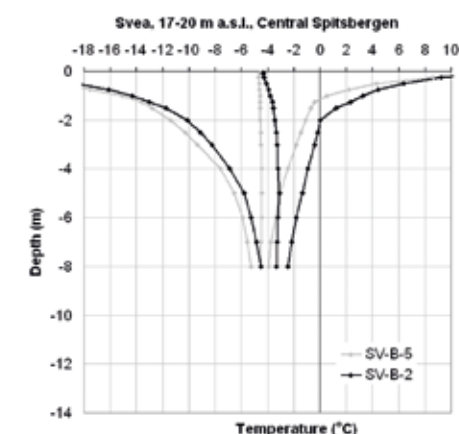
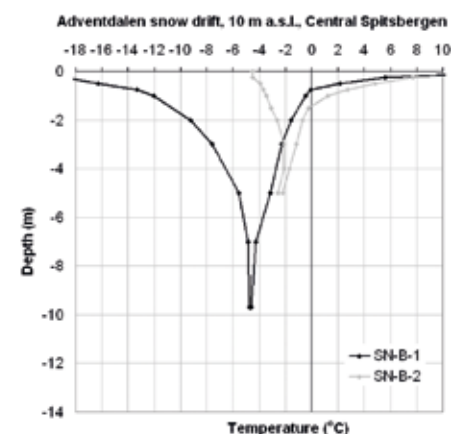
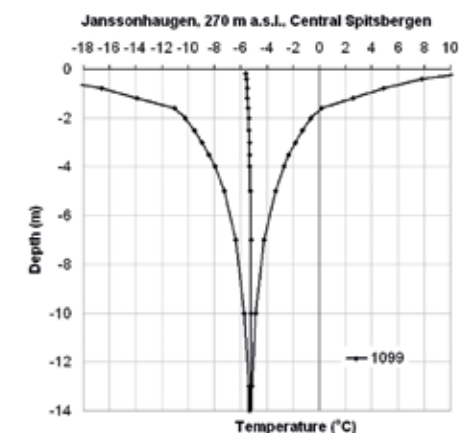
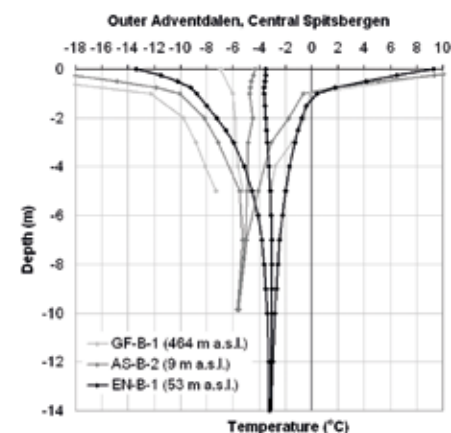
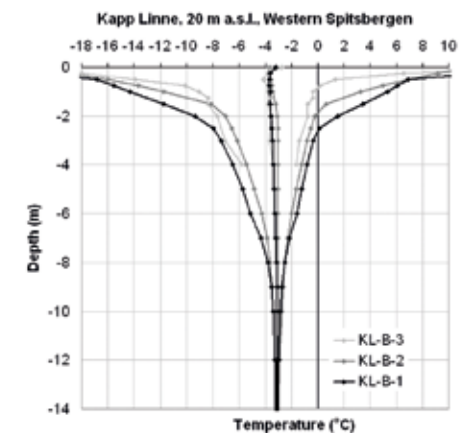
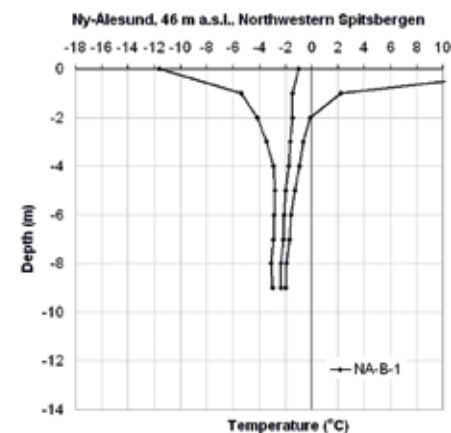
Den viktigste arven etter TSP NORWAY er:

- Etableringen av langtids permafrostobservatorier med borehullbasert overvåkning av permafrostens temperatur og de geomorfologiske effekter av permafrost i Nord-Norge og på Svalbard i forskjellige periglasielle landskapsformer. Overvåkningene forventes å fortsette etter Polaråret og utgjøre viktige nasjonale bidrag til SAON og SIOS.
- Etableringen av en permanent NORPERM database med fri tilgang, som tillater framtidig bruk av dataene og sikrer at de norske permafrostdataene også legges inn i det internasjonale Global

Terrestrial Network on Permafrost (GTN-P). NORPERM vil bli mer verdifull over tid etter hvert som datamengden øker og basen blir utviklet ytterligere.



Hammerdrill-riggen brukes til å bore i en isrik pingo på Svalbard. Foto: Hanne H. Christiansen



FIGUR 2: Øyeblikksbilder av bakketemperatur (minimum, gjennomsnitt og maksimum temperaturer) målt på Svalbard. Den venstre grafen viser temperaturmålinger fra de mer maritime målestedene på vestkysten, mens den høyre viser målesteder sentralt på Svalbard. (fra Christiansen et al., 2010).

Hvordan reagerer breene i Arktis på de globale klimaendringene?

Av Jon Ove Hagen

Foto: Jon Ove Hagen



THE DYNAMIC RESPONSE OF ARCTIC GLACIERS TO GLOBAL WARMING (GLACIODYN)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Oslo (UiO)

Prosjektleder: Jon Ove Hagen

Totalbudsjett: 14 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 2

Postdoktorstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 19

Oppslag i massemedier: 10

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 19

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 77

Hjemmeside: <http://www.geo.uio.no/glaciodyn/>

Breene i Arktis, både på Svalbard og ellers, smelter og tynnes ut i lavere deler nær havet. Høyreliggende breer har større variasjon og blir til dels tykkere, er mer stabile eller tynnes over det hele. Austfonna på Svalbard er blant verdens største iskapper. Breen har lagt på seg ca. 50 cm/år på toppen, mens de lavere delene er blitt tynnere. Overflatevolumet er dermed nesten i balanse, men fronten har trukket seg tilbake og det kalver isfjell, slik at volumet av Austfonna nå minker med ca. 2 km³ hvert år. Dette er noen av funnene fra Polarårsprosjektet GLACIODYN.

Forskningsspørsmål

Breer og iskapper lagrer vann tilsvarende ca. 0,5 m som globalt havnivåmiddel. Bremassene bidrar i dag omtrent det samme til globale havnivåendringer som summen av bidragene fra Grønland og Antarktis. Breene bidro betydelig til disse havnivåendringene i det 20. århundret og ventes å fortsette med det også i dette århundret.

Om lag 50% av klodens breer og iskapper finnes i Arktis. Mange av disse breene ender i havet og 30–40% av massetapet skyldes kalving. Imidlertid er usikkerhetene store både med hensyn til overflatens massebalanse og kalvingsvolumet. I de siste 10–15 årene har vi observert at breene ikke bare smelter mer på overflaten, men i mange områder glir de raskere. Det blir mer kalving av isfjell og resultatet er mer transport av is fra land ut i havet. Dette er observert på flere brestrømmer på Grønland. Vi vet enda ikke i hvilken grad økt smelting også vil gi endringer i dynamikken på andre breer i Arktis.

Dette var bakgrunnen for IPY-GLACIODYN. Det overordnede prosjektmålet var å kunne forutsi og

beregne framtidige endringer i ferskvannstransporten fra isbreene og dermed gi bedre estimat også på globale havnivåendringer. Prosjektet har vært en del av det internasjonale IPY-konsortiet GLACIODYN som har studert en rekke utvalgte breer i Arktis.

Prosjektdesign og metoder

Strategien har vært å fokusere på noen utvalgte breer og derigjennom:

- 1) Kartlegge dagens situasjon med dagens endringer av breene,
- 2) Studere de fysiske prosessene som forårsaker endringer og
- 3) Modellere framtidig utvikling.

Modelleringen blir gjort med data fra kombinerte informasjon fra noen utvalgte feltmålinger med fjernmålingsdata fra satellitt.

Feltaktiviteter

Det har tidligere vært få studier av de store iskappene i Arktis. Disse iskappene ligger i nordlige Canada, på Svalbard og de russiske øygruppene Franz Josef Land, Novaya Zemlya og Severnaya Zemlya. Vi utførte en stor del av feltaktiviteten på Austfonna, som er den største iskappen på Svalbard med et areal på vel 8000 km². Den er dermed også en av de største på kloden, utenom Grønland og Antarktis.

På Austfonna ble det foretatt målinger som viser om denne store iskappen vokser eller minker (massebalansemålinger). Det ble gjort målinger av høydeendringer ved hjelp av kontinuerlige GPS-profiler, og målinger av snømengder og snøfordelingen ved

snøradarmålinger. Laserhøydemålinger gjort fra fly, og automatiske værstasjoner, har gitt muligheter til å foreta detaljerte og kontinuerlige målinger som bare for få år siden var umulig. Det ble utført målinger på breen, fra fly og ved hjelp av satellittdata.

Kronebreen kalver ut innerst i Kongsfjorden på nordvest Spitsbergen. Her ble kalvingsprosessene studert ved å måle kontinuerlig over en toårs periode både hastigheten, kalvingsvolumet og sammenhengen mellom vanddyb, hastighet og smeltevann. Dette ble gjort med automatiske kameraer, satellittdata og radar.

På Engabreen ved Svartisen ble det gjort observasjoner av breens glidning over underlaget direkte fra undersiden av breen. Her er det i tilknytning til Svartisen vannkraftstasjon bygd et laboratorium i tunneler under breen, noe som gir unike muligheter til å studere breen fra undersiden.

Spesielle utfordringer

Iskappene i Arktis er ofte vanskelig logistisk tilgjengelige. Med areal på flere tusen kvadratkilometer blir det derfor en stor utfordring å gjennomføre feltstudier. For å kunne arbeide på Austfonna, måtte det etableres et stort depot nede ved kysten der det kunne lagres feltutstyr, snøscootere og drivstoff. Dette måtte lagres i små trehytter for å beskytte mot snø, vind og ikke minst nysgjerrige isbjørner. Dette depotet ble satt ut om sommeren med hjelp av helikopter fra Norsk Polarinsti-

tutts ekspedisjonsskip, Lance. Hver sommer er depotet blitt etterfylt og snøscootere fått vedlikehold.

Feltekspedisjonene har alle blitt gjennomført over 4–5 uker i april–mai hvert år. Det har blitt etablert en teltleir på toppen av Austfonna for hver feltkampanje. Austfonna er 100 km på tvers. For å klare de nødvendige traverser over fonna måtte det derfor arbeides ut fra leiren på toppen og ikke fra depotet ved kysten. I tillegg er isbjørnfaren betydelig mindre inne på toppen.

Imidlertid er det da store utfordringer med været. Vi måtte regne med at minst halvparten av dagene hadde så mye vind og snødrev at feltarbeid var umulig. Været skifter også fort, så sikkerheten er en utfordring. GPS-navigasjon med snøscootere i timevis med tett snødrev og null sikt kan by på utfordringer.

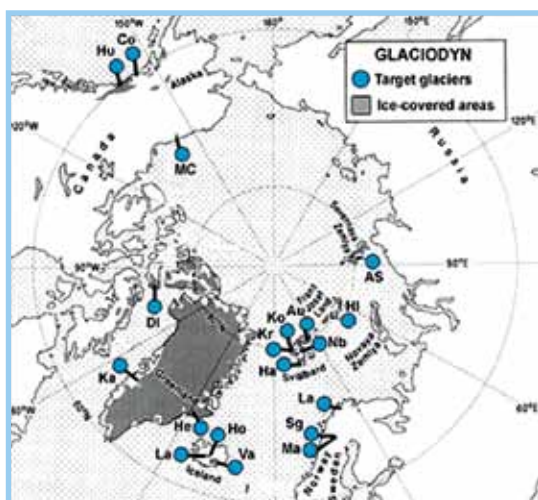
De viktigste resultater

Det er utviklet nye målemetoder med satellittdata som er validert med bakkemålinger fra Austfonna. Dette har vist at vi kan bruke satellittdata til å gi gode data over høydeendringer og dermed også volum og masseendringer over store deler av Arktis.

Breene i Arktis, både på Svalbard og ellers, opplever sterk smelting og uttynning i lavere deler nær havet, mens i høyreliggende breer er bildet mer komplisert, der en del områder blir tykkere og andre er mer stabile eller tynnes over det hele. For Austfonna ser en at toppområdene har lagt på seg ca. 50 cm/år mens de



Austfonna på Svalbard er blant verdens største iskapper.



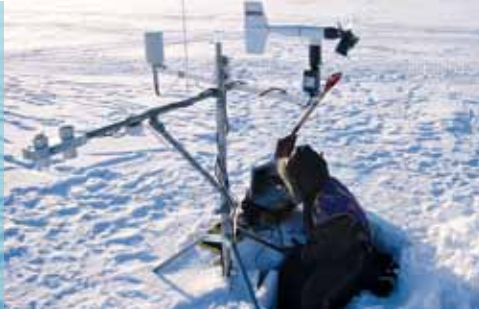
Alle breene som ble målt i regi av det internasjonale GLACIODYN-prosjektet.



Campen på toppen av Austfonna 2008. Foto: Jon Ove Hagen



Snøradar og GPS-høydeprofilering på toppen av iskappen Austfonna. Foto: Jon Ove Hagen



Automatiske værstasjoner gir viktige data for overvåking og modellering av massebalansen. Her på Austfonna, Svalbard, i april 2009. Foto: Jon Ove Hagen



Time-lapse-kameraer ble brukt til å overvåke isflyt og kalving på Kronebreen, Svalbard. Foto: Jon Ove Hagen

lavere delene har blitt tynnere. Overflatevolumet er dermed nesten i balanse, men fronten har trukket seg tilbake og det kalver isfjell slik at volumet av Austfonna nå minker med ca. 2 km³ hvert år.

Analysen av satellittbilder over hele Svalbard viser at den gjennomsnittlige senkingen har avtatt de siste årene fra ca. 36 cm/år i 1990-årene til ca. 12 cm/år i perioden 2003–2009. Samtidig ser vi en sterk økning i tynningen i andre deler av Arktis, særlig i den arktiske delen av Canada.

Det er satt ut 20 automatiske GPS-stasjoner i to raske brestømmer på Austfonna og ved Kronebreen i Kongsfjorden. Disse logger posisjoner hver time gjennom hele året. De har gitt svært gode data om hvordan breenes dynamikk varierer gjennom året. Vi ser en klar kobling mot hydrologien, med opptil en dobling av glidehastigheten ved stor smelting på breoverflata. Disse GPS-stasjonene vil bli stående i åra framover og bli brukt som overvåking av brebevegelsene og validering av satellittdata.

Formidling og undervisning

De viktigste formidlingskanalene er gjennom vitenskapelige publikasjoner. Flere PhD-studenter har arbeidet innenfor GLACIODYN og mer enn hundre presentasjoner som foredrag og poster er lagt fram ved internasjonale konferanser. Dette fortsetter langt utover den ordinære IPY-perioden.

Det er innsamlet data som vil danne grunnlag for bearbeiding og publisering i flere år framover. I tillegg har det også vært en rekke populærvitenskapelige foredrag og også skolebesøk, for eksempel dro femteklassingene ved Reipå skole i Meløy kommune

til Svartisen for å studere isbre og endemorener ved Engabreen. Sammen med GLACIODYN-forskere som arbeidet under breen, bidro også Polarårprosjektet PolarEduSpace med satellittbilder og kartdata. De unge Polarårforskerne fikk lære om hvordan breen måles, hvordan den beveger seg og hvorfor.

Videreføring i internasjonal sammenheng

Det internasjonale IPY-GLACIODYN hadde partnere fra 17 land med med-koordinator fra Norge. Gruppen har hatt felles møte/konferanse en gang hvert år. Prosjektet har resultert i et mye større fokus på dynamikken i breene og dette følges opp av nye modelleringsskritt og gjennom nye prosjekter som:

- 1) EUs ice2sea (2009–2014) der flere av de europeiske GLACIODYN partnerne deltar,
- 2) Under European Science Foundation, PolarCLIMATE programmet er prosjektet «Sensitivity of Svalbard glaciers to climate change (SvalGlac) (2009–2012)» satt sammen av partnere fra ti europeiske land, alle tidligere deltagere i GLACIODYN. SvalGlac ble initiert og søknaden koordinert av Norge.
- 3) De norske og flere av de nordiske deltakerne i GLACIODYN har nylig etablert et større nordisk nettverk av glasiologer og blitt tildelt et Nordisk «Senter of Excellence» innen Nordisk Råds Toppforskningsinitiativ: «Klimaendringenes vekselvirkning med kryosfæren». Senteret, kalt SVALI (Stability and Variations of Arctic Land Ice), har 17 partnere fra alle de nordiske land. Det ledes av Institutt for geofag ved Universitetet i Oslo og har fått bevilgning for perioden 2011–2015. Dette er et direkte resultat av GLACIODYN.

Endringer i havnivået i de nordiske havområdene

Av Vladimir Pavlov

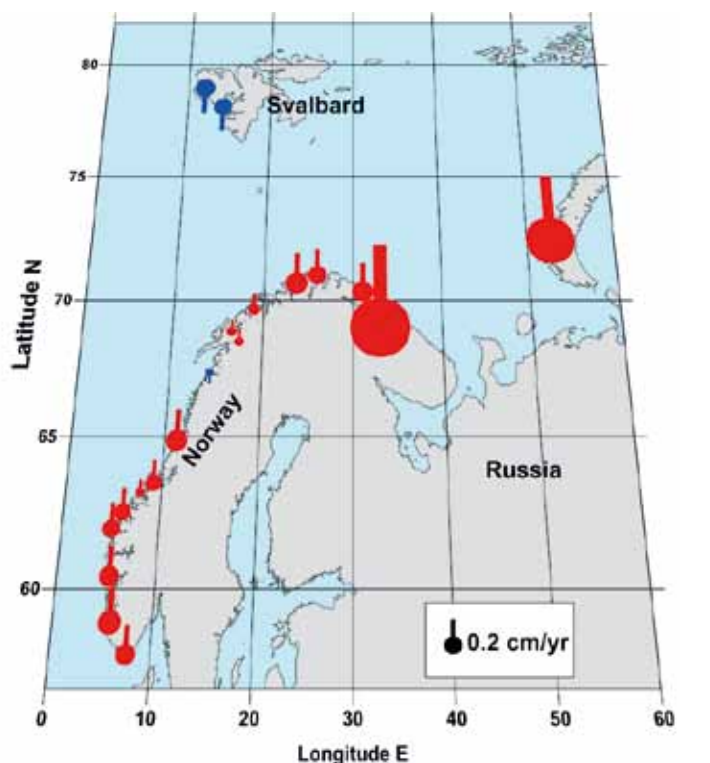


Foto: Stavanger Aftenblad

LONG-TERM SEA LEVEL VARIABILITY IN THE NORDIC SEAS (LEVANS)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk Polarinstitutt (NP)
 Partnerinstitusjoner: Arctic and Antarctic Research Institute (AARI), Russland
 Prosjektleder: Vladimir Pavlov
 Totalbudsjett: 300 000 kroner
 Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 1
 Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 2
 Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 3
 Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 2
 Hjemmeside: <http://npweb.npolar.no/prosjekter/IPYsealevelvar>

Fordelingen i havnivåtrend langs kystsonen i Norskehavet og Barentshavet. Trendene ble beregnet basert på tidevannsmålinger siden 1980 korrigert for landheving. Røde symboler viser trendene i havnivåstigningen og blå symboler viser havnivåreduksjon.



Havnivå er en av de beste indikatorene for klimaforandringer. Resultater fra mangfoldige analyser av tidevannsmålere og data fra satellitt altimeter viser at det gjennomsnittlige globale havnivået har steget. På mindre skala varierer havnivået også fra det globale gjennomsnittet mellom forskjellige områder på grunn av variasjoner i atmosfæriske, oseanografiske og kryosfæriske faktorer som påvirker havnivået.

Det er likevel vanskelig å bruke havnivåstigning alene som mål på klimaforandringer, fordi nærmest alle statiske og dynamiske prosesser i hydrosfæren og atmosfæren er integrert i havnivået. Havnivået er nettoresultatet av mange individuelle effekter av klimapåvirkning.

Hovedmålet for LEVANS har vært å studere havnivå i de nordiske hav, som respons på endringer i atmosfæriske, oseanografiske og terrestriske prosesser i de europeiske, arktiske regionene.

Nye analyser av historiske havnivådata

Prosjektet omfatter en analyse av eksisterende historiske datasett. De fleste av dataene er per i dag til-

gjengelige gjennom norske og internasjonale arkiver (for eksempel www.vannstand.no, www.psmsl.org). Prosjektet har gjennomgått mange kilder til historisk informasjon, tilgjengelig gjennom vår hovedsamarbeidspartner AARI, og analysert disse.

Etter dataprosessering og kvalitetskontroll ble dataene sendt til det internasjonale Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL). Vi kan særlig trekke fram at de eldste havnivåmålingene i Arktis fra stasjonen Polarniy, som går helt tilbake til 1906, nå er åpent tilgjengelig – takket være LEVANS-prosjektet (se www.psmsl.org).

I prosjektets andre fase ble det gjennomført en full statistisk analyse av havnivådataene. Vi beregnet havnivåvariabilitet på forskjellige tidsskalaer (fra sesongvariasjon til tiårsvariasjon) for hver målestasjon.

Tredje fase av prosjektet tok for seg beregning av hver av drivkreftenes bidrag til havnivåvariabilitet på forskjellige tidsskalaer. Tidevannsmålinger inkluderer landheving og gir derfor bare relativ havnivåendring. Den viktigste prosessen som bidrar til landheving er post-glacial landheving (glacial isostatic adjustment,

GIA), som er et resultat av istider og påfølgende isfrie perioder på jorda, når storskala omrokkinger i overflatemasse endrer jordas form. GIA-prosesser påvirker også havnivåendringer i betydelig grad i dag. Maksimale GIA-trender (Peltier 2004, G5ice modell) finner vi langs kysten av Barentshavet, med over 0,2 cm/år, og i sørlige deler av Norskehavet, hvor stasjoner som Oscarsborg, Trondheim og Helgeroa har GIA-trender opptil 0,3–0,4 cm/år.

Vi har også vurdert justeringer for atmosfæriske drivkrefter. Resultatene viser at områder med maksimal korrelasjon (kalt maksimale atmosfæriske påvirkningssoner) ikke er lokalisert ved tidevannsmålestasjonene, men i åpent hav langt fra stasjonene. Denne innfallsvinkelen er brukt videre i våre analyser. For å beregne bidraget fra oseaniske prosesser beregnet vi statistisk ekspansjon ved bruk av hydrografiske data for nordiske hav – etter data fra Norsk Polarinstitutt (NP), AARI og internasjonale datasett. Med en 3D baroklin modell simulerte vi endringene i havnivå som resultat av reorganiseringen av havsirkulasjonen i nordiske hav.

Endringer i atmosfæren virker på havnivået

I kystsonen i disse havområdene har havnivået en signifikant årlig syklus med en gjennomsnittlig amplitude på 16–34 cm. På alle stasjonene i Norskehavet var de laveste nivåene observert i mai. Havnivået stiger merkbart fra mai og når maksimumverdier om vinteren (desember–januar). I Barentshavet er havnivåmaksimum i oktober eller desember og minimum er i april.

Sesongvariasjon i havnivå er sterkt negativt korrelert ($R=-0.83$) med sesongvariasjoner i lufttrykk ved havnivå. Gjennomsnittlig amplitude (fra topp til topp) av sesongvariasjoner i havnivå i nordiske hav er 24.9 cm. Vi konkluderer med at endringer i atmosfærisk trykk over nordiske hav er hovedårsaken til den årlige havnivåsyklusen.

Analyse av mellomårlig variasjon i havnivå viste at over de tre tiårene 1950–1970 hadde nesten alle kyststasjoner i nordiske hav utpregede negative trendene for årlig gjennomsnittlig havnivå (gjennomsnittlig $-0,739$ cm/år på 1950-tallet, $-0,585$ cm/år på 1960-tallet, og $-0,624$ cm/år på 1970-tallet). Fra starten av 1980-tallet ble trendene positive og vi ser en gjennomsnittlig havnivåstigning med GIA korreksjon på $0,184$ cm/år for Norskehavet og Barentshavet.

De månedsvise trendene bidrar ulikt til årsgjennomsnittet. Maksimumstrender ble funnet om vin-

teren (januar–februar) for nesten alle stasjoner, og minimum om våren og høsten, for det meste i april og oktober. Vi har funnet meget høy korrelasjon mellom mellomårlig variasjon i havnivå og lufttrykk ved havnivå for hver stasjon, særlig om vinteren, med korrelasjonsfaktor opptil -0.9 på mange stasjoner. Så høye korrelasjonsfaktorer tillater oss å konkludere at atmosfæriske faktorer bidrar mest til havnivåvariabilitet i nordiske hav. For perioden 1980–2009 har vi beregnet bidraget fra atmosfæriske faktorer til havnivåstigning til gjennomsnittlig $0,113$ cm/år i nordiske hav.

Oseaniske faktorer bidrar gjennomsnittlig 0.061 cm/år til havnivåstigning. En havnivåstigning på 0.052 cm/år kan ikke forklares med GIA, atmosfæriske faktorer eller oseaniske prosesser. I stedet kan dette skyldes økte globale vannmasser i havet, som følge av smelting av iskapper, og effekten av den observerte globale oppvarmingen på innlandsisen på Grønland og i Antarktis.

På denne måten har resultatene fra prosjektet bidratt til å besvare de to hovedspørsmålene: Hva er raten av havnivåendring i nordiske hav, og hva er bidragene fra de individuelle faktorene til den observerte havnivåendringen?

Mer arbeid gjenstår

Vi planlegger å fortsette dette arbeidet gjennom felles norsk-russiske FRAM Lab-aktiviteter (AARI, St. Petersburg, www.fram.nw.ru). Vi vil særlig analysere altimeter-data fra satellitt og gjøre flere numeriske modelleringer av havnivåvariasjon i nordiske hav.



Stormflo i Bøfjorden. Foto: Håkon Haukøy

Svarene på fortidens klimavariasjoner og framtidens havnivå ligger begravd i isen i Antarktis

Av Jan-Gunnar Winther og Elisabeth Isaksson



Foto: Stein Tronstad

NORWEGIAN-US ANTARCTIC IPY TRAVERSE (TASTE-IDEA)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk Polarinstitutt (NP)
Partnerinstitusjoner: NORUT IT, Universitetet i Oslo, Cold Regions Research Laboratory, Colorado State University, Dartmouth College, National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, University of Maine, University of Nevada og University of Vermont.
Prosjektleder: Jan-Gunnar Winther
Totalbudsjett: 16 mill. kroner
Postdoktorstipendiater: 2
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 99
Oppslag i massemedier: 135
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 12
Publiserte bøker: 1
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 45
Hjemmeside: <http://traverse.npolar.no>

Prosjektet undersøkte endringer av ismassen i Dronning Maud Land for å forstå hvilken rolle Antarktis spiller for det globale klimaet, og spesielt den effekten endringer av ismasser i Antarktis har på det globale havnivået. Det ble gjennomført to krevende ekspedisjoner over innlandsisen i Antarktis. Ekspedisjonene har gitt viktige bidrag til kunnskapen om fortidens klimavariasjoner og om fremtidig havnivåendringer.

Hovedmålsetningene med prosjektet var 1) å forstå klimavariabiliteten i Dronning Maud Land (DML) i Øst-Antarktis på tidsskalaer fra år til tusen år, 2) å beregne massebalansen til ismassene i denne delen av Antarktis og dens betydning for det globale havnivået, 3) å undersøke effekten av luft- og havstrømmer på den kjemiske sammensetningen av snø, firn og is og 4) å foreta målinger i områder som sist var besøkt på 1960-tallet for å studere eventuelle endringer siden den gang og for å etablere et referansedatasekk for framtidig forskning.

2300 km med beltevogner for å bore

Fra oktober 2007 til januar 2008 organiserte Norsk Polarinstitutt en forskningsekspedisjon mellom den norske Trollstasjonen i Dronning Maud Land og Sørpolen. Ekspedisjonen, som hadde deltakere fra Norge og USA, tok seg inn i den minst utforskede delen av Antarktis og har skaffet til veie et unikt datamateriale. Norge har aldri før gjennomført en så logistisk krevende ekspedisjon i det indre av Antarktis.

Fire beltevogner med åtte sleder, totalt i overkant av 70 tonn, ble fraktet langs en 2300 km lang trase. Beltevognene dro med seg en sovemodul, en oppholds- og kjøkkenmodul og en verkstedscontainer, og store mengder av drivstoff, felt- og vitenskapelig

utstyr. Forholdene var krevende med temperaturer ned mot -50°C og høyder nær 4000 m o.h.

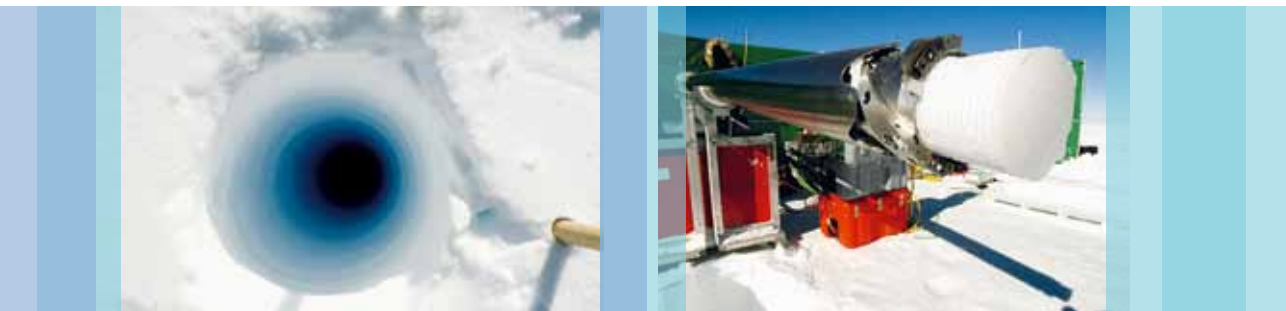
Sørsommeren 2008–09 returnerte ekspedisjonen fra Sørpolen til Troll langs en annen trase og med delvis nye deltakere. Hovedfokus i ekspedisjonens andre sesong var å undersøke nylig oppdagede innsjøer, som ligger under innlandsisen, og som kan være viktig for isens bevegelse og dermed for hvor raskt ismassene strømmer mot havet hvor isen kalver som isfjell. Økt kalving av isfjell vil gi en havnivåøkning.

Iskjerner gir et bilde av mer enn 1000 års klimahistorie

I ekspedisjonens første sesong ble det boret en rekke iskjerner for å rekonstruere klimavariasjoner mer enn 1000 år tilbake i tid. I alt mer enn 700 meter med iskjerner ble transportert til USA og Tromsø ved ekspedisjonens avslutning. Temperaturmålere er etterlatt i tre 90 meters dype borehull. Disse dataene sendes i sann tid via satellitt og skal benyttes for å studere temperaturvariasjoner over de siste ca 50 år. Det ble tatt snøprøver for å studere ulike typer av forurensninger.

Videre ble to automatiske værstasjoner, som sender data i sann tid, plassert på innlandsisen. Fire ulike radarer ble brukt til å studere egenskapene til isen langs hele traseen. En drone (ubemannet fly) for innsamling av geofysiske data ble for første gang testet på platået i Dronning Maud Land.

Tre av iskjernene viste mer enn 20 % reduksjon i akkumulasjonsraten for perioden 1815–2007 sammenlignet med perioden 1641–1815. Nedbørsmengdene varierer mellom 16 og 32 mm (omregnet til vann) per



Et borehull i isen. Foto: Stein Tronstad

Iskjerner og kjernebørr. Foto: Stein Tronstad

år mellom borestedene. Dette gjør at området faller vel innenfor definisjonen av ørken (< 200 mm). Nedbøren avtar med høyden.

Metoden for å finne hvor mye nedbør som faller er å finne kjemiske stoffer fra kjente vulkanutbrudd på ulike dyp. År 1815 er benyttet fordi utbruddet av vulkanen Tambora i Indonesia er lett gjenkjennelig når man analyserer kjemien og de elektriske egenskapene av iskjerner i Antarktis. Atomprøvesprengning på 1950- og 1960-tallet brukes også som tidsmarkører. Hvis målingene er representative for et større område betyr det at deler av Øst-Antarktis har redusert sitt tilfang av snø. 860 km med radardata som forbinder iskjernene, og dermed gir kontinuerlig informasjon om akkumulasjon, viser imidlertid noe høyere nedbørmengder enn iskjernene. Radardata tyder også på en økning av nedbør de senere år sammenlignet med gjennomsnittet for perioden 1815–2007, noe som er i tråd med andre studier i Øst-Antarktis.

Innsjøer under innlandsisen

Lignende målinger ble tatt i sesong nr. 2, men da var kartlegging av innsjøene («Recovery Lakes») under

innlandsisen spesielt prioritert. Det ble foretatt omfattende radarmålinger for å kartlegge omfanget av disse reservoarene. Også hastighetsmålinger ved bruk av GPS og tyngdemålinger (gravimetri) ble gjennomført over innsjøene.

Inntil disse målingene var gjort trodde man at Recovery Lakes bestod av fire uavhengige innsjøer. Ekspedisjonens målinger viser imidlertid at to av innsjøene henger sammen gjennom en kanal. De tre innsjøene ligger alle i vel definerte bassenger. Dataene tyder imidlertid på at deler av bassengene består av vannholdige sedimenter, eller vann med mye is («slush»), mens isen flyter på vann i andre deler. Innsjøene er med andre ord grunnere og mindre enn hva overflatetopografien tilsier (store horisontale flater).

Det ser videre ut til at nivået i innsjøene har vært høyere tidligere. Dette kan bety at innsjøene regelmessig fylles opp for deretter å tømmes. Hvor ofte det skjer, og hvor raskt tømmingen finner sted, har vi ingen kunnskap om. En plutselig vannstrøm ut fra en innsjø vil gi en kraft på de overliggende ismassene og føre til at isen strømmer raskere mot kysten – noe som igjen vil føre til økt kalving ved iskanten og gi et



Typisk leioppsett under Sydpoltraversen, ekspedisjonen er halvveis. Bildet er tatt fra tårnet på Plateau Station. Foto: Stein Tronstad



Ekspedisjonens medlemmer i første sesong samlet på sydpolpunktet. Foto: Jan Gunnar Winther



Mary Albert, fra Dartmouth College i USA, måler varmeledningsevnen i iskjerner i laboratorieteltet.
Foto: Stein Tronstad



Glen Liston og Lou Albertshardt med en iskerne.
Foto: Stein Tronstad

bidrag til globalt havnivå. Kunnskap om uttømming vil derfor hjelpe oss å forstå om innsjøene spiller en viktig rolle for bevegelsene i ismassene.

Styrket norsk-amerikansk samarbeid

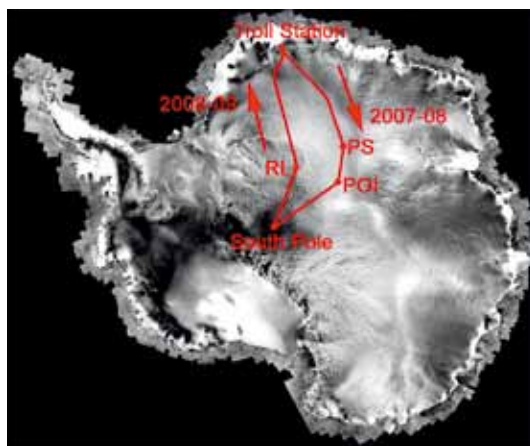
På 1960-tallet gjennomførte USA tre traverser fra Sørpolen til de indre delene av Dronning Maud Land over tre feltesonger. Det deltok en norsk forsker på hver av disse ekspedisjonene. Data fra disse traversene utgjør praktisk talt det vi hadde av bakke-data før Det internasjonale polaråret. Området omtales som the «whitest spot on Earth», det vil si det området på landjorda hvor vi har minst informasjon fra.

I lys av dette var den norsk-amerikanske traversen under Polaråret en fin oppfølging av samarbeidet. De norske forskningsmiljøene har hatt hovedansvar for logistikken, radarmålingene og de ubemannede flyvningene. Boringer og analyser av iskjerner har vært delt mellom amerikanske institusjoner og Norsk Polarinstitutt. Amerikanske forskere har hatt hovedansvaret for temperaturmålinger, referansemålinger for sammenligning med satellittdata, tyngdemålinger og prøvetaking for studier av langtransporterte luftforurensninger.

Ny informasjon fra de minst tilgjengelige områdene av Antarktis er viktig for å forstå utviklingen av massebalansen fra alle deler av innlandsisen, for å kunne kvalitetssikre informasjonen fra satellitter, skaffe tilveie informasjon for bruk i klimamodeller og gi et bedre

estimat for framtidige havnivå. Det å forstå klimaet i Antarktis kan på mange måter sammenlignes med et stort puslespill. Den norsk-amerikanske traversen har bidratt med en brikke i dette puslespillet.

Bearbeidelse av data foregår ennå og flere titalls forskere og studenter vil være involvert i mange år framover. Datasettet vil også være et referansedatasett fra 2007–2008 som framtidige generasjoner av klimaforskere kan nyttiggjøre seg.



Ruta til Antarktis-traversen mellom Troll og Sydpolen, for de to feltesongene. Kartet viser også forskningsområdene Plateau Station (PS), Utilgjengelighetspolen (POI) og Recovery Lakes (RL).

Hvordan kan klimaendringer forandre verdens største havstrøm?

Av Ulysses Ninnemann, Jostein Bakke og Øyvind Paasche



Foto: Øyvind Paasche

PALEOCEANOGRAPHIC AND CLIMATIC VARIABILITY ON DECADAL TO MILLENNIAL TIMESCALES ACROSS THE DRAKE PASSAGE (PALEODRAKE)

Prosjektansvarlig institusjon: Bjerknessenteret
Prosjektleder: Ulysses Ninnemann
Totalbudsjett: 185 000 kroner
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 1
Oppslag i massemedier: 7
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 2
Hjemmeside: <http://www.bjerknes.uib.no/>

Den sirkumpolare havstrømmen som omkranser Antarktis er den kraftigste i verden. Strømmen spiller en sentral rolle i opprettholdelsen av vannmasser som strømmer inn i verdenshavene. Moderne observasjoner tyder på at vindene som driver disse strømmene nå endres i takt med at jorden blir varmere.

Er disse endringene uvanlig store i forhold til de som har skjedd tidligere? Hvordan vil et varmere klima påvirke denne strømmen, det globale havet og det regionale klimaet? Både teori og datasimuleringer demonstrerer at det er et potensial for at sirkulasjonsmønstrene i havet, havets evne til å absorbere CO₂, leveransen av næringsstoffer til globale fiskerier, ja selv værmønstre langt unna kan alle bli påvirket dersom den sirkumpolare strømmen endres.

Prosjektdesign

Arbeidet i PALEODRAKE-prosjektet var konsentrert om Drake Passage- og Scotia Sea-områdene som blant annet rommer det smaleste innsnevringpunktet for den sirkumpolare havsirkulasjonen. For de som søker å forstå hvilken rolle Antarktis har i det globale hav- og klimasystemet er dette området av avgjørende betydning. I de siste tiårene har havets overflatetemperatur økt raskere i denne regionen enn noe annet sted på kloden. Ytterligere bevis på landjorden avslører at breene som ligger langs den antarktiske halvøen allerede reagerer på denne endringen – noe som understreker behovet for å forstå koblingen mellom atmosfæren og havet over tidsskalaer på ett til flere tiår. Til tross for sin sentrale rolle i det globale klimasystemet, er det gjort påfallende lite forskning i denne regionen. Hele spekteret av naturlig klima variasjon, både i havet og i atmosfæren, er lite forstått i Sørishavet. Et av PALEODRAKES overordnede mål var å tette dette kunnskapshullet.

