

# ÅRSMELDING ANNUAL REPORT 2016

NORSK POLARINSTITUTT NORWEGIAN POLAR INSTITUTE



Innhold · Contents	Side · Page
Forord	3
Mandat og finansiering	4
Organisasjon og ledelse	4
Forvaltningsmyndighet	5
Aktiviteter og resultater	6
Artikler · Articles	23
SEATRACK avslører sjøfuglenes bevegelser utenfor hekkesesongen	23
<i>SEATRACK, tracking seabird movements outside the breeding season</i>	25
Store endringer i snø, is og stormer – høydepunkter fra N-ICE2015	26
<i>A tale of snow, storms and sentinels of change – highlights from the N-ICE2015 expedition</i>	27
Kombinasjonen miljøgifter og mindre havis – dårlig nytt for isbjørner	28
<i>Combined effects of pollutants and declining sea ice for polar bears</i>	29
Nytt indisk-norsk prosjekt undersøker kysten av Antarktis	30
<i>New Indo-Norwegian project MADICE investigating the Antarctic coast</i>	31
ICE-whales forskningsprogram (2015 – 2019)	32
<i>The ICE-whales research programme (2015 – 2019)</i>	32
Studier av forsuring av hav og fjorder i Arktis	33
<i>Study of acidification in Arctic seawater and fjords</i>	33
Annual report 2016	34
Norsk Polarinstitutt's utgivelser / <i>NPI publications</i>	48
Publikasjoner 2016 / <i>Publications 2016</i>	49

Norsk Polarinstitutt forkortes flere steder til NP i bildetekstene. I den elektroniske versjonen er det lenket til publikasjonene som det refereres til i publikasjonsoversikten. / *Please note that Norwegian Polar Institute is abbreviated to NPI in the Annual report and that captions are in English as well as Norwegian throughout the report. In the on-line version of this annual report, there are links to the papers referred to in the publication overview.*

© Norsk Polarinstitutt 2017  
 Framsenteret, 9296 Tromsø [www.npolar.no](http://www.npolar.no)

Redaktører / *Editors*: Elin Vinje Jenssen, Gunn Sissel Jaklin, NP / *NPI*  
 Design: Jan Roald, NP / *NPI*  
 Forside foto / *Front cover photo*: Siri Uldal, NP / *NPI*  
 Trykk / *Print*: Bodoni AS



En beltevognkonvoi på vei til iskollen Djupranen på vestsiden av isbremmen Nivlisen i Antarktis i regi av det indisk-norske prosjektet MADICE. Prosjektet studerer den glasiologiske og klimatiske utviklingen av kystsonen i det sentrale Dronning Maud Land. / *Belt-wagon convoy on the way to Djupranen Ice Rise, the western promontory of the Nivlisen Ice Shelf, run by the Indo-Norwegian project MADICE. The project studies the glaciological and climatic characteristics of the coastal zone in central Dronning Maud Land.* Foto/Photo: Katrin Lindbäck, NP/*NPI*



# FORORD

Nok et år med gode resultater er lagt bak oss.

I 2016 skjøt produksjonen av vitenskapelige artikler basert på den massive kunnskapsinnhenting som vårt forskningsskip *Lance* ble frosset inn i Polhavet i prosjektet N-ICE2015 virkelig fart. Forskningsresultater ble presentert i prestisjetunge tidsskrifter og mye mer er på vei. Et krafttak for å sikre og organisere datasettene fra N-ICE som nå er siterbare, har lagt grunnlaget for en tung vitenskapelig arv fra prosjektet. Videre ble N-ICE, behørig presentert på den viktige geofysiske AGU-konferansen i USA som samlet over tjue tusen deltakere. Utstillingen om innfrysingen, produsert med støtte fra KLD og UD, startet sin verdensturné i India, Canada og Italia – på store arrangementer satt i scene av ambassadene med kunnskapsminister fra Goa, Norges kronprinspar i Ottawa og hundrevis av forskere, studenter og andre interesserte. Vandreutstillingen har hatt et stramt program i 2016, og det vil fortsette med uforminsket styrke i 2017.

Fra Regjeringen kom en ny stortingsmelding om Svalbard. Der understrekes viktigheten av sentrale områder i Polarinstituttets oppgaveportefølje – forskning som bidrar til ny kunnskap om klimaprosesser og konsekvenser for natur og samfunn og ikke minst kunnskap om effektene av klimaendringer for naturforvaltningen på Svalbard.


Dette var også året da «alle» begynte å snakke om havet. Siden det meste i nord er hav, har Polarinstituttet engasjert seg i en rekke prosesser nasjonalt og internasjonalt. Vi har deltatt i prosessen med oppdateringen av det faglige grunnlaget for forvaltningsplanen for Barentshavet som skal revideres i 2020, gitt innspill til regjeringens havstrategi, regjeringens nordområdestrategi, utenriksdepartementets stortingsmelding om hav og jobbet med en egen havstrategi for instituttet. Våre medarbeidere har bidratt i internasjonale fora som Arktisk råd, Antarktistraktaten, norsk-russisk miljøsam arbeid, China Council og FN. Vi har også forsterket vårt fokus på plastforurensning i havet.

Formidling av vår kunnskap på konferanser, i møter, gjennom media og ved besøk er viktig og har vært prioritert. På Svalbard fikk instituttet formidlet klimakunnskap til USAs utenriksminister, og vi hadde også besøk av Sveriges kunnskapsminister og miljøministrene fra Tyskland og Frankrike for å nevne noen. Av de svært mange arenaene instituttet deltar på i løpet av et år, bidro vi til Arctic Frontiers-konferansen i Tromsø og Verdens økonomiforums toppmøte i Davos.