Historien om klima- og havkobling i området rundt Drake Passage rommer en rekke kritiske spørsmål som er av overordnet betydning for dagens polare klimaforskning, blant annet:

- Hva er den naturlige variabiliteten i havet og atmosfæren over lengre tidsskalaer fra tiår til tiår?
- Hvordan har vestlige vinder i sør variert med tidligere tiders klima og påvirket havsirkulasjon?

PALEODRAKE satte seg fore å besvare disse spørsmålene ved å utforske geologiske arkiver som dekker oseanografiske og klimatiske forhold på en tid da

atmosfæren og havsirkulasjonen var forskjellig fra i dag. Å forstå hvordan klimaet og havet endret seg i fortiden, for eksempel under unormalt omfattende, langvarige eller raske oppvarmingsperioder, kan gi viktig informasjon om hva vi kan forvente når det gjelder framtidige klimaendringer og deres påvirkning på havet.

Sedimentprøver fra dyphavet

Under ekspedisjonen i januar 2008 lyktes vi med å hente opp sedimentkjerner fra havbunnen på tre steder i Drake Passage og Scotia Sea. Kjerne lokalitetene ble valgt for å dekke endringer både i egenskaper ved havoverflaten (temperatur, saltholdighet, isutbredelse osv.) og endringer i den sirkumpolare havstrømmen.

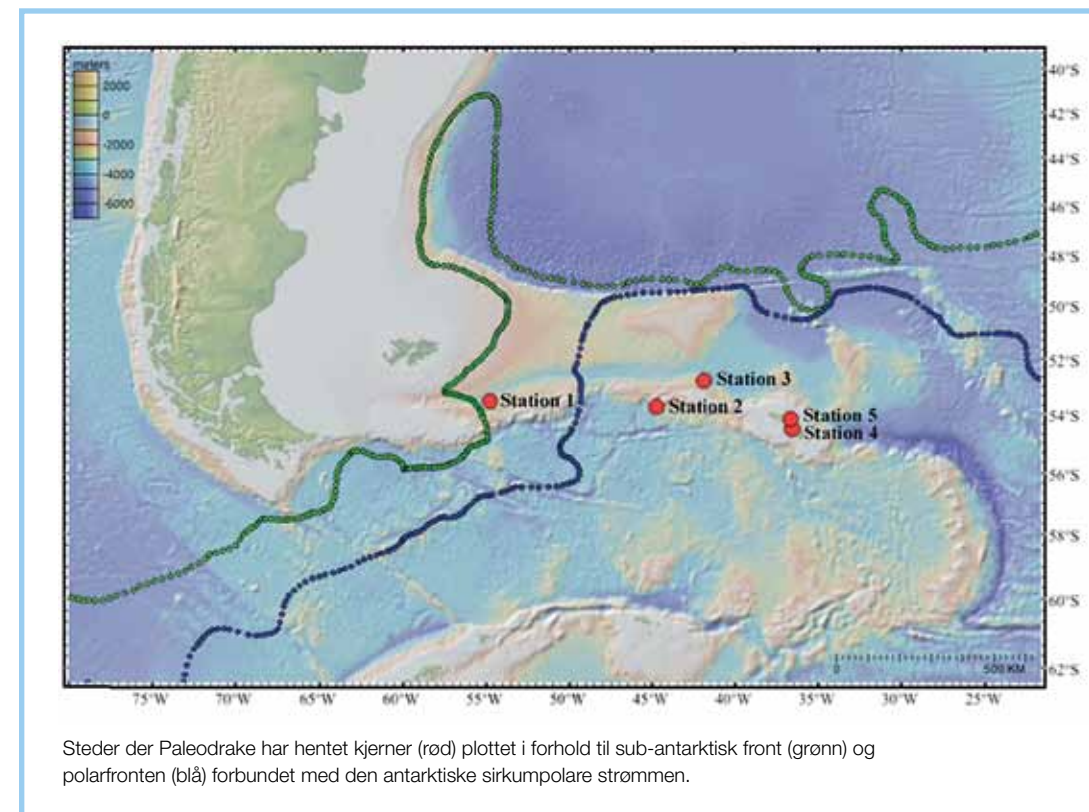
Foreløpige resultater er lovende og viser at sedimentkjernene gir oss innsikt i hvordan havet har endret sirkulasjonsmønster og andre egenskaper 20.000 år tilbake i tid, like til siste istids maksimum. Likheter mellom våre rekonstruksjoner av endringene i polarhavet og de som finnes på middels havdyp, så langt borte som i det tropiske Stillehavet, tyder på at disse klimaarkivene kan gi oss en etterlengtet kunnskap som gjør oss bedre i stand til å forstå de moderne endringene som nå observeres i havet i disse områdene.

Bredata fra Sør-Georgia

Etter kampanjen i åpent hav, fortsatte kjerneboringene både i fjordene rundt, og innsjøer på Sør-Georgia. Magnetiske målinger på hav- og fjordkjernene har gitt sårt tiltrengt paleomagnetiske data fra en region der få slike data eksisterer per i dag, og vil til slutt muliggjøre en magnetisk referanse-stratigrafi for denne regionen.

I tillegg fant ekspedisjonen på Sør-Georgia materiale som gjør det mulig å sette sammen historien til isbreene på land. Isbreene på Sør-Georgia har etterlatt seg spektakulære spor av tidligere tiders klimaendringer. Innsjøer, morener og andre landformer formet av fortidens breframrykk og tilbaketrekning dominerer denne fjellrike øya. Prøvene fra Sør-Georgia vil bidra til ytterligere å avdekke historien om temperatur og nedbør i regionen.

Foreløpige resultater viser at vi har sikret kontinuerlig bredata som dekker de siste 10.000 år fra både innsjø og fjordmiljøer. Den kontinuerlige registrering av breens svingninger fra Sør-Georgia åpner nye muligheter for å forstå hvordan bi-polart klima har variert i løpet av vår egen mellomistid (kalt Holosen)



Steder der Paleodrake har hentet kjerner (rød) plottet i forhold til sub-antarktisk front (grønn) og polarfronten (blå) forbundet med den antarktiske sirkumpolare strømmen.

og sammenligne disse med dagens endringer. For eksempel hadde en av breene vi satte oss fore å studere smeltet fullstendig bort da vi ankom Sør-Georgia i 2008. Foreløpige analyser av sedimentene fra en nedstrøms bresjø tyder på at dette ikke har skjedd tidligere, i hvertfall ikke i løpet av de siste 10 000 år (Holocene). Men det er ikke bare de mindre breene som trekker seg tilbake. Neumayer-breen, en stor kalvende fjordbre, har trukket seg over 2 km tilbake siden tidlig på 1970-tallet (se bildet foran).

Både prøvetakingen til havs og på land ble vellykket. Resultatet er et unikt sett av marine og terrestriske arkiver som kan belyse fortidens klimahistorie både i havet og i atmosfæren fra denne følsomme, og globalt viktige, polare regionen. Arbeidet med disse dataene fortsetter, og har ført til en rekke nye forslag og initiativer. Arven fra PALEODRAKE vil dermed bli varig. Kombinert med tilsvarende undersøkelser i nord, vil det endelig være mulig for oss å plassere dagens bi-polare klimaendringer inn i en historisk kontekst.



Foto: Per Eide / Samfoto

Krill og økosystemtokt med G.O.Sars i Sørishavet

Av Svein A. Iversen

Foto: Fra magasinet/Tone Leonora Tørgimsby



ANTARCTIC KRILL AND ECOSYSTEM STUDIES (AKES)

Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet (HI)

Partnerinstitusjoner: Universitetet i Oslo og CCAMLR

(Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources)

Prosjektleder: Svein A. Iversen

Budsjett fra Polaråret: Totalt 8,5 mill. kroner, hvorav 3 mill. kroner til erstatningsfartøy

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift og til CCAMLR's arbeidsgrupper: 13

Publiserte bøker: 1

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 14

Hjemmeside: <http://www.imr.no/tokt/>

Rett over nyttår 2008 la forskningsfartøyet G.O.Sars ut på tre måneders tokt (to ganger seks uker) i Sørishavet. Et hovedmål med toktet var å få sikrere beregninger av krillmengden i Sørishavet.

AKES ble finansiert av HI, Forskningsrådet (NARE), Oljedirektoratet, Norsk Hydro og ABB. Toktet hørte imidlertid naturlig hjemme i Polarårets portefølje – og IPY gjorde toktet mulig ved å bidra både til toktet og å leie et erstatningsfartøy som kunne overta noen av G.O.Sars' faste oppgaver i Nord-Atlanteren.

Bakgrunn

Krillmengden i den sørvestlige atlantiske sektoren i Sørishavet ble beregnet til 44 millioner tonn under et stort akustisk tokt i 2000. Beregningen baserer seg blant annet på såkalt målstyrke (MS), som er evnen en organisme har til å reflektere lyden tilbake til ekkoloddet. Målstyrke er en viktig faktor når ekkomengdeverdiene skal gjøres om til biomasse. Resultater fra senere teoretiske arbeider indikerer at MS som ble brukt den gangen var for høy slik at krillmengden ble underestimert. G. O. Sars er spesielt utstyrt for å kunne gjøre denne type akustiske undersøkelser.

Hovedhensiktene med toktet var å undersøke:

- akustiske egenskaper hos antarktisk krill (*Euphausia superba*), salper og makrell isfisk (*Champsocephalus gunnari*)
- fordeling av krill, fisk, sjøpattedyr, fugl, plante og dyreplankton i forhold til hydrografiske forhold
- krillsvermer
- krillbiologi og økologi
- krillgenetikk og fiskeparasitter

Toktrute

Toktet startet i Montevideo 4. januar og gikk via Falklandsøyene til Sør Georgia for kalibrering av utstyr for MS undersøkelser og så videre mot Bouvetøya før vi endte opp i Cape Town etter seks uker i sjøen. Andre delen av toktet startet fra Cape Town og gikk sørover langs 15° Ø til Astridryggen, som ble grundig oppmålt og undersøkt med et bunnpenetrerende ekkolodd på oppdrag fra Oljedirektoratet. Deretter gikk turen nordover langs 7° Ø via Bouvetøya for så å avslutte i Walvis Bay i Namibia knapt seks uker senere (Figur 1).

Totalt tilbakela vi 12 500 nautiske mil på toktet. På forhånd visste vi at arbeidsområdet værmessig er et av jordas verste områder. Vi var redd for at toktet ville bli for mye værhindret. Heldigvis viste det seg at vi slapp unna med bare en orkan og noen stormer. Uheldigvis måtte vi gå fra Bouvetøya før vi var ferdige med undersøkelsene på grunn av dårlig vær og knapp tid.

Metode

Ved hjelp av multifrekvens-analyse av krillekko kan krill gjenkjennes akustisk. Dette er av stor betydning fordi det vil forbedre dagens metode med å plukke ut krillandelen av det totale ekkobildet. MS er en dynamisk enhet som endrer seg med art, størrelse, svømmeblære osv. Dessuten spiller organismens orientering i forhold til horisontalplanet inn. Horisontalt strukket vil en krill gi størst ekko og minst vertikalt. Derfor er det et vell av data som skal analyseres før MS er avklart.

Hydrografiske data ble samlet med en sonde utstyrt med fluormeter og oksygensensor. Planteplankton ble samlet med vertikalhåv og ved å filtrere vannprøver fra forskjellige dyp. Dyreplankton og fisk ble samlet



Foto: Kjetan Mæstad, Havforskningsinstituttet



Foto: Havforskningsinstituttet

med MOCNESS, krilltrål, Juday- og WP-2 håver. De akustiske undersøkelsene ble utført med EK60 utstyr med 6 frekvenser, 18–333 kHz.

Funn og resultater

Foreløpig er vi ferdige med MS for salper – et geleaktig sekkedyr, som flyter fritt i havet i store kolonier. De foreløpige undersøkelsene våre av MS for krill var en av faktorene som førte til at CCAMLR oppjusterte krillmengden til 60 millioner tonn i 2010.

Antarktisk krill er en typisk kaldvannsort og ble observert i vann kaldere enn 2°C sør for 52° S. Høye konsentrasjoner ble observert rundt Sør-Georgia som er et viktig krillfiskeområde og i et noe mindre område rundt Bouvetøya. Høye konsentrasjoner ble også observert i den sørlige delen av undersøkelsesområdet.

Det ble jevnlig samlet inn generisk materiale fra krill for å studere strukturen i bestanden(e). Mer kunnskap om dette vil være til stor hjelp for krillforvaltningen.

Det ble bare fanget stor fisk rundt Sør-Georgia, ellers var det mindre arter dominert av lysprikkfisk i fangstene. Sammenliknet med krill var fiskefangstene svært små. Totalt observert vi 82 fiskearter fordelt på 29 familier.

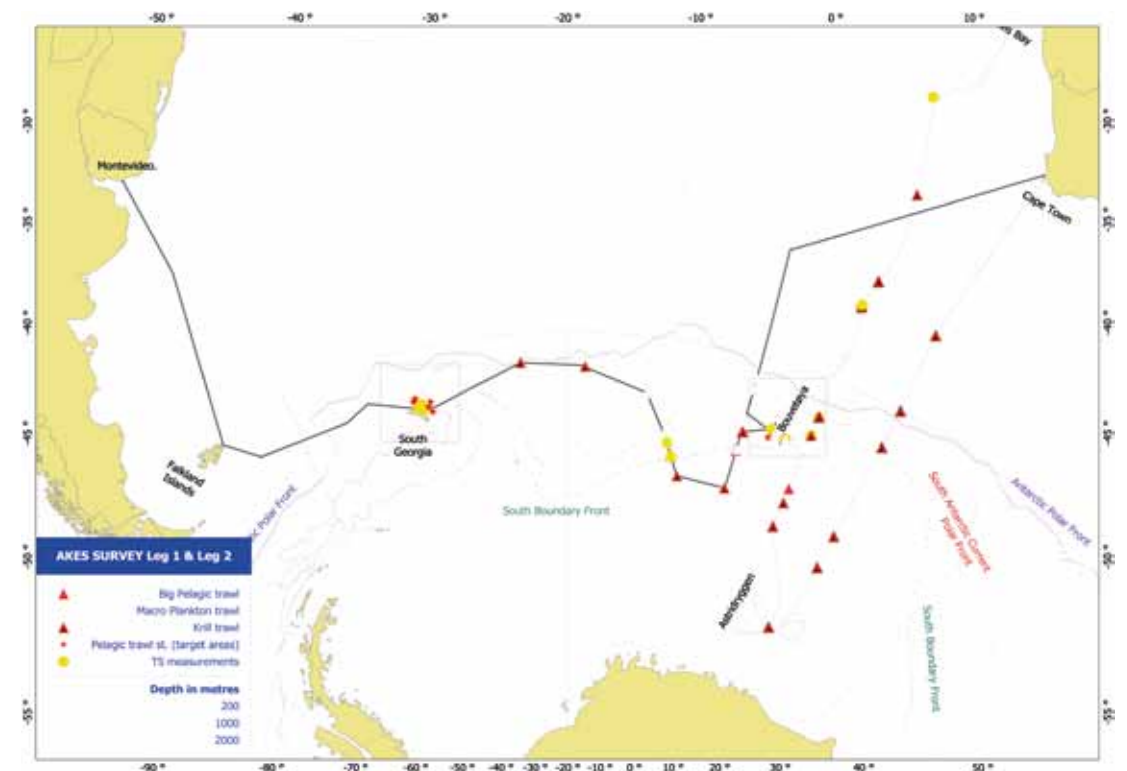
Fisk ble undersøkt med hensyn på utvendige makroparasitter. Av 227 fisk ble 620 parasittindivider observert. Alle undersøkte krill hadde encellede parasitter i tarmene.

I området vi undersøkte etter Cape Town har det tidligere bare blitt utført få fugletellinger. De fleste fuglene som ble observert var akkurat ferdige med yngleperioden. Noen arter som vandrealbatrossene hadde fortsatt reder med egg eller kyllinger på land, og holdt seg nok nær hekkeplassene. Dette påvirket nok både hvilke arter, antall og fordeling som vi observert. På denne delen av toktet foregikk det også hvaltelling.

AKES-toktet samlet dessuten inn data for flere prosjekter innen biodiversitet, paleoklima (borekjerner), fysiologi, aerosol i luften og bidro til vedlikehold av hydrografibøyer/rigger.

Oppfølging

Det viktigste nå er å fullføre MS-arbeidet og få resultatene inn i CCAMLRs beregnings- og forvaltningsmodeller. Andre viktige oppgaver vil være å undersøke krillens rekrutteringsmekanismer, lære mer om forholdet mellom krillfordelingen og de landbaserte krillpredatorene som fugl, pingviner og sel, og om dynamikk i krillsvermene.



FIGUR 1: G.O. Sars toktet i Sørishavet 4. januar - 27. mars 2008. Tegning: Jamie Alvarez, Havforskningsinstituttet.

Seler brukt som «forskningsassistenter» for å utforske polhavene

Av Kit M. Kovacs m.fl.*

Foto: Christian Lydersen



MARINE MAMMALS EXPLORING THE OCEANS POLE TO POLE (MEOP-NORWAY)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk Polarinstitutt (NP)
Prosjektleder: Kit M. Kovacs
Totalbudsjett: 6 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 1
Postdoktorstipendiater: 1
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 9
Oppslag i massemedier: 15
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 3
Publiserte bøker: 1
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 5
Hjemmeside: <http://www.meop.info/en/updates/norway1.html>

Mange arter av marine pattedyr oppholder seg storparten av livet langt til havs, og mye av denne tiden i neddykket tilstand. Arter i polare strøk, og særlig de som oppholder seg i områder med sjøis, er relativt lite studert – mye på grunn av logistiske problemer med å operere under det polare isdekket. Ved hjelp av ny satellitteknologi og sendere festet på dyrene, er det nå mulig å studere både dyrenes atferd og de oseanografiske forholdene der de befinner seg.

Under MEOP ble strategisk utvalgte dypt-dykkende selarter, fra polare områder på både nordlige og sørlige halvkule, utstyrt med nyutviklede såkalte CTD-satellitt sendere (Conductivity-Temperature-Depth Satellite Relay Data Loggers – CTD-SRDLs). Disse senderne gir oss detaljert informasjon om hvor selene befinner seg og hvor dypt og lenge de dykker, i tillegg til at de måler saltholdighet og temperatur i vannmassene selene dykker gjennom.

Dette er en helt ny metode for innsamling av enorme datamengder til studier av verdenshavene ved hjelp av marine pattedyr. Målsettingene med dette prosjektet var 1) å studere vandrings- og furasjeringsmønstrene (spiseatferden) til utvalgte marine toppredatorer for å lære mer om deres generelle habitat bruk, samt 2) samle inn oseanografiske data av høy kvalitet til bruk i klimaforskning fra områder som er logistisk vanskelig å nå på andre måter enn ved å bruke instrumenterte marine pattedyr.

Instrumenter limt fast på 150 seler

Hele 10 nasjoner deltok i MEOP-prosjektet, som ble ledet av Norge. I tillegg deltok forskere fra Australia, Brasil, Canada, Frankrike, Tyskland, Grønland, Sør-Afrika, Skottland og USA. Det ble satt ut over 150 CTD-SLDRs i prosjekt-perioden.

Under MEOP-Norge ble det satt ut 20 instrumenter i Arktis på klappmyss (*Cystophora cristata*) og 20 instrumenter i Antarktis på sørlig elefantsel (*Mirounga leonina*). Feltarbeidet i Arktis startet sommeren 2007 hvor vi ønsket å sette ut 20 sendere på klappmyss rett etter hårfellingsperioden. Dette fordi vi limer senderne fast i pelsen og vil da ha «nye» hår som selen ikke feller på et år slik at senderne vil sitte på lengst mulig. Men dårlige isforhold og svært spredte og lettskremte seler gjorde at bare 3 sendere ble satt ut.

Det neste feltarbeidet gikk til Bouvetøya for instrumentering av sørlig elefantseler. Rett før avreise ble det oppdaget fra satellitt-bilder at stasjonen på Bouvet-

øya hadde forsvunnet i et jordskred slik at felt-teamet måtte basere seg på å bo i telt i dette ugjestmilde området. På tross av mange «på-kanten» hendelser på grunn av vær, ras og lite samarbeidsvillige seler, ble oppdraget fullført med suksess i februar 2008.

Deretter ble det gjort et nytt forsøk på å instrumentere klappmyss i Grønlandshavet i 2008, men denne gangen ble feltarbeidet lagt til yngletiden i mars hvor vi da antok at dyrene ville være lettere å fange. Det var igjen dårlige isforhold (svært små isflak) og mye dårlig vær med stiv og sterk kuling og temperaturer på -25°C . Likevel gikk det uten problemer å sette ut de 17 resterende senderne.

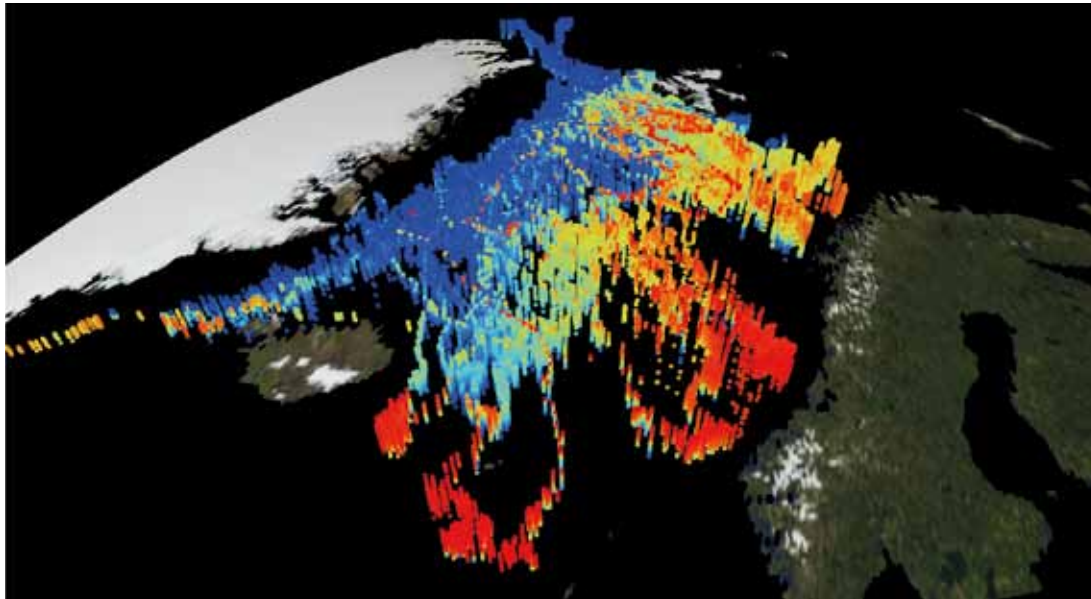
Store og unike datasett

En enorm mengde med spennende data ble innsamlet under MEOP-Norge prosjektet. De instrumenterte klappmyssene svømte og samlet inn data fra et område på over 3 millioner km^2 i Grønlandshavet og Norskehavet fra sør for Færøyene og langt inn i Nordishavet nesten til Nordpolen (88.5°N). De dykket dypere enn 1000 m og samlet inn et enormt oseanografisk datasett over 3548 «sel-dager» som består av over 7 000 CTD profiler med over 110 000 punktmålinger.

Elefantselene dekket også et enormt område fra nord for Bouvetøya og hele veien ned til isbremmen ved Dronning Maud Land. Overraskende nok oppholdt en del av elefantselene seg her hele vinteren gjennom, i områder med nesten 100% isdekke. Over 13 000 CTD profiler ble samlet inn her i løpet av 5039 «sel-dager». (Figur 1)

De hydrografiske dataene som ble samlet inn under MEOP ble gjort allment gratis tilgjengelig i «nær-sann tid» via Verdens Meteorologiorganisasjons Global Telecommunications System og brukt blant annet til værmeldinger.

Våre egne vitenskapelige analyser startet ikke opp før datainnsamlingene fra selene var over høsten 2009. Siden da har vi vært opptatte med å studere 1) de komplekse hydrografiske forholdene i Weddellhavet og Sørøstlige Atlanterhavet som ser ut til å være med på å bestemme ulike furasjeringsstrategier til elefantsel i området, 2) strømmene av «Warm Deep Water» som kommer opp på shelfen ved Fimbulisen i Antarktis og interaksjonen mellom disse vannmassene og vind og bunntopografi, 3) hvor klappmyssene finner maten sin på de ekstreme lange vandringer sine, og 4) sesongmessige variasjoner i ferskvannsinhold i Øst-Grønland



FIGUR 1: Temperatur-profiler samlet inn langs vandringsrutene til klappmyss (bildet over – temperaturskala -2-9°C) og til sørlig elefantsel (bilde t.h. – temperaturskala -2-6°C).

-strømmen basert på data både fra klappmyss og fra andre kilder.

Formidling

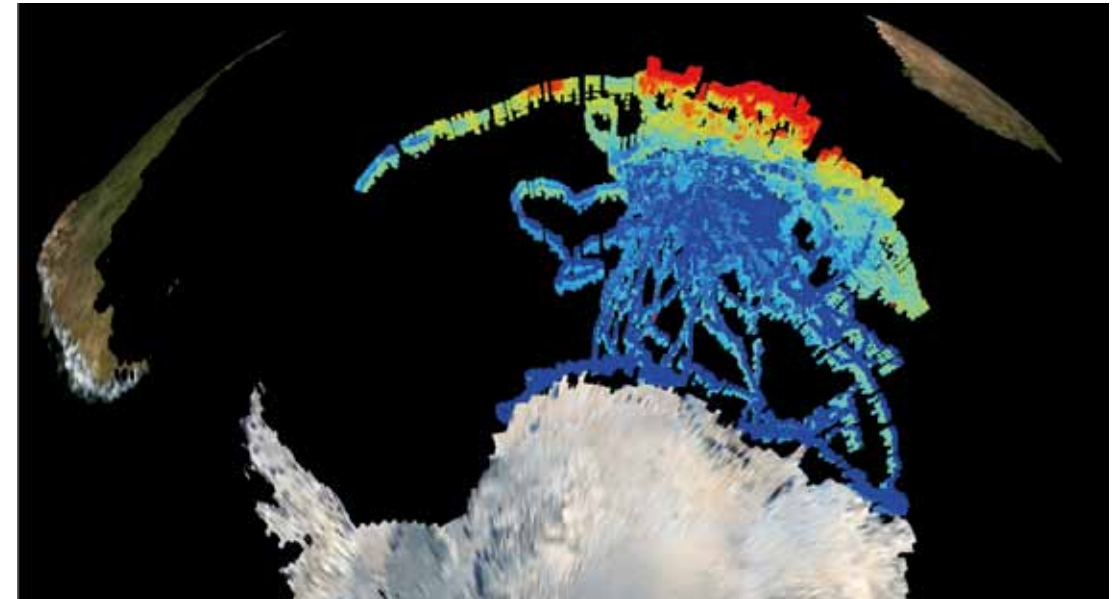
MEOP har vært og er fortsatt et fantastisk prosjekt for å nå publikum med informasjon om klimaendringer og hvilke konsekvenser disse vil ha for planeten vår som sådan og spesielt for de polare områdene. Prosjektet har hatt mye media oppmerksomhet både nasjonalt og internasjonalt. MEOP har i tillegg arbeidet nært

med IPY-prosjektet «Census of Marine Life» for å sikre at MEOP ble en del av den større IPY satsingen og nådde et større publikum. Vitenskapelige publikasjoner fra MEOP har startet å komme ut, og publiseringer fra dette prosjektet vil fortsette å bli produsert en god stund framover ettersom en stadig større «MEOP-familie» gjør seg bruk av dette unike datasettet.

*) Medforfattere: Martin Biuw, Ole Anders Nøst, Paul Dodd, Edmond Hansen, Qin Zhou, Mike Fedak og Christian Lydersen



MEOP-teamet på et isflak med klappmyss i Vestisen nord for Jan Mayen i mars 2008. Foto: Christian Lydersen



Den første CTD- senderen i MEOP-prosjektet ble satt ut på en klappmyss i Grønlandshavet i juli 2007. Foto: Christian Lydersen

Omsetning av løst organisk materiale i det mikrobielle næringsnettet i polare farvann

Av Tron Frede Thingstad

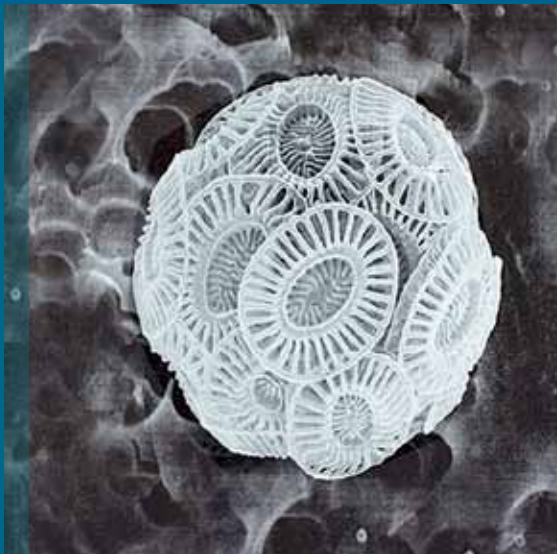


Foto: Ellen Karin Mæhlum

DOC TURNOVER IN POLAR MICROBIAL FOOD WEBS (PAME-NOR)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen (UiB), Institutt for Biologi

Prosjektleder: Tron Frede Thingstad

Totalbudsjett: 8 mill. kroner

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 11

Oppslag i massemedier: 6

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 4

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 6

Hjemmeside: <http://www.uib.no/form/aktuelt/polararet/>

Koblingen mellom havets kjemi og havets biologi skjer på mikronivå. Prosjektet PAME-Nor dreier seg om disse mikroskalaprosessene og organismene som driver dem. Prosjektet har gjennomført såkalte mesokosmeforsøk – det vil si forsøk der vann lukkes inne i store beholdere slik at man kan sammenligne effekten av ulike behandlinger.

Bakgrunn

Mikrobene danner et næringsnett der nitrogen (N) kan ta ulike veier opp til større organismer som hoppekreps. I prosjektet har vi benyttet en forenklet modell for dette næringsnettet (Figur 1) til å planlegge forsøk og analysere resultatene. I Figur 1 er næringsnettet illustrert på ett organisasjonsnivå (Nivå 1) med tre hovedinnganger for uorganisk N, merket henholdsvis I1 (bakterier), I2 (autotrofe flagellater) og I3 (diatomeer).

Systemet har også et underliggende lag av kompleksitet (Nivå 2), skapt av biodiversiteten innenfor de ulike samfunnene i Fig. 1. I Nivå 2 strømmer nitrogen og organisk materiale gjennom bakteriesamfunnet via opptak hos ulike dominerende arter. Vi har studert spillet mellom disse to organisasjonsnivåene og hvordan det påvirker nedbrytningen av organisk materiale.

Hovedinnsatsen har vært to mesokosme-eksperimenter i henholdsvis 2007 og 2008. Disse bygget på tidligere forsøk i tempererte vannmasser, hvor tilførsel av silikat førte til dominans av store diatomeer (I3 i Figur 1). Med mesteparten av tilgjengelig N bundet i diatomeer stoppet nedbrytning av tilsatt organisk materiale (glukose) opp som følge av N-mangel hos bakteriene. Ved å gjøre tilsvarende forsøk i Ny-Ålesund, håpet vi å kunne si noe om likheter og/eller forskjeller mellom tempererte og Arktiske systemer.

Eksperimenter

Stasjonen i Ny-Ålesund var ikke utrustet for slike forsøk og vi sto derfor overfor en serie praktiske utfordringer:

- Vi trengte minst 10 tonn vann.
- Vannet måtte hentes samlet fra ett sted på en tid.
- Systemet måtte ikke bli ødelagt av bølger eller drivende isfjell.
- Vannet måtte være uten forurensning og uten silt.
- Den lokale båten i Ny-Ålesund har begrenset lastekapasitet.

Løsningen ble en rekke 1 m³-store tanker av plast. Disse ble kjedet sammen, tauet ut i fjorden, fylt ved

hjelp av pumpe, og deretter tauet tilbake til havnen hvor de lå forholdsvis beskyttet mot bølger og isfjell.

Resultater

Nivå 1: I 2007 fikk vi det «motsatte» resultatet av tidligere forsøk: Med kombinert tilførsel av silisium (Si) og glukose fikk vi dominans av bakterier (I1) istedenfor diatomeer (I3).

Mest overraskende var imidlertid karbonomsetningen (C): Dess mer organisk-C vi tilsatte (som glukose) dess mindre total organisk-C akkumulerte i systemet. Dette skjedde inntil en viss tilsetningsrate. Glukose tilsatt utover denne grensen akkumulerte i systemet.

Vi har foreslått en forklaringsmodell [1] basert på forskjeller i diatomesamfunnet der dominansen (i 2007-forsøket) av en liten *Thalassiosira* sp. (Figur 2) minsket forskjellene i dynamikk mellom I2 og I3 fordi små diatomeer kan beites også av ciliater. Denne diatomeen hadde et ekstremt høyt forhold mellom C-produksjon og N-opptak (C:N forhold på >35 mot normalt ca. 7 (molart)). Når denne algen forsvant på grunn av konkurransen fra bakterier, fikk vi en effekt hvor nedgangen i primærproduksjon ble større dess mer glukose vi tilførte. Dette skjedde inntil systemet skiftet fra C-begrenset til N-begrenset bakterievekst. Ytterligere tilført glukose hadde ingen biologisk effekt og akkumulerte.

Dette skapte et nytt spørsmål: Hva bestemmer diatomenes størrelse? Vi valgte å følge en hypotese basert på forskjeller i N-kilde: Vakuole:cytoplasma-forholdet øker med cellestørrelse. Diatomeer kan lagre NO₃ i vakuolene, men ikke NH₄. Mens liten cellestørrelse vanligvis gir et konkurransefortrinn, så får store diatomeer med dette en konkurransefordel under pulset NO₃-tilførsel. Siden vi i 2007 hadde skiftet ut NO₃ med NH₄ stemte resultatene så langt med denne teorien.

I 2008 kombinerte vi derfor glukose- og Si-tilsetning med henholdsvis NH₄ og NO₃. Hypotesen var:

- NH₄ som N-kilde gir små diatomeer som med tilstrekkelig glukose blir utkonkurrert av bakteriene. Det vil si at glukose skulle gi en overgang fra I3 til I1. (Repetisjon av Kongsfjorden-forsøket i 2007)
- NO₃ som N-kilde gir store diatomeer som utkonkurrerte bakteriene. Det vil si at Si skulle gi en overgang fra I1 til I3 uansett glukosenivå (repetisjon av forsøket i tempererte vannmasser).



Mesokosmetankene fortoynd i havnen i Ny Ålesund i 2008. Marinlaboratoriet i bakgrunnen. Foto: Tsuneo Tan



Mesokosmene under slep ut i Kongsfjorden i 2007. Foto: Henry Bittig

Uventet fikk vi (i 2008) ikke vekst av diatomeer i noen behandlinger og heller nesten ingen nettovest av bakterier. Uansett behandling dominerte autotrofe flagellater (I2). Vi mener forklaringen lå i næringskjedens struktur med et sterkt beitepress som holdt både bakterier (I1) og diatomeer (I3) i sjakk.

Nivå 2: Dersom bakteriediversitet er regulert «nedenfra» ved at hver art er spesialisert for vekst på en type stoff, vil man forvente høy bakteriediversitet når bakteriene vokser på systemets interne produksjon av et (formodet) bredt utvalg av organiske forbindelser. Med glukosetilsetning vil derimot én enkelt C-kilde dominere og man vil forvente redusert diversitet. Er diversiteten derimot regulert «ovenfra» av virus som holder hurtigvoksende arter i sjakk (Figur 1 Nivå 2), vil forventningen være et stabilt antall arter uavhengig av behandling. Hvilke arter som dominerer vil imidlertid avhenge av om man har C- eller N-begrenset bakterievekst.

Resultatet viste et sammenlignbart antall dominerende arter i alle behandlingene mens artsammensetningen var ulik og spesielt påvirket av glukosetilsetningen. Resultatet er forenlig med hypotesen om at antallet arter er styrt «ovenfra», mens sammensetningen er styrt «nedenfra».

Både på Nivå 1 og Nivå 2 er det viktig å vite om bakterieveksten er begrenset av organisk-C eller av uorganisk næring. Vi har utført målinger av dette på tokt i Norskehavet (vår) der vi fant C-begrensning, mens forsker Olav Vadstein (NTNU) i samarbeid med prosjektet har gjort tester i kystvannet på Vest Spitsbergen (høst) og har konkludert med stor geografisk variasjon i begrensende faktor: Henholdsvis N-, P- (fosfor), C-begrenset og ikke-begrenset vekst ble observert for fem ulike lokaliteter, begrensning med mer enn ett element for to av lokalitetene.

Konklusjoner

Vi sitter dermed med tre forsøk, to i Kongsfjorden og ett i tempererte farvann, hvert av dem dominert av en ulik inngang for N til næringsnettet. Det er derfor vanskelig å dra klare slutninger om forskjeller mellom Arktiske og tempererte vannmasser. Forsøkene demonstrerer imidlertid hvordan dette komplekse systemet generelt avhenger både av de inngrepene man gjør og av utgangstilstanden i systemet.

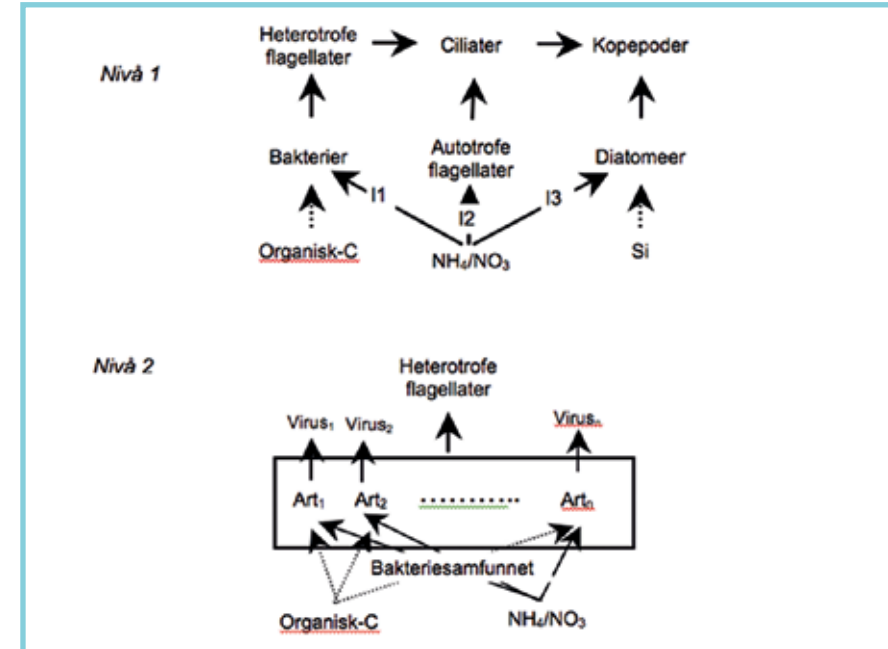
Ulik struktur i den mikrobielle delen av næringsnettet i Kongsfjorden til ulike tider er også et hovedpoeng i en årstidsstudie utført som del av et PhD-studium ved Universitetet i Tromsø. Sammen med våre forsøk gir dette et bilde av et variabelt økosystem med ulik responsdynamikk til ulike tider.

Formidling og videreføring

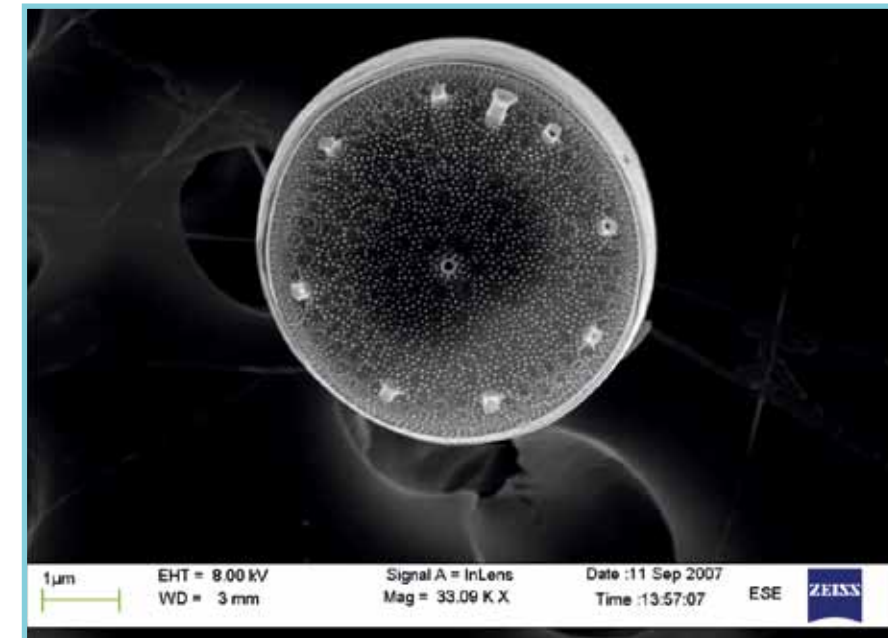
Vårt hovedengasjement på formidlingsiden har vært et samarbeid med grafisk kunstner Ellen Karin Mæhlum, som vi kom i kontakt med under arbeidet i Ny-Ålesund. Basert på elektronmikroskopibilder fra oss har hun produsert serien «Planktonportretter» med grafiske arbeider utstilt i flere steder i Norge, for eksempel under IPY-Oslo Science Conference, og i Tyskland, og innkjøpt blant annet av Institutt for Biologi, Universitetet i Bergen. (<http://www.ellenkarin.no/>) (se først i artikkelen).

Systemet som PAME-Nor utviklet viste seg å være robust og inngår nå som et arktisk mesokosmetilbud for Kings Bays deltakelse i MESOAQUA – et EU-nettverk av mesokosme-fasiliteter som tilbyr infrastruktur på ulike steder i Europa (<http://mesoaqua.eu/>).

Arbeidet med å forstå kontrollmekanismene i den mikrobielle delen av havets næringsnett følges for tiden opp i prosjektet MINOS (Microbial Network Organisation) som er en såkalt «Advanced Researcher Grant» fra European Research Council.



FIGUR 1: Idealisert fremstilling av de to organisasjonsnivåene «mellom populasjoner» (Nivå 1) og «innen populasjoner» (Nivå 2) i den mikrobielle del av næringsnettet i havet. Prosjektet har studert effekten av ulike behandlinger med organisk-C, inorganisk-N og Si på balansen mellom de tre inngangene I1, I2 og I3 for inorganisk nitrogen på Nivå 1, og på artsammensetningen innenfor bakteriesamfunnet på Nivå 2. Modellene er brukt til å planlegge og analysere prosjektets forsøk i Ny Ålesund i 2007 og 2008 og på tokter i Norskehavet og Framstredet.



FIGUR 2: Elektronmikroskopibilde av den lille diatomeen (Thalassiosira sp.) som dominerte under silikattilsetning i forsøket i 2007

Ærfuglens sårbarhet for miljøgifter, klimaendringer og sykdommer

Av Sveinn Are Hanssen og Børge Moe



Foto: Trond Johnsen

MAPPING THREATS TO ARCTIC BIRD POPULATIONS. THE EFFECT OF INFECTIOUS ORGANISMS AND POLLUTION ON BIRD HEALTH (BIRD-HEALTH)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Prosjektleder: Sveinn Are Hanssen

Totalbudsjett: 6 mill. kroner

Postdoktorstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 6

Oppslag i massemedier: 4

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 2

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 2

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 2

Hjemmeside: <http://www.birdhealth.nl/>

Store svingninger i miljøet preger livsbetingelsene til arktiske organismer. I tillegg er arktiske strøk ikke så rene og uberørte som man kanskje skulle håpe. Miljøgifter transporteres nordover både gjennom hav- og luftstrømmer – og tas opp i næringskjeden. Miljøgifter kan forstyrre hormonbalansen og skade immunforsvaret, noe som blant annet påvirker arktiske dyre- og fuglearter. BIRD-HEALTH har undersøkt hvordan ærfugl påvirkes av økt stress fra miljøgifter og parasitter. Prosjektet har også studert hvilken effekt slikt stress har når det kommer på toppen av en sulteperiode.

BIRD-HEALTH har studert helse, formeringsevne, immunforsvar og miljøgifter i ærfugl fra to forskjellige områder innenfor ærfuglens nordlige utbredelsesområde: Grindøya ved Tromsø og Kongsfjorden på Svalbard. Disse områdene er forskjellige med hensyn til både klima og forurensning.

Denne kombinasjonen av feltsteder muliggjør studier der ulike naturlige (parasitter, klima) og unaturlige (miljøgifter) stressfaktorer kan studeres både isolert og i samspill. Ved å studere de samme individene gjennom flere år er det mulig å avdekke på hvilken måte disse stressfaktorene påvirker antall avkom som produseres og overlevelse.

Datainnsamling og metode

I begge de studerte populasjonene har vi fanget hver rugende ærfuglhunn to ganger i løpet av rugeperioden, med 15 dagers mellomrom. Vi har ved hver innfangning registrert kroppsvekt samt tatt en blodprøve for analyse av blant annet miljøgiftnivåer. Ved første innfangning ble hunnene enten behandlet med et antiparasittmiddel eller sterilt saltvann. Vi kunne deretter

måle effekter av parasittbehandlingen og endring i miljøgiftnivåer mens fuglene faster.

Vi har gjennomført 3 feltsesonger (2007, 2008 og 2009) med det fulle eksperimentelle oppsettet, samt en 4 sesong (2010) der langtidseffekter som overlevelse og eggproduksjon ble registrert hos de hunnene som hadde vært med i eksperimentet i de foregående årene. Vi har hatt to aktive feltteam, et på Grindøya ved Tromsø og et i Kongsfjorden på Svalbard som har jobbet kontinuerlig i ca 6 uker hver sesong.

Parasitter øker dødeligheten

Resultatene viser at både på Svalbard og i Nord-Norge økte sannsynligheten for å hekke året etter, altså overleve til neste sesong, i den gruppen som ble behandlet med antiparasittmiddel, sammenlignet med kontroller. Økningen var størst hos de fuglene som var i dårligst kondisjon. Vi viser altså at naturlig stress fra parasitter negativt påvirker overlevelse til de svakere hunnene.

Dette illustrerer sårbarheten til arktiske populasjoner; skulle miljøet forverre seg vil man kunne forvente at en større del av populasjonen vil oppleve en redusert kondisjon, noe som vil kunne føre til økt dødelighet som følge av parasittiske infeksjoner.

Fasting i rugeperioden gir økt sårbarhet for miljøgifter

Strategien med å bygge opp fettreserver for bruk i det som kan betegnes som økologiske flaskehalsperioder er vanlig i mange arktiske organismer. Men fettløselige miljøgifter i form av organokloriner (OC) er funnet i høye konsentrasjoner i mange arktiske dyr. Når fettreserver så blir mobilisert vil OC nivåene øke i blodstrømmen.



Høye miljøgiftnivåer er assosiert med negative effekter på immunforsvar, parasitnivåer og hormonbalansen.

Vi har studert effekten av fasting på blodkonsentrasjoner av tre fettløselige OC (PCB-153, P, p'-DDE og HCB). Blodkonsentrasjoner av disse stoffene økte med opp til 8 ganger i løpet av 15 dager med sulting. Selv om miljøgiftnivåene i ærfugl var relativt lave sammenlignet med arktiske toppredatorer som isbjørn og polarmåke, er den raske økningen under rugetiden bekymringsfull ettersom det sammenfaller med en periode med høyt naturlig stressnivå, der kroppreservene er lave og sårbarheten for parasittiske infeksjoner er høy.

Ærfugls strategi med fasting og fettreservemobilisering under rugetiden, i tillegg til at det er en tallrik art som hekker i kolonier og er lett å fange inn for prøvetaking, gjør den til et meget velegnet modell-

system for forskning på fettmobilisering i økologiske flaskehals-perioder og effekter av dette i forhold til fysiologi, miljøgifter og immunforsvar/parasitter.

Formidling

Prosjektet har blant annet blitt presentert i to populærvitenskapelige artikler (Ottar, Tromsø Museum og Labyrint, Universitetet i Tromsø). Resultater har også vært presentert på vitenskapelige konferanser (deriblant OSC-IPY i Oslo juni 2010).

Prosjektet har også bidratt på IPY formidlingsprosjektet «the Arctic System» med materiale til et undervisningshefte og nettstedet www.arcticsystem.no, samt foredrag på en åpen forelesningsrekke for blant annet elever fra videregående skole med forelesninger på Alta Museum og Svanhovd Miljøstasjon.

Prosjektet har bidratt på kurset AFS-201 (Inter-



Prøvetaking. Foto: Tor Harry Bjørn

Et av de registrerte reirene. Foto: Sveinn Are Hanssen

national Polar Field School) ved Universitetssenteret på Svalbard i 2009 og 2010, der bidraget har vært forelesninger og sensur av studentenes forskningsprosjekt. Prosjektet har fått både nasjonal og internasjonal media-oppmerksomhet. Prosjektet ble presentert på NRK radios program Verdt å Vite høsten 2009, et program som ble sendt i reprise flere ganger våren/sommeren 2010. Prosjektet har også blitt omtalt i en artikkel i det amerikanske populærvitenskapelige magasinet *Wildlife Conservation* i april 2009.

Mer å studere

BIRD-HEALTH har opparbeidet en tidsserie på miljøgifter, immunparametre og økologiske variable fra ærfugl i Kongsfjorden og Tromsø i løpet av tre feltseonger. Mange av disse prøvene er av de samme individene over to eller tre sesonger.

Resultatene viser at kondisjon, immunstatus og miljøgiftnivåer, i tillegg til økologiske variabler som hekkesuksess, hekkeinvestering og overlevelse, varierer både fra sesong til sesong, fra individ til individ og i samme individ fra år til år. Det å fange opp en slik variasjon over tid gir oss gode muligheter til å forutsi hele populasjoners responser på naturlig og menneskeskapt miljøvariasjon.

Prosjektet vil bli fulgt opp med fortsatt arbeid med ærfuglpopulasjonene i Kongsfjorden og Grindøya. Vi er allerede i gang med et forprosjekt som har til hensikt å kartlegge overvintringsområdene til ærfugl fra Kongsfjorden ved hjelp av geo-loggere montert på fotringer. Disse dataene vil vi da kunne knyttes til miljøgift-nivåer og –sammensetning i tillegg til kroppskondisjon og reproduksjonsinvestering.

Virkningene av klimaendringer på økosystemene i Barents- og Norskehavet

Av Ken Drinkwater og Kjell Arne Mork

Foto: Ken Drinkwater



NORWEGIAN COMPONENT OF THE ECOSYSTEM STUDIES OF SUBARCTIC AND ARCTIC REGIONS (NESSAR)

Prosjektansvarlig institusjon: Havforskningsinstituttet (HI)
Prosjektleder: Ken Drinkwater
Totalbudsjett: 20 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 1
Postdoktorstipendiater: 2
Tiltak, allmenn- og brukerrrettet formidling: 13
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 5
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 53
Hjemmeside: <http://npweb.npolar.no/prosjekter/nessar>

NESSAR-prosjektet har studert biologisk produksjon og oseanografiske prosesser i områdene i Barents- og Norskehavet hvor kaldt og ferskere arktisk vann møter varmt og saltere atlantisk vann. I Barentshavet er området kjent som polarfronten mens i Norskehavet er det den arktiske fronten. Den arktiske fronten er viktig beiteområde for mange kommersielle fiske-slag, men det mangler mye kunnskap om det marine økosystemet ved slike fronter i havet.

Motivasjonen kom fra «Arctic Climate Impact Assessment» (ACIA), som identifiserte fronter i havet som et kritisk hull i vår kunnskap om marine økosystemer, og siden fronter er viktige beiteområder for mange kommersielle fiskeslag som sild og lodde.

Forskningsspørsmål og feltarbeid

NESSAR stilte tre hovedspørsmål:

- Er frontområdene mer biologisk produktive enn andre områder?
- Hvilken rolle spiller de fysiske oseanografiske prosessene ved fronten?
- Hvorfor og hvordan bruker fisk og andre marine organismer frontene?

For å svare på disse spørsmålene utførte NESSAR flere feltundersøkelser i løpet av 2007–2009. Det ble utført målinger av temperatur, saltholdighet, strøm, turbulens og blanding, fordeling av dyreplankton og egg produksjon, bentiske organismer (bare i Barentshavet), fiskefordeling og -diett. I tillegg til standard oseanografiske instrumenter ble ny instrumentering brukt, for eksempel autonome glidere («undervannsjøfly»)

og tauete farkoster for høyoppløste målinger av fysiske egenskaper og plankton, et spektrometriometer for å måle lysgjennomtrengning og en FRRS-måler («Fast Repetition Rate Fluorometer») for å måle produksjon av planteplankton.

I Norskehavet ble prøveinnsamling gjennomført fra forskningsfartøyene G.O. Sars (juni 2007) og Johan Hjort (mai–juni 2008) på den arktiske fronten sør for Jan Mayen og øst for Jan Mayen ryggen. 2007-data ble tatt fra repeterende snitt lang en rett linje på tvers av fronten, mens endringer langs med fronten ble undersøkt i 2008. Strømmålinger målte vannutvekslingen mellom Norskehavet og Islandshavet. I Barentshavet ble en rekke målinger utført fra F/F Jan Mayen i nærheten av Svalbardbanken og Storbanken i august 2007 og april 2008. I tillegg ble målinger av hydrografi og bentiske organismer utført med Lance i mai–juni 2007, februar–mars 2008 og september–oktober 2009.

Feltundersøkelsene opplevde få store hindringer og en relativt vellykket gjennomføring av det planlagte programmet. Det var en stor skuffelse da is hindret båten i å nå polarfronten på Storbanken i 2008, noe som medførte at båten i stedet dro til Svalbardbanken. Vi hadde bare en stor feil i utstyret da en av vinsjene, brukt til tauing av farkoster, sviktet i Norskehavet i 2008.

Ingen økt primærproduksjon ved frontene

NESSAR-forskningen har til nå gitt mange nye og interessante resultater. I både Norskehavet og Barentshavet er det, med 10–20 km avstand på tvers av frontene, store horisontale endringer i både temperatur og saltholdighet på 50–300 m dyp. Det er små tetthets-

endringer på tvers av fronten på grunn av tetthetskompensasjon (temperatur og saltholdighet påvirker tettheten).

Langs linjer med konstant tetthet ble det observert 10 km lange og 10–50 m tykke inntrengninger av atlantisk vann inn i arktisk vann og omvendt. Blandingen, som er relativ liten, er størst ved fronten og avtar vekk fra fronten. Det er ingen tegn på oppstrømning langs fronten. I de øvre 50 m er det et soloppvarmet overflatelag med små horisontale temperatur-gradienter og større gradienter i saltholdighet.

Dybden av lysgjennomtrengningen i havet varierer med forskjellige bølgelengder, og dermed mengden av planteplankton og andre partikler i havet. Mer nøyaktige estimater av planteplanktonproduksjon må derfor ta hensyn til lysspekteret (bølgelengder) og en modell for dette er blitt utviklet.

Det ser ut til at silikat er det begrensede næringsstoffet for vekst av planteplankton. Lave silikatverdier observert under toktene indikerer sannsynligheten for at oppblomstringen av planteplanktonet diatomer skjedde tidligere i sesongen, med unntak av april-mai i Barentshavet.

Det var ingen tegn til økt mengde og produksjonen av planteplankton ved fronten. Det var forskjellige planktonarter på begge sider av frontene, men siden fronten er gjennomtrengbar ble noen arktiske arter observert på atlantisk side og omvendt.

I Norskehavet viste strømmålinger at, i det øvre vannlaget, strømmet det vann fra Islandshavet inn i Norskehavet om sommeren og omvendt om vinteren i en av rennene som går gjennom Jan Mayen-ryggen.

Det antas at denne strømmen er årsaken til det observerte arktiske vannet i NESSAR-traséene ved fronten.

Konsentrasjoner av dyreplankton ble assosiert med regioner med høye planteplankton-konsentrasjoner. Sild ble nesten bare observert på den atlantiske siden av fronten, men sildas diett bestod av en blanding av større arktiske arter, med høyt energiinnhold, og mindre atlantiske arter. Det kan ha skjedd ved at silden avlegger korte besøk inn i arktisk vann for å beite for deretter å returnere til atlantisk vann, eller at de beiter på arktiske arter når de trenger gjennom fronten i det atlantiske vannet.

I Barentshavet er fordelingen av dyreplankton størrelsesavhengig. De største konsentrasjonene av små dyreplankton er i fronten og størrelsen øker desto lengre unna de kommer fronten. Små, yngre lodde er funnet nær fronten mens større, eldre lodde beiter på større dyreplankton i arktiske vannmasser. Det ble ikke observert større biomasser av bentiske organismer under frontene, noe som ytterligere støtter at det er ingen økt primærproduksjon ved frontene.

Videre forskning

Analyse av dataene fortsetter og større innsikt i de fysisk-biologiske prosessene ved fronten forventes. Oppfølgende feltarbeid og ekstra støtte vil åpne for en økt utforskning av de fysisk-biologiske koplingene ved fronten, rollen dyreplanktonet har for fordeling av fisk, og endringer i posisjonen til frontene, både korttids- og langtidsendringer og årsakene til disse. Supplerende modellering av feltobservasjonene for å teste forskjellige hypoteser vil også bli gjort.



Havis hindrer ferden nordover. Foto: Ken Drinkwater

Bjørnar Eilertsen identifiserer arter i en prøve av bunnlevende organismer. Foto: Ken Drinkwater



Prøver av lodde. Foto: Ken Drinkwater



En bunnprøve tas ombord.

Foto: Ken Drinkwater



Autonome «gliders» på dekk. Foto: Ken Drinkwater



CTD. Foto: Ken Drinkwater



Arktiske rovdyr som klimaindikatorer

Av Dorothée Ehrich, Nicolas Lecomte, Eva Fuglei, Rolf A. Ims og Nigel G. Yoccoz

Foto: Kristen Ullstein



ARCTIC PREDATORS AS INDICATORS OF TUNDRA ECOSYSTEM STATE (ARCTICPREDATORS)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Tromsø (UIT)

Partnerinstitusjoner: Norsk Polarinstitutt, Nenetski Nature Reserve, Ecological Research Station of the Institute of Plant & Animal Ecology, Ural Division Russian Academy of Sciences, International Biological Station «Lena-Nordenskjöld», Ministry for Nature Protection of Sakha Republic, Wrangel Nature Reserve.

Prosjektleder: Nigel Yoccoz

Totalbudsjett: 9 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 2

Post-doc-stipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 6

Oppslag i massemedier: 1

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 14

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 25

Hjemmeside: <http://www.arctic-predators.uit.no/>

Med dagens globale oppvarming, endrer økosystemet på den arktiske tundraen seg i raskt tempo. Lemen-syklusen har blitt svakere eller forsvunnet helt i deler av Arktis. Tidligere kom det hyppig og jevnt år med høyt antall lemen – disse arktiske planteeterne som både påvirker planter og gir byttedyr til rovdyr. Dette vil trolig påvirke hele strukturen i økosystemet.

Parallelt kommer nye arter inn i økosystemet på tundraen fra sør og etablerer seg som konkurrenter til typiske arktiske arter. Tundraen og marine økosystemer er også koblet slik at, for eksempel, vikende sjøis vil påvirke prosesser på land. Dette er bare noen eksempler på en lang liste over endringer som legger press på tundraens økosystem over hele Arktis. For å dokumentere hva som skjer, trenger vi å etablere metoder for å overvåke tilstanden til økosystemene på tundraen.

Begrunnelse

Økosystemer er komplekse, og det er ikke praktisk mulig å følge dynamikken i alle arter og dermed få fullstendig oversikt over flyten av energi og næringsstoffer i hele systemet. Stilt overfor dette dilemmaet, blir man nødt til å gjøre selektive utvalg og forenklinger. Videre er den arktiske tundra stor og heterogen, så vi må finne metoder som tillater sammenligninger på bred skala.

En tilnærming er studiet av næringskjeder, noe som gir oss kart over hvem som spiser hvem. Som med alle kart, er forenkling nødvendig for å framheve de viktigste trekkene. I prosjektet ArcticPredators fokuserte vi på arter på toppen av næringskjeden – de spiser andre arter, men er ikke bytte selv. En nøkkelart blant slike «topp-predatorer» på tundraen er fjellrev.

Den finnes over hele Arktis, men ikke mye lenger sør. Fjellreven er i opportunist i kostholdet sitt – noe som betyr at den er knyttet til mange andre arter og ledd i tundraens næringskjede. Et annet meget viktig ledd er lemen. Men fjellreven bruker nesten alltid alternative terrestriske ressurser, særlig når tilgangen på lemen blir knapp, slik som mus, reinsdyr, gås, rype og hare. Fjellreven kan også bruke marine ressurser som sjøfugl og marine pattedyr, og den kobler dermed marine og terrestriske næringskjeder.

Gjennom sin diett kan fjellreven gi oss et avtrykk av endringer i næringskjeden i tid og rom – fordi dietten integrerer nesten alle typer energikilder som er tilgjengelig på tundraen. Fjellrevens kosthold kan derfor være en nyttig parameter for overvåking. Derfor var et av målene med vårt prosjekt å vurdere hvordan fjellrevens diett er avhengig av tilgjengeligheten av potensielle matressurser innenfor ulike næringskjeder, år og årstider.

Metoder

Vi brukte en kombinasjon av en gammeldags (innsamling og dissekering av avføring) og en mer moderne metode (analyser av stabile isotoper i revens pels). Pels og avføring ble samlet på korte besøk til revehi – en framgangsmåte for prøvetaking som kan brukes i sirkumpolar skala til lave kostnader og uten mye forstyrrelser.

ArcticPredators involverte forskere hovedsakelig fra Norge og Russland, med mange måneders feltarbeid både sommer og vinter på ulike steder i den eurasiatiske Arktis (Figur 1). Studenter fra begge land har skrevet master- og PhD-avhandlinger basert på



Lemen. Foto: Rolf A. Ims



Polarrev på Svalbard. Foto: Kristen Ulstein

prosjektet. Vi har rotet forskere og studenter mellom de forskjellige stedene, for å skape et dynamisk miljø for sosiale og vitenskapelige samhandling.

Lokalitetene ble valgt ut for å omfatte viktig klima gradientene og ulik nærhet til tilgrensende økosystemer (for eksempel marine og sub-arktiske). Vi kartla terrestriske rovdyr på hver lokalitet, deriblant fjellrevhi. Vi la ned en stor innsats på å kvantifisere potensielle

byttedyr og sammensetningen av stabile isotoper av disse med sikte på analyse av rovdryrdietter. En slik felles innsats, i så stor skala, hadde aldri vært gjort før i Arktis, og det ville ikke vært mulig uten IPY.

Resultater

Dietten til fjellreven reflekterte mye av den tidsmessige og romlige variasjonen, innen og mellom økosystemer.

Selv om lemen er en viktig komponent i næringskjeden og fjellrevens diett (figur1), fant vi at andre planteetere, som rein, hare og rype, kan spille en viktig rolle andre steder på tundraen (figur 2). Mens fjellrevens kosthold alene etterlater ganske pålitelig spor etter de store endringer i tundraen næringskjeder, er overvåking av andre komponenter nødvendig for å fange den kvantitative variasjonen i sentrale deler av økosystemet.

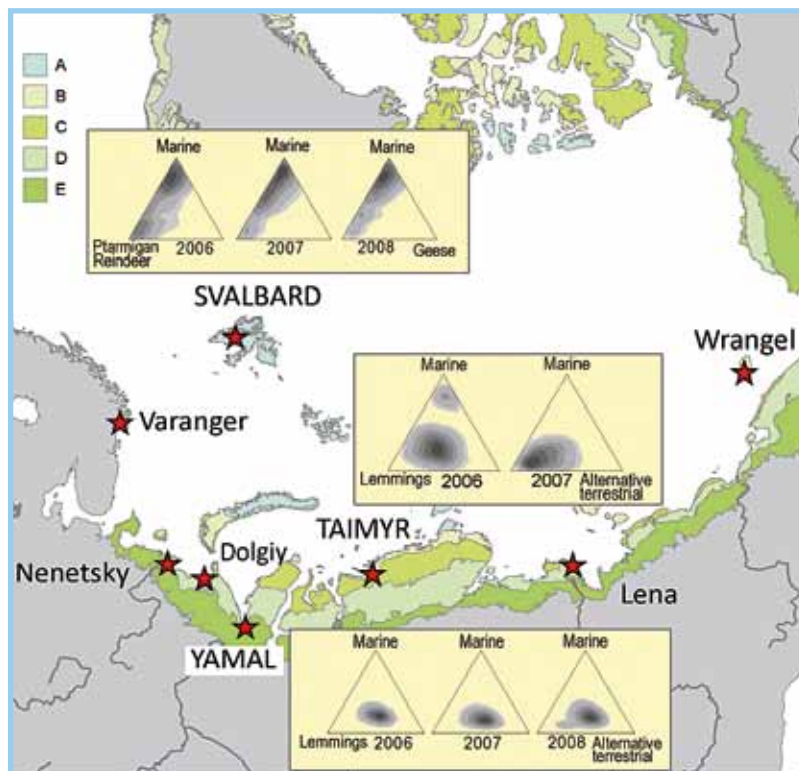
Vi er bare i begynnelsen av en periode med store endringer i naturen på tundraen. Noen komponenter vil endre seg raskt – inntrengere kan kolonisere Arktis i løpet av noen få år og lemensyklusen kan brått bli borte – mens andre komponenter vil endres langsommere, som vegetasjonen. Å forstå effektene av klimaendringer krever både modeller for å forutsi hvordan klimaet kan påvirke økosystemene, så vel som empiriske metoder for å kartlegge og overvåke næringskjeder.

I ArcticPredators har vi fokusert på den siste tilnærmingen. Vårt prosjekt har frambrakt ny kunnskap om hva arktiske rovdyr – særlig fjellreven – kan avsløre

om næringskjedene de tilhører. Prosjektet har også gitt informasjon om den store variasjonen i strukturen og funksjonen til tundraens næringskjeder akkurat nå – spesielt i den norske og russiske sektoren av Arktis. Tilsammen utgjør dette en nyttig grunnlinje for å dokumentere endring og en arv for framtidig samarbeid mellom norske og russiske tundraøkologer.

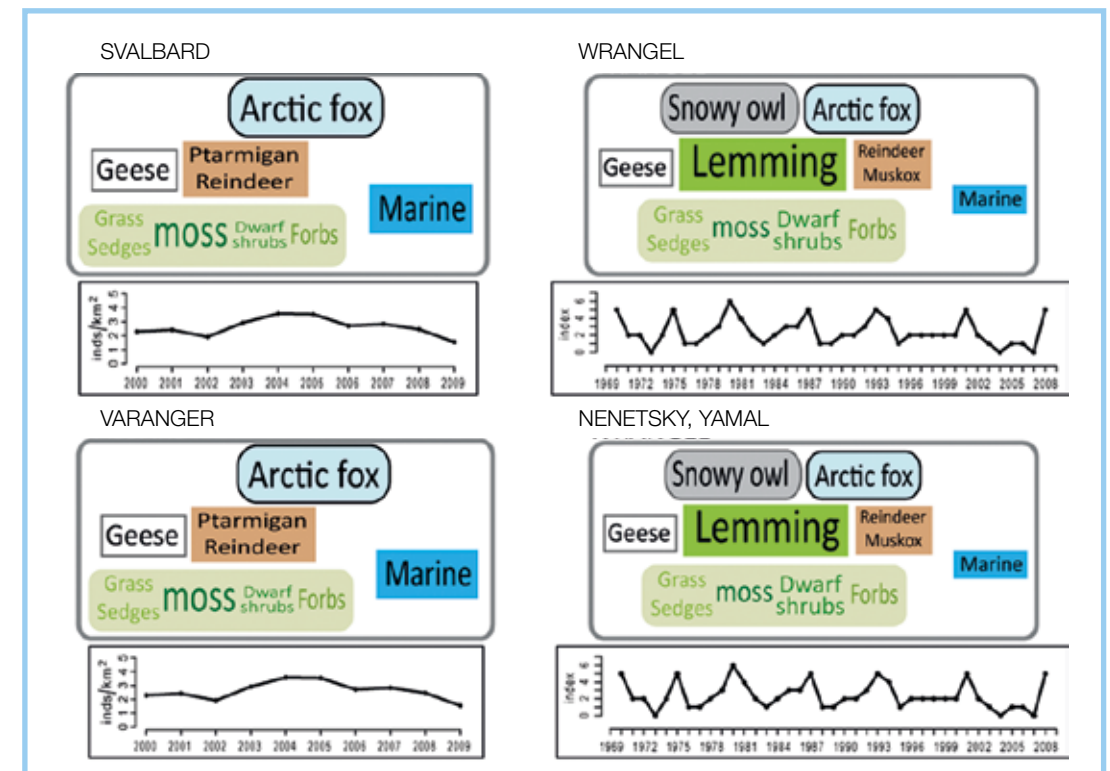
Videre oppfølging

I og med at tilsvarende tilnærminger ble brukt av våre canadiske kolleger i IPY-prosjektet ArcticPredators, og danske og franske kolleger som jobbet på Grønland, er vi i den unike situasjonen at vi har samlet inn relativt konsistente data fra hele Arktis. Det er kun gjennom samarbeid om fortsatt overvåking at vi vil være i stand til å bedre oppdage og forutsi hvordan det terrestriske Arktis vil endre seg og, om nødvendig, gripe inn for å kompensere for eventuelle tap av viktige funksjoner og biomangfold i økosystemet.



FIGUR 1: (t.v.) Studiestedene var spredt over mer enn 5000 km i den eurasiske Arktis, og over en gradient fra et høyarktisk øy-økosystem på Svalbard, høyarktiske tundra på Taimyr og Wrangel, til et mildere arktisk økosystem i Lena-deltaet og lavarktiske økosystemer på Yamal, i Nenets og i Varanger. På figuren er trekantene basert på resultatene fra analyse av stabile isotoper av fjellrevpels, og viser andelen av tre forskjellige typer ressurser i kosten for fjellrev i forskjellige områder og år.

FIGUR 2: (t.h.) Både strukturen og dynamikken i sentrale deler av økosystemene varierer mye mellom de stedene som ble studert i ArcticPredators. Størrelsen på boksene viser den relative betydningen av arter på hvert trofisk nivå (topp – rovdyr; midten – planteetere; bunn – planter; Marine representerer ressurser som sjøfugl og sjøpattedyr).



Invaderer trærne Arktis?

Av Annika Hofgaard



Foto: S. Aune

PRESENT DAY PROCESSES, PAST CHANGES, AND SPATIOTEMPORAL VARIABILITY OF BIOTIC, ABIOTIC AND SOCIO-ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND RESOURCE COMPONENTS ALONG AND ACROSS THE ARCTIC DELIMITATION ZONE (PPS ARCTIC NORWAY)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Partnerinstitusjoner: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU),
Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB)
Prosjektleder: Annika Hofgaard
Totalbudsjett: 9 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 1
Postdoktorstipendiater: 1
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 9
Oppslag i massemedier: 3
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 15
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 61
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 23
Hjemmeside: <http://ppsarctic.nina.no/>

Den sirkumpolare skoggrensen er forventet å flytte seg nordover. Det kan føre til at en større del av jordoverflaten blir mørkere og tar opp mer varme. Gjennom tilbakekoblinger vil en slik endring kunne ha stor betydning for klimautviklingen.

PPS Arctic har undersøkt hvordan endrings dynamikken er på grensen mellom skog og tundra. Den dominerende antagelsen er at varmere klima vil føre til at skoggrensen flytter seg stadig lenger nord. De foreløpige resultatene fra prosjektet bekrefter ikke uten videre en slik antagelse. Mekanismene er mer komplekse. Et eksempel på dette er at endringer i permafrost, beitetrykk, brann og insektangrep må tolkes sammen med klimaeffekter, for å unngå villedende tolkninger av klimadrevet skogekspandering.

Bakgrunn

Den sirkumpolare skog-tundra overgangssonen (økotonen) er en kompleks grense gjennom hele regionen, hvor breddegradsavhengige gradienter i arealbruk, vegetasjon og biodiversitet gjennomgår en dramatisk forandring. Grensen er dynamisk i sin karakter, både i tid og rom, og det antas at sonen vil endre seg som en reaksjon på pågående og framtidige globale miljøendringer. En endring i skogutbredelsen vil ha konsekvenser for hele den arktiske regionen, og det globale klimaet gjennom tilbakekoblingsmekanismer.

En endring av dagens tundra til skog vil føre til en nedgang i regional albedo (det vil si overflaterrefleksjonen), og slik forsterke den globale oppvarmingen. Dette fordi mørke flater som skog reflekterer mindre solinnstråling enn den lysere tundraen, og mer latent varme vil dermed bli omgjort til påviselig varme. I

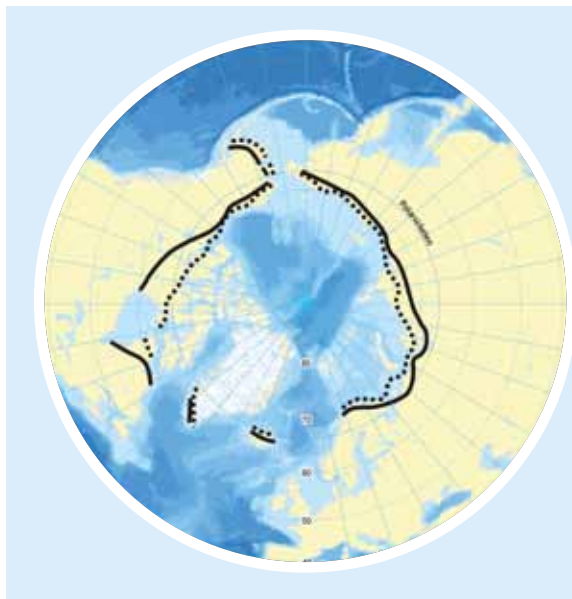
t tillegg vil ikke-bladfellende trær, som de fleste bartrær, forme et effektivt dekke over den reflekterende snøen. Formørkningen av overflaten danner en tilbakekoblingsmekanisme, hvor varme forårsaker økt skogutbredelse og gir økt oppvarming, som igjen gir økt skogutbredelse osv. Denne skogskapte atmosfæriske oppvarmingen er i samme størrelsesorden som effekten av en dobling av atmosfærisk CO₂, eller en 2% endring i solinnstrålingen (det vil si forskjellen i solinnstråling mellom istid og interglasiale perioder).

Til tross for betydelig forskningsaktivitet de siste tiårene, har kunnskaper om årsakene til dagens egenskaper ved, og dynamikken i, skog-tundra-grensen vært begrenset. Enda mindre kunnskap har vi om denne sonens sannsynlige respons på framtidige globale miljøendringer og konsekvenser for det globale klimaet, miljøet og for folk i nordområdene. En vitenskapelig tilnærming til disse usikkerhetene, og kompleksiteten i tregrensesonen, krever et sirkumpolart perspektiv med bruk av standardiserte definisjoner, begreper og metoder.

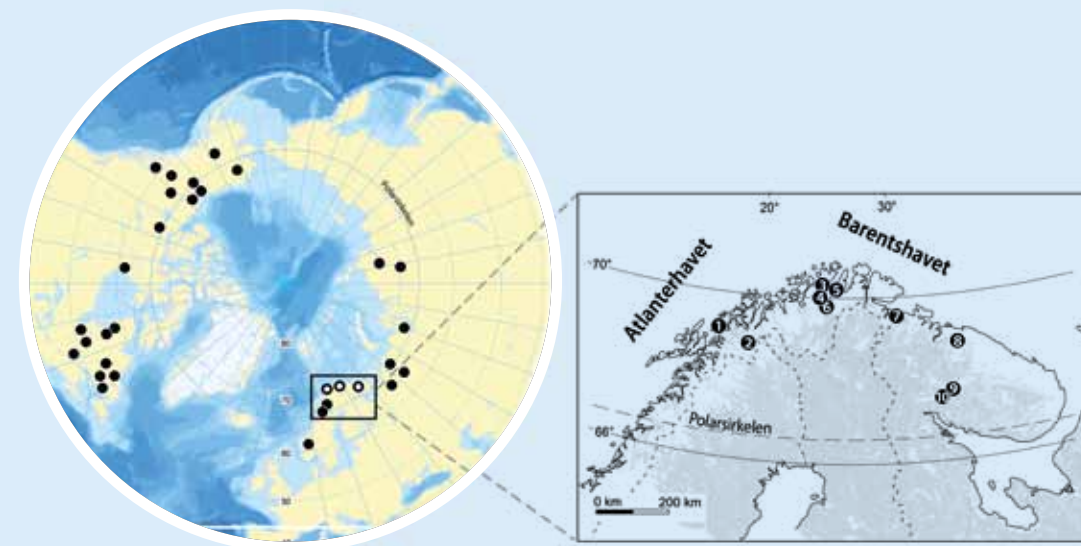
Selv om årsaker til og konsekvenser av relokalisering og strukturelle endringer i økotonen har vært i den vitenskapelige og politiske bevisstheten i flere tiår, har vi sett en økende interesse den senere tiden på grunn av fokuset på menneskeskapt klimaendringer.

Flytter skoggrensen seg nordover når det blir varmere?

Generelt forventer vi en rask respons på klimaendringene i skog-tundra-økotonen. Det dominerende scenarioet er en forskyvning nordover. Forventningene er basert på nokså enkle modeller hvor økotonens posisjon



FIGUR 1: (t.v.) Den nåværende tregrensen (heltrukken linje) i de sirkumpolare nordområdene er beregnet å rykke frem betraktelig (stiplet linje) i dette århundre frem til 2090-2100. Dette impliserer en enorm endringsrate. Gjennomsnittet er rundt 2000 meter per år, og de største verdiene (på begge sider av Hudson Bay) er omtrent 6000 meter per år. (Kilde ACIA 2005.)



FIGUR 2: (t.h.) PPS Arctic studielokaliteter i de sirkumpolare områdene i nord (noen av prikkene dekker flere lokaliteter). I Nord-Norge/ Kolahalvøy-regionen (åpne prikker) er ti lokaliteter inkludert (innfelt kart): 1) Ånderdalen, 2) Dividalen, 3) Olderfjord, 4) Stabbursdalen, 5) Børselv, 6) Porsangmoen, 7) Jarfjord, 8) Kanentiavr, 9) Tuliok and 10) Yumechorr.

er bestemt av det lokale klimaet. I sin enkleste er form er tanken at det er for kaldt for trær å eksistere nord for den nåværende tregrensen, og at en oppvarming dermed må føre til fremrykning nordover (Figur 1).