Internt har vi i år igjen hatt fokus på ressurser, ressursbruk og kompetanse, og det ble satt i gang lederutvikling for mellomlederne og ledergruppa. Det har dessuten vært en del fokus på det fysiske arbeidsmiljøet, da utvidelsen av Framsenteret har kommet godt i gang. Dette medfører noen ulemper for ansatte, og vi ser veldig fram til det ferdige resultatet og innflytting i nye lokaler i 2018.



Jeg startet med *Lance* og N-ICE. Jeg ønsker å slutte med arvtakeren til *Lance*, polarskipet *Kronprins Haakon*. Byggingen av fartøyet har gått raskt framover i 2016 og etter planen seiler Norges nye stolthet inn på Tromsø havn rundt årsskiftet 2017 – 2018. Oppgavene blir mange, med blant annet gjennomføring av det storstilte forsknings- og overvåkingsprosjektet *Arven* etter Nansen med geografisk fokusområde i Barentshavet. Polarinstituttet ser fram mot å forvalte eierskapet av denne høyteknologiske forsknings-plattformen som vil åpne nye muligheter for kunnskapsinnhenting ved jordas ytterpunkter. Langt der borte – i Arktis og Antarktis – ligger nøkkelen til å forstå viktige klimaprosesser som vil være avgjørende for samfunnsutvikling over en hel verden. Jobben vi gjør, gjør, gjør en forskjell.

  
Jan-Gunnar Winther  
direktør

# MANDAT OG FINANSIERING

Norsk Polarinstitutt driver naturvitenskapelig forskning, kartlegging og miljøovervåking i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver for staten i polarspørsmål, representerer Norge internasjonalt i flere sammenhenger og er Norges utøvende miljømyndighet i Antarktis. Klima, miljøgifter, biologisk mangfold og geologisk og topografisk kartlegging er viktige arbeidsfelt for instituttet. Det samme er overvåking av naturmiljøet i polarområdene, samarbeid med Russland og sirkumpolart samarbeid i Arktis og Antarktis.

Feltarbeid og datainnsamling har alltid vært viktig for Polarinstituttet, gjennom for eksempel undersøkelser av isbjørn ved Svalbard, iskjerneboringer i Arktis og Antarktis og målinger av havis i Polhavet. Instituttet utstyrt og organiserer store ekspedisjoner, og er eier av forskningsskipet RV Lance.

Norsk Polarinstitutt er et direktorat under Klima- og miljødepartementet. Departementet gir rammer og oppdrag for virksomheten, i samråd med de øvrige miljømyndighetene. I tillegg har instituttet oppdrag med finansiering bl.a. gjennom andre departementer, andre miljøinstitusjoner, forskningsinstitusjoner, Norges forskningsråd og EU. Innenfor forskning er [Senter for is, klima og økosystemer](#) (ICE) en del av instituttet som driver intensivt arbeid på klima- og økosystemer i polarområdene, spesielt i nord.

Polarinstituttet representerer Norge i flere internasjonale fora og har samarbeid med en rekke forskningsinstitutter verden over. Resultater fra forsknings- og overvåkingsprosjekter formidles inn til statsforvaltningen, samarbeidspartnere, internasjonale forvaltningsprosesser, fagmiljøer, skoleverket og allmennheten. Utstillinger, bøker, rapporter og et vitenskapelig tidsskrift, [Polar Research](#), produseres og utgis av instituttet.

Polarinstituttet har røtter tilbake til vitenskapelige ekspedisjoner til Svalbard i 1906–07, som var direkte forløpere til opprettelsen i 1928. Instituttet er lokalisert i Framsenteret i Tromsø – et nettverk

av 20 institusjoner med kunnskap om nordområdene. Instituttet har i tillegg medarbeidere stasjonert i Ny-Ålesund og Longyearbyen på Svalbard og på Trollstasjonen i Dronning Maud Land i Antarktis, og driver Framlaboratoriet i St. Petersburg i Russland.

Norsk Polarinstitutts brutto årsumsetning i 2016 var 292, 6 millioner kroner. De samlede inntektene dette året var på 98,3 millioner kroner, og resterende midler av dette beløpet ble bevilget over statsbudsjettet.