I realiteten er det derimot slik at naturen responderer på klimaendringer eller andre miljøendringer på en svært kompleks og sammensatt måte. Temperatur, nedbør, snøfordeling, vind, jordsmonn, tundra- og skogbrann, insektutbrudd, beiting, nedtramping, tining av permafrost og endret arealbruk vil alt sammen spille inn på en sammensatt måte. Eksisterende modeller må utvikles og utvides til å inkludere flere og mer komplekse parametere, basert på empiriske data som representerer et mangfold av ulike klima- og arealbruksområder i den sirkumpolare overgangssonen mellom boreal skog og tundra.

Prosjektdesign

PPS Arctic ble etablert for å gi svar på følgende hovedspørsmål: Invaderer trærne Arktis? For å kunne besvare spørsmålet er det behov for å se på mangfoldet av årsaker, virkninger og tilbakevirkninger som kan relateres til endring av økotonen.

Tre hovedspørsmål binder PPS Arctic-arbeidet sammen:

→ Er den arktiske skog-tundra-sonen i bevegelse, og i så fall i hvilken retning og hvor?

→ Hva kontrollerer posisjonen og strukturen til den arktiske skog-tundra-sonen?
 → Hva er de økologiske og sosiale konsekvensene av at sonens posisjon endres?

Den metodologiske tilnærmingen til disse spørsmålene har vært datainnsamling i felt og fjernmåling knyttet til et stort antall lokaliteter (Figur 2), som grunnlag for analyser av bestandsstruktur, bestandsdynamikk og tilvekstkapasitet i overgangssonen, og endringer i tid og rom. Den norske delen av PPS Arctic fokuserer på de første to spørsmålene, og bruker studielokaliteter i kyst- og innlandsområder i Nord-Norge, Kolahalvøya og Taimyr. Arbeidet er gjennomført i nært samarbeid med russiske kolleger.

PPS Arctic er et sirkumpolart cluster-prosjekt som fokuserer på den sørlige grensen av Arktis. Det internasjonale prosjektet er sammensatt av individuelle, nasjonale og bilaterale prosjekter som sammen fokuserer på årsaker og konsekvenser av endringer i overgangssonen mot busk- og trevekst. Den norske prosjektlederen har også vært leder og koordinator for PPS Arctic internasjonalt. Med-koordinator har vært Gareth Rees fra Scott Polar Research Institute ved Cambridge University. Blant partnerne er et stort antall institusjoner i Canada og Russland, og institusjoner i Sverige, Storbritania og USA.



Studieområdet Ary-Mas, Taimyrhalvøya. Foto: N. Kolupanov



Feltarbeid i det nordlige Russland: Kartlegging av brannforstyrte områder i skoggrensensonen for verifisering av satellittbilder. Foto: G. Rees



Feltarbeid i Nord-Norge: registrering og kartlegging av bestandstetthet, trerekutting og aldersstruktur i en furubestand nær tregrensen. Foto: A. Hofgaard

Foreløpige resultater

Oversiktlige resultater som representerer det sirkumpolare perspektivet er ennå ikke tilgjengelig. De blir basert på studier som utføres av mer enn 60 master- og doktorgradsstudenter, som vil fullføre sine studier i de nærmeste årene. Noen foreløpige mønstre er likevel tydelige:

- Klimapåvirkninger kan sees på de fleste lokalitetene, selv om regionale ulikheter i arealbruk kompliserer bildet.
- Responser varierer mellom ulike klimaregioner i det sirkumpolare nord, mellom kyst og innland, og i forhold til dominerende trearter.
- Eksempler på både forflytning nordover, tilbake-trekning og uendrede skog-tundra-soner er registrert blant studieområdene. Soner som forflytter seg nordover ser ut til å dominere, men endringsraten verifiserer ikke de modellerte antagelsene.

Store arktiske herbivorer (beitende dyr), for eksempel rein og karibu (nordamerikanske underarter av rein), kan dominere dynamikken i skog-tundra-sonen både på region- og artsnivå, for eksempel ved å påvirke etablering, overlevelse og vekst av trær. Dette er tydelig vist for bjørk i det norsk-russiske studieområdet, hvor økotonen er stasjonær eller tilbake-trekkende i reinbeitedistriktene. I disse områdene er bjørkepopulasjonene karakterisert av ikke-overlappende aldersfordeling mellom trær og småplanter, og lav småplante overlevelse (Figur 4).

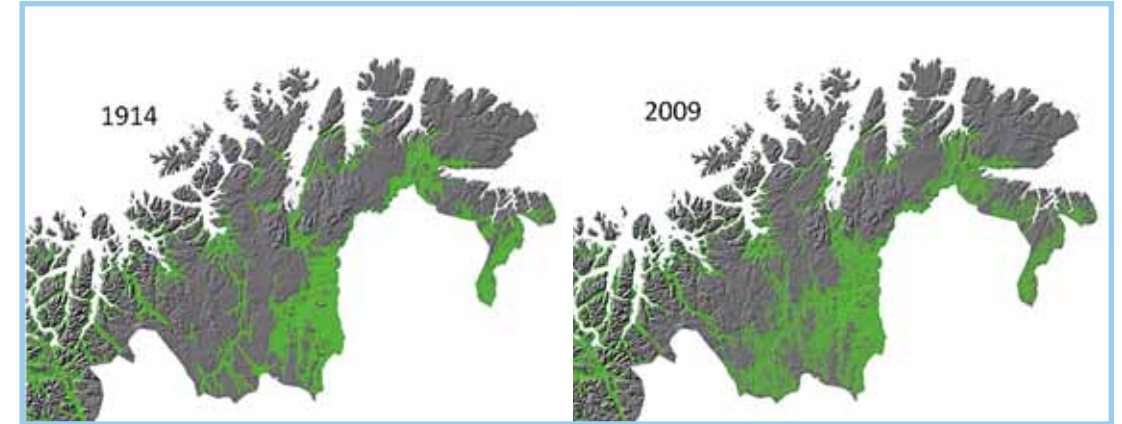
I områder med lavt beitetrykk har tilveksten av

småplanter generelt sett vært rikelig de siste tiårene, på tvers av Nord-Norge og Kolahalvøya – bortsett fra i områder dominert av tørt arktisk klima, hvor både tre og småplantegr er gamle. I områder med mye årlig nedbør og et lavt beitetrykk ser man ekspanderende bjørkepopulasjoner, karakterisert av unge individer og delvis overlappende aldersfordeling av trær og småplanter.

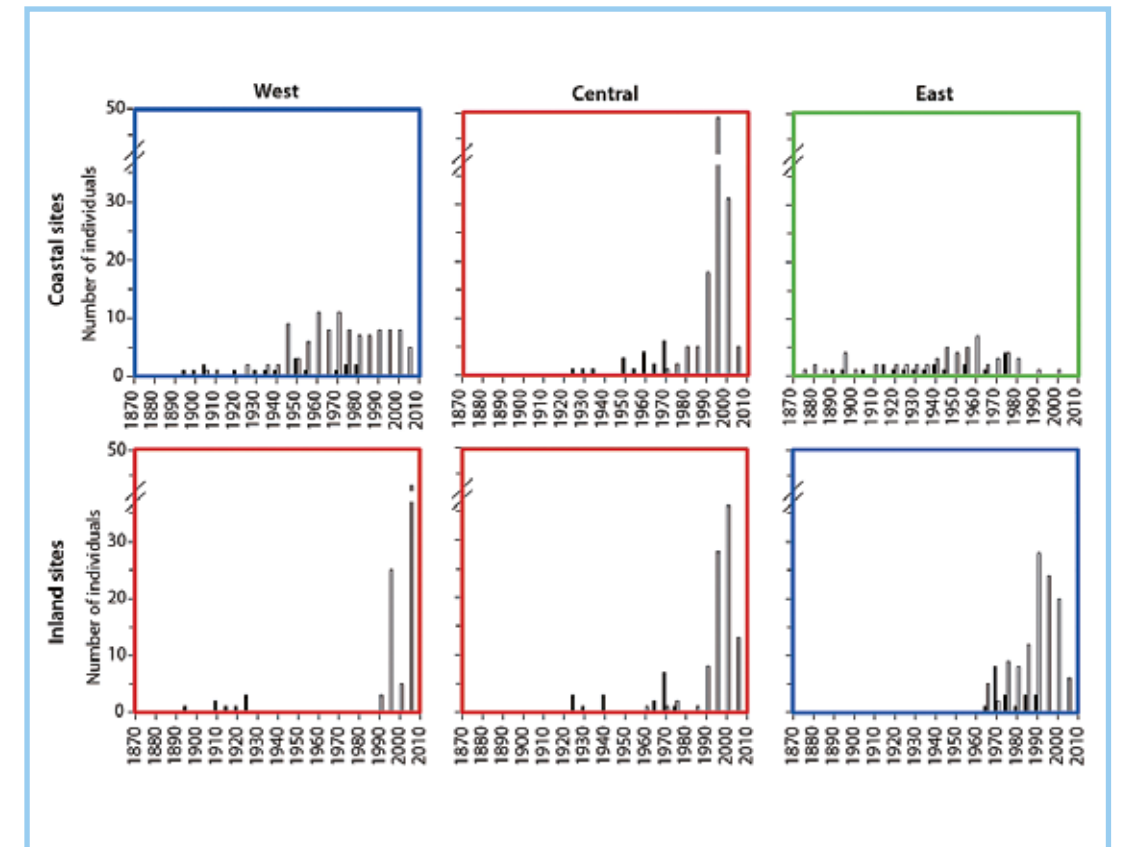
Når det er store populasjoner av herbivorer i et område forandres den forventede klimadrevne tre-ekspanderingen. For å unngå villedende tolkninger av klimadrevet treekspandering er det derfor behov for å ta i betraktning endringer i beite og andre forstyrrelser (brann, insekter osv) på lik linje med klimaendringer. I tillegg viser analyser av historiske skogsutbredelsesdata og skogekspandering i løpet av det 20. århundre i Nord-Norge store avvikende forflytningsrater sammenliknet med de modellerte ratene (Figur 4), dette understreker behovet for oppgraderte modeller.

Arven etter PPS Arctic

PPS Arctic vil etterlate seg en langsiktig arv, også etter at den nåværende generasjonen av master- og doktorgradsstudenter har fullført sitt arbeid. Arven vil inkludere nylig generert vitenskapelig kunnskap og forståelse, som gir et øyeblikksbilde av skog-tundra-økotonen tidlig i det 21. århundre. I tillegg inkluderer arven et ekstensivt nettverk av studieområder på tvers av Arktis og data basert på standardiserte metoder, som vil være tilgjengelig for framtidige re-analyser eller langsiktige overvåkingsprogram.



FIGUR 3: Skogekspansjon i Finnmark, fra 1914 til 2009. I den registrerte perioden har furu (*Pinus sylvestris*) vist en gjennomsnittlig forskyvning mot nord på ca 65 meter per år og bjørk (*Betula pubescens*) ca 150 meter per år. Kilde: Tømmervik et al. In prep.



FIGUR 4: Aldersdistribusjon for bjørk (*Betula pubescens*), småplanter (grå stolper) og tregrense trær (svarte stolper), fra tre kyst og tre innlands lokaliteter i Nord-Norge og Kolahalvøya. Lokalitetsnummer følger figur 2, og er 1 og 2 i vest, 3 og 6 i sentrale områder og 8 og 9 i øst. Blå bokser viser ekspanderende skog-tundrasoner, røde bokser uendrede og grønn boks avtakende. Kilde: Aune et al. 2011

Isbjørnens helse, miljøgifter og klimaendringer

Av Bjørn Munro Jenssen

Foto: Janny Bylingsvik



POLAR BEAR CIRCUMPOLAR HEALTH ASSESSMENT IN RELATION TO TOXICANTS AND CLIMATE CHANGING (BEARHEALTH)

Prosjektansvarlig institusjon: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Prosjektleder: Bjørn Munro Jenssen

Totalbudsjett: 5 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 37

Oppslag i massemedier: 14

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 2

Publiserte bøker: 2

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 3

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 14

Hjemmeside: <http://www.biologi.no/bearhealth.htm>

Miljøgifter og klimaendringer er i dag de to største truslene for biodiversiteten i Arktis og for arktiske økosystemer. Global atmosfærisk transport av miljøgifter og transport via havstrømmer fra sørlige områder der de produseres, brukes og slippes ut, gjør at miljøgifter også er til stede i Arktis, om enn som regel i lavere konsentrasjoner enn i områder lenger sør.

Selv om nivåene av såkalte halogenerte tungt nedbrytbare (persistente) organiske miljøgifter ofte er relativt lave i fisk og sel i Arktis, så har det vist seg at nivåene av denne gruppen av miljøgifter er veldig høye i Arktiske rovdyr som er på toppen av næringskjeden (topp-predatorer). Isbjørn er derfor blant de artene som har de høyeste belastningene av persistente organiske miljøgifter.

Bakgrunn

De høye konsentrasjonene av persistente organiske miljøgifter i isbjørn skyldes at disse miljøgiftene er fettløselige og at nivåene økes for hvert trinn i næringskjeden. Dette kalles biomagnifisering av miljøgifter. Sel-spekk utgjør det viktigste næringsgrunnlaget for isbjørn. Selv om nivåene av persistente miljøgifter er relativt lavt i Arktiske seler, så konsumerer isbjørn veldig mye sel-spekk, og den samlede miljøgift-belastningen hos isbjørn blir derfor veldig høy.

Isbjørn er i dag også truet av klimaendringer. Global oppvarming medfører at havisen i Arktis smelter. Havisen er isbjørnens viktigste område for jakt på sel, og global oppvarming gjør at isbjørnens leveområder, eller habitat, stadig blir mindre. Som art har imidlertid isbjørnen tidligere overlevd flere relativt varme klimaperioder de siste 150 000–100 000 år. Isbjørn synes derfor i utgangspunktet å ha en fysiologi og atferd

som gjør dem i stand til å tilpasse seg og overleve store klimatiske og miljømessige variasjoner og endringer.

Fordi mange miljøgifter har egenskaper som påvirker organismers fysiologi, helse og atferd, er det imidlertid mulig at de høye nivåene av miljøgifter som isbjørn er eksponert for i dag, forstyrrer eller ødelegger de biologiske mekanismene som gjør dem i stand til å tilpasse seg og overleve store klimaendringer.

Målet med prosjektet

I BearHealth-prosjektet har målet vært å undersøke helsen til isbjørn, og da spesielt i forhold til hvordan miljøgifter kan påvirke deres fysiologiske evner til å tilpasse seg klimaendringer i Arktis. I prosjektet er det samlet inn blodprøver fra 145 isbjørner fra Svalbard, og gjennom et samarbeid med Danmarks Miljøundersøgelser har prosjektet fått tilgang på blod og organprøver fra omlag 100 isbjørner som er samlet inn i forbindelse med inuittenes jakt på isbjørn på Øst-Grønland.

Videre er et museumsmateriale bestående av isbjørn skaller fra Svalbard undersøkt med tanke på om miljøgifter kan ha påvirket beinstrukturen til isbjørnene. Vi har også undersøkt endringer i miljøgiftbelastningen hos isbjørn fra Svalbard i tidsperioden 1997–2008, og i hvilken grad overføring av miljøgifter fra isbjørn mødre til deres diende unger påvirker isbjørnungegenes fysiologi og helse.

Resultater så langt

Resultatene viser at nivåene av flere persistente miljøgifter i isbjørn fra Svalbard er betydelig redusert de siste 10 årene. Dette viser at internasjonale avtaler om

forbud og begrensinger av bruk og utslipp av miljøgifter har virket etter intensjonene. En slik avtale, som Norge har vært en pådriver for, er Stockholm-konvensjonen for miljøgifter (www.pops.int). Selv om nivåene av miljøgifter har blitt lavere i isbjørn, viser imidlertid prosjektet at nivåene fortsatt er høye nok til å ha negative effekter på isbjørns helse.

I prosjektet har vi fokusert spesielt på effekter av miljøgifter på stoffskifte-hormoner (thyroid-hormoner). Disse hormonene er viktige for flere fysiologiske prosesser hos alle pattedyr, inkludert hos mennesker.

kan påvirke deres evne til å tilpasse seg andre miljørelaterte stressfaktorer, som for eksempel klimaendringer. I videre studier vil det være viktig å kople effekter av miljøgifter på biomolekylære, biokjemiske og fysiologiske prosesser til effekter på populasjonsnivå hos isbjørn.

Et av de viktigste bidragene i BearHealth har vært å kartlegge i hvilken grad isbjørn på Svalbard er eksponert for miljøgifter. I tillegg til «klassiske organiske miljøgifter», som for eksempel PCB og DDT, er også nivåer av «nye miljøgifter» som bromerte flammehemmere og perfluoreerte forbindelser analysert.



Så stor! Foto: Jenny Bytingsvik



Analyse av blodprøver er en viktig kilde til kunnskap om opptak av miljøgifter. Foto: Jenny Bytingsvik

De spiller en spesielt viktig rolle i dyrs tilpasninger (temperatur-regulering) til temperaturendringer i miljøet, i vekst og utvikling hos unge dyr, i reproduksjon og i immunforsvaret. Hos arktiske pattedyr er thyroid-hormoner også meget viktige i forbindelse med reguleringen av deres stoffskifte i perioder der de faster fordi mattilgangen er lav eller de går i hi.

I prosjektet har vi identifisert miljøgifter som har stor negativ påvirkning på stoffskifte-hormon balansen hos isbjørn. Et av de overraskende resultatene fra prosjektet er at det ofte er miljøgifter som finnes i relativt lave konsentrasjoner som har de største negative effektene på stoffskifte-hormoner hos isbjørn. Prosjektet har også vist at effektene på stoffskifte-hormon balansen er størst hos hunner og unge dyr.

Med hensyn til samvirkende effekter av miljøgifter og klimaendringer, så har prosjektet påvist at flere fysiologiske prosesser som er viktige for at isbjørn skal takle klimaendringer påvirkes av miljøgifter. Det er derfor stor grunn til å være bekymret for at de høye nivåene av miljøgifter i isbjørn på Svalbard og i Øst-Grønland

Videre er det gjort analyser av mer enn 100 biomolekylære, biokjemiske, fysiologiske og biologiske parametere som er relatert til isbjørns helsestatus. Dette er data som vil være av stor betydning for å forstå hvordan miljøgifter påvirker isbjørn og andre pattedyr, inkludert mennesket.

Videre forskning

Datagrunnlaget som er samlet inn i BearHealth-prosjektet er et meget viktig grunnlag for den framtidige overvåkingen av miljøgiftbelastningen og helsestatusen til isbjørn.

Isbjørn er belastet med en blanding av flere hundre ulike miljøgifter, og prosjektet har vist at miljøgifter som finnes i lave konsentrasjoner kan samvirke og til sammen ha et større skadepotensial enn forbindelser som er tilstede i høye konsentrasjoner. I framtidige undersøkelser er det derfor viktig å undersøke samvirkende effekter av miljøgifter. Dette vil gi et bedret beslutningsgrunnlag når det gjelder risikovurdering av effekter av miljøgifter på dyr og mennesker.



Stipendiat Jenny Bytingsvik tar prøver. feltkampanje på Svalbard våren 2006. Foto: Jon Aars



Helikopter ble brukt for å lete etter isbjørn. Foto: Jenny Bytingsvik



Jon Aars fra Norsk polarinstitutt med en bedøvd isbjørn. Foto: Jenny Bytingsvik

Vil klimaendringene forsterke opptak og effekter av miljøgifter i polare marine økosystemer?

Av Geir Wing Gabrielsen m. fl.*



Foto: Geir Wing Gabrielsen

CONTAMINANTS IN POLAR REGIONS – DYNAMIC RANGE OF CONTAMINANTS IN POLAR MARINE ECOSYSTEMS (COPOL)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk Polarinstitutt (NP)
Partnerinstitusjoner: Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Akvaplan-niva, Norsk institutt for luftforskning (NILU), Norsk teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Prosjektleder: Geir Wing Gabrielsen
Totalbudsjett: 12 mill. kroner
Postdoktorstipendiater: 1
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 45
Oppslag i massemedier: 18
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 10
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 8
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 26
Hjemmeside: <http://www.copol.net/>

I Polarårs-prosjektet COPOL var målet å forstå det dynamiske spekteret av menneskeskapt miljøgifter i marine økosystemer i polare områder, og vurdere omfanget av klimapåvirkede endringer i marine næringskjeder (eksponering for forurensning og matkvalitet). For å oppfylle målet har forskningen vært rettet mot tre områder: 1) miljøgifteksponering og -flyt i næringskjedene, 2) transport av miljøgifter til høyere trofiske nivåer og mulige effekter, og 3) syntese og integrasjon.

COPOL-prosjektet var et initiativ fra Fram-senteret i Tromsø og CIENS i Oslo. Forskningen ble utført i perioden 2007–2009, og innebar omfattende tokt og feltkampanjer i løpet av våren og sommeren i to arktiske fjorder (Kongsfjorden og Liefdefjorden) på Svalbard. Sesongmessige og årlige endringer i forurensnings-belastning ble undersøkt i marine arter fra flere trofiske nivåer i både bunndyr og i pelagiske næringskjeder. Den kjemiske analysen av kvikksølv og organiske miljøgifter (POPs) ble utført både av nasjonale og internasjonale laboratorier.

Bakgrunn

Arktis er en av regionene som FNs klimapanel (IPCC) mener vil bli mest berørt av klimaendringene. Noen av de forventede og allerede dokumenterte endringene er: tynnere isdekke, mindre flerårig is, økt tilførsel av elvevann til det arktiske bassenget, økende smelting av isbreer, høyere overflatetemperatur og større innstrømming av atlantiske vannmasser. Disse endringene kan potensielt endre artsdistribusjonen, strukturen i næringskjedene, karbonsyklusen, og senere næringsstoffdynamikken, og transport og opptak av persistente organiske miljøgifter (POPs) til og i Arktis.

Det arktiske miljøet er også preget av høy sesongvariasjon i lysintensitet, primærproduksjon, nærings-tilgang, lipid-konsentrasjon i organismer, migrasjon av organismer og isdekke. Disse «naturlige» faktorene påvirker også tilgjengelighet og opptak av miljøgifter i organismer og i næringskjeder – i tillegg til mulige endringer forårsaket av klimaendringer.

Det er ennå ikke klart hvordan klimaendringene kan påvirke akkumulering av miljøgifter i marine næringskjeder. Modellering og sensitivitetsanalyser har identifisert sjøis-dekke, temperatur, nedbørmengder og endret primærproduksjon som det som vil ha den største innvirkningen på POP-transport og -akkumulering i arktiske miljø. Men det er fortsatt store usikkerheter omkring fremtidige endringer i relevante input-

parametere for modellene. Økt empirisk kunnskap er nødvendig omkring hvordan endringer i variabler som opptrer både regionalt og globalt (det vil si klima) kan påvirke disponeringen av miljøgifter i økosystemer.

Totalt er det samlet 3000 prøver i COPOL-prosjektet. 1500 prøver har så langt vært analysert i prosjektet. I tillegg er det avlagt to doktorgrader og fire mastergrader i COPOL-prosjektet.

Dyreplankton velegnet

I COPOL-prosjektet har vi vist at opphopning av miljøgifter i marine organismer varierer med året og årstiden. Dette gjelder både for marine organismer på lavere trofisk nivå (dyreplankton) og for dem på høyere nivåer (fisk og sjøfugl). Imidlertid kan det årstidsmessige mønsteret i oppbygging og opphopning variere avhengig av hvilket kjemisk stoff og hvilken gruppe av organismer som er involvert.

Dyreplankton er en godt egnet organisme for å vurdere sesongmessige og klimatiske endringer i POP-opptak /akkumulering, siden de reflekterer miljømessige endringer i POP i bunnen av de arktiske næringskjedene – raskere enn organismer som lever lenger og på et høyere trofiske nivå. Dyreplankton gir også koblingen mellom primærproduksjon og fisk, sjøfugl og marine pattedyr.

Årstidsvariasjon eller konsekvens av klimaendringer?

I alle arter av dyreplankton vi har studert, går POP-konsentrasjonene ned fra mai til oktober. Dette faller sammen med synkende POP-konsentrasjoner i sjøvann og økende fettlagre i plankton i samme periode. Gransking av akkumulering og opphoping fra dyreplankton til fisk og fugl generelt, identifisert juli som den måneden da opphopningen var størst. Dette var fordi fiskeslagene og (for noen POP forbindelser) krykkje hadde høyest POP-konsentrasjoner i juli, mens reduksjonen observert fra mai til oktober i zooplankton ytterligere underbygde det økte omfanget av akkumulering gjennom næringskjeden. Disse resultatene indikerer at estimater av opptak og akkumulering av miljøgifter er avhengig av tidspunktet for prøvetaking (det vil si sesongen).

Nivået av miljøgifter i sjøfugl varierer mellom år. I krykkje (som lever av pelagisk arter) var nivåene av PCB og DDE 50 % høyere i 2008 sammenlignet med 2007. I vanlige ærfugl (som lever av bunnlevende organismer) ble konsentrasjonsnivåer redusert med 50–60% fra 2007 til 2008. Dette viser dietten kan ha



Masterstudent Anja Johansen Haugerud gjennomfører måling og blodprøvetaking av polarmåker i Kongsfjorden for å studere effekter av persistente organiske miljøgifter.

Foto: Kjetil Sagerup



Doktorstudent Ingeborg Hallanger sorterer rauåte for å samle totalt 5 gram til måling av persistente organiske miljøgifter og kvikksølv. Foto: Geir Wing Gabrielsen

stor innvirkning på forurensningsbelastningen. Miljøgifter blir fortsatt funnet i høye konsentrasjoner på øverste nivå av rovdyr, som hos polarmåke og storjo fra Kongsfjorden. Studier av hormonelle effekter på sjøfugl fra Kongsfjorden viser at stressnivået allerede er påvirket av den nåværende forurensningsbelastningen.

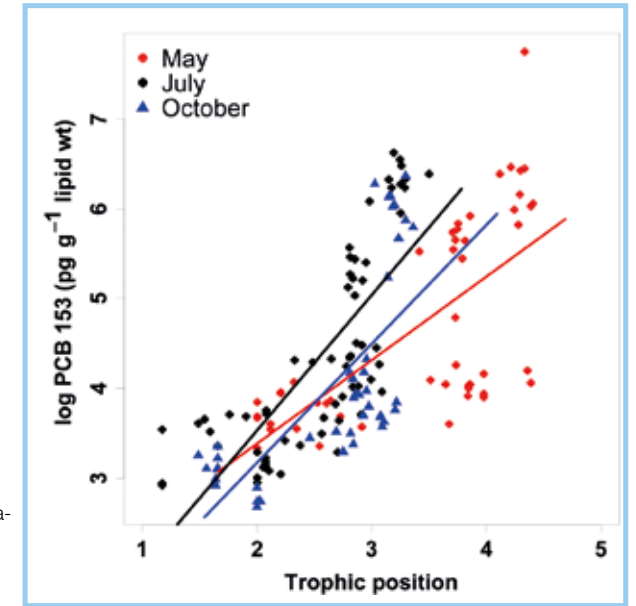
Kunnskap om betydningen av årstid er avgjørende for å kunne skille mellom årstidsvariasjoner i akkumulering og opphopning av organiske miljøgifter, og variasjon forårsaket av klimaendringer. Det er en kompleks og vanskelig oppgave å belyse mulige endringer forårsaket av klimaendringer i et miljø med stor årstidsvariasjon. Klimaforandringer vil påvirke tilførsel og dynamikken av miljøgifter i Arktis, og det er fortsatt store usikkerheter knyttet til om dette sammen med endret habitat og næringstilgang gir et økt trusselbilde for det arktiske økosystemet.

Oppfølging

Det norske COPOL-prosjektet har vært et av de første prosjektene for å studere hvordan klimaendringene vil påvirke forurensningsbelastningen på arktiske marine næringskjeder. COPOL-prosjektet har generert kunnskap om nye miljøgifter i Arktis (det vil si siloxaner). Vi har også fått stor medieoppmerksomhet både nasjonalt og internasjonalt. Prosjektet har vist betydningen av å arbeide tverrfaglig.

COPOL-teamet vil fortsette arbeidet i det nye flaggskip-programmet etablert ved Framsenteret i Tromsø. Mange vitenskapelige publikasjoner er allerede publisert og mange vil komme, særlig knyttet til syntese og integrering, når alle de kjemiske analysene er fullført.

*) Medforfattere: Anders Ruus, Anita Evenset, Guttorm Christensen, Jan Ove Bustnes, Ingeborg Hallanger, Ida Øverjordet, Eldbjørg Heimstad, Nicholas Warner og Katrine Borgå



FIGUR 1: Sesongvariasjon i PCB i sjøvann- og krillprøver samlet inn fra Kongsfjorden i 2007. Forholdet mellom trofisk posisjon og normalisert lipid konsentrasjon av PCB 153. Individuelle verdier av prøver gjennom prøveperioder: Mai (rød), juli (svart) og oktober (blå). Figur: Ingeborg Hallanger



FIGURE 2: Sesongvariasjon av PCB i Krill og sjøvann. Prøver samlet inn i Kongsfjorden i 2007.

Tilpasning i Arktis: Til hva og av hvem?

Av Grete K. Hovelsrud

Foto: Denis Laplander



COMMUNITY ADAPTION AND VULNERABILITY IN THE ARCTIC REGIONS: FOCUS ON NORTHERN NORWAY AND NORTHERN RUSSIA (CAVIAR)

Prosjektansvarlig institusjon: CICERO Senter for klimaforskning

Prosjektleder: Grete K. Hovelsrud

Totalbudsjett: 6 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 30

Oppslag i massemedier: 37

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 7

Publiserte bøker: 1

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 4

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 38

Hjemmeside: <http://www.cicero.uio.no/projects/>

En av inspirasjonskildene til CAVIAR prosjektet var en større utredning om klimaeffekter i Arktis (ACIA 2005). Her ble det konkludert med at klimaendringene ville få store konsekvenser for folk og samfunn i nord, men at vi manglet kunnskap om hvordan dette ville slå ut lokalt, i forhold til tilpasning og sårbarhet overfor slike endringer.

Det norskfinansierte CAVIAR prosjektet har omfattet 26 case-studier i både Nordvest-Russland (Revda, Lovozero, Tuymen og Arkhangelsk Oblasts) og i Nord-Norge (Unjárga/Nesseby, Hammerfest, Lebesby og Vestvågøy kommuner), med involvering av urfolk i begge landene.

Våre studier av effekter av klimaendringer på folk og samfunn viser et komplisert bilde hvor klimaendringene ikke nødvendigvis er den største utfordringen for samfunn. Samtidig vil klimaendringer forsterke nåværende utfordringer, og i noen tilfeller gi nye muligheter. Dybdestudier av lokale forhold avslører nye og overraskende sammenhenger mellom klima, samfunn og behov for tilpasning.

Målet med prosjektet

Det overordnede formålet med CAVIAR var å få bedre kunnskap om hvordan arktiske samfunn er påvirket av miljø- og klimaendringer, og hvordan disse kobles mot ulike samfunnsforhold. Hensikten har vært at slik kunnskap skal være til nytte for politikktutforming.

CAVIAR-prosjektet skiller seg ut fra andre klimaendringsprosjekter ved at vi involverte lokalsamfunnet i utviklingen av problemstillingene vi skulle fokusere på. Hensikten har vært at forskningen skal ha lokal relevans. CAVIAR legger også vekt på at resultatene fra enkeltstudier skal kunne sammenlignes på tvers, og brukes til en mer overordnet og generalisert kunnskapsutforming om effekter av klimaendring på tilpasning og sårbarhet.

Forskningsspørsmål

I samarbeid med internasjonale partnere utviklet vi forskningsspørsmål som en veiviser for de totalt 26 arktiske casene internasjonalt. Vi har sett på:

- hvordan lokalsamfunn er påvirket av endring i miljø, klima og samfunnsforhold, og hvordan dette får konsekvenser for folks liv og næring
- hvordan lokalsamfunn tilpasser seg til endrede forhold og hva slags muligheter som finnes for å takle endringer

- hvilke eksterne og lokale faktorer som påvirker sårbarheten og hvordan
- hvordan kulturelle, økonomiske og politiske prosesser på ulikt samfunnsnivå påvirker følsomheten overfor klimaendringer
- hvordan dette varierer mellom de ulike samfunn og hvorfor
- hva kan læres av generalisering på tvers av casene

I tillegg har vi sett på forventede framtidige endringer i relevante klima- og samfunnsforhold. Basert på nyvunnet kunnskap om nåværende kapasitet til tilpasning, har vi sett på hvordan sårbarheten for endringer ble påvirket. Alle casestudiene fulgte et felles rammeverk for organisering av data og informasjon (Figur 1).

Metode

Vi har benyttet oss av ulike verktøy og metoder for å danne et helhetlig bilde av historisk, nåværende og fremtidig tilpasning og sårbarhet. Vi har samlet litteratur som statistikk, rapporter, aviser og media, forskningsartikler og annet relevant materiale.

Ved det første besøket i hvert lokalsamfunn sikret vi deltakelse i prosjektet og definerte de mest relevante problemstillingene lokalt. Dette gjør at hver case får litt forskjellig fokus. I hvert case avholdt vi en rekke konsultasjoner og uformelle intervjuer med nøkkelpersoner i kommuner, næringer og andre interessegrupper. På bakgrunn av de første rundene med feltarbeid ble det utviklet en intervjuguide som ble brukt i videre intervjuer og diskusjoner.

Til sammen har de norske og russiske forskerne foretatt 17 feltbesøk med ulike konsultasjoner, gruppemøter, uformelle intervjuer og samtaler, ca. 140 intervjuer og 6 folkemøter. I de norske casene jobbet vi i tillegg tett med Meteorologisk institutt for å utvikle nedskalerte framskrivninger av de lokale klimaforholdene.

Datamaterialet har blitt analysert i forhold til hvor utsatt lokalsamfunnet er per i dag og hvilke tilpasningsstrategier som blir benyttet (se boks 1 i figur 1). Videre har vi vurdert framtidige endringer og hvor utsatt samfunnet vil bli gitt dagens tilpasningskapasitet (boks 2–3). Dette arbeidet er pågående.

Andre utfordringer er viktigere enn klimaendringene

Resultatene fra CAVIAR viser at klimaendringer i utgangspunktet ikke er den største utfordringen for



Ordfører Inger Katrine Juuso i Unjarga/Nesseby kommune blir intervjuet. Foto: Grete K. Hovelsrud



Brygga i Kjøllefjord. Foto: K. Hovelsrud

lokalsamfunn i Nord-Norge og Nordvest Russland. Det er de sammensatte forholdene mellom samfunn, politikk, og økonomi, hvor klimaendringene har en forsterkende effekt, som sammen krever tilpasning og former sårbarhet. En kombinasjon av for eksempel varmere hav, økt ekstremvær og reguleringer som tillater fiske lenger ut til havs med mindre båter øker behovet for tilpasning. Samfunnmessige forhold som demografi (fraflytting; kjønnsbalanse), globalisering, ressursutvikling, forvaltning, utbygging av infrastruktur og industriområder, manglende økonomisk fleksibilitet (hvor ble det av fiskarbonden?), og manglende fleksibilitet i forvaltning av naturressurser er noen områder som må vurderes sammen med klimaendringer for å forstå tilpasning og sårbarhet.

Sårbarhet og barrierer mot tilpasning

Når den lokale kunnskap om vær, vind og ressurser ikke lenger strekker til for å forstå de nye forholdene, og dette skjer samtidig med at den faktiske effekten av klimaendringer på ressursgrunnlaget, som for eksempel fiskeriene, slår inn, fører det til mer sårbare samfunn.

Vi finner også at tilpasning allerede finner sted, men at prosessen drives av ildsjeler og ikke av nasjonale føringer og politikk. Våre resultater antyder at den holdningen at «vi er vant med så store variasjoner i vær og vind» og til «stå han av», gjør at mange ikke ser noen umiddelbar grunn til å tenke på klimatilpasning. Over tid, i takt med tydeligere klimaendringer, vil dette øke sårbarheten.

Ekstreme hendelser øker bevisstheten

På tross av store naturlige variasjoner i vær og klima, observerer nå folk i Nord-Norge og Nordvest-Russland nye endringer som for eksempel mer ekstremvær og

ising, endret vindretning, varmere vintre, endring i fiskebestander og lengre vekstsesong. Det er blant annet slike observasjoner som gjør at klimatilpasning kommer på dagsorden i kommuner og sektorer.

Nye ekstreme hendelser gjør også at vi blir mer bevisste på endringene som skjer, enten de har en direkte sammenheng med menneskeskapte klimaendringer eller ikke. Det er forventet at ekstreme hendelser vil øke i takt med klimaendringene i mange områder, med store konsekvenser for samfunnet – noe som igjen vil kreve en bevisst tilpasningspolitikk fra nasjonalt hold.

Detaljerte klimaframskrivninger

Prosjektet kan vise til 30 detaljerte nedskaleringer av de mest relevant klima- og værparametrene for de norske casene, laget av Meteorologisk institutt. Våre russiske kollegaer har ikke fått mulighet til å anvende det samme detaljnivå på meteorologiske data. Lokalt var perioden 2021–2050 mer relevant enn et lengre tidsperspektiv med en god geografisk oppløsning.

Ved hjelp av en metode for statistisk justering av klimaframskrivninger har vi nå framskrivninger for temperatur og nedbør i form av kart med en oppløsning på 1 ganger 1 kilometer. Dette gjør det for eksempel mulig å vise hvordan nedbøren vil endre seg i ulike deler av en kommune.

Utviklingene av klimaframskrivningene har vært en to trinns tolkningsprosess: 1) omsetting av de lokale ønskene til noe som faktisk kan framskrives, 2) lage framskrivninger det er mulig for brukerne å bruke. Dette er en ressurskrevende metode som i første omgang ikke kan anvendes på alle lokalsamfunn. Men resultatene gir oss ny kunnskap om hvordan lokalsamfunn vurderer lokal tilpasning til klimaendringer og hvilke framskrivninger som er relevante for brukere.

Formidling

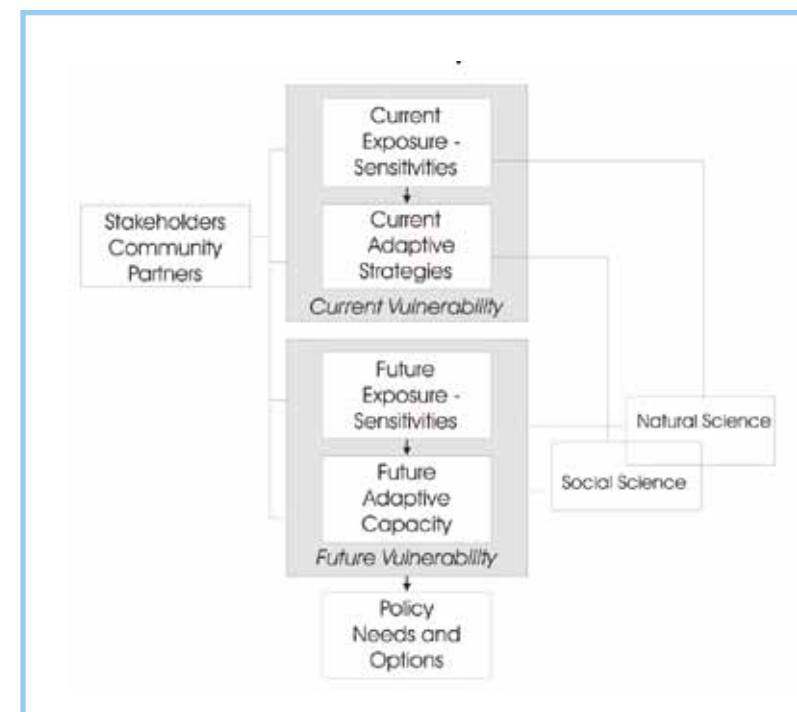
Det har vært avholdt folkemøter i de norske kommunene hvor de foreløpige resultatene har blitt presentert for tilbakemelding fra de lokale partnerne. Prosjektet har også blitt presentert i en Verdt å Vite Spesial på NRK, i ulike aviser, tv og radio kanaler i inn- og utland og i den kulørte pressen. Vi har deltatt på en rekke seminarer og konferanser med postere og foredrag, både vitenskapelig og populærvitenskapelig. CAVIAR presenteres med en egen nettbasert forelesning på University of the Arctic, våren 2011, og er blitt brukt i undervisning ved Universitetet i Oslo. Prosjektet har blitt publisert i en fagfelleverdert bok.

Videre oppfølging

På ICASS VII (International Congress of Arctic Social Sciences) på Island i juni 2011 blir det holdt en egen CAVIAR-sesjon hvor veien videre vil bli diskutert. Vi forsøker å samle både gamle og nye CAVIAR-deltakere for å legge en forskningsplan framover. Det er stor interesse for prosjektet i inn- og utland, og det forventes at nye forskningsprosjekter jobber videre med problemstillingene som har kommet fram i prosjektet.



Vestvågen i Lofoten: Foto: Grete K. Hovelsrud



FIGUR 1: Felles rammeverk for organisering av data

EALÁT – Noe å leve av

Av Ole-Henrik Magga, Svein D. Mathiesen og Anders Oskal *

Foto: Anders Oskal



REINDEER HERDERS VULNERABILITY NETWORK STUDY: REINDEER PASTORALISM IN A CHANGING CLIMATE (EALÁT)

Prosjektansvarlig institusjon: Sámi allaskuvla – Samisk høgskole
Prosjektleder: Ole-Henrik Magga/Svein D. Mathiesen
Totalbudsjett: 9 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 3
Postdoktorstipendiater: 2
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 207
Oppslag i massemedier: 93
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 14
Publiserte bøker: 24
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 24
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 61
Hjemmeside: <http://www.ealat.org/>

EALÁT er et samisk ord som betyr «noe å leve av» (særlig for rein), eller «nok beite». EALÁT er beslektet med ordet callu (flokk), og begge er avledet fra ordet eallin (liv). Beitet er grunnlaget for reinflokkene, og reinflokkene er livsgrunnlaget for reindriftsfolk over hele det sirkumpolare nord. EALÁT er også det navnet man har gitt det internasjonale Polarårsprosjektet som er initiert av Verdensforbundet for Reindriftsfolk (WRH).

Reindrift – en modell for bærekraftig forvaltning

Reindrift er en urgammel næring som gir utkomme til mer enn 20 forskjellige urfolk over hele Eurasia, og omfatter nærmere 100 000 reindriftsutøvere og cirka 2,5 millioner reinsdyr. Denne næringen representerer en modell for bærekraftig bruk og forvaltning av nordlige landbaserte økosystemer, en modell basert på erfaring akkumulert over generasjoner, og som er bevart, utviklet og tilpasset klimatiske, politiske og økonomiske systemer som kjennetegner nordområdene.

Reindriften kan beskrives som et økosystem der mennesker og rein er koblet tett sammen og har utviklet seg til å bli tilpasningsdyktig og robust. En sentral overlevelsesstrategi for reindriftsfolkene har alltid vært kunnskapen om hvordan man kan klare seg når biologiske, sosiale og politiske forhold rundt dem endres.

Målet med prosjektet

I dag bidrar klimaendringer og virkningene av globalisering til å akselerere takten på endringene i reindriftssamfunnene. EALÁT ville undersøke hva disse nye utfordringene medfører for reindriftsutøvere og samfunnene deres, og hvordan de best kan tilpasse seg, utvikle seg og blomstre slik at en robust reindrift vil bestå for framtidige generasjoner. I et tverrfaglig og flerkulturelt studie omfattet prosjektet tre komponenter: EALÁT forskning, EALÁT informasjon og EALÁT formidling og utdanning.

EALÁT forskning

EALÁT forskning fokuserte på reindrift i Finnmark i Nord-Norge og Yamal Nenets Autonome Okrug (YNAO) i Nordvest-Sibir. Finnmark er det største samiske reindriftsområdet (ca. 160 000 rein og ca. 1500 reindriftsutøvere), mens YNAO er hjemstavn for verdens største enkeltstående reindriftsområde (ca. 600 000 rein og 14 000 nomader, hovedsakelig Nenetsere).

Reindriftsutøverne på Yamal-halvøya forflytter seg

opp til 1200 km årlig mellom vinter- og sommerbeiter, hvor familiene følger reinflokkene kontinuerlig. Samiske reindriftsutøvere i Finnmark kan forflytte seg opp til 350 km mellom sesongbeiter. Reindrift i Norge er sterkt avhengig av motorisert støtte, i motsetning til reindrift i YNAO.

For å studere klimaet ble det brukt historiske data fra utvalgte værstasjoner over store områder av Eurasia, og den fremtidig klimautvikling ble beskrevet ved nedskalering av resultat fra globale klimamodeller.

Nye temperaturscenarier indikerer at vintertemperaturer (des–jan–feb) i Finnmark og YNAO i løpet av de neste 100 årene kan stige med 6 til 7°C. Videre indikerer disse scenarioene at i 2070–2100 kan vintertemperaturene i YNAO være lik nåtidens vintertemperatur i Karasjok. På samme måte kan vintertemperaturen i Karasjok mot slutten av dette hundreåret ligne på vintertemperaturen i Alta i dag.

Nedbør- og snøscenarier for Finnmark indikerer at årlig nedbør over de neste 100 år kan øke med 5 til 30%, snøsesongen kan bli 1 til 3 måneder kortere, og årlig maksimal snødybde kan minske med 5 til 60%.

Reindriftsutøvere har erfart at temperatur- og nedbørsforhold alene ikke er avgjørende for reinens beiteforhold, men at diverse kombinasjoner av disse klimavariablene fører til forskjellige snøstrukturer som gjør beitene mer eller mindre tilgjengelige for reinen. For å undersøke dette nærmere, ble en sveitsisk snømodell brukt til å beregne struktur og tetthet i forskjellige snølag. De foreløpige resultatene er lovende, ettersom modellen gjenspeiler reindriftsutøvernes erfaringer fra de siste vintrene.

Olje- og gassvirksomheten påvirker beitemulighetene

YNAO-området har omtrent 90% av Russlands og 20% av verdens gassforekomster. Industriutvikling har begynt å komme i konflikt med større reindriftsområder, ettersom Den russiske føderasjons fremtidige velferd er nært knyttet til utviklingen av nye gassfelt, som Bovanenkovo på Yamal-halvøya.

LANDSAT-scener mellom 1972 og 2010, kombinert med reindriftsutøveres observasjoner av endringer over de siste 30 årene, viser stort omfang av utvikling av olje- og gassrelatert infrastruktur over beiteområder og trekkruer for rein. Siden reindriftsutøvere kan forflytte seg gjennom disse områdene, har de vært villige til å akseptere utviklingen så langt. Men om utviklin-



Samisk reineier og EALÁT-partner Karen Anne Logje Gaup på jobb. Foto: Svein D. Mathiesen

gen blir mer massiv, kan flyttveger bli blokkert og/eller innskrenket, og dermed true næringens overlevelses- evne. I Finnmark finnes olje- og gassressurser offshore, men de genererer direkte og indirekte virkninger på land som påvirker beiteområder, særlig på kysten og ved kalvingsområdene. Fortsatt stykkevis utvikling (veier, hytter, osv.) vil vesentlig redusere beiteområder ved kysten, selv uten ytterligere petroleumsutvikling.

Sammenholdt med omfattende petroleumsutvikling, kan ytterligere 21 000 km² med beitemark blir forringet i Finnmark. Innen 2050 kan opp til 80 % av beitelandet langs kysten av Nord-Norge være sterkt endret av utvikling, med store utslag for reindrifta. Fortsatt tap av beiteområder vil innskrenke reindriftp praksis og gjøre næringen mindre i stand til å håndtere andre utfordringer, som klimaendringer.

Å sikre langsiktig bærekraft og overlevelse for reindrifta vil kreve å identifisere alternative beiteområder, gjenoppbygge nåværende beiteland, eller utvikle skadebegrensningsplaner for å redusere utslagene av nåværende og nye aktiviteter. Metoder for konsekvensanalyse må forbedres og inkludere reindrifutøveres kunnskap om tradisjonell bruk av landområdene.

Kobling av tradisjonell og vitenskapelig kunnskap

Reindrifutøvers tilpasningsevne er en integrert del av praksis og bygger på samarbeid mellom reindrifutø-

utøvere. I EALÁT har vi forsøkt å forstå mer om tilpasningsstrategier ved å sammenligne tradisjonell kunnskap med moderne vitenskapelig kunnskap, med fokus på vinterforholdene. Vi har intervjuet over 60 eldre reindrifutøvere i Finnmark på nordsamisk om snø og snøens rolle i reindrift. Vi har også utviklet et siida-basert (siida: samisk reindrifsenhet) system for å overvåke snø og beiteforhold der vær, snøforhold og flokkatferd ble registrert daglig i 3 år. Disse data er så sammenlignet med meteorologiske data.

Dette er et første skritt for å oppnå bedre innsikt i effekten av temperatur og vind på lokale snøforhold og dermed beiteforholdene. På nordsamisk har vi dokumentert over 300 substantiv som betegner ulike typer snø og snøforhold, et faktum som «snakker sitt tydelige språk» om et omfang og en dybde av kunnskap om snø, som hittil ikke har vært kartlagt.

Gjeninnføring av kastrater?

Reindrifutøvere har tradisjonelt opprettholdt et høyt fenotypisk mangfold i flokkene. Det samiske begrepet for en «vakker» reinflokk (áppa eallu) inkluderer nett-opp forståelsen av mangfold, hvilket står i et motsetningsforhold til landbrukets monokulturer.

Dette mangfoldet i flokkstrukturen reflekterer en strategi som tar sikte på å redusere sårbarhet overfor konsekvensene av ugunstige og uforutsigelige vilkår. På denne måten har «uproduktive» dyr spesielle roller,



EALÁT Information workshop med reingjetere fra Sapmi, Nenets and Khanty. Workshopen ble avholdt i Khralova, på Yamal-halvøya i Russland. Foto: Svein D. Mathiesen

som bidrar til produktiviteten til en flokk som helhet. For eksempel omfattet reinflokker i Finnmark på 1960-tallet (som flokker i dag i YNAO) typisk opp til 50% voksne oksereine, hvorav mange var kastrerte. I dag har reinflokker i Finnmark ca. 10% okser, på grunn av vektlegging av kjøttproduksjon og subsidiesystemet.

Kastrater har mange funksjoner: De kommer ikke i brunst, er roligere og tyngre, og de er, tror vi, bedre til å grave i snøen om vinteren. På grunn av klimaendringer, kan tilgang til beiteplantene for simler og kalver bli vanskeligere på grunn av is og harde snølag. Vi har foreslått at gjeninnføring av kastrater kunne være en strategi for bedre vinteroverlevelse og velferd både for individuelle dyr og for hele flokken, men denne forskningen er foreløpig på et innledende stadium.

Den samiske kastrasjonsmetoden «gaskit» ble tradisjonelt utført med tennene, uten bedøvelse. Dyr kastrert med «gaskit»-metoden later til å ha en annen atferd enn de som er kastrert med den moderne metoden med burdizzo-tang. Videre har vi i pilotforsøk, ved å kombinere tradisjonell kunnskap og ny teknologi, kunnet kastrere reinokser etter immunisering med en anti-GnRH-vaksine.

Betydningen av klimaendringer

I følge reindrifutøverne, kan reinens atferdsmønstre også forstås i lys av sykluser – på grunnlag av årets variasjoner, månens omløp og døgnets sykluser.

Næringsopptak, rom for bevegelse, hvile og ly er grunnleggende elementer. Disse danner forutsetningene for vekst, fysisk tilstand, brunst og kalving. Selv om vi kan anta at klimaendringer vil påvirke reinsdyrkalvenes vekst, har vår forskning vist at gjennomsnittlig omgivelsestemperatur under dretthetsvinteren kun var én av seks abiotiske miljøvariable som kunne forbindes med en klimadrevet trend i kalvevekst. Det virker sannsynlig at varmere vintre, som spås for området, vil fremme reinsdyrkalvenes vekst om sommeren.

Klimaendringer vil trolig eksponere reinlaven for mer UV-B stråling, og derved redusere lavens smak og fordøyelighet. Vi har studert samspillet mellom lavsyren usninsyre (et antinæringsstoff i lav) og mikrofloraen i reinsdyrvomma for bedre å forstå reinens tilpasningsevne og velferd, og vi har funnet en ny bakterie (eubacterium rangiferina) i reinsdyrvomma som har utviklet mekanismer for å håndtere den antibiotiske usninsyren. Usninsyre kan potensielt hemme metanproduksjon i vomma, og derved redusere dyrets energitap og begrense virkningene av klimagassutslipp.

Styringen av reindriften og verdikjeden

Rammeverket for styring av reindriften på det regionale, nasjonale og internasjonale plan har store konsekvenser for selve driften. Institusjonelle forhold, der reindrifutøvernes tradisjonelle kunnskap og organisasjon begrenses, utgjør en vesentlig utfordring for



Reingjeting i Nenets er livslang læring. Rita Serotetto fra Brigade 8 i Yarsalinsky reinerforening på Yamal-halvøya i Russland. Foto: Ellen Inga Turi



De samiske reinerne Nils Petter Utsi og Ole Isak Eira. Foto: Philip Burgess

reindrifutøvernes iboende tilpasningsdyktighet. Avgjørende strategier er å modifisere politiske insitamerter eller drivkrefter som motvirker tradisjonelt flokkmangfold og organisering, å fjerne faktorer som hindrer tilgang til beiter, og å forbedre det økonomiske grunnlaget for reindrift ved å gjenetablere tilgang og eierskap til viktige aktiviteter i verdikjeden.

Vi argumenterer for at det nåværende tap av de mest lønnsomme deler av verdikjeden for reinsdyrkjøtt (slakt og markedsføring) hemmer reindrifutøveres evne til å hankses med endring. Kostnadene som følge av klimaendringene i reindriften kan best møtes ved å gi reindrifutøvere tilgang til den lønnsomme del av markedet.

EALÁT informasjon

EALÁT informasjon avholdt stedsbaserte arbeidsseminarer i lokalsamfunn i tundra- og taiga-reindrifregioner, med fokus på klimaendringer, tradisjonell kunnskap og tap av beiteland. Så langt er det blitt holdt 18 slike arbeidsseminarer i Norge, Sverige, Finland og Russland.

Disse arbeidsseminarene har utgjort en arena der vitenskapelig og tradisjonell kunnskap har kunnet møtes, hvilket har gjort det mulig å få til en dialog og utveksling av forståelse mellom reindrifutøvere og forskere. Lokale myndigheter ble også inkludert, og forvaltning ble dermed innlemmet som en tredje

dimensjon. I denne prosessen har deltakerne oppnådd økt innsikt, forståelse og perspektiver. Reindrifutøvers deltakelse har vært prioritert.

Når det gjelder beiteområder, lokalt klima og topografiske forhold, er det et stort mangfold mellom de besøkte reindrifområdene, hvilket indikerer at den opprinnelige tilpasningsevnen til reindriften som system er sterk. EALÁT anser tilpasning til klimaendringer som noe som skjer på lokalt plan, der reindrifutøvere selv involveres i å definere risikoer og mulige tilpasningsstrategier sammen med forskere i en samproduksjon av ny kunnskap.

Et sentralt aspekt ved EALÁT-konseptet er lokal kapasitetsbygging. Med dette mål for øyet, er det etablert tre lokale informasjonssentre for reindrift i Sakha (Yakutia) Republikken i Øst-Sibir. Etter EALÁT arbeidsseminarene ble et boligbyggeprogram for reindriffolk i Sakha satt i gang, og i landsbyen Khatystyr i Øst-Sibir ble en gate oppkalt etter EALÁT! Alle arbeidsseminarene ga uttrykk for viktigheten av privat eierskap til individuelle reinsdyr (som ikke er normen i Russland) som nødvendig for å styrke tilpasningsdyktigheten og motivasjonen.

EALÁT formidling og utdanning

ReindeerPortal (www.reindeerportal.org), EALÁTs hjemmeside (www.ealat.org) og ReindeerBlog (www.reindeerblog.org) ble skapt for å forenkle formidling

og informasjon om reindrift generelt og i forhold til EALÁT-prosjektet spesielt. Disse nettstedene kombinerer egenprodusert innhold, bilder, kart, video og sosiale nettverksbyggingsverktøy på engelsk, samisk og russisk. Totalt er trafikken nå på over 100 000 besøkende, fra 161 land som har gjestet over 250 000 sider. Partnerskap for webproduksjon er blitt etablert med lokalsamfunn i Yamal, Sakha (Yakutia) Republikken og i Finland, og opplæringsøkter i multimedieproduksjon og webproduksjon er blitt avholdt.

I samarbeid med Samisk høyskole er det skapt et studium innen reindrift med den engelske tittelen «Learning by Herding», der 55 studenter fra reindrifutøversamfunn har deltatt i løpet av de siste 4 årene. Ledende natur- og samfunnsvitere har forelest side om side med eldre samiske reindrifutøvere.

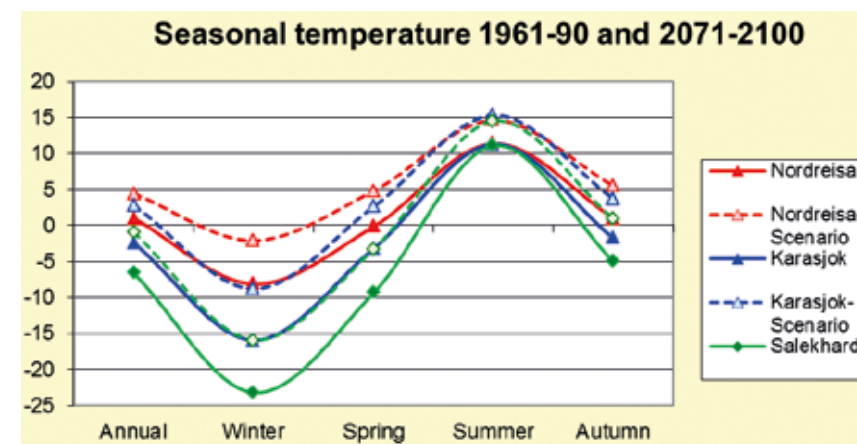
Skreddersydde nettbaserte utdanningsprogrammer er også blitt utviklet (SAJO), og erfaring herfra brukes bredt ved Samisk høyskole. Erfaringen så langt viser at det er mulig å gjennomføre en yrkesfaglig utdanningsmodell tilpasset reindrifutøvernes behov på en måte som gjør det mulig å formidle tradisjonell kunnskap og vitenskap «hånd-i-hånd». For tiden deltar 41 reindrifutøvere i nettundervisning som er utviklet av en doktogradsstudent i EALÁT-programmet, som ble tildelt en pris for beste nettlærer i Norge i 2010. Nettstudiet «Adaptation to Globalization in the Arctic:

The Case of Reindeer Husbandry» ble også utviklet og igangsatt i januar 2011, med over 35 studenter fra Russland, Norge, Finland, Sverige, USA, Canada og Mongolia. Dette er et Masterstudium innen det tematiske nettverksprogram i University of the Arctic og er en oppfølger til ACIA kapittel 17 (Arctic Climate Impact Assessment). EALÁT har også organisert to kurs for mer enn 25 lærere i videregående skole fra hele Norge.

Veien videre

EALÁT forskning nærmer seg slutten, men nettverk som er blitt igangsatt vil fortsette takket være den nye etableringen av University of the Arctic Institute for Circumpolar Reindeer Husbandry (UARctic EALÁT Institute) som en arv fra det Internasjonale polaråret 2007–2008. Instituttet skal være et verktøy for å rekruttere urfolksungdom til vitenskapelig arbeid ved å fortsette arbeidet til IPY EALÁT.

*) Medforfattere: R. Benestad, M.P. Bongo, P. Burgess, R.G. Corell, A. Degteva, V. Etylen, I.M.G. Eira, R.B.M. Eira, O.I. Eira, I.N.I. Eira, E. Førland, C. Jaedecke, I. Hanssen-Bauer, D.V. Schuler, D. Hendrichsen, D. Griffiths, J. Gebenlein, E. C. H. Keskitalo, V. Kryashkov, A.M. Magga, N. Maynard, L. Moe, C. Nellemann, E. R.Nergård, H. Omma, N. Oskal, Ø. Ravna, M. Pogodaev, K. E. Præsteng, E. Reinert, M. A. Sundset, E.I. Turi, J.M. Turi, M.N. Sara, N. Tyler, og I. I. Vistnes.



FIGUR 1: Årlig gjennomsnittstemperatur etter årstid. Kyststrøkene i Finnmark, Norge (Nordreisa, rød), innlandet i Finnmark, Norge (Karasjok, blå) og Yamal Nenets AO, (Russland, Salekhard, grønn). Heltrukne linjer viser observerte reultater fra 1961–1990. Stiplede linjer viser et tenkt scenario fra 2071–2100.



Samisk reindeer, lingvist og doktogradsstudent i EALÁT Inger Marie Gaup Eira vurderer snøkvaliteten. Foto: Philip Burgess

Oljevirkksomheten i Nordvest-Russland og urfolks levevilkår

Av Winfried K. Dallmann

Foto: Oyvind Ravna



MONITORING OF DEVELOPMENT IN TRADITIONAL INDIGENOUS LANDS OF THE NENETS AUTONOMOUS OKRUG, NORTHWESTERN RUSSIA (MODIL-NAO)

Prosjektansvarlig institusjon: Norsk Polarinstitutt (NP)
Partnerinstitusjoner: Norsk Polarinstitutt og Jasavej (Nenetsernes Forening)
Prosjektleder: Winfried Dallmann
Totalbudsjett: 1,2 mill. kroner
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 1
Oppslag i massemedier: 5
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 3
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 3
Hjemmeside: <http://npolar.no/ipy-hehets/>

Nenets autonome område (NAO) i Nordvest-Russland opplever alvorlige miljøpåvirkninger gjennom olje- og gassvirksomhet. Tundra og reinbeite ødelegges eller forurenses i stor skala. Urfolkens tradisjonelle næringer og kulturelle overlevelse er truet. Gjennom prosjektet er det blitt kartlagt data, og gjort funn som er viktig i framtidig dialog mellom partene.

Av en total befolkning på 42 000 i Nenets utgjør urbefolkningen ca. 8000 nenetsere og 3000 Izjma-Komi. Mange av disse lever direkte eller indirekte av reindrift, fiske og jakt. Tidligere utgjorde reinbeite nesten hele territoriet (Figur 1).

Sterkt påvirket av store olje- og gassfunn

Den senere tid er store landarealer blitt forringet ved oljepropektering og –produksjon eller er blitt vanskelig tilgjengelig på grunn av kryssende rørledninger (Figur 1). Innsjøer og elver forurenses i økende grad. Timan-Pechora oljeprovinsen i NAO og nordre del av Komirepublikken er en av de største utviklingsområder for oljevirkksomhet i de russiske nordområdene. Nærmest 100 olje- og gassfelt er oppdaget bare i NAO. Omtrent 25 forskjellige oljeselskap har lisenser til utvinning av ressursene. Et årlig volum på over 18,7 millioner tonn råolje utvinnes (NAO, 2009), av en total russisk oljeproduksjon på 580 millioner tonn (2007).

Det å bli eksponert for en industriell utvikling i denne størrelsesorden fører selvsagt til miljømessige påvirkninger med betydning for de tradisjonelle næringene. Dessuten finnes det et innviklet system av rettigheter til land og vann som, sammen med et mangfold av spesifikke sosiale faktorer, skaper et komplisert sosio-økonomisk landskap for urfolk. Analyser er ofte vanskelig på grunn av det faktum at så enkle data som arealfordelingen av påvirkede områder er ukjent. I tillegg er det begrenset med kartdata med miljøinformasjon i Russland tilgjengelig for offentligheten.

Prosjektdesign

På denne bakgrunnen ble prosjektet MODIL-NAO planlagt og gjennomført under Det internasjonale Polaråret (IPY) i perioden 2007–2009. Prosjektet var et samarbeid mellom Norsk Polarinstitutt og nenetsernes forening Jasavej og med deltakelse av fagfolk innen antropologiske og juridiske områder.

Til forskjell fra de fleste av Polarårets prosjekter, var MODIL-NAO ikke med i et 'cluster'. Det ble gjort slik fordi prosjektet var blitt utviklet i lengre tid, basert på

et tillitsforhold mellom hovedaktørene. I et prosjekt hvor urfolksrepresentanter spiller en viktig rolle anses høy grad av tillit som vesentlig. Dersom prosjektansvarret hadde blitt overført til et høyere nivå og prosjektet ble for stort, kunne dette forholdet bli skadelidende. Det ble imidlertid avtalt datautveksling med to andre IPY-prosjekter, GAPS og EALÁT, som har overlappende interesser.

GIS database

MODIL-NAO prøvde å samle inn nye data om arealbruk i NAO og tilrettelegge dem i en form som kan anvendes i offentlig debatt. Hovedmålet var å gi urfolk i NAO et verktøy, en GIS kartdatabase, til å fremme sine interesser. Databasen er offentlig tilgjengelig på Internett (fra MODIL-NAO nettsiden: <http://npolar.no/ipy-nenets/>), er interaktiv, og presenterer tradisjonelle og industrielle aktiviteter i NAO i et Google-Earth-kompatibelt format.

Rettigheter til vedlikehold og utbygging av databasen holdes av nenetsernes forening Jasavej og Norsk Polarinstitutt, som står for teknisk vedlikehold og hjelper med å legge ut nye data etter Jasavejs ønske. Figur 2 viser et eksempel for kartdata fra databasen omkring oljeterminalen Varandej.

Intervjuer, kartlegging og analyse

For å kunne utrede hvilken påvirkning den moderne utviklingen har på urfolks tradisjonelle levesett, ble det gjennomført en spørreundersøkelse blant tradisjonelle arealbrukere, hovedsakelig reindriftsfolk. Reingjetere og andre landsbyboere fra seks utvalgte områder i NAO ble spurt om forskjellige aspekter av sitt liv, sine tradisjonelle næringer, sin sosio-økonomiske situasjon og tilstanden til deres naturlige miljø.

Informasjon om arealbruk ble tegnet inn på kart. Folk ble for det meste intervjuet av prosjektmedarbeidere fra samme landsby som ble trenet i denne oppgaven på seminarer i områdets hovedstad, Narjan-Mar. De seks undersøkte områdene representerer områder med manglende, moderate og sterk påvirkning gjennom oljevirkksomhet. Satellittbilder fra GoogleEarth (<http://earth.google.com>) ble brukt til å kartlegge synlige, fysiske skader i tundraen.

En juridisk analyse sammenfatter føderal og regional lovgivning om arealbruk og undersøker gjeldende lisensavtaler med hensyn til juridiske forpliktelser. Sammen med offentlig tilgjengelig informasjon ble



Reindrift er den opprinnelige tradisjonelle næringen i Nenetsområdet. Foto: Jasavej, september 2002



Seminar for intervjuere fra diverse landsbyer, Narjan-Mar, september 2007. Foto: Winfried Dallmann



Nettverk av kryssende kjørespor etter kjøring på opptint tundra i Varandey-området. Denne aktiviteten forårsaker betydelig skade på tundraens jordsmonn og vegetasjon, og er illegal i Russland. Foto: Jasavej, september 2002

disse dataene brukt til å utrede flere aspekter for situasjonen for urfolk i NAO. Datagrunnlaget og utredningen er publisert i en omfattende rapport.

Utfordringer i prosjektgjennomføringen

Spesielle utfordringer som ble møtt i prosjektet hadde sin årsak i selve prosjektets natur: (1) samarbeid mellom vitenskapelige fagpersoner og urfolk, og (2) arbeid med politisk sensitive saker i Russland.

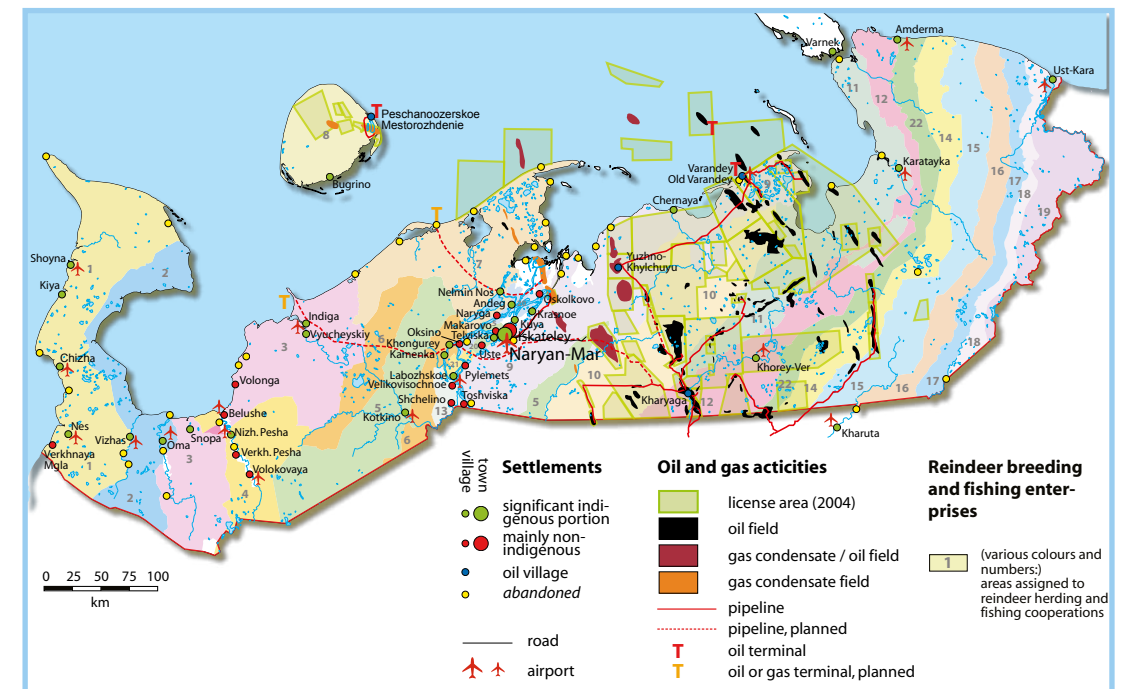
Et åpent nettverk mellom hovedaktørene eksisterte allerede før prosjektet startet opp. Det var uten tvil en fordel og det sparte tid at det allerede var etablert et tillitsforhold mellom forskere og urfolksrepresentanter. Den lokale befolkningen kunne stole på at forskerne ikke bare forfølger sitt vitenskapelige program, men at deres hovedmotivasjon er å bistå urfolk med å møte deres kunnskapsbehov. Tilsvarende hadde også urfolksrepresentantene bedre forutsetninger for å forstå at korrekte vitenskapelige metoder må anvendes og at forskerne har et behov for å publisere sine resultater. Vi tror at MODIL-NAO var vellykket når det gjelder å bygge en allianse mellom vitenskapelige fagpersoner og urfolks representanter – og at prosjektet ga erfaringer som kan være nyttig for fremtidige prosjekter.

Den andre utfordringen var det planlagte samarbeidet med de regionale myndighetene i NAO, som ble vanskeliggjort på grunn av den hyppige utskiftingen av den politiske ledelsen med varierende interesse i prosjektet. Selv om forståelse og samarbeid med noen regionale departementer – særlig de som står for urfolksspørsmål og reindrift – var bra, var det ikke mulig å få informasjon om oljevirkosomhet fra offisielt hold. Bortsett fra dette fantes ingen politiske hindringer for at prosjektet kunne gjennomføres som planlagt.

Urfolk har liten innflytelse

Foruten etablering av GIS-databasen, resulterte prosjektet i en rekke generelle funn, hvorav de følgende anses som de viktigste:

- Det er andre vansker enn forringelse og reduksjon av beite som påvirker reindriftenheter: sosiale faktorer som dårlig ledelse, tap av prestisje i reindrifta som et levebrød, tap av tradisjonell kunnskap, en betydelig endring av verdier i nenetsernes samfunn, sosial apati, arbeidsledighet, og, i forbindelse med sistnevnte, misbruk av alkohol.



FIGUR 1: Oversiktskart som viser infrastruktur, tradisjonell og moderne arealbruk i Nenets autonome område.



Nomadefolket på veg nordover. Foto: Øyvind Ravna

- Lokalbefolkningen klager hyppig på oljeselskapene som hovedansvarlig for forurensning av beite, ulovlig avfallshåndtering, forurensning av vannressurser, reduksjon av fiskebestander, kryptskyting ved oljearbeidere og andre, samt angrep av løshunder på tamrein.
- I områder hvor det forventes fremtidige oljevirkosomhet, er folk reddet for de negative virkningene på tradisjonell arealbruk. I områder hvor oljevirkosomhet har vært en realitet i en periode, legger folk merke til dens negative innflytelse, men samtidig ser de en forbedring av den økonomiske situasjonen og sosial sikkerhet som følge av oljeselskapenes investeringer.
- Tradisjonelle landbrukere har liten eller ingen innflytelse over det meste av utviklingen av olje- og gassinntallasjoner, bortsett fra å gi mindre tekniske anbefalinger.
- Det høye forbruket av tradisjonell mat blant urfolk peker mot en høy grad av sårbarhet ved reduserte eller eliminerte tradisjonelle matkilder. Permanent utskifting av tradisjonell med kommersiell mat vil sterkt påvirke personlig helse og generelt velvære for urfolk.
- Miljøforskningene er ikke tilfredsstillende, fordi det ikke finnes effektive kontrollmekanismer. Det

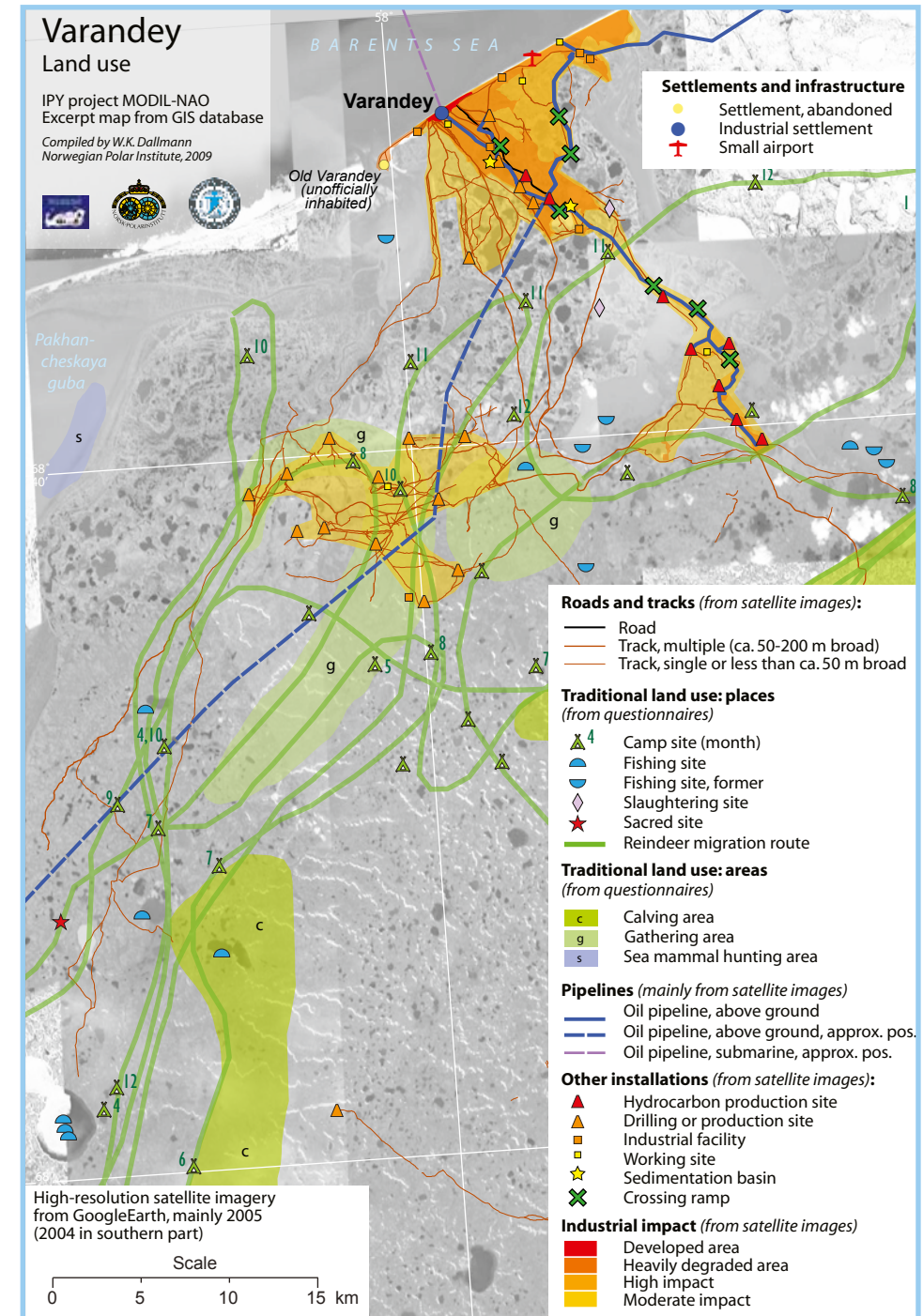
er alvorlig mangel på kontroll over bruk og misbruk av miljøet. Selskapene kan nokså fritt bruke ulovlig beltebiler på sommerbeite, forurense innsjøer og elver, osv.

- Bare få selskaper oppfyller sine rettslige forpliktelser overfor urfolk. De siste års trend viser at slike forpliktelser ikke lenger er inkludert i lisensavtaler.

Framtidsutsikter

Gjennom publiseringen av en interaktiv GIS-database på Internett, har prosjektet en sterk formidlende komponent. MODIL-NAO databasen er den første GIS database av denne typen, som fullt ut bruker de nyeste GoogleEarth applikasjonene med henblikk på offentlige diskusjoner om arealbruksspørsmål. Tekniske oppgraderinger av applikasjonene skal utføres på en årlig basis.

Den opprinnelige prosjektideen var å observere utviklingen gjennom en rekke år, og å utvide det undersøkte området til å omfatte hele NAO. Yasavey har planer om å gjøre dette, forutsatt at de finner økonomisk støtte til formålet. Et av målene til MODIL-NAO-prosjektet var at prosjektet skal kunne tjene som et pilotprosjekt for lignende, framtidige prosjekter i andre deler av de russiske nordområdene, eller på et internasjonalt nivå.



FIGUR 2: Detaljkart av området i nærheten av oljeterminalen Varandey, utdrag fra MODIL-NAO databasen, lagt over et satellittbilde fra GoogleEarth. Kartet viser et eksempel for detaljerte data fra prosjektets database som finnes på Internett. Oljeinstallasjoner, klassifisering av fysiske skader på tundraen (begge basert på satellittbildetolkning) og urfolks arealbruk (fra spørreundersøkelsen) er vist. Selv om påvirkede områder fortsatt brukes av reingjeterne, er den høye andelen av forlatte fiskeplasser i nærheten av oljeinstallasjonene oppsiktsvekkende.