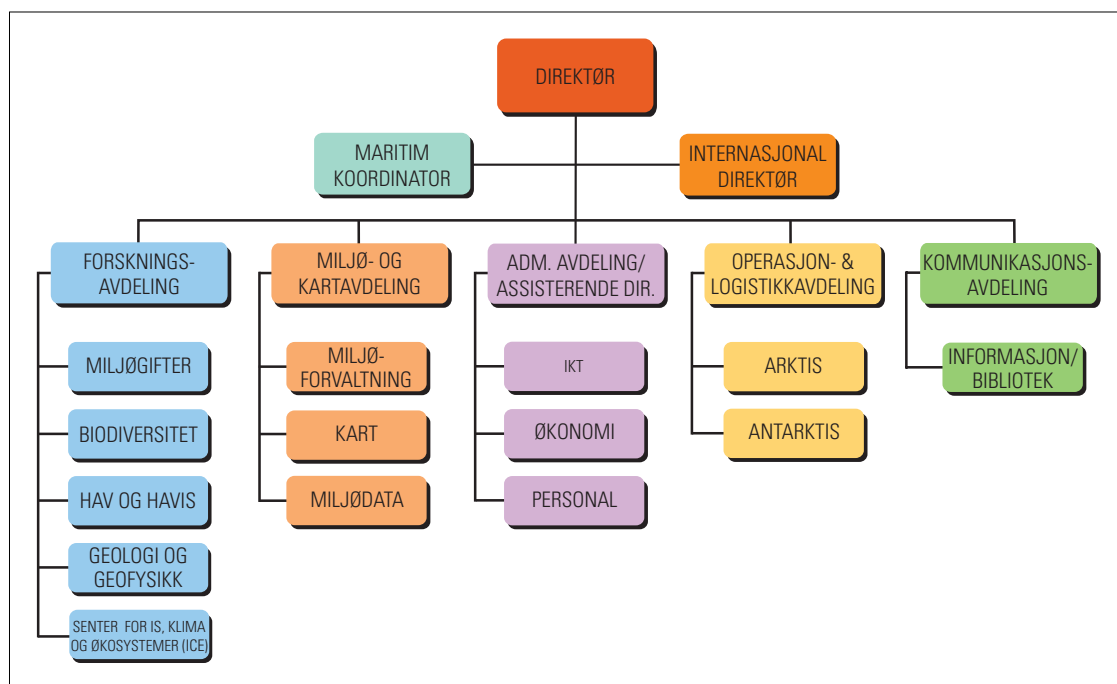
## ORGANISASJON OG LEDELSE

Ledelsen ved Norsk Polarinstitutt består av direktør Jan-Gunnar Winther samt direktørene for avdelingene Administrasjon/ assisterende direktør (Geir Andersen), Forskning (Nalan Koç), Miljø- og kart (Ingrid Berthinussen), Operasjon og logistikk (John E. Guldahl) og Kommunikasjon (Gunn Sissel Jaklin). I tillegg er internasjonal direktør/stab (Kim Holmén) og maritim koordinator/stab (Øystein Mikelborg) medlemmer av ledergruppen. Leder for ICE (Harald Steen) rapporterer regelmessig til gruppen.

Norsk Polarinstitutt hadde ved utgangen av 2016 året 170 ansatte fra 23 nasjoner, fordelt på 165 årsverk organisert i fem avdelinger.

Instituttet har likestillingskontakt, arbeidsmiljøutvalg (AMU) og informasjon, drøfting og forhandlingsutvalg (IDF).

Det arbeides kontinuerlig med helse, miljø og sikkerhet (HMS), spesielt mot risikoområdene felt- og toktvirksomhet.



Organisasjonskart, Norsk Polarinstitutt

# FORVALTNINGSMYNDIGHET

I sør er instituttet forvaltningsmyndighet i henhold til forskrift av 26. april 2013 nr. 412 om miljøvern og sikkerhet i Antarktis (Antarktisforskriften). Forskriften gjennomfører miljøprotokollen under Antarktistraktaten og stiller strenge krav til miljø- sikkerhet og sikkerhet for liv og helse ved aktiviteter som skal utføres i Antarktis. Polarinstituttet har myndighet til å pålegge endringer i, utsette eller forby aktiviteter dersom de er i strid med regelverket. I tillegg skal instituttet føre tilsyn med at regelverket overholdes.

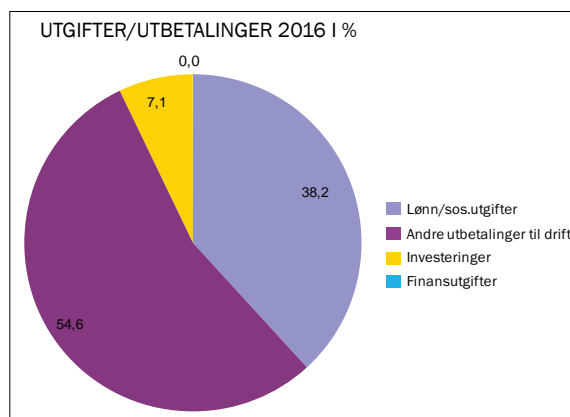
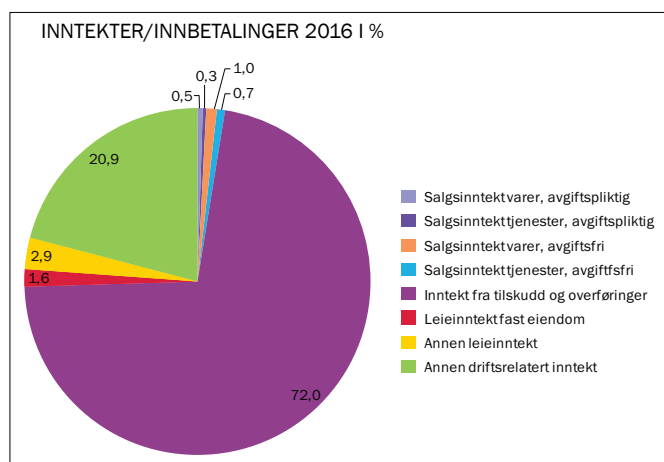
Den som planlegger aktivitet i Antarktis, må melde sin virksomhet til instituttet minst ett år i forveien. Norsk Polarinstitutt har også forvaltningsmyndighet for naturreservatet Bouvetøya med tiliggende territorialfarvann.

Antall saker instituttet har behandlet etter disse forskriftene i løpet av året har vært begrenset. I 2015 anmeldte Polarinstituttet en overtredelse av regelverket for Antarktis. Påtalemyndigheten tok ut tiltale i saken, og denne ble behandlet av tingretten i første halvår 2016. Tiltalte ble frifunnet. Påtalemyndigheten har anket saken inn for lagmannsretten, som vil behandle ankesaken i 2017.

Norsk Polarinstitutt har ikke forvaltningsmyndighet i nord. Måloppnåelsen i Arktis er derfor avhengig av virkemidler som forvaltes av andre myndigheter. Nasjonale og sektorovergripende virkemidler og internasjonalt samarbeid er viktig i arbeidet for å nå målene.