Forskning og formidling om klimaforandringer og tilpasningsstrategier

Av Eiliv Larsen og Gudmund Løve



Foto: Kairine Husum

ARCTIC NATURAL CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGES AND HUMAN ADAPTATION: FROM SCIENCE TO PUBLIC AWARENESS (SCIENCEPUB)

Prosjektansvarlig institusjon: Norges geologiske undersøkelse (NGU)

Prosjektleder: Eiliv Larsen

Totalbudsjett: 20 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 2

Postdoktorstipendiater: 3

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 81

Oppslag i massemedier: 128

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 21

Publiserte bøker: 1

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 91

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 37

Hjemmeside: <http://www.ngu.no/sciencepub>

SciencePub har vært et bredt anlagt forsknings- og formidlingsprosjekt. Prosjektet satte seg høye mål for forskning, formidling og utdanning på tvers av fagdisipliner og institusjoner. Ambisjonen om at forskning og formidling skulle være likeverdige, integrerte deler med både egne og felles mål i prosjektet, var både nyskapende og utfordrende. I dag, ved prosjektslutt, nikker vi samstemmig. Vi har lyktes. Vi mener at vi bedre har kunnet bidra til en varig kunnskapsarv ved at forskning og formidling ble likeverdige og sammenvevde deler av prosjektet fra første dag.

Det antas i dag at framtidige klimaendringer først kommer til å merkes i arktiske områder. SciencePub har kartlagt naturlige klimavariasjoner gjennom siste istid og grundig gransket hvordan pionerbosetningen i Finnmark tilpasset seg de voldsomme endringene som fulgte.

I dette prosjektet har vi arbeidet for å forstå mer om framtida ved å lære om hendelser fra fortida.

Prosjektdesign

Prosjektet ble organisert som et feltbasert forsknings- og formidlingskonsortium med deltakere fra 10 norske institusjoner. I tillegg var det utstrakt samarbeid med utenlandske, spesielt russiske, kolleger.

Vi har organisert 17 landekspedisjoner og marine tokt. Disse har gått til Nordvest-Russland, Finnmark, Svalbard og til flere områder av Barentshavet og de nordlige delene av Norskehavet.

I prosjektet har vi brukt geologiske metoder for å studere tidligere tiders naturlige klimavariasjoner. Vi har sammenholdt disse med arkeologiske undersøkelser for å finne ut hvordan fortidas mennesker tilpasset seg disse endringene. Vi har utdannet kandidater i geologi, arkeologi og medievitenskap, og samtidig drevet betydelig utadrettet virksomhet i form av formidling av forskningsresultater og beskrivelser av ulike trinn i forskningsprosessene. Og vi har studert forskeres og journalisters holdninger i klimaspørsmål.

Formidlere og forskere har samarbeidet på tvers av fag-, disiplin- og kulturgrenser. Svært mye arbeid er utført i små tverrfaglige grupper i felt, i laboratorier eller ved arbeid med utstillingsaktiviteter. Alt dette har hatt både geologiske, arkeologiske og formidlingsfaglige siktemål. Samtidig med at det ble samlet inn data om tidligere tiders klima og mennesker, arbeidet formidlerne med utdanning av mediekandidater og utstillinger i tillegg til å rapportere fra pågående feltarbeid eller popularisering av forskningsresultater.

Utfordringer underveis

Fra starten av prosjektet var hovedutfordringen å få alle de svært ulike grupper av deltakere til å fungere sammen slik at det ble en synergieffekt ut av det hele. Nøkkelen var å sørge for at alle deltakere har hatt likt eierskap til prosjektets innhold og resultater.

Det ble vellykket fordi alle fagkategoriene var med fra starten, helt fra den dagen vi begynte å diskutere om vi i det hele tatt skulle søke om et IPY-prosjekt. Alle partnerne har vært med å legge premissene for innhold og mål. Dette bidro også til å tydeliggjøre prosjektets ulike elementer for alle deltakere, noe som var nødvendig for at det tverrfaglige potensialet skulle bli utnyttet. På mange måter kan en si at SciencePub har vært en god skole i prosjektsamarbeid.

Funn – fra istid til nåtid

Metodene for å rekonstruere tidligere tiders havklima har blitt betydelig forbedret. Mikrofossilundersøkelser dekker flere moderne klimasituasjoner enn tidligere. Dermed har vi forbedret grunnlaget for å forstå fortidas klima, selv om det fremdeles er vanskelig å rekonstruere havtemperaturer på under ca. +2°C.

Vi har vist at ikke bare overflatevann, men også dypere vannmasser, kan varmes opp svært hurtig. Undersøkelser fra kontinentalmarginen vest for Svalbard, Barentshavet og fjorder i Nord-Norge viser raske og kraftige temperaturendringer de siste 2000 årene. Det er også vist at fjordene i Nord-Norge gikk fra fullt istidsklima til dagens temperaturer i løpet av bare 200 år. Det vil si at havsirkulasjonen raskt etablerte mellomistidsforhold. (Figur 1)

For å forstå klimaets naturlige grensebetingelser, er det gjort et betydelig arbeid med å rekonstruere hvordan isbreer har variert gjennom siste istid. Vi har konsentrert disse undersøkelsene til det nordlige Russland og det vestlige Svalbard.

Der er det godt med avsetninger fra denne perioden. Breene var i kontakt med havet og dermed potensielt viktig for havets sirkulasjon. Det er vist at siste istids maksimale isutbredelse var sterkt forsinket i øst sammenlignet med vestlige områder, og at isen smeltet betydelig tilbake i vest før den nådde sitt østlige maksimum. Kartleggingen har også vist at isen hadde noe større utbredelse i Russland enn tidligere antatt.

Både på Svalbard og i Russland var det et svært komplekst samspill mellom hurtigstrømmende is langs hoveddreneringsveier og mer langsomt strømmende is mellom. I tillegg viser det seg at tapping av de store inn-

sjøene, som isbreene demmet i Russland, både ga mindre vannvolum til havet og trakk mer ut i tid enn tidligere antatt. Alt dette betyr at bildet vi har av klimaeffekten av isbreenes samspill med havet må nyanseres. (Figur 2)

Samtidig med at isen smeltet tilbake, begynte menneskets innvandring. Etter omfattende rekognoseringer, utgravninger og analyser, har vi nå en mye mer detaljert innsikt i hvordan mennesker i pionertiden forholdt seg til isens tilbaketrekking, havnivåforandringer og temperaturforandringer.

I Øst-Finnmark er bosetningsmønster og teknologi studert i detalj. Vi ser nå at menneskene i området klarte å møte utfordringene som klimaforandringene i pionertiden bød på, uten å måtte forandre på den robuste teknologien, økonomien og samfunnsstrukturen som de hadde.

Undersøkelser i nordlige Russland viser at mennesker, overraskende nok for oss, levde tett på innlandsisen under siste istids maksimum fordi tilgangen på jaktbare ressurser der var god. Kanskje var det for dem, som for oss, oppvarming som var den store utfordringen?

Klimakunnskap og politikk

Vi har fått mye ny kunnskap om klimaforhold, men hvordan håndterer vi som forskere eller journalister våre profesjonelle og private roller i dette spørsmålet? Dette spurte vi oss også om i SciencePub, og resultatene gir grunn til ettertanke. Ved Høyskolen i Oslo ble normer og verdier hos journalister og forskere med

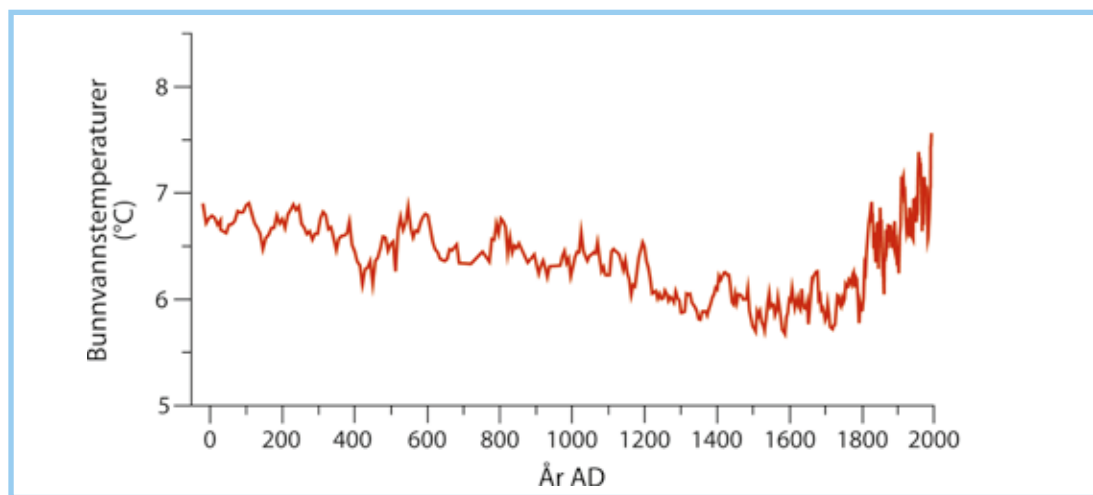
tilknytning til klimaproblematikk satt under lupen.

Undersøkelsen viser at journalister i stor grad etterstreber balanse i klimajournalistikken. Forskere ser på objektivitet som et absolutt krav, men tillater seg i større grad enn journalister å være politisk aktive. Det kan synes som forskere ikke mener dette påvirker deres objektivitet som yrkesutøvere. Journalister er opplært og trent i at deres yrkesutøvelse og journalistiske integritet blir vanskeliggjort av politisk engasjement, og er mer varsomme. Likevel er det enkelte tegn på at et mindretall av journalistene finner alvoret i klimakrisen såpass stort at de opplever den norske profesjonstrøyen som vel trang. Normene må kanskje revurderes, slik at engasjementet deres får et større spillerom.

Varig kunnskapsarv

All ny kunnskap som genereres og formidles, vitenskapelig og populært, bidrar til felles kunnskapsarv. Dette kan en se av vår lange liste av vitenskapelige og populære vitenskapelige artikler og foredrag, de mange medieoppslag, museumsutstilling, deltakelse på Forskningsdagene og hjemmeside, med blant annet blogging fra felt og tokt.

I regi av SciencePub er det utdannet journaliststudenter, bachelor-, hoved- og doktorgradstudenter i geologi, arkeologi og mediefag og unge forskere har hatt postdoktorgradsstipend. Disse studentene og forskerne har vært fordelt på seks norske institusjoner i tillegg til Stockholms Universitet og Herzen Universitet i St. Petersburg. Prosjektet har dermed gitt startgrunn-



FIGUR 1: Bunnvannstemperaturer i Malangsfjorden de siste 2000 år. Avkjølingen mot Lille istid, ca. 1300 – 1700 AD og oppvarming fram til i dag er svært markert. Fra Hald med medarbeidere (I trykk).



Fem geologer fra fire forskjellige land studerer sedimenter som ble avsatt for ca. 60.000 år siden i en bredemt sjø i Russland. Foto: Gudmund Løve

Geologer studerer oppbygging av en strandvoll på vestkysten av Svalbard. Undersøkelsene viser at havnivået stiger i dette området. Foto: Heidi T. Ryen

laget for flere unge polarforskere som vil prege sine fagfelt i mange år framover.

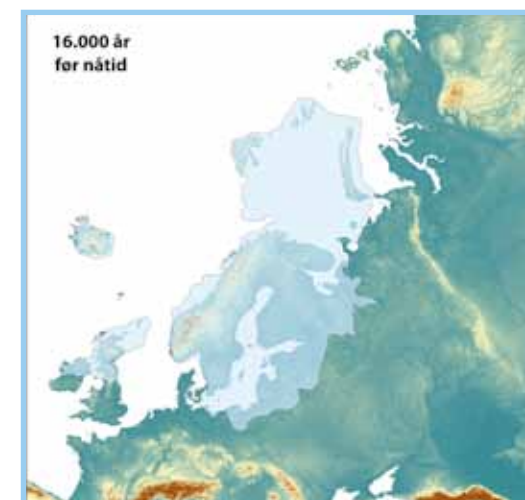
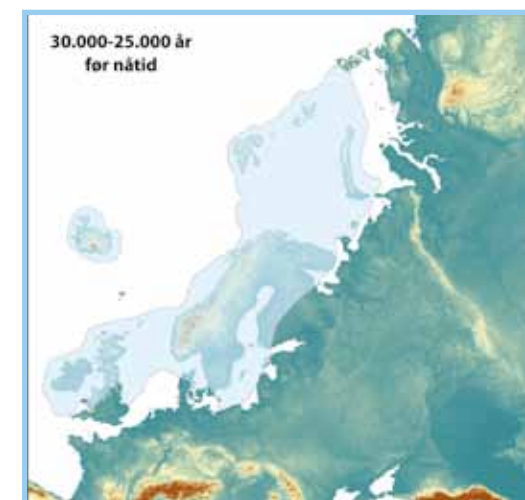
Journaliststudenter har fått innblikk i naturvitenskapelige og arkeologiske forskningsprosesser og metoder som de vil bære med seg i framtidige yrkeskarrierer.

Omfattende formidling

Forskerne har lært mye om formidling og vil ta denne arbeidsformen med seg inn i nye prosjekter. I samarbeid med Vitensenteret i Trondheim bygget vi opp et geologisk laboratorium som henvender seg til skoleungdom. Laboratoriet har vært brukt for ungdomsskoletrinnet i Trondheim og Bergen, og lever nå sitt eget liv ut over prosjektperioden på vei til henholdsvis Steinkjer, Tromsø og Longyearbyen.

I videregående skole har vi holdt en rekke foredrag for elever og naturfaglærere, vi har hatt lærere med på tokt, og vi har arrangert en nasjonal klimakonkurranse for elever hvor førstepremien, deltakelse på feltarbeid i Russland, gikk til to jenter fra Bergen. Sist, men ikke minst, er SciencePub involvert i prosjektet polarskolen.no, som skal tilrettelegge film- og bildemateriale samlet inn gjennom Det internasjonale polaråret for bruk i skolen.

Vi sa innledningsvis at SciencePub på mange måter har vært en skole i prosjektsamarbeid, og at hemmeligheten ganske enkelt er at alle følte et eierskap til prosjektet og resultatene. Vi mener selv at vi har gått mange steg framover innen både forskning og formidling, men aller mest når det gjelder samarbeid på tvers av de to områdene. Dette tar vi med oss videre.



FIGUR 2: Siste istids maksimum var ca. 10.000 år forsinket i østlige kontra vestlige deler av isdekket. Da isen endelig nådde sin maksimale posisjon i øst, hadde den for lengst begynt å smelte tilbake i vest. Fra Larsen med medarbeidere (2010).

Istidsforskning i Uralfjellene – om «uvanlige» breer og mammutjegere

Av John Inge Svendsen, Øystein Strand Lohne og Jan Mangerud

Foto: Øystein Lohne



THE ICE AGE DEVELOPMENT AND HUMAN SETTLEMENT IN NORTHERN EURASIA (ICEHUS II)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen (UiB), Institutt for Geovitenskap

Prosjektleder: John Inge Svendsen

Totalbudsjett: 8 mill. kroner

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 18

Oppslag i massemedier: 18

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 33

Publiserte bøker: 15

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 82

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 12

Hjemmeside: <http://www.gyllencreutz.se/ICEHUSII.html>

Uralfjellene har vært sammenhengende isfrie i over 50 000 år. Selv ikke under den kaldeste sluttfasen av istiden, med Svalbard og Skandinavia innkapslet i tykk breis, dannet det seg store breer i Ural. Analyse av sedimentborekjerner kan kaste lys over vegetasjonshistorien og dermed si noe om hvorfor breene oppførte seg annerledes i Ural enn lenger vest.

Overraskende kontraster i nord

Vår feltbaserte og tverrfaglige forskning i Russland (Figur 1) har vist markante kontraster mellom øst og vest i Europas nordområder når det gjelder klimautvikling, isbrefluktasjoner og bosetning. Mens Svalbard og Barentshavet under siste istids maksimum (ca. 20 000 år siden) var dekket av en 2000 m tykk isbrekappe, og breene i Jotunheimen hadde vokst til et sammenhengende isdekk som rakk helt ned til Nord-Tyskland, var breene i Polare Ural bare noe større enn de er i dag.

I en tidlig fase av siste istid, for 90 000 år siden, var det motsatt. Da bygget det seg opp en svær isbrekappe over Barents-Karahavet som strømmet videre langt innover Nord-Russland. De fremrykkende ismassene blokkerte på denne tiden de store elvene (Pechora, Ob, Jenissei) som i dag renner fritt ut i Polhavet. Foran ismassene dannet det seg kjempemessige bresjøer som hadde sine utløp mot sør, altså over de lave vannskillene til Aralsjøen, Kaspi- og Svartehavet.

Slettelandet i nord har imidlertid i lange perioder vært helt isfritt. Selv om det nok var et knusktørt klima i disse periodene var landskapet så frodig at flokker av hest, mammut og bison levde på de vidstrakte steppene helt nord til Barents- og Karahavet.

Langs foten av Uralfjellene har vi gravd fram stein-

redskaper og matrester (bein) fra mennesker som hadde krysset Polarsirkelen for mer enn 40 000 år siden, altså 30 000 år før de første steinaldermenneskene fulgte den smeltende brekanten til Norge (Figur 2). På boplassene fant vi rester etter blant annet reinsdyr, bjørn, ullhåret neshorn, bison og hest. Beinmengden viser imidlertid at det er ullhåret mammut som har vært det viktigste byttedyret. Hvem kunne disse mammutjegerne være og var det spor etter sporadiske besøk eller noe mer permanent bosetning?

Behov for å teste hypoteser

Resultatene er frembrakt gjennom forskningsprosjekter støttet av Norges forskningsråd siden 1993. De mange observasjoner som er gjort opp gjennom årene, og ikke minst tolkningene og rekonstruksjonene, har snudd opp ned på flere tidligere oppfatninger om istidsutviklingen. Det er imidlertid viktig at hypoteser etterprøves, og noen må sikkert forkastes eller modifiseres.

Vi har utført feltundersøkelser i et område som er flere ganger større enn Norge, så det er åpenbart at observasjonene ikke gir et fullstendig bilde av utviklingen. Men hvordan kunne vi best teste hypotesene, og også binde sammen resultatene fra arkeologiske utgravninger, kartleggingen av de ulike isdekkene og dreneringshistorien?

Idé for et IPYprosjekt

Da IPY-programmet ble lansert, bestemte vi oss å finne ut om de geologiske arkivene på bunnen av innsjøene i Uralfjellene kunne brukes til å teste ut arbeidshypotesene våre. Vårt håp var at borekjerner fra disse skulle gi oss et kontinuerlig bilde av klima- og miljøutvik-



Tunge tak med utstyret. Foto: Herbjørn Presthus Heggen



Alexei borer sedimentkjerner. Foto: Herbjørn Presthus Heggen

lingen som våre observasjoner kunne korreleres og sammenlignes med.

Vi hadde forsøkt før, men det viste seg at de fleste sjøene på lavlandet i Nord-Russland ble dannet først da permafrosten begynte å tine for om lag 15 000 år siden. Til forskjell fra lavlandet hvor innsjøene ligger på grus og morene, er det inne i fjellene mange sjøer i fast og stabilt fjell. Våre tidligere undersøkelser ga oss håp om at vi her kunne finne sjøer som hadde eksistert helt tilbake til den tiden da menneskene jaktet mammut.

Vi dro for å gjøre feltarbeid i Uralfjellene fra den fattige kullgruvebyen Vorkuta. Byen, som opprinnelig var den største av Stalins fangeleire, ligger på den forblåste tundraen ved foten av fjellene. Senhvinteren 2007 boret vi en innsjø som bare lå noen timers kjøring med beltebiler fra denne gruvebyen. Vi brukte tungt russisk utstyr som kunne bore dypt fra innsjøis. Men for første gang på en mannsalder kom det mildvær i april, og vi måtte rømme folk og utstyr fra isen. Vi greide imidlertid å få opp noen korte kjerner, men det viste seg at denne sjøen «bare» var 11 000 år gammel. Vi måtte finne andre sjøer for å teste hypotesen om gamle sjøer holdt vann.

Utfordrende og vellykket

Vi siktet oss nå inn mot den største innsjøen i Polare Ural, Bolshoi Shuchye, som ligger sentralt lengst nord i fjellkjeden (Figur 1). Transporten foregikk med ombygde militære russiske beltebiler, og tok 13 timer. Seismiske undersøkelser viste at denne var hele 140 m dyp og at den inneholdt en tykk lagpakke på >130 m med silt og leire.

Det russiske utstyret, som vi opprinnelig hadde

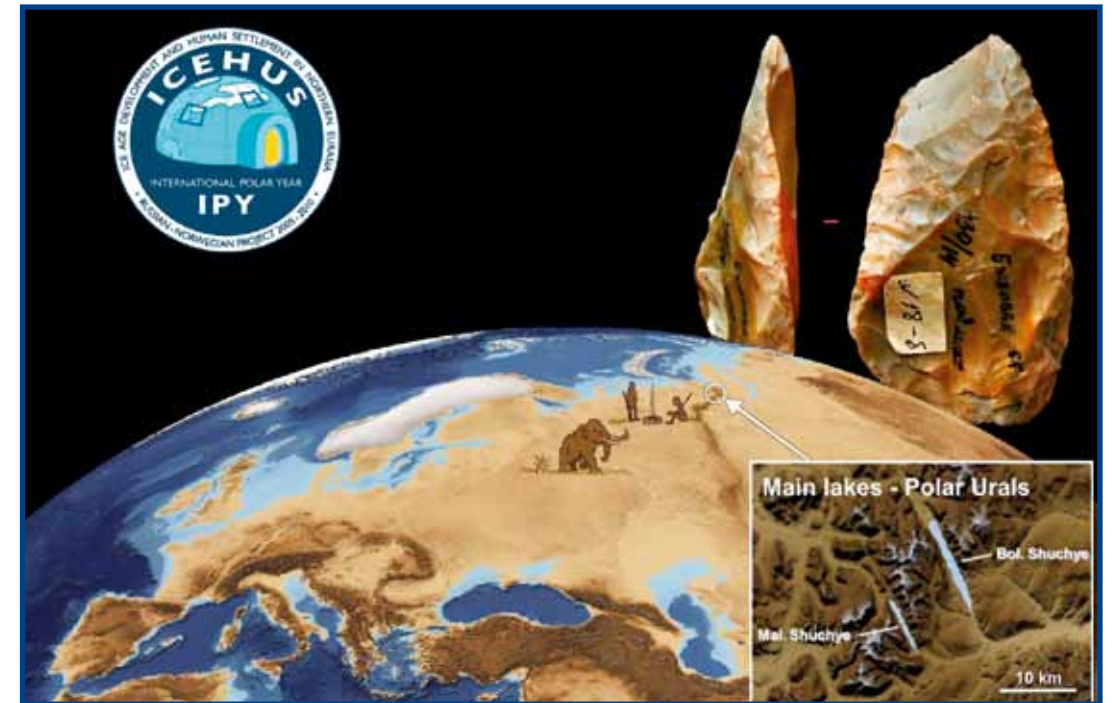
planlagt å bruke, kunne bore dypt i sedimenter, men ikke på så dypt vann. Skulle vi nå til bunns måtte vi bruke et amerikansk utstyr som denne gang var utenfor vår økonomiske rekkevidde. I stedet brukte vi et spesiallaget utstyr fra et firma i Østerrike som kunne greie vanndybden, men som ikke på langt nær kunne ta så lange prøver.

De nye boringene, som ble utført på sommeren i 2009, ble krevende. Til vår overraskelse ble tykk innsjøis liggende til langt ut i juli dette året. Vi greide likevel å få opp mer enn 100 m med kjerner, de lengste var 24 m lange. Dette var omtrent så lange kjerner som det var mulig å få opp med dette utstyret.

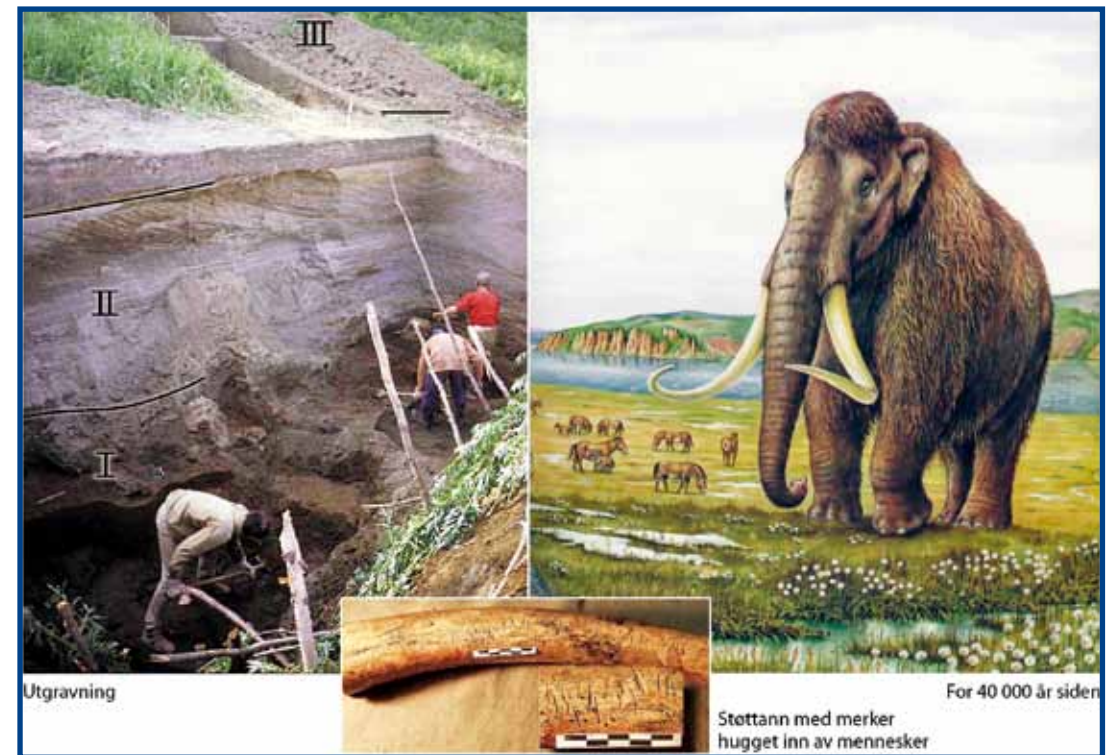
Hva har vi oppnådd?

Resultatene tyder på at det selv langt inne i Uralfjellene har vært sammenhengende isfrie forhold over en periode på mer enn over 50 000 år. Selv ikke under den kaldeste slutfasen av istiden, da hele Svalbard og Skandinavia var innkapslet i tykk breis, dannet det seg store breer i Ural. Vi har imidlertid funnet spor etter en stor iskappe som smeltet ned for 60 000 år siden.

Ved hjelp av borekjernene arbeider vi nå med å rekonstruere vegetasjonshistorien for å finne ut hvorfor breene i Ural har oppført seg «annerledes» og hvordan forholdene var mens mennesker hadde tilhold i områdene langs Uralfjellene. Men det aller meste av analysearbeidet med borekjernene gjenstår og kanskje dukker det opp nye overraskelser. I samarbeid med franske og russiske arkeologer har vi nå rekonstruert innvandringshistorien langs Uralfjellene og vi er kommet langt på vei med å løse gåten om dette var Neandertalere eller «oss».



FIGUR 1: Feltarbeidet fant sted i det polare Ural og tilstøtende lavlandsområder på begge sider av fjellkjeden. Figur: Eva Bjørseth



FIGUR 2 (T.V.): Vår kunnskap om istidens mennesker og hvordan landskap har endret seg over tid er delvis basert på feltundersøkelser av avdekkede strata, inkludert arkeologiske lokaliteter med funn av bein og gjenstander

Ulike forståelser av «sikkerhet» i møte med olje- og gassutvinning i Arktis

Av Gunhild Hoogensen Gjørv



Foto: Vasajev

THE IMPACTS OF OIL AND GAS ACTIVITY ON PEOPLES IN THE ARCTIC USING A MULTIPLE SECURITIES PERSPECTIVE (GAPS)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Tromsø (UiT)
Prosjektleder: Gunhild Hoogensen Gjørv
Totalbudsjett: 6 mill. kroner
Doktorgradsstipendiater: 2
Postdoktorstipendiater: 1
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 2
Oppslag i massemedier: 3
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 6
Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 12
Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 11
Hjemmeside: <http://www.ipygaps.org/>

Gjennom intervjuer i flere lokalsamfunn, dokumentanalyse, og samarbeid med forskere på tvers av fag, har dette prosjektet utviklet et analytisk grunnlag for å forstå hvordan sikkerhetsvurderinger blir dannet og uttrykt rundt naturressursnæringer i Arktis.

Hva betyr «sikkerhet» for deg?

Dette har vært kjernes spørsmålet for IPY prosjektet GAPS som har utført forskning i Norge, Canada og Russland.

Begrepet «sikkerhet» kan lokke fram mange ulike svar, alt fra positive følelser om samfunnet sikkerhet eller individuelle velvære, til negative ideer om begrensning av friheter, overvåking av borgere, eller statens bruk av militære for opprettholde kontroll. Det store utvalget av mulige responser reflekterer den lange og varierte historien bak konseptet. I sin kjerne handler sikkerhet om å identifisere, prioritere og beskytte det som vi verdsetter og sikre det for fremtiden.

Sikkerhet har lenge vært et konsept i forhold til den arktiske regionen, og er det i stadig økende grad. Oppfatningen av sikkerhet har vært sterkt påvirket av over 40 år med kald krig-retorikk, som framkaller bilder av militære, beskyttelse av grenser, og som potensiell rute for kjernefysiske våpen avfyrt mellom supermaktene. Under den kalde krigen ble vi vant til å forstå «sikkerhet» på denne måten, som en sak for stater, ikke befolkningen.

Nylig har begrepet «energisikkerhet» spilt en sentral rolle ettersom stater ønsker sikkerhet for tilgang til olje og gass, under globale forhold med usikre markeder og politisk ustabile olje- og gass eksportører (Midt-østen). Her hadde arktiske stater som Canada, Norge og Russland noe å tilby.

Mer fokus på menneskelig sikkerhet

I 1990-årene kom menneskelig sikkerhet og miljøsikkerhet mer i forgrunnen. Menneskelig sikkerhet, som fokuserte på individer, ble løselig definert som «frihet fra frykt, frihet fra savn» og ble popularisert i 1994 i FNs Human Development Report. Både kanadiske og norske myndigheter fremmet det perspektivet som en viktig del av sine utenrikspolitiske profiler, blant annet gjennom Lysøen-erklæringen, der Norge og Canada ble enige om å fokusere på en rekke viktige menneskelige sikkerhetsområder, inkludert landminer, barnesoldater, og konsekvenser av krig for kvinner og barn. Men, gjemt i denne avtalen om menneskelig sikkerhet, uten noen forklaring, lå også «det arktiske samarbeidet».

Hva har Arktis med menneskelig sikkerhet å gjøre? Konseptet menneskelig sikkerhet ble ikke brukt på Canada og Norge. Menneskelig sikkerhet har en normativ agenda som går ut på å gjøre individuelle, «hverdagslige» sikkerhetsinteresser relevante og synlig, å lytte til marginaliserte stemmer, å framheve helse, mat, fellesskap (identitet) – den økonomiske, miljømessige, personlige og politiske sikkerheten til enkeltpersoner og samfunn. Er ikke sikkerhetsbehovene i Norge, Canada og andre arktiske nasjoner relevante?

Målet med prosjektet

GAPS-prosjektet hadde som et overordnet formål å undersøke hvordan sikkerhetsbehov er artikulert av samfunn og individer som lever i Arktis, og som så langt har vært ekskludert fra samtaler om arktisk sikkerhet – for så å sammenligne disse synspunktene med stats-baserte perspektiver.

GAPS hevder at: Sikkerhet oppnås når personer og / eller flere aktører har frihet til å identifisere risiko og trusler mot sin egen velferd og verdier (negative sikkerhet), muligheten til å uttrykke disse truslene overfor andre aktører, og evnen til å bestemme hvordan de skal avslutte, redusere eller tilpasse seg disse risikoene og truslene, enten individuelt eller sammen med andre aktører (positive sikkerhet).

Olje- og gassproduksjon spiller for tiden en så sentral rolle i utviklingen av arktisk politikk, sikkerhet og samfunn, at det gjorde det naturlig å se på flere sikkerhetsperspektiver rundt dette viktige spørsmålet. Olje- og gassutvikling påvirker den økonomiske sikkerheten til samfunn, deres identitet, helse og miljø. Derfor har vi spurt ulike aktører om hva de vurderte høyt med tanke på fremtiden, hva som skulle beskyttes, hvorfor og hvordan. Denne prosessen krevde at vi lærte å kommunisere på tvers av språk / diskurser, mellom den statlige eliten som snakker et spesifikt språk knyttet til sikkerhet gjennom suverenitet, og knyttet til trusler mot stater – og menneskelige samfunn som snakker om risiko, utvikling og trusler mot identitet; mellom forskning og politikk; og mellom ulike forskningsdisipliner fra naturvitenskap til samfunnsvitenskap.

Prosjektdesign

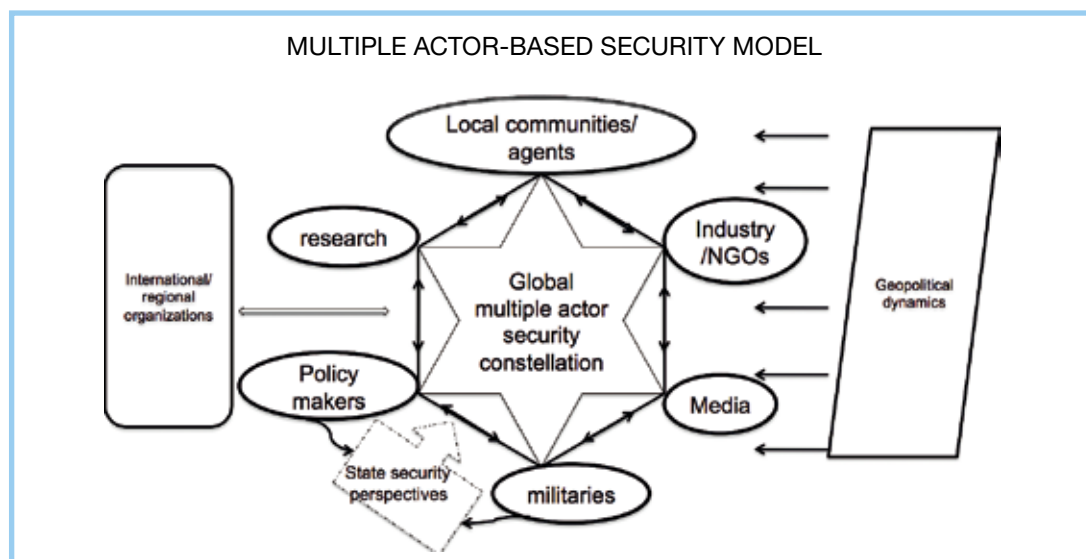
Dette oppnådde vi gjennom utvikling av en rekke omfattende teoretiske modeller som kan tjene som et rammeverk for multi-aktør-sikkerhet som:

1. omfatter ikke-statlig aktør (for eksempel samfunn og forskning) og deres sikkerhetsperspektiver
2. øker vår forståelse av dynamikken og spenninger mellom ulike sikkerhetsperspektiver
3. identifiserer og synliggjør de verdier som er viktige for fremtiden for arktiske samfunn, og tiltak på lokalt nivå, med hensyn til olje- og gassutvikling

På grunnlag av intervjuer i lokalsamfunn som Hammerfest, Lofoten, Murmansk, og landsbyer i republikken Komi (Russland), dokumentanalyse, og samarbeid med tverrfaglig forskere (økotoksikologi, økologi, fysiologi, antropologi, geografi og statsvitenskap for å nevne noen), har GAPS vært i stand til å gi et solid analytisk grunnlag for hvordan sikkerheten er artikulert og dannet rundt naturressursnæringer i Arktis.

Men det har ikke vært uten sine utfordringer. Sannsynligvis en av de største utfordringene er begrepet «sikkerhet» i seg selv, der noen tror det representerer frykt, snarere enn et grunnlag for fremtiden. Språk og kommunikasjon mellom mennesker vil alltid være et av de mest interessante, og mest utfordrende, trekk ved et multi-aktør-perspektiv.

Polarårsprosjektet GAPS har utviklet et grunnlag for å følge opp sammenhengen mellom naturressursutvikling, menneskelig påvirkning på miljøet/klima og sosiale systemer, på områder som energi, helse, identitet og miljø sikkerhet. Denne kunnskapen vil bli delt gjennom undervisning og publikasjoner framover.



Dokumentasjon av kvensk og andre minoritetsspråk i nordområdene

Av Pia Lane



Foto: Pia Lane

THE LINGUISTIC AND CULTURAL HERITAGE ELECTRONIC NETWORK (LICHEN)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Oslo (UiO)
 Partnerinstitusjoner: Universitetet i Tromsø, Kvensk Institutt i Børselv og Universitetet i Oulu
 Prosjektleder: Pia Lane
 Totalbudsjett: 1,5 mill. kroner
 Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 1
 Oppslag i massemedier: 19
 Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 4
 Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 6
 Hjemmeside: <http://www.hf.uio.no/iln/forskning/prosjekter/lichen/index.html>

Prosjektets mål har vært å dokumentere kvensk språk, et språk som hovedsakelig snakkes i Troms og Finnmark. En samling av lydopptak og transkripsjoner av talemål fra kvensk- og finskspråklige områder fra tidsrommet 1960 til 2009 er nå tilgjengelig. Dette er en av verdens største samlinger med nesten en halv million ord fordelt på mer enn 76 opptakstimer. Materialet vil danne grunnlaget for å utvikle skriftspråk, ordbok og grammatikk for kvensk.

Mange språk i nordområdene holder på å forsvinne

Språklig undertrykkelse og hardhendt assimilasjonspolitikker fører til at mange språk i nordområdene er i ferd med å forsvinne. Mange av minoritetsspråkene er dårlig dokumentert. De har verken ordbøker eller skikkelige skriftspråk. Det internasjonale LICHEN-nettverket har som mål å utvikle elektroniske ressurser for å dokumentere minoritetsspråk og minoritetskulturer i de nordlige polarområdene. Målet for det norske LICHEN-prosjektet er å dokumentere kvensk språk, et språk som hovedsakelig snakkes i Troms og Finnmark.

LICHEN er et internasjonalt IPY cluster. Nettverket er ledet av Universitetet i Oulu, som består av forskere fra Norge, Finland, Skottland, USA og Canada. Det norske prosjektet ble ledet fra Institutt for lingvistiske og nordiske studier ved Universitetet i Oslo. Kvensk Institutt i Børselv koordinerer arbeidet med å utvikle skriftspråk for kvensk, og data fra LICHEN-prosjektet brukes nå i dette arbeidet.

Kvensk språk

Troms og Finnmark er kjerneområdet for kvensk i Norge; mer enn 10 000 personer i disse to fylkene oppgir at de snakker kvensk og/eller finsk, men antallet som kan skrive og lese kvensk er langt lavere. I april

2005 ble kvensk anerkjent som eget språk i Norge. Språkets offisielle navn er kvensk, men mange sier at de snakker finsk. Spesielt i Øst-Finnmark foregår det en opphetet debatt om bruken av begrepene 'kven' og «kvensk».

Kvensk er nært beslektet med meänkieli, som snakkes i Nord-Sverige, og finsk, men det er store forskjeller i ordforråd og til dels også i grammatikk. Mange av forskjellene mellom kvensk og finsk er imidlertid ikke kartlagt, fordi vi hittil har manglet store nok datasamlinger.