Informasjon og kunnskap om miljøtilstand, påvirkning og utvikling i Arktis og Antarktis er instituttets bidrag til bl.a. myndighetenes prosesser. Miljøovervåkingen på og ved Svalbard og Jan Mayen gir ny og oppdatert kunnskap til bruk i analyser av miljøtilstanden i disse områdene, i tillegg til i Barentshavet og havområdene rundt Svalbard. Instituttets overvåkningsarbeid knyttet til [CCAMLR](#) (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) bidrar til kunnskapsgrunnlag for forvaltningssamarbeid i Sørishavet.

Inntekter rapportert til bevilgningsregnskapet	Note	2016	2015	% andel 2016
Salgsinntekt varer, avgiftspliktig		494 931	133 628	0,5
Salgsinntekt tjenester, avgiftspliktig		304 360	455 577	0,3
Salgsinntekt varer, avgiftsfri		977 505	1 439 175	1,0
Salgsinntekt tjenester, avgiftsfri		732 383	859 300	0,7
Inntekt fra tilskudd og overføringer	1	70 741 143	59 028 197	72,0
Leieinntekt fast eiendom		1 591 367	1 312 443	1,6
Annen leieinntekt		2 887 614	879 480	2,9
Annen driftsrelatert inntekt		20 555 731	22 293 096	20,9
<b>Sum innbetalinger</b>		<b>98 285 034</b>	<b>86 400 896</b>	<b>100,0</b>
<b>Driftsutgifter rapportert til bevilgningsregnskapet</b>				
Utbetalinger til lønn og sosiale utgifter		120 449 080	116 912 326	41,2
Andre utbetalinger til drift		172 240 959	168 053 215	58,8
<b>Sum utbetalinger</b>		<b>292 690 039</b>	<b>284 965 542</b>	<b>100,0</b>
<b>Netto rapporterte utgifter til drift og investeringer</b>	2	<b>194 405 005</b>	<b>198 564 646</b>	
<b>Investerings- og finansutgifter rapportert til bevilgningsregnskapet</b>				
		2016	2015	
Utbetaling til investeringer		22 517 137	14 635 839	
Utbetaling av finansutgifter		932	6 471	
<b>Sum investerings- og finansutgifter</b>		<b>22 518 069</b>	<b>14 642 310</b>	
<b>Inntekter og utgifter rapportert på felleskapitler</b>				
Gruppelivsforikring		235 846	229 108	
Arbeids giveravgift		6 832 361	6 691 045	
Nettoføringsordning for merverdiavgift		4 991 678	3 927 019	
<b>Netto rapporterte utgifter på felleskapitler</b>		<b>-2 076 529</b>	<b>-2 993 134</b>	
<b>Netto utgifter rapportert til bevilgningsregnskapet</b>		<b>214 846 545</b>	<b>210 213 822</b>	
<b>Note 1</b>				
<b>Inntekt fra tilskudd og overføringer</b>				
Eksterne midler - Norges Forskningsråd (NFR)		-29 295 267	-13 367 347	
Eksterne midler-andre statlige virksomheter		-29 895 045	-29 336 870	
Eksterne midler EU		-1 088 801	-2 895 545	
Eksterne midler-organisasjoner og stiftelser		-6 529 030	-8 644 006	
Eksterne midler-næringsliv og private		-3 933 000	-4 784 429	
<b>Sum inntekt fra tilskudd og overføringer</b>		<b>-70 741 143</b>	<b>-59 028 197</b>	
<b>Note 2</b>				
<b>Andel Antarktis</b>				
Utgifter Antarktis		82 487 251	61 999 667	
Inntekter Antarktis		20 105 455	16 577 719	
<b>Andel netto utgifter Antarktis</b>		<b>62 381 796</b>	<b>45 421 948</b>	





## AKTIVITETER OG RESULTATER

### Helhetlig havforvaltning i Arktis

Norsk Polarinstitutt deltok i 2016 i arbeidet med helhetlig havforvaltning som i stor grad handler om det faglige grunnlaget for oppdateringen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Det faglige grunnlaget skal leveres i 2018, og forvaltningsplanen er planlagt å oppdateres i 2020. Videre har instituttet bidratt i utarbeidelsen av overvåkningsgruppens rapport [Status for miljøet i Norskehavet – rapport fra Overvåkningsgruppen 2016](#). Polarinstituttet er også ansvarlig for drift og utvikling av MOSJ ([Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen](#)). I 2016 ble det utviklet en indikator i MOSJ for [mengde polartorsk i Barentshavet](#) og det arbeides med en indikator for skipstrafikk. I samarbeid med Akvaplan-niva og Havforskningsinstituttet har instituttet, gjennom [Miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet i nord](#) (MIKON), gjennomført et forprosjekt for å se på mulighet for utvikling av indikator på dette området, og en sluttrapport ble publisert i 2016. I 2016 satte instituttet i gang arbeidet med en miljøstatusrapport knyttet til marint klima. Polarinstituttet deltar også i prosesser som bidrar til miljøfaglig arbeid ved Svalbard, i deler av Barentshavet, sirkumpolart og regionalt havmiljøarbeid og internasjonale spesialistgrupper, inkludert IUCN Polar Bear Specialist Group og IUCN Pinniped Specialist Group, som begge ledes av Norge ved Norsk Polarinstitutt.



Geolog Per Inge Myhre og seniorrådgiver Nina Mari Jørgensen var begge involvert i arbeidet med rapporten Naturtyper på Svalbard, som kom ut i 2016. / Geologist Per Inge Myhre and senior adviser Nina Mari Jørgensen were both involved in the work on the report on nature types in Svalbard. Foto/Photo: Elin Vinje Jenssen, NP/NPI

### Naturtyper på Svalbard

Norsk Polarinstitutt arbeidet i 2016 med et forprosjekt om betydningen av laguner og poller på Svalbard og ga i den sammenheng ut rapporten [Naturtyper på Svalbard](#). Det er identifisert 127 laguner og to mulige poller på Svalbard. Dersom også mindre forekomster inkluderes, vil antallet være bortimot det dobbelte. I en global sammenheng er laguner og poller naturtyper med betydning for biologisk mangfold, men det er derimot lite kunnskap om laguner og poller i arktiske områder. På Svalbard er det observert ulike fuglearter ved 40 av lagunene, og ved 14 av disse er det observert 10 eller flere arter som vurderes å ha tilknytning til biotopen. Flere av lagunene/pollene har observasjoner av sjøpattedyr.

### Helhetlig havforvaltning i Antarktis

Norsk Polarinstitutt bidrar aktivt til en økosystembasert havforvaltning i Antarktis, primært gjennom rollen som faglig rådgiver i det norske CCAMLR-arbeidet og delegasjonen (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources). Instituttet har bidratt inn i det pågående arbeidet med MPAer (Marine Protected Areas) for Weddelhavet, Rosshavet og "East Antarctic Representative System of Marine Protected Areas" (EARSMPA) i CCAMLR. I tillegg har instituttet deltatt i en prosess med å få på plass «feedback management» i forvaltningen av krillfiskeriene i Sørishavet, og i en arbeidsgruppe som planlegger en kombinert CCAMLR-IWC (Den internasjonale hvalfangstkommisjonen) workshop, for å vurdere mulig virkninger av fiskeriet på hvalbestandene (og motsatt) i området. I 2016 deltok instituttet i en felles workshop mellom SC-CAMLR (vitenskapskomiteen) og CEP (Committee for Environmental Protection), miljøkomiteen til Antarktistraktaten, som hadde felles utfordringer og muligheter knyttet til klimaendringer og overvåking som tema.

Gjennom utarbeidelse av og bidrag til dokumenter til traktatsystemet, særlig til miljøkomiteen, sikrer Polarinstituttet at tilgjengelig kunnskap blir brukt i de forvaltningsrettede beslutningsprosessene for Antarktis. Polarinstituttet var i 2016 ansvarlig for eller aktivt involvert i utarbeidelsen av et titalls arbeidsdokumenter og informasjonsdokumenter til årets traktatmøte.

### Miljøkontrollen 25 år

Miljøprotokollen til Antarktistraktaten var 25 år i 2016, noe som ble markert av samtlige 38 land som har undertegnet protokollen. Polarinstituttet var ansvarlig for eller aktivt involvert i utarbeidelsen av arbeidsdokumenter og informasjonsdokumenter til traktatmøtet i 2016 i Santiago, Chile. Norge fastholdt under møtet, sammen med de øvrige landene, intensjonen om forbud mot mineralleting og utvinning i Antarktis også etter 2048.

I Norge er det Norsk Polarinstitutt som er forvaltningsmyndighet etter regelverket som er hjemlet i miljøprotokollen for Antarktis. Siden miljøprotokollen trådte i kraft i 1998 har den bidratt til at det er gjennomført en rekke tiltak for å beskytte de store miljøverdiene i Antarktis. Protokollen stiller strenge miljøkrav til all menneskelig aktivitet i traktatområdet og forbyr mineralutnyttelse i 50 år.





Polarinstituttet avsluttet i 2016 et femårig pilotarbeid med identifisering av mulige indikatorer for overvåking av vegetasjonen på Svalbard i forhold til endret klima og økt slitasje fra menneskelig ferdsel. Prosjektet fanget opp variasjon i vegetasjonen mellom år. / The Norwegian Polar Institute completed in 2016 a five-year pilot to identify potential indicators for monitoring vegetation in Svalbard in relation to climate change and increased wear and tear from human traffic. The methods in the project captured inter-year variations in the vegetation. Foto / Photo: Lawrence Hislop, NP / NPI

## Utviklet landbaserte indikatorer i MOSJ

I 2016 jobbet Norsk Polarinstitutt videre med utviklingen av terrestre (landbaserte) indikatorer i MOSJ, blant annet miljøgifter i røye og innsjøsedimenter. Nivåene av miljøgifter i røye er generelt lave i Arktis, men noen av de høyeste PCB-verdiene i ferskvannsfisk er likevel målt i stasjonær røye fra Ellasjøen på Bjørnøya. Her viser heller ikke utviklingen over tid det samme bildet som for røyer i andre vann på Svalbard. Mengden av de bromerte flammehemmerne PBDE og HBCD økte fra år 1945 og til 2001 i innsjøsedimentene i Ellasjøen på Svalbard, mens man ser en nedgang for andre regulerte stoffer. I løpet av året igangsatte Polarinstituttet også en prosess knyttet til sluttrapportering av klima relatert til det terrestre miljøet.

## Klimaendringer og slitasje på markvegetasjonen

Polarinstituttet ferdigstilte et flerårig pilotarbeid med [identifisering av mulige indikatorer for overvåking av vegetasjonen på Svalbard](#) i forhold til endret klima og økt slitasje fra menneskelig ferdsel. Resultatene beskriver metoder og erfaringer fra studie av vekstsesongens lengde, snø-sesongens lengde, endringer i forekomsten av varmekrevende karplanter og forandringer i utvalgte plantesamfunn og graden av slitasje på lokaliteter med betydelig ferdsel fra turister. Studie ga et forholdsvis godt samsvar mellom feltregistreringer og satellittdata når det gjelder bestemmelse av start og slutt på vekstsesongen. Metodene i pilotprosjektet fanget opp variasjon i vegetasjonen mellom år.

## Kart over bløtbunnsområder

Polarinstituttet produserte i 2016 informasjon om vadefuglers og sjøfuglers utbredelse i ulike sesonger for hele Spitsbergen, og som resulterte i et kart over bløtbunnsområder.