Etnografisk feltarbeid

Data ble samlet inn fra kvenskpråklige områder i Finnmark høsten 2008. Målet for datainnsamlingen var å gjøre opptak av språkbruk som ligger så nær hverdagspråket som mulig, noe som er en utfordring når forskeren kommer utenfra. Prosjektets feltassistent Anna-Kaisa Räisänen, som også var doktorgradsstipendiat på det finske LICHEN-prosjektet, tilbrakte tid på flere kvenskpråklige steder i Finnmark høsten 2007. Da hadde prosjektleder Pia Lane informert sine lokale kontakter som tok imot assistenten og presenterte henne for personer hun kunne intervjuer.

Intervjuene var delvis strukturert slik at samme tema ble tatt opp med alle, men uten at intervjuene fulgte et spørsmål-svar-mønster, og dermed ligner intervjuene på vanlige samtaler. 39 av disse samtaler er nå transkribert, og i tillegg er eldre intervjuer transkribert.

Verktøy

Målet for det norske LICHEN-prosjektet var å digitalisere og transkribere gamle lydopptak på kvensk, samle inn nye data for å teste ut verktøyene Universitetet i Oulu utviklet, og gjøre lydopptak og transkripsjoner tilgjengelige for forskere. Erfaringene fra bearbeidelsen av data fra kvensk skal nå brukes til å videreutvikle Oulus elektroniske system slik at det kan brukes til å



Anna-Kaisa Räisänen intervjuer Asgeir Samuelson med hunden Quattro i Børselv august 2007.
Foto: Liisa Koivulehto, Ruijan Kaiku

dokumentere andre minoritetsspråk og minoritetskulturer i polarområdene i andre land.

En annen viktig oppgave fremover for de norske forskerne er å dokumentere kvensk språk og kultur ved å analysere gamle og nye data. Dette vil gi oss kunnskap om hvordan språket endrer og utvikler seg.

Spesielle utfordringer underveis

Den største utfordringen underveis har vært å samkjøre arbeidet mellom geografisk spredte institusjoner. Løsningen ble å lære opp det finske LICHEN-prosjektets doktorgradsstipendiat Anna-Kaisa Räisänen som igjen lærte opp transkripsjonsassistenter i Oulu.

Det ble tidlig i prosjektet klart at Oulus elektroniske system ikke ville være ferdigstilt innen prosjektslutt for det norske prosjektet. Vi valgte derfor å lage et eget korpus, det vil si en samling av lydopptak og digitaliserte transkripsjoner, for det norske prosjektet. Denne samlingen kalles Ruija-korpuset og ble laget av prosjektleder Pia Lane i samarbeid med Tekstlaboratoriet ved Institutt for lingvistiske og nordiske studier.

Viktigste resultat

Et av målene for det norske LICHEN-prosjektet var å fremskaffe og bearbeide datamateriale slik at Oulu

kunne utvikle og teste elektroniske og språkteknologiske verktøy.

I april 2010 ble et annet av prosjektets hovedmål oppnådd da Ruija-korpuset ble lansert. Korpuset er en samling av lydopptak og transkripsjoner av talemål fra kvensk- og finskspråklige områder fra tidsrommet 1960 til 2009 og er nå tilgjengelig i passordbeskyttet form for forskere.

Ruija-korpuset er et av verdens største minoritetskorpuser og inneholder nesten en halv million ord fordelt på mer 76 opptakstimer. Dermed kan forskere studere hvordan språk og kulturelle uttrykk endrer seg over tid. Nå brukes datagrunnlaget og forskningen fra dette prosjektet som grunnlag for kvenskundervisning ved Universitetet i Tromsø og for å utvikle skriftspråk, ordbok og grammatikk for kvensk.

Formidling og videreføring

Prosjektet og korpuset har fått mye medieomtale. Men et slikt korpus er en form for formidling i seg selv, ettersom det nå brukes både for å utvikle skriftspråk for kvensk og i kvenskundervisning. På sikt vil også deler av materialet bli åpent tilgjengelig på nettet etter avtale med informantene.



Foto: Vifred Inglio

Autonom bøye for seismiske refleksjonsmålinger – et nytt alternativ for marin geoforskning i Polhavet

Av Yngve Kristoffersen, Ole P. Meyer og David Peddie

Foto: Yngve Kristoffersen



CONTINUOUS SEISMIC REFLECTION PROFILING BUOYS – A FUTURE DIRECTION FOR MARINE GEOPHYSICAL EXPLORATION OF THE ARCTIC OCEAN (SEISMIC BUOY)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen (UiB), Institutt for geovitenskap
Prosjektleder: Yngve Kristoffersen
Totalbudsjett: 2,5 mill. kroner
Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 4
Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 1
Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 2
Hjemmeside: http://www2.geo.uib.no/seisdrift_wiki/index.php

Erfaringene fra isbryterekspedisjoner i Polhavet tilsier at omkring en fjerdedel av polbassenget ikke er tilgjengelig for moderne seismiske refleksjonsmålinger med tauet utstyr, selv om isbryteren assisteres av en atomdrevet isbryter. Denne type datainnsamling er også meget kostbar.

Dette IPY-prosjektet foreslo å utvikle en uavhengig (autonom) bøye som kan samle inn seismiske data fra Polhavet nord for Svalbard – og spesielt over høyt prioriterte, men vanskelige tilgjengelige målområder som for eksempel Alpha-ryggen. Utvikling av bøyen er et bidrag til geologisk utforskning av polhavet uavhengig av vannskellige isforhold (Figur 4).

Utformingen av prosjektet

Dekket av sjøis i Polhavet gjør at støynivået i vannet er lavere enn på en stille dag i åpent hav. Man kan derfor oppnå gode resultater med bare en enkel hydrofon i vannet i stedet for mange sensorer i en lang seismisk kabel.

Seismikk krever en energikilde. Erfaringene som er gjort av russiske og amerikanske forskere er at detonatorer og sparker (elektrisk gnist) gir mest stabil operasjon ved lave temperaturer (-1.7 °C i vannet). Man trenger imidlertid mange hundre avfyringer og detonatorer er lite hensiktsmessig for en ubemannet operasjon, mens en kommersielt tilgjengelig sparker-kilde basert på 12 volt kraftforsyning er et realistisk alternativ.

Seismikk involverer også større datamengder enn enkle tall for posisjon, lufttrykk og temperatur som ARGOS-satellittsystemet håndterer. Våren 2004 ble Iridium-satellittsystemet for første gang brukt til overføring av tiltmeterdata fra Polhavet. Overføring av seismiske data fra et en-kanals system er praktisk mulig hvis man avgrenser datamengden i registreringen til tidsintervallet mellom havbunnsrefleksjon og det påfølgende sekund – det vil si informasjon som omfatter lagdelingen av sedimenter ned til ca. 1 kilometer under havbunnen.

Det ble laget en prinsippskisse for de ulike elektronikkmodulene i bøyen og inngått et samarbeid hvor Christian Michelsen Research i Bergen skulle utvikle prototype av kontrollelektronikken og Institutt for geovitenskap ved Universitetet i Bergen skulle utvikle kraftforsyningsdelen. Kontrollelektronikken omfatter en sentral prosesseringsenhet, grensesnitt mot GPS og Iridium, sparker og analog til digital konvertering og lagring av hydrofonsignalet. Det skulle også være

mulig å fjernstyre datainnsamlingen via satellitt. Kraftforsyningen var tenkt basert på solpanel og vindmølle koblet til en batteribank. Vi tok sikte på operasjon kun i den lyse årstiden (Figur 3).

Testresultater

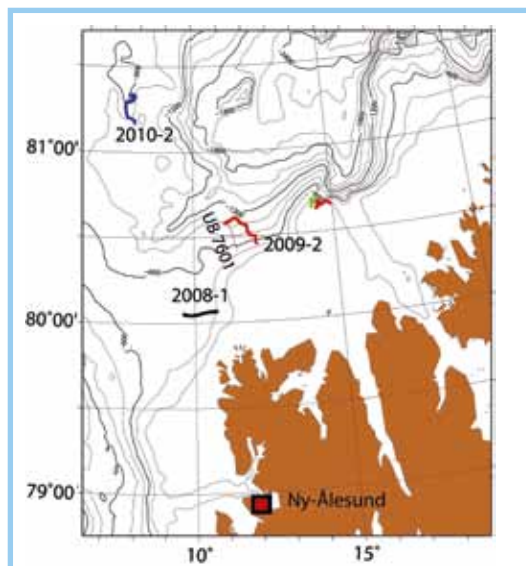
Bøyen aktiveres og etterlates på drivisen (Figur 2) oppstrøms i forhold til målområdet. Datainnsamlingen styres av posisjonsinformasjonen fra GPS-mottakeren. Når isen har drevet 50 meter fra siste skuddposisjon avfyres nytt skudd og signalet fra hydrofonen i vannet registreres i 7 sekunder. Det analoge signalet konverteres til digital form og lagres på et minnekort i bøyen.

Etterpå hentes datastrengen ut og prosesseres for deteksjon av havbunns-refleksjonen og avgrensning av en datamengde tilsvarende 1 sekunds registrering. Denne avgrensede datamengden inndeles i 2 kilobyte telegrammer og sendes via Iridium satellittsystemet til server ved CMR i Bergen. Batterispenning og elektronikkens temperatur logges og inkluderes i informasjonen fra hvert skudd. Energiltførselen er basert på solpanel, vindmølle og en batteribank. Oppladingen av kondensatorene etter hvert skudd krever 85 watt i mindre enn to minutter og ved seinere korte påfyll.

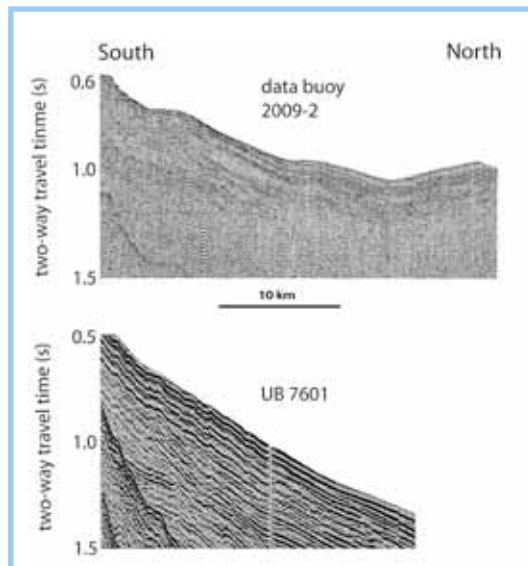
Testene i isen nord for Svalbard i sommersesongene 2008–2010 ble gjennomført med seismikkbøyen plassert på isen ved siden av luftputebåten eller på dekket så vi kunne direkte overvåke operasjonen via tilkoblet datamaskin. Gnisteledene til sparkeren var montert på en ramme og senket på 5 meters dyp. Hydrofonen var på samme dyp i ca. 15 m avstand (Figur 3).

Figur 4, øverst, viser de seismiske dataene fra testen i 2009 på kontinentalskråningen nord for Svalbard (Figur 1). Styrken på sparkerkilden er 4.6 kJoule og vi oppnår en penetrasjon på 400–700 millisekunder tilsvarende 400–700 meter under havbunnen. Sedimentene på skråningen er glasi-marine – det vil si en blanding av grovt og fint materiale som er erodert og transportert av isbreer og finere vanntransporterte leirpartikler og biologisk dannet materiale. Penetrasjon øker ved økende dominans av finere sedimenter etter som vanddypt øker nedover kontinentalskråningen.

Innsamling av multi-kanals seismiske refleksjonsdata fra større fartøy foregår med luftkanon som kilde. En luftkanonsamling har mesteparten av energien i frekvensområdet under 80 Hz, mens energien i vårt sparkersignal i hovedsak er i frekvensområdet over 60



FIGUR 1: Kart over driftruter for bøyene under uttesting. Data fra en multikanals seismisk linje UB 7601 er sammenlignet med resultatene fra testen av bøye 2009-2 og vist i fig. 2.



FIGUR 2: Seismiske refleksjonsdata fra bøye 2009-2 (øverst) sammenlignet med nærliggende linje innsamlet av forskningsfartøy med luftkanoner som kilde og 600 meter lang seismisk kabel.

Hz. Sparkerdataene har derved betydelig bedre vertikal oppløsning, men mindre penetrasjon. I tillegg vil forskjellen i nivået på disse to kildetyperne være flere størrelsesordener. I Figur 2 gjør vi likevel en sammenlikning av våre bøyedata med multi-kanals seismiske data fra en nærliggende seismiske linje (Figur 2, nederst). Graden av bedre oppløsning i bøyedatasettet (0902) er åpenbar og tilfredsstillende våre forventninger til den vitenskapelige verdien av autonome databøyer for innsamling av seismiske data.

Spesielle utfordringer

Energien skaffet vi først på tre måter; batteri, solpanel og vindmølle. Overvåkning av bøyen viste imidlertid at all ustabil operasjon kunne føres tilbake til at batterispenningen etter en tid falt under grenseverdien på 11 volt. Vi økte antall solpanel fra tre til seks, men på dager med vedvarende lavt skydekke var dette ikke tilstrekkelig. Vindmølle var periodevis et supplement, men ikke tilstrekkelig. Løsningen viser seg å være en brenselcelle kombinert med batteri. En passende

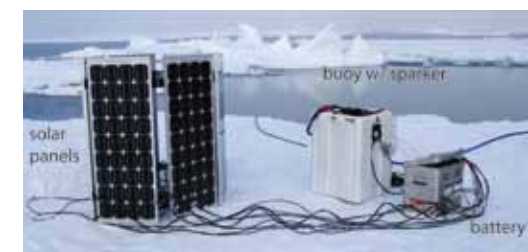
modell gir kontinuerlig 90 watt med et forbruk på litt over en liter etanol i døgnet.

Videreføring og samarbeid

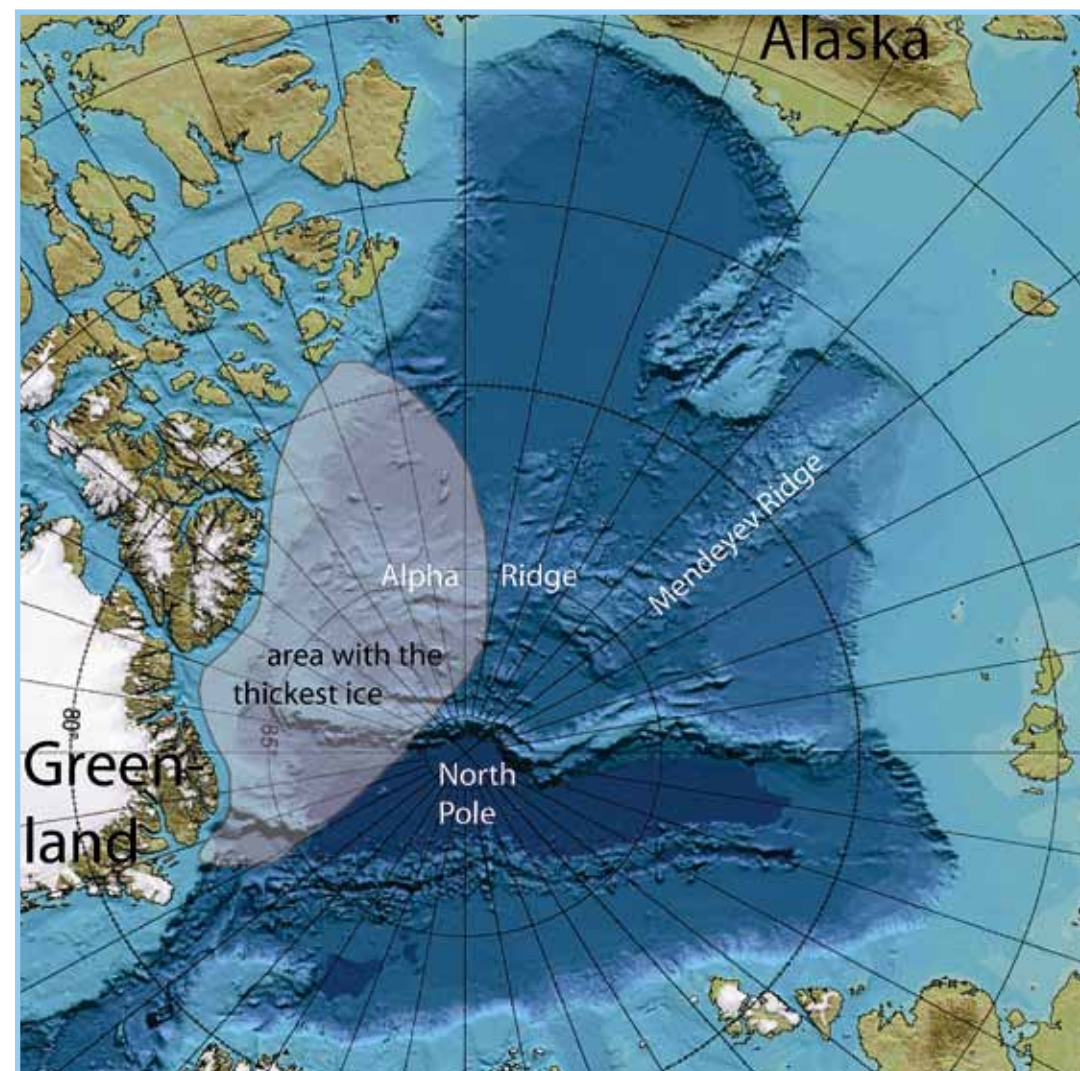
Erfaringene hittil viser at den tekniske løsningen for en autonom bøye for innsamling av en-kanals seismiske data og dataoverføring via Iridium-satellittsystemet fungerer etter våre intensjoner, og gir data av forventet kvalitet. Med brenselcelle får vi tilstrekkelig energi og stabil operasjon. Vi har tilgang til luftputebåt som kan operere til minst 82° N nord for Svalbard og søker samarbeid med isbryterekspedisjoner for utsetting og operasjon av bøyene i indre deler av Polhavet.

Forskere ved University of Hawaii og Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, New York har forsøkt å utvikle en autonom bøye for dybdemålinger. I et samarbeid anvender denne ekkoloddbøyen samme kontrollektronikk levert av CMR og sender/mottaker enheten kjøpes kommersielt. Prototypen ble testet i isen nord for Svalbard i august 2010 med godt resultat.

Foto: Yngve Kristoffersen



FIGUR 3: Den autonome bøyen for innsamling av seismiske refleksjonsdata. Kabelen mot iskanten til høyre er tilførselen til gnistelektrodene i vannet og signalene blir registrert av hydrofon og overført til bøyen via kabelen i midten.



FIGUR 4: En autonom bøye for seismiske refleksjonsmålinger i Polhavet vil være best egnet for undersøkelser av høyderygger, platåer samt områder som ikke vil være tilgjengelig med skip på grunn av stor istykkelse (>3 m).

Den dynamiske kontinentalmarginen mellom den midtatlantiske ryggen og Bjørnøya

Av Johannes Schweitzer



Foto: Geir Wing Gabrielsen

THE DYNAMIC CONTINENTAL MARGIN BETWEEN THE MID-ATLANTIC-RIDGE SYSTEM (MOHNS RIDGE, KNIPOVICH RIDGE) AND THE BEAR ISLAND REGION (CONTINENTAL MARGIN)

Prosjektansvarlig institusjon: NORSAR

Partnerinstitusjoner: Universitetet i Bergen (UiB), Universitetet i Oslo (UiO), Alfred Wegener Institutt, Tyskland (AWI), Universitetet i Potsdam, Tyskland (UiP), Det Polske Vitenskapsakademi (IG PAS) og Universitetet i Warszawa,

Polen (UiW)

Prosjektleder: Johannes Schweitzer

Totalbudsjett: 6 mill. kroner

Postdoktorstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 2

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 9

Foredrag publisert fra internasjonale møter/konferanser: 34

Andre rapporter og foredrag fra akademiske fora: 27

Hjemmeside: <http://www.norsar.no/c-24-International-Polar-Year.aspx>

Overgangen mellom landområdene og dyphavene kalles kontinentalmarginen, og har i et geologisk tidsperspektiv blitt utsatt for stadige forandringer. Jordplatebevegelser og avsetning av sedimenter er hovedårsaker til disse forandringene.

Dette prosjektet var en del av det internasjonale IPY-prosjektkonsortiumet «Plate Tectonics and Polar Gateways in the Earth System» som hadde som tema å undersøke strukturen og utviklingen av denne dynamikken ved innfallsporene til de polare regionene. Hovedformålet med dette prosjektet var å øke vår forståelse av strukturen og utviklingen av kontinentalmarginen mellom den midtatlantiske ryggen og Bjørnøya.

Planene for prosjektet

Planen var å avdekke de prosessene som la grunnlaget for utviklingen av marginen, inkludert naturkatastrofer som større jordskjelv og undersjøiske ras. Undersøkelsene inkluderte en detaljert kartlegging av jordskorpens og den øvre mantelens struktur ved hjelp av avansert aktiv seismikk, supplert med analyse av seismiske registreringer fra både lokale og fjerntliggende jordskjelv. Jordskjelvene i dette området var forventet å gi viktig informasjon for bestemmelse av spenningsfelt og aktive forkastninger.

Utplassering av instrumenter og datainnsamling

Datainnsamlingsdelen av prosjektet startet med en feltkampanje høsten 2007. 12 havbunnsseismometre (OBSer) ble utplassert på havbunnen vest for Bjørnøya fra M/S Horyzont II, og de ble hentet opp i august 2008. Ett instrument gikk tapt under innhenting. Høs-

ten 2007 ble to nye bredbåndsseismometre installert, ett ved Hornsund og ett på Hopen. Begge stasjoner er i dag fortsatt i drift og del av det internasjonale nettverk av høykvalitetsstasjoner for å overvåke jordens seismisitet.

I mai 2008 transporterte den norske kystvakten utstyr for 13 seismiske stasjoner til Bjørnøya. Stasjonene ble utplassert som en liten seismisk antenne (array), og ble hentet tilbake i slutten av september 2008. I august 2008 utførte UiB, IG PAS og UiW flere refleksjons- og refraksjonsseismiske eksperimenter langs to profiler fra Bjørnøya. For å øke antall seismiske målepunkter langs de to profilene, ble flere OBSer utplassert med M/S Håkon Mosby, og ytterligere seismometre ble utplassert langs kysten av Bjørnøya fra M/S Horyzont II.

Analyse

Analysen av dataene samlet inn under prosjektet har konsentrert seg om seismisiteten i området og om strukturen i jordskorpen langs de to profilene, under Hornsund og i havområdet omkring OBSene.

Strukturen av sedimentlagene langs det nordlige profilet har blitt studert ved UiB, og sett i sammenheng med hele strukturen av jordskorpen langs begge profiler. Dataene fra de små dynamitteksplasjonene langs det sydlige profilet har blitt analysert i Polen. Tykkelsen av jordskorpen under OBSene ble undersøkt ved AWI. En detaljstudie av jordskorpe- og mantelstrukturen under Hornsund ved UiW har bekreftet tidligere resultater om tykkelsen av henholdsvis øvre og nedre del av jordskorpen.

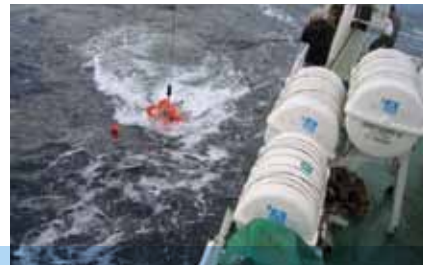
Dataene fra alle utplasserte OBSer og seismometre



Instrumentpakke og solpanel for ett av de 13 arrayelementene på Bjørnøya. Foto: Johannes Schweitzer



Den nye seismometerstasjonen ved den polske polar stasjonen Hornsund. Foto: Johannes Schweitzer



Utplassering av en OBS fra M/S Horyzont II. Foto: Daniel Volmer

har blitt brukt på NORSAR til å oppnå mer presise lokaliseringer av hundrevis av jordskjelv langs Mohnsryggen og Knipovichryggen. Seismisiteten går også på langs av ryggene med tusenvis av små episodiske hendelser (svermer). Disse hendelsene er for små til å bli observert ved de vanlige landstasjonene. Observasjonene fra arrayen på Bjørnøya har også blitt inkludert i NORSARs automatiske katalog av seismiske hendelser.

Resultater så langt

Resultatene som er oppnådd viser at Bjørnøya har en nøkkelstilling for å overvåke seismisiteten i hele regionen og at en framtidig permanent arraystasjon på Bjørnøya vil gi en signifikant forbedring av den seismiske overvåkningskapasiteten mellom fastlandsdelen av Norge og Svalbard.

Flere tusen små lokale hendelser registrert på Bjørnøya-arrayen har blitt undersøkt på NORSAR og ved UiP. De fleste av disse er forårsaket av havbølger som slår mot den bratte nordkysten av Bjørnøya. Noen små, sannsynligvis naturlige jordskjelv, har blitt lokalisert til kystområdet sørøst for Bjørnøya.

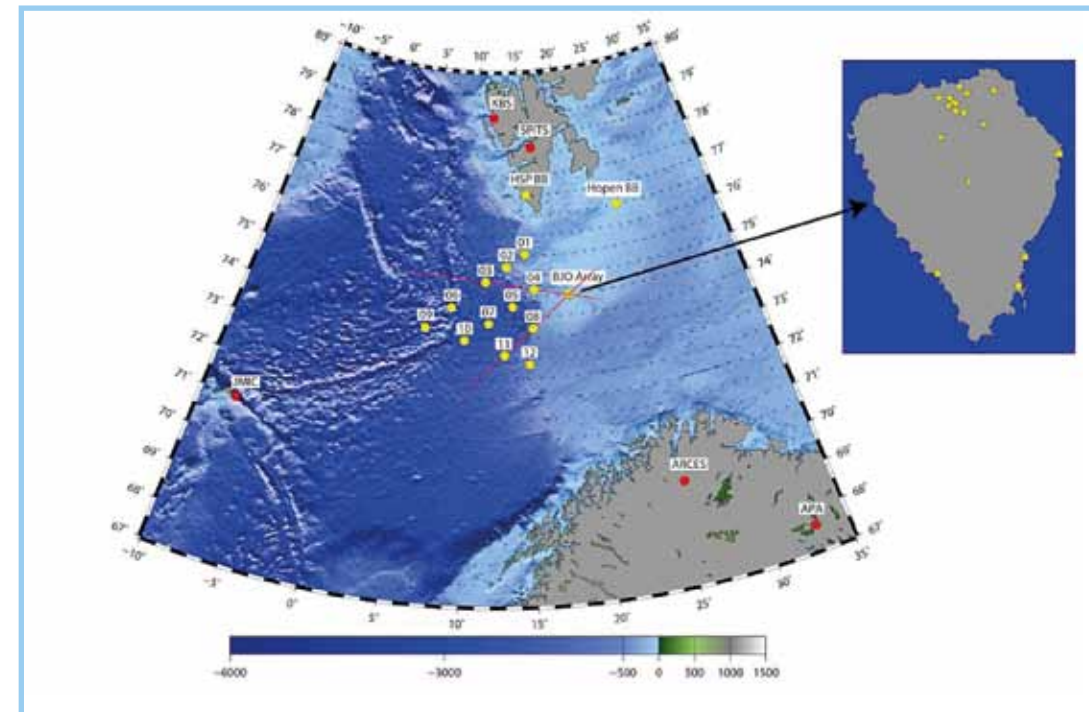
21. februar 2008, i Storfjorden øst for Spitsbergen, skjedde et av de største jordskjelv i Norge de siste 100 år. Storfjorden ligger utenfor det opprinnelige pro-

sjektområdet, men mange av de temporære stasjonene hadde meget gode observasjoner av dette skjelvet og vi har nå ekstra godt datamateriale for flere detaljundersøkelser. Sammen med skjelvet begynte en etterskjelvs serie med flere tusen små og større skjelv lokalisert i en til nå ukjent forkastningssone. Denne etterskjelvssekvensen pågår fremdeles (mars 2011).

Videre kartlegging

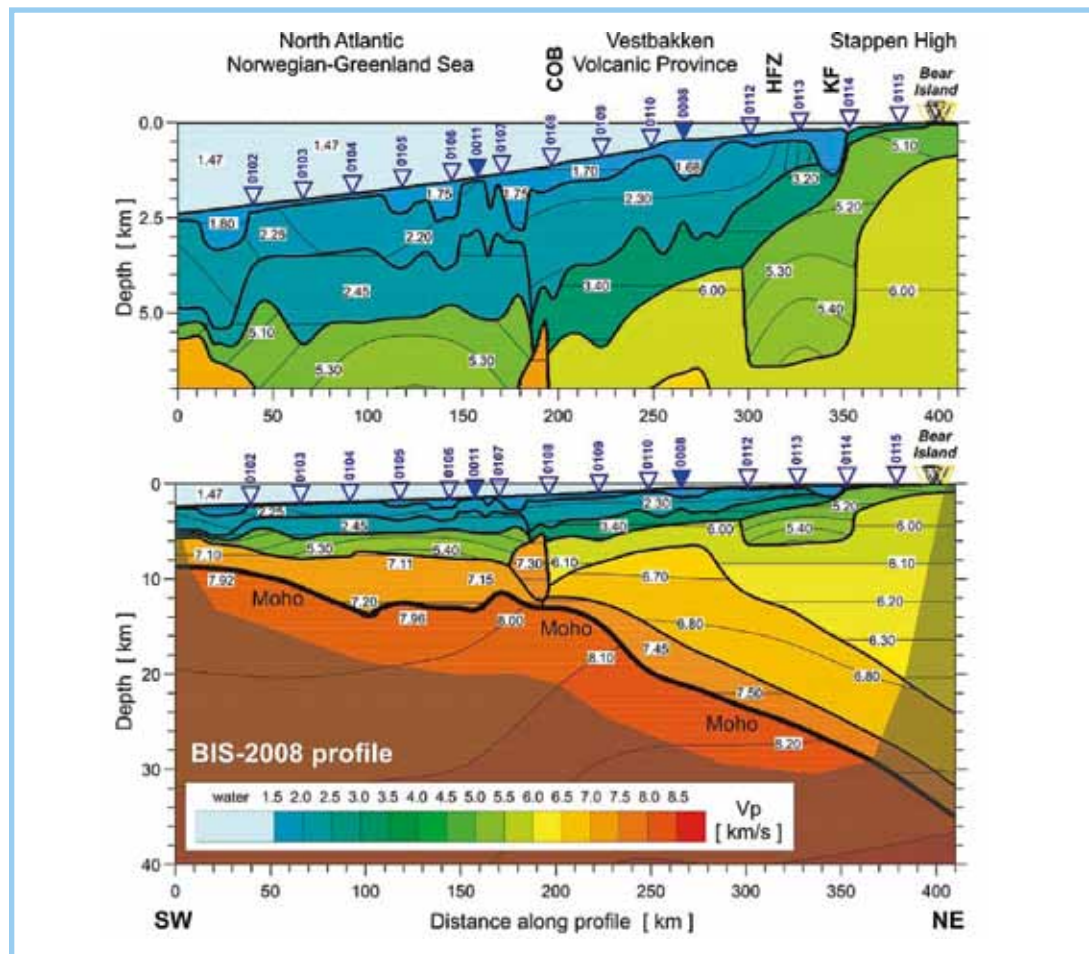
En del av luftkanonskuddene og de små dynamitteknosjonene brukt under de beskrevne refleksjons- og refraksjonseksperimentene har også blitt observert med de permanente seismiske stasjonene på Spitsbergen og i Finnmark. Ettersom vi kjenner eksakt posisjon og tidspunkt av kilden, er disse observasjonene meget nyttige for bestemmelse av absolutte gangtider for seismiske bølger. For NORSAR var disse observasjonene viktige som tilleggsdata til en ny tre-dimensjonal kartlegging av jordskorpens seismiske struktur i regionen.

Prosjektdeltakerne hadde i løpet av de siste årene fem møter for å organisere samarbeidet og utveksle resultater. Mange foredrag og poster ble presentert på nasjonale og internasjonale konferanser og møter. Alle partnere vil fortsette med analysen av dataene, og diskusjonen om nye felles prosjekter i Arktis har begynt.



FIGUR 1: Kart over prosjektområdet som viser posisjonen (gule symboler) av de 12 havbunnsseismometrene, de nye bredbåndseismometrene på Hornsund (HSP BB) og Hopen (Hopen BB), og permanente seismiske stasjoner i området (røde symboler). De to røde linjene viser de to refleksjons- og refraksjonsprofilene. Kartet til høyre viser posisjonene av de 13 instrumentene i Bjørnøya-arrayen (gule trekkanter), og de polske stasjonene utplassert ved kysten (gule firkanter). Figur: Myrto Pirli

PROSJEKTDeltaker (INSTITUTT)	HOVEDaktivitet i PROSJEKTET
NORSAR	prosjektledelse, koordinering av feltkampanjer, dataanalyse
Universitetet i Bergen (UiB)	M/S Håkon Mosby, refleksjons- og refraksjonsseismiske eksperimenter, dataanalyse
Universitetet i Oslo (UiO)	tolkning av geologiske prosesser
Alfred Wegener Institutt, Bremerhaven, Tyskland (AWI)	havgunnseismometre (OBSer), dataanalyse
Universitetet i Potsdam, Tyskland (Uip)	seismiske stasjoner på Bjørnøya, dataanalyse
Det Polske Vitenskapsakademi (Geofysisk Institutt) (IG PAS)	
Universitetet i Warszawa, Polen (UiW)	M/S Horyzont II, ny seismisk stasjon ved den polske polarstasjon Hornsund, refraksjonsseismiske eksperiment, seismisk instrumentering på Bjørnøya, dataanalyse



FIGUR 2: Modell av seismiske hastigheter langs det sørlige profilet med tydelig fortykkelse av jordskorpen fra venstre (sørvest) til høyre (nordøst). Grensen mellom jordskorpen og mantel kalles Moho. Øvre del av figuren viser et forstørret utsnitt av den komplekse jordskorpesstrukturen. (Figur: Wojciech Czuba, Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, Warszawa)

FIGUR 3: Modell av seismiske hastigheter langs det nordlige profilet med tydelig fortykkelse av jordskorpen fra venstre (vest) til høyre (øst). De rosa fargene tilsvarer hastigheter fra 7 til 8 km/s og er typisk for overgangen mellom jordskorpen og mantel. De gule symbolene viser posisjonene av de 20 OBSer langs profilet og den fiolette L viser posisjonen av landstasjonene på Bjørnøya. Figur: Audun Libak, UIB

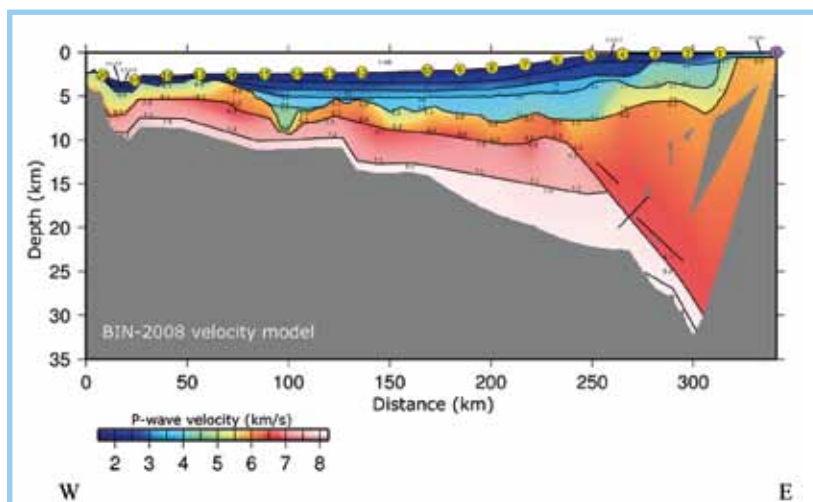


Foto: Rudi Caeyers

Sørlyset og nordlyset er ikke likt

Av Nikolai Østgaard

Foto: Bjørn Jørgensen / Samfoto



INTERHEMISPHERIC CONJUGACY EFFECTS IN SOLAR-TERRESTRIAL AND AERONOMY RESEARCH (IPY-ICESTAR)

Prosjektansvarlig institusjon: Universitetet i Bergen (UiB)

Prosjektleder: Nikolai Østgaard

Totalbudsjett: 5 mill. kroner

Doktorgradsstipendiater: 1

Tiltak, allmenn- og brukerrettet formidling: 14

Oppslag i massemedier: 50

Artikler publisert i vitenskapelige tidsskrift: 20

Rapporter og foredrag fra akademiske fora: 78

Hjemmeside: <http://web.ift.uib.no/Romfysikk/>

IPY-ICESTAR Prosjektet har undersøkt hva det er som kontrollerer energioverføringen fra solvinden, de store lysutbruddene og spesielle nord/sørlysfenomen. Innenfor dette feltet har nesten all forskning hittil har fokusert omkring nordlyset. Men over Antarktis er det et tilsvarende fenomen; Sørlyset. Studier av hvordan systemet virker over begge halvkuler er sjeldne og dette har IPY-ICESTAR gjort noe med. Prosjektet har gitt oppsiktsvekkende resultater for eksempel når det gjelder forholdet mellom nord- og sørlys.

IPY-ICESTAR har hatt fire hovedmål:

- 1) å studere om nord- og sørlys er likt eller forskjellig
- 2) å kjøre EISCAT-Svalbard radaren i ett helt år
- 3) studere virkningene av energetisk partikkelnedbør
- 4) å bygge en romkoffert for videregående skoler og avholde en konferanse for romfysikere og journalister

Nord- og sørlys

Vår største bragd var utvilsomt å få forsiden til og artikkel i Nature 23. juli 2009. Der viser Karl Magnus Laundal og Nikolai Østgaard bilder av nord- og sørlys som gir et tydelig bevis på asymmetri, i strid med det man hittil har trodd: At sørlys var et speilbilde av nordlys.

Ved hjelp av global avbildninger av nord- og sørlys fra satellitter, har IPY-ICESTAR altså avdekket at lysutbrudd opptrer asymmetrisk over de to halvkuler. Dette er en konsekvens av orienteringen til det interplanetære magnetfeltet. Vi har også vist at dagnordlyset i stor grad styres av det interplanetære feltet og at theta-nordlys kan opptre over kun en halvkule. Vi har vist hvordan proton-nordlyset påvirkes av partikkeltrykket i solvinden, som skrur det både på og av.

Polgrensen til nord- og sørlyset utvikler seg også forskjellig i løpet av en substorm. Dette kan forklares med at ionosfæren i nord og sør reagerer forskjellig når den magnetosfæriske plasmadriften øker på grunn av prosesser i magnetohalen.

Vi hevder at asymmetrien skyldes elektriske strømmer som går langs magnetfeltlinjene mellom nord og sør. Disse strømmene kan settes opp på grunn av ulik grad av solbelysning over de to halvkulene. Slike interhemisfæriske strømmer har aldri blitt observert samtidig i sør og nord. Siden samtidig avbildninger av nord- og sørlys er svært sjeldne, kan vi ikke si noe om hvor vanlig disse strømmene er. Dette inspirerer til framtidige studier.

Dette studiet er også viktig fordi det viser at en analyse av data fra kun en halvkule er helt utilstrekkelig til å si noe om den motsatte halvkulen. Det aller meste av vår kunnskap om nordlys, og prosesser i den øvre atmosfæren i polområdene, er kun basert på data fra nord.