## Isbjørn

I løpet av året arbeidet Polarinstituttet videre med å få på plass en strategisk og systematisk oppfølging av tiltakene som er identifisert i den nasjonale handlingsplanen for isbjørn. Instituttet hadde to medlemmer i den nasjonale ekspertgruppen som hadde sitt

første møte i september. Det ble også utviklet en nasjonal versjon av databasen PBHIMS (Polar Bear–Human Information Management System) som skal gi mer kunnskap om hendelser mellom mennesker og isbjørn.

Videre ledet instituttet arbeidet og deltok med faglige innspill under IUCNs Polar Bear Specialist Group (PBSG), som er den vitenskapelige rådgiveren til partene under isbjørnavtalen. Arbeidet i PBSG bidrar til gjennomføring av den sirkumpolare handlingsplanen for isbjørn. Instituttet hadde ansvar for planlegging og gjennomføring av gruppens møte i Anchorage sommeren 2016, hvor et av målene var å utarbeide vitenskapelige råd til handlingspunkter om forskning i den sirkumpolare handlingsplanen. Rådene ble levert fra PBSG til partene på senhøsten. Agendaen for møtet var omfattende og inneholdt svært mange saker som er viktige for internasjonalt samarbeid om isbjørn, bl.a. bestandsstatus, forskningssamarbeid i lys av klimaendringer og hvordan kapasiteten innen gruppen skal kunne økes.

## Fremmede arter

Polarinstituttet fortsatte å arbeide med temaer knyttet til fremmede arter, og med hovedvekt på kartlegging og overvåking av karplanter. Dette arbeidet ble gjort i nær dialog med Sysselmannen i forbindelse med utarbeidelse av en ny overvåkingsplan for vegetasjonen på Svalbard. Videre bidro instituttet med kompetanse inn i et arbeid initiert av Sysselmannen når det gjelder iverksetting av overvåking av fremmede arter i nærområdene til bosettingene på Svalbard. Arbeidet med å fjerne fremmede arter i Barentsburg startet opp i 2016.

## Forvaltningsmessige konsekvenser av klimaendringer

I mai leverte Polarinstituttet rapporten «Klimaendringer på Svalbard – Effekter på naturmangfold og konsekvenser for den fremtidige naturforvaltningen», som svar på oppdrag i tildelingsbrevet for 2015. Rapporten oppsummerer status om klimaendringer på Svalbard og hva disse endringene vil bety for naturmangfoldet og naturforvaltningen i fremtiden, og gir konkrete anbefalinger knyttet til kunnskap og forvaltningstiltak.



## Arktisk råd

Norsk Polarinstitutt er bidragsyter til flere prosjekter i regi av [Arctic Monitoring and Assessment Programme](#) (AMAP) under Arktisk råd. Instituttets forskere og rådgivere arbeider med nasjonale gjennomganger av AMAP-produkter, utfører fagfelle-vurdering og leder og/eller bidrar til skriving av artikler i NOAAs årlige Arctic Report Cards. I oktober arrangerte "ID Arctic", som er et samarbeid mellom Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) og N-ICE2015s data- og publiseringsarbeid, en internasjonal workshop og et åpent seminar i Tromsø.

I juli deltok Polarinstituttet med en representant i Task Force on Scientific Cooperation (TFSC) sitt møte i Ottawa, Canada. Målet med møtet var å lage en bindende avtale som har til formål å fremme vitenskapelig forskning i Arktis gjennom å legge til rette for vitenskapelig samarbeid.

Instituttet er aktive bidragsytere i flere pågående prosjekter i regi av CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna). Gjennom CBMP-programmet (Circumpolar Biodiversity Monitoring Programme) har flere medarbeidere bidratt til å ferdigstille status for det marine naturmangfoldet i Arktis og deltatt i utformingen av et terrestrisk overvåkingsprogram i CBMP. Videre leder instituttet ringselettnettverket under CAFF, er nasjonal representant i den sirkumpolare sjøfuglgruppa (CBird) og bidrar aktivt til arbeidet i PAME (Protection of the Arctic Marine Environment).

## Norsk-russisk havmiljøarbeid

Polarinstituttet leder de norsk-russiske prosjektene HAV-1 Konsept for forvaltningsplan, HAV-2 Miljødataportal for Barentshavet og HAV-3 Økosystembasert overvåking i Barentshavet. Dette er prosjekter i arbeidsprogrammet under den felles norsk-russisk miljøvernkommisjonen.

Under HAV-1 er instituttet, i samråd med de øvrige norske aktører, i startfasen av arbeidet med å sammenligne eksisterende norske og russiske metoder for å identifisering og kartlegge miljøverdier og særlig verdifulle marine områder i hele Barentshavet. Gjennom HAV-2 fortsetter Norsk Polarinstitutt, i samarbeid med Havforskningsinstituttet og de russiske instituttene



Seniorrådgiver John Richard Hansen er norsk prosjektleder for den norsk-russiske miljøportalen [barentsportal.com](http://barentsportal.com) / Senior adviser John Richard Hansen is Norwegian Project Manager for the Norwegian-Russian environmental portal [barentsportal.com](http://barentsportal.com). Foto / Photo: Elin Vinje Jessen, NP / NPI

PINRO og Sevmorgeo, å lede det faglige arbeidet med å holde den felles norsk-russiske miljøstatusrapport for Barentshavet oppdatert. I HAV-3 har instituttet bidratt til å få på plass en ramme for felles norsk-russisk overvåking av arter og bestander i Barentshavet. Det arbeides videre med prosjektets hovedmål om å legge til rette for en reell, felles overvåking i Barentshavet.

## Norwegian Young Sea Ice Cruise (N-ICE2015)

Etter det seks måneder lange N-ICE-toktet i 2015 har Polarinstituttet samlet store mengder med data og skrevet flere publikasjoner fra forskningen. Tjueto datasett er så langt gjort offentlig tilgjengelig gjennom datasenteret <https://data.npolar.no> og ytterligere datasett skal publiseres i tida fremover. Videre er ti fagfellevurderte artikler akseptert og et 15-talls til vurdering. De fleste artiklene skal publiseres i et spesialvolum av *Journal of Geophysical Research*. I en oversiktsartikkel i journalen *Eos*, som når mange lesere spesielt i USA, beskrev [Granskog et al. \(2016\)](#) N-ICE 2015-ekspedisjonen (se egen artikkel om N-ICE2015).

## Studier av brefronter

Norsk Polarinstitutt har lang tradisjon i studier av brefronter. Gjennom prosjektene GLAERE (Glaciers as Arctic Ecosystem Refugial) og TIGRIF (Tidewater Glacier Retreat Impact on Fjord Circulation and Ecosystems) som instituttet er delaktig i, er målet å forstå og dokumentere den innvirkningen kalvende breer har på miljøet i fjordene på Svalbard. Videre skal forskningen skaffe til veie data for å kunne modellere effekten av at de samme

N-ICE2015-toktet samlet inn store mengder med data, og flere forskningsartikler og datasett er så langt publisert. Her ser vi forskerne Lana Cohen, Anja Rösel og Anna Silyakova på isen, i bakgrunnen forskningsskipet RV Lance. / The N-ICE2015 cruise collected large amounts of data and authored a number of publications based on the research. Here we see the scientists Lana Cohen, Anja Rösel og Anna Silyakova on the ice, in the background research vessel RV Lance. Foto / Photo: Amelie Meyer, NP / NPI





breene terminerer på land. I 2016 organiserte ICE, gjennom prosjektet TW-ICE (Tide Water – ICE), en større kampanje for å ta prøver av vann, planteplankton og zooplankton i områder like foran breene. Disse områdene er viktige furasjeringsområder for krykkje og sel. I vannet foran breene fant forskerne en artssammensetting som var mer «arktisk» enn litt lengre ut i fjorden og med mye polartorsk. Les om [Tidewater glacier fronts: Arctic oases in retreat](#) i FRAM Forum.

## Arven etter Nansen

I 2016 startet arbeidet med implementeringsplanen til forskningsprosjektet Arven etter Nansen ([www.nansenlegacy.org](http://www.nansenlegacy.org)). Målet for prosjektet er at det norske polarforskningsmiljøet sammen skal skape en mer helhetlig forståelse av et arktisk øko- og klimasystem i endring. De fire store Universitetene i Tromsø, Trondheim, Bergen og Oslo, i tillegg til Universitetssenteret på Svalbard, Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitutt og Meteorologisk institutt gikk sammen om å utvikle et sterkere samarbeid for å bedre kunnskapsgrunnlaget i Arktis. Polarinstituttet er involvert med bi-ledelse av prosjektet og ledelse/co-ledelse av to arbeidspakker, samt bidrag fra ulike forskere til arbeidskomponenter.

## Seatrack

[SEATRACK](#) er et fireårig program (2014-2018) som skal kartlegge norske sjøfuglers arealbruk utenfor hekkesesongen, og samtidig følge bestander fra våre naboland som kommer inn i norske havområder. Dette gjøres hvert år ved å sette lysloggere på mer enn 2000 fugler fordelt på 11 arter fra mer enn 30 hekketolonier i Norge, Russland, Island, Færøyene og Storbritannia, og følge dem samtidig over flere år. I en studie som tok for seg bruk av lysloggere (geolocators – GLS) på sjøfugl ble det utviklet en modell for analyse av posisjonsdata i kombinasjon med annen informasjon samlet inn av loggerne, for eksempel temperatur og aktivitet ([Merkel et al. 2016](#)). Se egen artikkel om SEATRACK.

## Klimaøkologisk observasjonssystem for arktisk tundra (COAT)

Implementeringsprosjektet «COAT Infrastruktur» (2016-2020) begynte etableringen av forskningsinfrastruktur for adaptiv økosystemovervåking på Svalbard, som vil utvide den eksisterende naturovervåkingen. [COAT](#) Svalbard ledes av Norsk Polarinstitutt. Det er utledet forventede effekter av klima og forvaltning på arktiske gjess, fjellrev, svalbardrein, svalbardryper, vegetasjonstyper og beiteplanter. COAT har etablert et sett med overvåkingsvariabler som beskriver tilstanden til artene, funksjoner og de egenskapene ved klima som artene er mest følsomme for. COAT er samordnet med MOSJ og forankret i Framsenteret gjennom et samarbeid mellom fem ledende institusjoner innen klimaforskning i Arktis. For videre lesning: [The Green Arctic – Plants as cornerstones in terrestrial ecosystems](#) i FRAM Forum.

## Effekter av klimaendringer på økosystemer

Effekter av klimaendringene er påvist i de fleste økosystemer på jorden selv om gjennomsnittlig oppvarming så langt bare er på rundt 1 °C. I en studie ga [Scheffers et al. \(2016\)](#) en oversikt over klimaeffekter på global biodiversitet ved å evaluere et sett av nøkkelprosesser (32 i terrestriske og 31 i marine- og ferskvannsområder) som underbygger hvordan økosystemer virker og er nyttige for mennesker. Av 94 prosesser som ble behandlet viste 82 % effekter av klimaendringer. Disse endringene inkluderer endringer i arters utbredelse, i fenologi og populasjonsdynamikk, i tillegg til ødeleggelser fra gennivå og opp til økosystemskala.