EISCAT – ett år med sammenhengende data

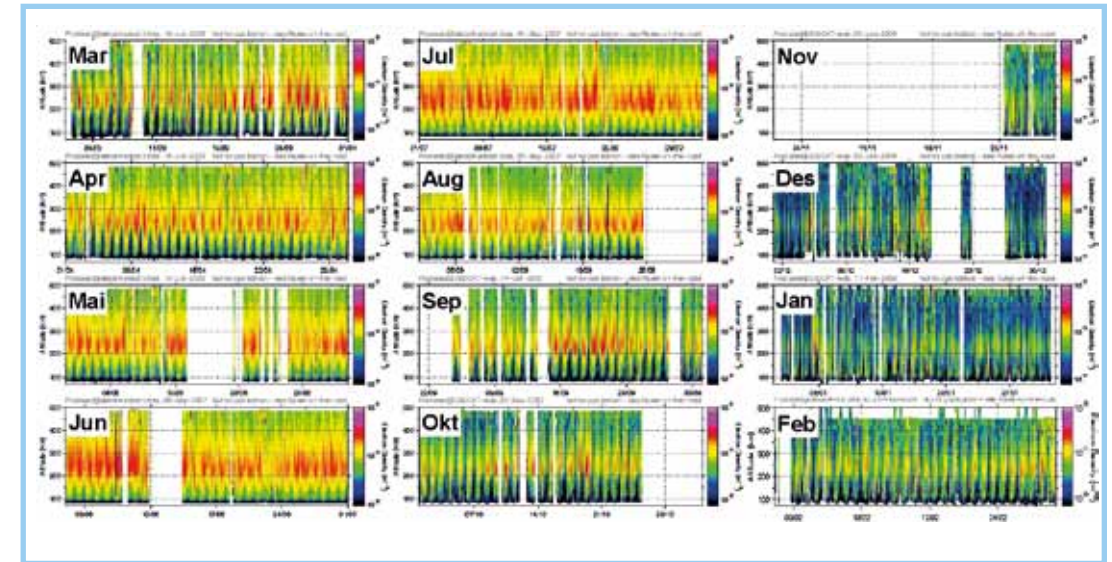
Ett år med kontinuerlige data er samlet inn fra EISCAT-radaren på Svalbard. Siden slike radarer er teknisk krevende og krever mye energi (20% av Longyearbyens totale forbruk), er dette litt av en prestasjon av EISCAT-teamet. Noe slikt har aldri vært gjort tidligere og medieoppmærksomheten har vært stor. Kontinuerlige datasett er meget verdifulle og gjør det mulig å studere trender i den øvre atmosfæren med mye større sikkerhet.

EISCAT har gitt oss målinger av temperaturer, hastigheter og elektrontetthet. De 12 månedene med data er vist til venstre i Figur 1 (mars 2007 til februar 2008).



23.juli 2009 fikk prosjektet forsiden av det prestisjetunge tidsskriftet Nature.

Den enorme antennen ved EISCAT innerst i Adventdalen på Svalbard.
Foto: Kristen Ulstein



FIGUR 1: De siste 12 månedene med data fra EISCAT.

Et internasjonalt forskerteam har foreløpig funnet følgende:

- Den øvre atmosfæren er kaldere enn modeller kan forklare
- Atmosfærens kjemiske sammensetning viser langtidsforandringer man ikke var klar over
- Hastighetsøkning i solvinden fører til kraftig temperaturøkning i den øvre atmosfæren.
- Romsøppel fra sprengningen av kinesiske satellitter kunne følges med stor nøyaktighet

Spennende arbeid gjenstår:

- Det var et kraftig jordskjelv i siste måneden av den kontinuerlige kjøringen, og vi skal undersøke om det også finnes noen spor av dette i dataene

Kontinuerlig kjøring av radaren på Svalbard har vist vei. Andre tilsvarende radarer (Alaska) opererer nå også kontinuerlig. IPY-ICESTAR har også inspirert USA til å bygge en inkoherent radar i Antarktis og har hatt stor betydning for EISCAT 3D.

Stratosfæriske signaturer av energetisk partikkelnedbør

Et delprosjekt har fokusert på de kjemiske signaturene og effektene av energetisk partikkelnedbør i stratosfæ-

ren. Åtte år med mikrobølgeobservasjoner fra satellitter, med spesiell vekt på IPY-året, ble analysert og rapportert i artikler og presentasjoner.

Romkofferten

IPY-ICESTARs viktigste formidlingsprosjekt har vært utviklingen av en romkoffert som skoler kan låne gratis. Hensikten har vært å øke interessen for polarforskning og realfag i den videregående skoler. Kofferten består av 5 instrumenter pluss en laptop for å gjøre enkle målinger av solflekker, nordlys, strømmer og radiobølger i atmosfæren og kosmisk stråling. En brosjyre med plakat som beskriver IPY-ICESTAR og romkofferten ble sendt ut til samtlige utdanningsinstitusjoner (inkludert mer enn 500 videregående skoler). Hver skoleklasse som bruker instrumentene skal lage en rapport til oss.

Vi lanserte romkofferten under ARCSUN-konferansen i 2008 – en internasjonal videokonferanse om de polare områdene. Konferansen ble ledet fra Barrows i Alaska, mens vi deltok fra Svalbard. Kiruna var også med. Longyearbyen skole ble de første som fikk låne kofferten.

Etter at prototypen av romkofferten ble lansert, har flere institusjoner laget varianter av den: NAROM har laget fire eksemplarer (uten kamera og bærbar PC), og i Sverige er det laget romkofferter til bruk i 18 videregående skoler i Nord-Sverige. Vår bruksanvis-

ning og innkjøpsliste er lagt til grunn for utviklingen av disse pakkene.

Konferanse for journalisten og forskeren

I september 2008 arrangerte vi en endags konferanse for romfysikere og journalister på Soria Moria konfe-

ransesenter i Oslo. Vi fylte lokalet med ca. 60 påmeldte. Her ble det holdt populærvitenskapelige foredrag fra alle institusjoner i Norge som driver med romforskning. Deretter ble det holdt flere foredrag fra journalister om sitt møte med forskeren. Til slutt hadde vi en paneldebatt med begge grupper til stede.



Instrumentene i Romkofferten.



SIDE
180-191

FORMIDLINGS- OG UTDANNINGSPROSJEKTENE

Polaråret la stor vekt på formidling og utdanning både nasjonalt og internasjonalt. I tillegg til aktiviteter i regi av forskningsprosjektene, ble det lyst ut egne midler som også andre aktører kunne søke på. I alt fikk 22 prosjekter støtte og det ble fordelt 14 mill. kroner.

Resultatene av Polarårets støtte til formidling og utdanning

Av Kristen Ulstein, Norges forskningsråd

De internasjonale rammedokumentene for IPY la stor vekt på utdanning og formidling. Derfor ble det stilt krav om at alle forskningsprosjektene skulle ha planer for «Education, Outreach and Communication» (EOC). Det ble også satt av et budsjett for nasjonale tiltak på disse områdene, og felles tiltak for å profilere Polaråret.

I tillegg inneholdt den internasjonale prosjektlisten også en egen stolpe for EOC-prosjekter i regi av forskningsinstitusjoner og andre. Den norske Polarårskomiteen bevilget totalt 14 millioner kroner til utdanning- og formidlingsprosjekter. Det meste av midlene ble fordelt gjennom en egen utlysning til slike prosjekter høsten 2006. Til fristen mottok Forskningsrådet 67 søknader. Hele 22 prosjekter fikk støtte. Disse bidro i høy grad, både tilsammen og hver for seg, til å synliggjøre og skape økt forståelse for Polaråret og polarforskningen – og oppfylle viktige mål i programmet.

TV/FILM

Polaråret valgte å legge stor vekt på å utnytte visuell kommunikasjon for å få polarforskningen fram. Polarområdene er fortsatt eksotiske for de fleste. Naturen er vakker og til dels truende. Datainnsamling og ekspedisjoner er logistisk utfordrende og kan by på mye drama. Derfor er polarforskning særlig egnet for TV og film.

Bare de TV-filmene Polaråret har støttet har hatt 1,5–2 millioner seere. I tillegg kommer NRKs egne produksjoner, ikke minst de to dokumentarene fra de skandinaviske tronfølgernes turer rundt Svalbard og til Grønland, som også fokuserte på Polaråret og oppnådde høye seertall.

NRK fulgte den norsk-amerikanske beltevogn-ekspedisjonen til Sydpolen

– Jeg er nok verdens heldigste journalist, skrev pro-

Filmen fra «Jakten på Polarstormen» ble sett av 580.000 seere ved første gangs visning. Jakten foregikk med et flyspekket av instrumenter. Foto: Christian Mallaun

Verdens heldigste journalist, NRKs Unni Ødegård, med en iskjærne. Hun fulgte første halvdel av den norsk-amerikanske traversen til Sydpolen. Foto: Jan Gunnar Winther



sjektleder Unni Ødegård fra NRK Program riks i Tromsø. Takket være støtte fra Polaråret, fikk hun være med på første halvdel av TASTE-IDEA-ekspedisjonen sesongen 2007–2008. Forskningsprosjektet skulle blant annet samle inn klimadata, og turen gikk fra Trollstasjonen og nesten fram til Sydpolen.

NRK-prosjektet var et multimediaprojekt med nettside/blogg på NRK.no, kombinert med produksjon av en fjernsynsserie på fem episoder i «Schrødingers katt» januar/februar 2008. Løpende oppdateringer av nettsiden med daglige historier, bilder og video trakk raskt mange brukere til nettsiden. Siden hadde over 200.000 treff i den aktive perioden. Prosjektet brøt også teknologiske barrierer: Det har aldri tidligere vært rapportert fra Antarktis-platået på denne måten.

Nettsiden, og bloggen underveis, var med på å bygge opp om programserien, som fikk tung promotering for hver sending. Det bidro også til den store oppmerksomheten at både journalist Unni Ødegård og ekspedisjonsleder Jan Gunnar Winther var hyppige gjester i talkshow og nyhetssendinger. Selv om journalisten ble flydd ut halvveis, fulgte nettsiden ekspedisjonen helt til de nådde polpunktet. Under siste del av ekspedisjonen var det forskerne selv som bidro med bilder og tekster. www.nrk.no/sydpolen

Jakten på polarstormen

Dokumentarfilmen om forskningsprosjektet IPY-Thorpex er et av de andre filmprosjektene som har fått mye oppmerksomhet. I tre uker i februar og mars 2008 var om lag 25 forskere samlet på Andøya i Troms for å jakte på polare lavtrykk. Blant dem var et tysk team med et spesialbygd fly som fløy forskerne inn i lavtrykkene, og samlet inn data om blant annet temperatur, vindstyrke og luftfuktighet.

Hele livsløpet til polare lavtrykk fra vugge til grav har aldri tidligere blitt dokumentert gjennom vitenskapelige målinger. Spenningen bygges opp omkring hvorvidt forskerne vil klare det, og dermed skrive vitenskapshistorie. I dokumentaren møter vi også Harald Figenschou, en av få som har overlevd et forlis under et polart lavtrykk, som bidrar til skape forståelse for betydningen denne forskningen har. Et av hovedmålene med prosjektet var å forstå disse værphenomene bedre, slik at vi blir i bedre stand til å varsle dem.

Den 54 minutter lange dokumentaren ble vist på NRK1 første gang i desember 2008. Ved første gangs visning hadde filmen 580.000 seere og er senere vist

mange ganger og sett av ytterligere hundre tusener av seere. Det er også laget en kortere versjon, og en 15 minutt forstilling, basert på historien i filmen.

www.ipy-thorpex.no/

Forskning og miljøovervåking i Ny-Ålesund

Filmprodusent Olav Høgetveit fikk støtte til en TV-dokumentar fra forskning i Ny-Ålesund. Filmen ble 50 minutter og ble vist av NRK som en del av oppspillet til Klimatoppmøtet i København i november 2009.

Utgangspunktet for prosjektet var Høgetveits og medregissør Sverre Krügers mange besøk i Ny-Ålesund. Det forelå allerede mange ubrukte opptak fra forskningsaktivitet. Dokumentaren kombinerer disse med nye opptak og med intervjuer med sentrale aktører i København om forholdet mellom forskningen i forskningslansbyen på Svalbard og internasjonal klimapolitikk.

Arne Nævra på eventyrseilas i Antarktis

Sammen med Stein P.Aasheim, dro naturfotografen Arne Nævra på ekspedisjon viet Antarktis i seilbåt. Det endelige resultatet ble vist som en serie på 3 halvtimes dokumentarfilmer på NRK1 etter påske i 2008. Serien er senere vist på NRK2 både i 2008, 2009 og 2010.

De første bildene var det imidlertid Polaråret som fikk. Turen resulterte i et lengre innslag i «Schrødingers katt», som viet en hel sending til Polaråret i forbindelse med åpningen 1.mars 2007. Underveis i seilturen, i januar 2007, sendte NRK «Verdt å vite» en serie radiodokumentarer fra turen. Målet med prosjektet var å



Arne Nævra. Foto: Naturbilder



Arne Nævra og Stein P. Aasheim på Sør-Georgia. Foto: Naturbilder

fortelle historien om økosystemene i Antarktis, skape interesse for polområdene og gi det alminnelige publikum bedre kunnskaper om historie, flora og fauna i det subantarktiske og antarktiske området.

Turen gikk fra Falklandsøyene til Sør Georgia og videre ned til den antarktiske halvøya. Der gikk teamet i land på historiske steder med «minnesmerker» etter Norges økonomiske engasjement i området og naturhistoriske hot-spots. Et spinoff-produkt er fotoboken «ANTARKTIS – En eventyrlig seilas».

www.naturbilder.no/

Polarfilmfestival i Tromsø

Tromsø Internasjonale Filmfestival (TIFF) fikk støtte fra Polaråret til å lage et eget polarfilmprogram. Filmfestivalen ble arrangert for første gang i 1991 og er nå Norges største filmfestival.

Festivalen arrangeres hvert år i januar og polarfilm var hovedsatsing i programmet i 2008. Men allerede sommeren 2007 varmet TIFF opp med polarfilm på Nordisk Ungdomsfilmfestival (NUFF), polarfilm på

Verdensteateret og under stumfilmdagene i september. Det ble vist både historiske polarfilmer, norsk spillefilm, internasjonale spillefilmer og dokumentar, og kortfilm.

Festivalsjef Martha Otte konkluderte med at filmene som ble tatt ut i forbindelse med Polaråret holdt meget høy kvalitet, og at TIFF fikk vist sitt publikum mange filmer som ellers ikke ville ha vært tilgjengelige. Hele 46 titler ble tatt ut, det var totalt 94 visninger og godt over 7000 besøkende.

www.tiff.no

UTSTILLINGER

Polaråret har støttet tre svært ulike utstillinger. Gjennom alle tre har Polaråret og konkrete forskningsprosjekt blitt presentert for publikum. Det samlede besøkstallet er på ca. 500.000. I tillegg har det vært arrangert flere andre utstillinger med tilknytning til Polaråret, som fotoutstilling fra Sydpolekspedisjonen og kunstutstilling med bilder av plankton fra Ny-Ålesund.

Klima X – prisbelønnet utstilling på Teknisk Museum

Norsk Teknisk Museum vant en prestisjetung museumspris i USA i 2009 for et av Polarårets formidlingsprosjekter. Klima X – den utstillingen publikum måtte ta på seg gule gummistøvler for å se – vant i kategorien «beste besøksopplevelse». The Leading Edge Award er en årlig pris til et av de 2500 vitensentrene verden over som er medlemmer av Association of Science-Technology Centers (ASTC).

Klima X-utstillingen tar for seg det som skjer med klimaet, forskningen bak denne kunnskapen og ikke minst hvordan våre valg av politiske løsninger, teknologi og forbrukeratferd kan motvirke den negative effekten. Når isen smelter som følge av den globale oppvarmingen, blir det til vann. Dette fikk alle besøkende føle på kroppen på Klima X. Alle måtte vaske rundt i vann til oppå leggen i det 400 kvadratmeter store utstillingslokalet.

Åpningen i desember 2007 falt sammen med at Dr. Rajendra Pachauri var i Norge i forbindelse med Nobels fredspris til IPCC og Al Gore. Han åpnet Klima X, sammen med statsminister Jens Stoltenberg.

Utstillingen ble avsluttet i desember 2009. Da hadde den blitt besøkt av minst 350.000 mennesker. Blant de besøkende var det mer enn 100.000 skoleelever, hvorav over 500 klasser bare i 2008 deltok i undervisningsopplegget for ungdomsskole og videregående skole.



Klima X var en interaktiv utstilling. De besøkende svarte på spørsmål ved hjelp av støvlene de fikk utlevert ved inngangen. Foto: Teknisk Museum

Museet arrangerte også en foredragsserie knyttet til Klima X. Mye på grunn av prisen, fikk Klima X mye besøk fra andre museer.

www.tekniskmuseum.no

Nansen-utstilling på Vitenskapsmuseet

«Døden eller Grønlands vestkyst» er tittelen på NTNU Vitenskapsmuseet presentasjon av noen av polarskattene de har i magasinet. Utstillingen tar utgangspunkt i Fridtjof Nansens dramatiske og banebrytende Grønlandsekspedisjon i 1888–89 og henter også gjenstander fra biskop Gunnerus' Grønlands-samling fra 1700-tallet.

Utstillingen, som åpnet i februar 2008, forteller om bakgrunnen, menneskene og forberedelsene til ekspedisjonen. Den strevsomme ferden over innlandsisen og overvintringen hos inuittene i Godthåb er utstillingens sentrale tema. I Godthåb gjorde Nansen studier av inuittenes kultur og formidlet denne med stor innsikt og respekt i bøkene han ga ut etterpå. Utstillingen illustrerer kontinuiteten i de inuittske fangst- og håndverkstradisjonene.

Nærmere 100.000 besøkende har sett utstillingen til nå, og den blir stående til etter 150-års jubileet for Fridtjof Nansens fødsel i 2011. Utstillingen har på flere måter vært tett knyttet til Polaråret. Ikke bare gjennom økonomisk støtte, men også gjennom presentasjon av flere av forskningsprosjektene – både i utstillingen og gjennom en serie av populærvitenskapelig foredrag.

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet



Samuel Balto var same fra Karasjøk og ble i 1888 rekruttert av 26 år gamle Fridtjof Nansen til en ekspedisjon til Grønland. Kajakkens hans fra ekspedisjonen var et objektene som fanger oppmerksomheten på Vitenskapsmuseets utstilling «Døden eller Vestkysten». Foto: Kristen Ulstein



Samisk minikunst på turné

Utstillingen «Hommage á Iver Jáks – små verk som reflekterer et stort kunstnerskap» åpnet i Tromsø Kunstforening i august 2008 og har siden vært på en omfattende turné som fortsatt pågår. Dette er nok det mest spesielle av Polarårets formidlingsprosjekt. Et stort publikum har sett utstillingen og tilbakemeldingene er svært positive.



Utstillingen «Hommage á Iver Jáks – små verk som reflekterer et stort kunstnerskap». Foto: Nordnorsk kunstnersenter

Utstillingsturnéen hyller og minnes den samiske kunstneren Iver Jáks (1932–2007) og er arrangert av Nordnorsk kunstnersenter, RidduDuottarMuseat (tidl. De Samiske Samlinger), Samisk kunstnersenter og Savio-museet. I tillegg til verkene, 30 av dem montert på sokkel, består pakken av en video, en 60 siders katalog og bannere. Alt pakket i transportkasser.

I alt 62 kunstnere har bidratt med miniatyrarbeider. Flere av dem startet sin kunstnerkarriere som elever av Jáks på kunstskolen i Kabelvåg. Utstillingen tar utgangspunkt i Jáks' småskulptur, som er det han er mest kjent for, og som har nær forbindelse til tradisjonelt samisk kunsthåndverk, Duodji. Jáks minste skulptur er på 2x2x2,5 cm og alle verk i utstillingen er innenfor de fysiske målene 20x20x20 cm.

www.nnks.no

INTERNETT

Nettportal for reindrift

Med støtte fra Polaråret er det utviklet en nettportal for alle som driver med reindrift. Portalen fungerer blant annet som plattform for formidling av resultater fra Polarårsprosjektet EALÁT og andre aktiviteter som handler om reindrift i polområdet.

Portalen er en ikke-kommersiell informasjonsressurs omkring reindrift sirkumpolart og tilgjengelig for forsknings- og utdanningsinstitusjoner på ulike nivåer, nasjonale myndigheter, alle som er involvert i Arktisk Råd, reindriftnæringens folk og organisasjoner. Prosjektet inkluderer ungdom gjennom fokus på skole og ny teknologi.

icr.arcticportal.org/ealat



Miro og hundene. Foto: Thomas Ulrich

BØKER OG DOKUMENTASJON

Polaråret har avfødt en lang rekke bokprosjekt. De som nevnes her, er bare de som ble innvilget støtte gjennom utlysning og konkurranse. Prosjektene spenner vidt: Fra barnebøker til leksikon. Flere av prosjektene har også utgitt fagbøker. Den vanligste sjangeren i polarlitteraturen er rikt illustrerte ekspedisjonsskildringer. I løpet av Polaråret er det utgitt flere slike bøker, med mer eller mindre sterk tilknytning til Polarårsforskningen.

To gutter på ekspedisjon til istiden

Fedrene til de to åtteåringene Torjus og Miro er geologer og forsker på Nordøst-Grønland. Sommeren 2008 ble guttene med på ekspedisjon. De fikk bli kjent med et av de mest avsidesliggende områdene på jorda. Sammen med foreldrene sine, og med støtte fra Polaråret, laget de en barnebok om opplevelsene sine. Med på turen var den prisbelønte, sveitsiske naturfotografen Thomas Ulrich.

I barneboka «Reisen til Istiden» får du høre om moskus, eskimoenes liv, mygg, isfjell og synlige kli-

maendringer – og ikke minst om alt det spennende de to guttene opplevde på reisen. I tillegg får leserne interessante fakta om dyr og natur, oppdagelsesreiser, geologi og om endringer på jorda.

Boken kom ut i september 2009 og ble trykt i 6000 eksemplarer. Den har fått flotte anmeldelser, og er tilgjengelig på alle norske bibliotek, innkjøpt av Kulturrådet. «Reisen til Istiden» gikk også som en TV-serie på fem miniepisoder i Newton på NRK1 høsten 2009. Boken er oversatt til engelsk og det forhandles om utgivelse.

www.reisentilistiden.no





Norsk Polarhistorie på nett ble lansert under Polaråret. Formidlingsstøtte fra Polaråret har bidratt til å sikre fotodokumentasjon av 50 års polarhistorie for fremtiden.



Et av de historiske bildene. Stasjonen Norway Station (Fimbul) ble satt opp på Mørtha Kyst i Dronning Maud Land, 35 km fra iskanten. Stasjonen ble bygd sommeren 1956/57, og allerede etter noen måneder var stasjonen begravd under snøen. Dette bildet er tatt 17. Mai 1957. Ekspedisjonen varte til sommeren 1960.

Barnebok om Svalbardrypa

Cappelen Damm har utgitt en serie barnebøker om polare forhold. Fra før hadde fjellreven, hvalrossen, isbjørnen og snø, is og klima fått hver sin bok. Rypeforsker Åshild Ønvik Pedersen ved Universitetet i Tromsø syntes Svalbardrypa også burde få en bok og søkte Polaråret om midler til å lage den.

Barneboka ble lansert på Svalbard Museum i september 2009. «Svalbardrypa» handler om en rype og hennes syklus på et år. – Det er en beretning om tilblivelse, overlevelse og død, sier Kirsti Blom, som har vært medforfatter. Hun har lang erfaring med å skrive barnebøker i samarbeid med forskere. Forskerne forteller alt de vet om emnet og så skriver forfatteren ut en historie. Hele serien er blitt til på denne måten.

Gjennom bekjente, fotografer på oppdrag og andre forskere i felt har forfatterne fått tak i mange gode bilder. Boka om Svalbardrypa ble raskt utsolgt fra forlaget og er trykt i nytt opplaget. Den passer for barn i alle aldre. www.cappelendamm.no

Oversikt over klimaforskning i Polaråret

CICERO Senter for klimaforskning har fått støtte fra Polaråret til en bok som skal gi et samlet og syntetisert bilde av den klimaforskningen som er utført som ledd i Norges bidrag til Polaråret. Prosjektet vil bli slutført når resultatene fra forskningen foreligger. For at funnene skal være tilgjengelig for et bredere publikum, vil ny forskning bli satt i sammenheng med tilgjengelig kunnskap om klimaendringer i Arktis og Antarktis.

Målet er også å utvikle gode grafiske framstillinger og at boka skal være gjennomillustrert. Boka skal kunne brukes i undervisningssammenheng og tjene som bakgrunn for mediefolk. Boka vil bli skrevet og trykt på engelsk. Muligheten for en norsk utgave vil bli vurdert. www.cicero.no

Leksikon om Barentsregionen

Barentsregion betegner et samarbeid mellom de nordlige fylkene i Norge, Sverige, Finland og Nordvest-Russland. Samarbeidet bygger på Kirkenes-deklarasjonen fra 1993. Men det har vært samarbeid over landegrensene i dette området i uminnelige tider, selv om dette stort sett har vært oversett av historikere som skrevet den offisielle nasjonale historien

Hovedmålet med Polarårs-prosjektet Barents Encyclopedia er å bøte på dette. Forskere fra flere land har skrevet omtrent 400 bidrag, som vil bli utgitt i bokform i 2012. Totalt vil det første leksikonet for Barentsregionen bli på opptil 700 sider, rikt illustrert med tabeller, diagram og foto. www.barentsinstitute.org

Fotodokumentasjon fra 50 års polarhistorie – fra IGY til IPY

Fotoarkivet hos Norsk Polarinstitutt dokumenterer store deler av norsk polarhistorie, helt tilbake til 1880-årene. Men perioden fra IGY (1957–58) og til ut på 1990-tallet har vært dårlig dekket. Polaråret ga en anledning til å gjøre noe med dette.

Hensikten med prosjektet har vært å samle inn og systematisere fotomateriale fra forskningsekspedisjoner til Antarktis og fra forskningsaktivitet på Svalbard i denne perioden. Omtrent 20.000 foto ble samlet inn – mest slides som er blitt scannet, systematisert og arkivert. Av dette materialet er et utvalg på over 13.000 bilder blitt registrert. Verdifulle bilder, som ellers sto i fare for å bli borte, er berget for ettertida og hullet i arkivet er langt på veg fylt.

Bildene er fritt tilgjengelige for forskningsformål – forutsatt fotografens tillatelse. En del av bildene har vært brukt i Norsk polarhistorie på nett.

www.npolar.no

ELEV- OG UNDERVISNINGSPROSJEKT

I tillegg til en betydelig innsats fra sekretariatet, og formidlings- og utdanningskomiteene, har også de undervisningsprosjektene bidratt til at Polaråret nådde lang ut i skolen – spesielt i ungdomsskolen og videregående skole. Vi kan telle deler av denne innsatsen, men langtidseffekten av lærerkurs kan vanskelig måles. Mye av materialet vil også ha lang levetid, og det er høstet erfaringer som andre kan dra nytte av.

Videregående-elever fikk forske på drivisen i Polhavet

For 15 skoleelever i alderen 14–18 ble Polaråret en mulighet til å lære litt ekstra matematikk og fysikk, og samtidig få oppleve praktisk forskning under spektakulære omstendigheter. Takket være prosjektet Seismic Buoy, luftputebåten Sabvabaa, og noen ekstra kroner fra Polaråret, fikk de en ukelang tur fra Longyearbyen og opp i drivisen nord for Svalbard. Her drev de med isen, slik som Nansen og hans menn, og gjennomførte samme type målinger, men med moderne teknologi.

Elevene ble tatt ut etter søknad, i tett samarbeid med Naturfagsenteret. Blant totalt 70 søkere, ble det plukket ut 9 elever og 1 lærer i 2008 og 6 elever i 2009. Elevene fikk først en innføring i polarhistorie gjennom en weekendsamling på Fram-museet på Bygdøy.

Det ble i alt 8 turer med elever fra Longyearbyen til iskanten med luftputebåten Sabvabaa. Fartøyet har sengeplass til fire (2 elever og 2 voksne) og kan operere ut fra Svalbard opp til 82° N på tokt i inntil to uker. Felttoktene ble gjennomført i tidsrommet fra St. Hans og fram til slutten av august. Elevene måtte gjennom fullt sikkerhetskurs på forhånd og det var lagt opp strenge sikkerhetsrutiner.



15 heldige skoleelever fikk være med luftputebåten Sabvabaa på forskningstokt nord for Svalbard. Foto: Yngve Kristoffersen

Elevene var med på å skyte seismikk og hente opp prøver av havbunnsedimenter, de boret iskjerner og gjorde oseanografiske målinger. De hadde besøk av isbjørn på flere av turene. Det sier seg selv at slike opplevelser setter spor. Elevene har etterpå holdt foredrag på skolen sin om opplevelsen og flere lokalaviser hadde store oppslag.

www.IPY-klasserom.no

Skoler undersøkte miljøgifter i fisk

Norsk institutt for luftforskning (NILU) og Naturfagsenteret har i flere år samarbeidet om årlige kampanjer som involverer skoleelever i forskning. Sammen har de også vært med på å utvikle Nettverk for miljøundervisning. Gjennom prosjektet Global POP, som fikk støtte fra Polaråret, var målet å få skoler over hele verden til å sende inn prøver av fisk.

Elevene ble invitert til å ta prøver av fisk fanget i nærmiljøet, i henhold til vitenskapelige protokoller. De registrerte og publiserte viktige felt- og prøvedata på en webside; merket, pakket og sendte prøvene til NILU for dioksin-analyse. Deltakelsen ble ikke så stor

som forventet. 55 skoler sendte inn totalt 160 prøver av 24 ulike fiskeslag som brukes som mat lokalt. De fleste deltakerskolene var fra Europa, omtrent halvparten fra Norge. Skolene logget og fikk tilbakemelding via en nettside.

Prosjektet viste imidlertid at det er mulig å bruke skoleelever til forskning og miljøovervåking, og at samarbeid mellom skoler og forskningsinstitusjoner kan være til nytte for begge parter. Elevene fulgte protokollen nøye, og lærte hvordan naturvitenskapelig forskning foregår. Forskerne fikk et datasett de ellers ikke ville ha fått.

www.sustain.no/projects/globalpop

Polarlærebok på vegg

Hvorfor og hvordan er polområdene og polarforskning viktig for alle mennesker på jorden? Det gir GRID Arendal svaret på gjennom fem klasseromsplakater, som de har utviklet med støtte fra Polaråret. På en egen nettside kan lærere, elever, og alle andre som måtte ha lyst, skrive ut gratis de informative, pedagogiske og flott illustrerte plakatene.

Målet er å øke skoleelevers kunnskap om polarforskning og å informere om Det internasjonale polaråret. Plakatene kan lastes ned i ulike formater på nettstedet, som også inneholder pekere til mer informasjon om temaene, referanser, og mulighet til å laste ned og bruke de enkelte grafikk-elementene som finnes på plakatene. Plakatene finnes både på engelsk og norsk. www.grida.no/polar/ipy/2840.aspx

Norsk romforskning inn i klasserommet

Norsk senter for romrelatert opplæring (NAROM) er samlokalisert med Rakettskytefeltet på Andøya. I Polaråret har senteret gjennomført en lang rekke ulike aktiviteter rettet mot ungdomskolen og videregående skole (13–18) under prosjektet PolarEduSpace. Prosjektet har samarbeidet tett med forskningsprosjektet IPY-ICESTAR.

Høsten 2007 ble det gjennomført en elevkonkurranse i ungdomsskolen. 50 elever leverte sluttrapport, 11 vinnere fikk delta i tre dagers feltarbeid på Andøya. Det ble også arrangerte feltkurs for 15 lærere på Svalbard. Skoleklasser har også hatt mulighet til å besøke Engabreen i kombinasjon med arbeid med satellittbilder i klasserommet.

Et hovedmål har vært å vise hvordan forskere bruker satellittdata i sin forskning og gi en introduksjon til fjernmåling. Sammen med IPY-ICESTAR-prosjektet og Universitetet i Bergen ble det utviklet fire instrumentkofferter som skoler kan låne og bruke i undervisningen. Tilgang til bilder fra SPOT 5 satellitten har gitt muligheter til samarbeid med glasiologistudenter. Som et ledd i prosjektet er det også utviklet en undervisningsmodul for fjernmåling av breer.

www.sarepta.org

www.narom.no

Undervisning om «Det arktiske system»

Norsk Polarinstitutt fikk støtte fra Polaråret til et undervisningsopplegg for grunn- og videregående skole. Hovedelementet i prosjektet har vært et hefte på 64 sider om «Det arktiske system» – utgitt på norsk og engelsk. Heftet ble sendt ut til alle skoler, med mulighet til å bestille gratis klassesett, og det er sendt ut totalt over 10.000 hefter på norsk.

Med vekt på norsk-arktiske områder, presenteres Arktis som et sammenhengende natursystem. Det forklarer hvorfor det er særlig viktig å drive forskning og miljøovervåking nettopp her. Målet har vært å nå ut



til et bredt publikum og øke interessen for naturvitenskapelig polarforskning.

Som et ledd i prosjektet har unge kunstnere vært i felt på Svalbard og laget videofilmer. Det er laget en klasseromsplakat, brosjyrer, grafiske figurer og foredrag for lærere. Det er også etablert et eget nettsted for prosjektet, med tilgang til alt materiale og mange lenker til andre nettsteder med informasjon om Arktis.

Forskere fra åtte av Polarårs-prosjektene var på foredragsturné, som et ledd i prosjektet. Viktigste målgruppe var elever i første året i videregående skole. Totalt var over 1.500 elever til stede på foredragene i Kirkenes, Alta, Tromsø, Trondheim, Bergen og Oslo.

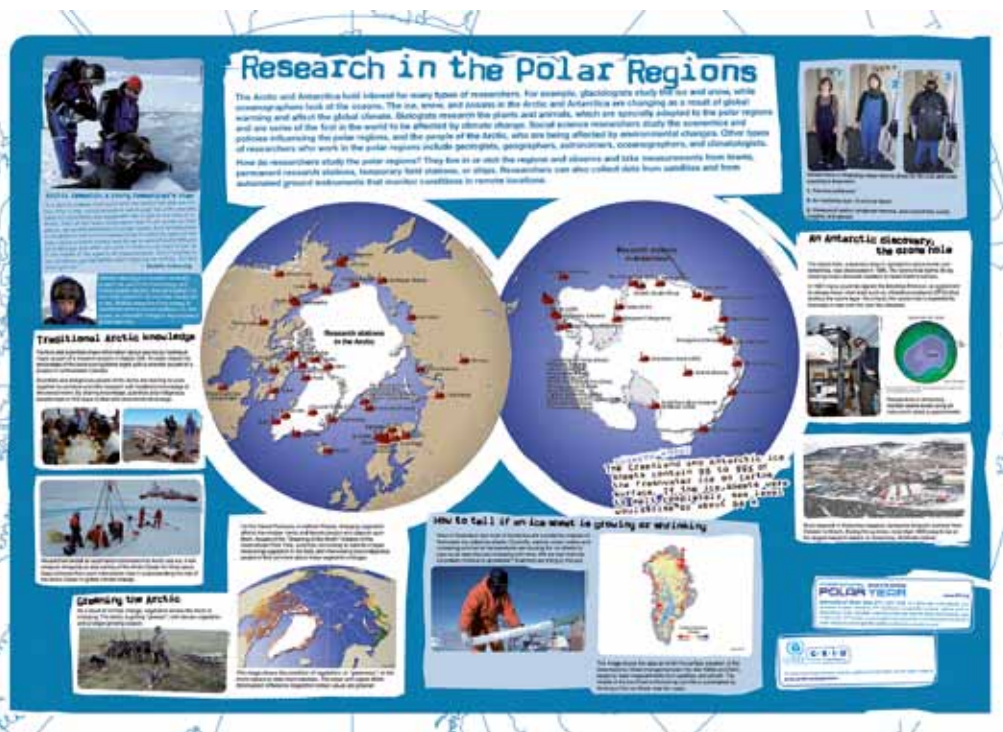
www.arcticsystem.no

KURS

Svalbardkurs for ansatte i statlig forvaltning

Svalbardkursets formål er å gi ansatte i den sentrale statsadministrasjon, og andre personer som er viktige for Norges politikk og forvaltning av Svalbard, førstehånds kunnskap om området. Kurset ble startet i 1976 av professor i naturmiljøkunnskap Olaf I. Rønning ved Botanisk institutt ved Den Allmennvitenskapelige Høgskolen i Trondheim, og har siden vært holdt hvert år.

I 2008 ble kurset gjennomført som et to uker langt undervisningstokt med M/S Kongøy og med støtte fra Polaråret. Toktet gikk langs sør og vestsiden av Spitsbergen. Planen var å gå helt nord til Sjuøyane og så rundt hele øygruppen, men mye og tykk is gjorde at det ikke lot seg gjøre å gå lenger nord enn Verlegenhøken. Om bord i M/S Kongøy var det 32 mennesker; 20 deltakere, 7 kursledere og forelesere og et mannskap på 5. Det var utfordrende både i forhold til bespisning og forlegning.



Fokuset på kurset var på det fjerde internasjonale Polaråret og deltakerne fikk blant annet innføring i 13 av forskningsprosjektene under IPY. Kursdeltakerne besøkte flere av stedene der forskningen foregikk. I tillegg er det et viktig mål med kurset å fremme forståelsen for forvaltningen av Svalbard ved å formidle kunnskap om Svalbards natur og historie. Og, som en viktig bonus, får deltakerne oppleve den flotte og dramatiske naturen på Svalbard.

www.ntnu.no/nt/svalbardkurs

EKSPEDISJON

Fem frose studenter krysset Spitsbergen

I slutten av mars 2007 la en internasjonal gruppe på fem studenter med ulik fagbakgrunn ut på en to måneders ekspedisjon på tvers av Spitsbergen, Svalbards største øy.

Ekspedisjonen startet rett etter åpningen av Polaråret. Studentene krysset bortimot 1000 km over høyrarktiske breer mellom 76 og 80 grader nord, og nådde både sør- og nordspissen av Spitsbergen. Målet var todelt: Å lære elever i videregående skole om rollen Arktis har i det globale klimasystemet og hva dette betyr i dag, og å demonstrere for forskning i disse områdene har noen spennende sider og slikt motivere flere til å velge en naturvitenskapelig forskerkarriere.

Gruppen turnerte og holdt foredrag i forkant av turen. Elevene kunne følge dem underveis gjennom blogg og webside. I etterkant har de også reist rundt i en måned og holdt foredrag på videregående skoler i Norge. Turen resulterte også i en fotoutstilling og en 33 minutters dokumentarfilm rettet mot aldersgruppen 10–12 med tittelen «Who let the dog out?».

www.frozenfive.org

ANDRE

Reindrift, klimaendringer og storsamfunnet

Internasjonalt fag- og formidlingscenter for reindrift i Kautokeino har hatt to formidlingsprosjekt knyttet til forskningsprosjektet EALÁT ved Samisk høyskole.

EALÁT-Outreach I har hatt fokus på forståelsen av tilpasningskapasiteten til klimaendringer i beiteområder for rein i Russland, Norge, Sverige og Finland. Reinsdyr har avgjørende kulturell og økonomisk betydning for mer enn 20 urfolk i dette området. Den urgamle erfaringen fra nomadisk reindrift representerer modeller for bærekraftig utnyttelse og forvaltning av nordlige økosystemer. Praksisen bygger på generasjoner av oppmagasinert erfaring, tatt vare på, utviklet og tilpasset stadig nye klimatiske og administrative rammevilkår.

Målet med dette prosjektet var å kommunisere den tradisjonelle kunnskapen, som reingjetere i Arktis har, til storsamfunnet, andre reingjetere og industriutbyggere i den arktiske delen av Norge og Russland. Prosjektet har samlet inn informasjon fra ulike reindriftsfolk, gjennomført en serie workshops, opprettet webportal, produsert film, plakat og bok.

icr.arcticportal.org/ealat



Foto: Rudi Caeyers