COAT har etablert et sett med overvåkingsvariabler som beskriver tilstandene til artene på den arktiske tundraen, funksjoner og de egenskapene ved klima som artene er mest følsomme for. COAT Svalbard ledes av Norsk Polarinstitutt. / COAT has established a set of monitoring variables that describe the status of species, functions and the climatic properties which the species are most sensitive to. COAT Svalbard is headed by the Norwegian Polar Institute. Foto/Photo: Siri Uldal, NP/ NPI

## Stedegne arter under klimapress

Hele den nordlige delen av Barentshavet opplever nå en rask temperaturøkning i luft og i vann, store reduksjoner i havisutbredelse og økende grad av ekstremvær. Klimaendringer er en stor trussel for endemisk (stedegne) dyre- og planteliv på Svalbard, fremkommer det i en studie av Descamps et al. 2016. Her ble det vist til at for de fleste endemiske fugle- og pattedyrarter på Svalbard, inkludert høstbare, trekkende og rødlistearter, har oppvarmingen negative effekter. Likevel er det en utfordring å si noe om effekter av klimaendringene på bestandsnivå av noen topppredatorer basert på endringer i fysiske forhold fordi bestandsutviklingen for mange arter er resultat av et fjern fortids eller mer nylig jakttrykk som kan maskere endringer i miljøets bæreevne, slik som for hvalrossbestander i Arktis ([Kovacs et al. 2016](#)).

## Klimaendringer hos sjøfugl

Varmere temperatur øker risikoen for sykdomsfremkalling (patogener) hos dyr, som ulike virus, bakterier og parasitter. I en studie utført fra Svalbard og Jan Mayen ble det ikke påvist flattbårne patogener, noe som er gode nyheter både for sjøfugler og mennesker ([Elsterova et al. 2015](#)).

En studie av rugende ærfugl viste at økende vind motvirker de potensielle energimessige fordelene ved stigende omgivelsestemperaturer, og at vindforhold må tas med i regnestykket for å predikere effekten av klimaendringer på sjøfugl ([Høyvik et al. 2016](#)).

## Sporingsstudier av sjøfugl

De fleste ærfugl fra Svalbard trekker til Island og Norge om vinteren, ifølge en sporingsstudie ([Hanssen et al. 2016](#)). I en annen studie fant forskerne en klar sammenheng mellom polarlomvier fra Nord-Atlanteren og fuglenes overvintringsområder og bestandsutvikling ([Frederiksen et al. 2016](#)). Stabile bestander i Canada og Nordvest-Grønland overvintret hovedsakelig utenfor Canada, mens bestander på Svalbard og Island (som er i nedgang) holdt til vest for Grønland og rundt Island.

I en studie av ismåker, basert på sporingsdata fra Canada, Grønland, Svalbard og Russland, var over halvparten av alle



Eva Fuglei (til venstre), Marita Anti Strømeng, Kine Hokholt Bjelland og Silje Kristin Jensen deltok på rypefeltarbeid på Svalbard i 2016. Telling av territoriell rypestegg var hovedfokus. Det foregår med punkt-transekt markeringsmetodikk hvor mer enn hundre punkter besøkes opptil tre ganger ved bruk av snøscooter i løpet av fire uker i april. / Eva Fuglei (left), Marita Anti Strømeng, Kine Hokholt Bjelland and Silje Kristin Jensen participated in Svalbard rock ptarmigan field work in 2016. Counting territorial Svalbard rock ptarmigan males was the main focus, using spot marking point-transect sampling design methodology where more than one hundred points are visited up to three times by using snowmobiles during four weeks in April. Foto/ Photo: Siri Uldal, NP/ NPI

posisjonene fra relativt nært iskanten ([Gilg et al. 2016](#)). Samtidig var ca. 80% av posisjonene i relativt tett havis (høy iskonsentrasjon). På grunn av ismåkenes sterke avhengighet til havis og kantsoner/råker, er det lite trolig at artens bestandssituasjon vil bedre seg særlig i årene som kommer, gitt fortsatt redusert forekomst av havis i Arktis. Satellittsporing og tellinger fra skip viser at hele den kanadiske og store deler av Grønland- og Svalbardbestanden trolig overvintrer i dette området ([Spenser et al. 2016](#)).

## Isbjørnens næringskjede i endring

Isbjørnens valg av byttedyr påvirkes av utbredelsen av havis, viste [Tartu et al. 2016](#). I områder hvor det fremdeles er mye havis spiser bjørnene mest ringsel. Der det er mindre tilgang til havis tyr bjørnene til alternativ kost som sjøfugl, gjess, reinsdyr og kadavre fra ulike arter, som både kan påvirke dødeligheten til disse byttedyrene og endre miljøgiftodynamikken i isbjørnens næringskjede.

Den viktigste trusselen for isbjørn er tap av havis, men effekter fra andre faktorer kan forsterke stresset for isbjørn, og dette indikerer at man står overfor store forvaltningsmessige utfordringer i Arktis ([Andersen og Aars 2016](#)).

Dårlig tilgang til havis har skapt store endringer i adferden til ringsel i kystområdene på Svalbard. Selene konsentrerer seg nå i områder svært nær brefronter og de dykker lengre og hviler mindre i overflaten mellom dykkene enn de gjorde før da isforholdene var bedre. Disse endringene viser at selene må arbeide hardere for å finne mat i områder hvor det er lite is ([Hamilton et al. 2016](#)).

## Håkjerring – viktig rolle i økosystemet

Kongsfjorden på Svalbard er en av de best studerte arktiske fjordene i verden, men til tross for dette har håkjerring (grønlandshai) i dette området inntil nylig vært totalt oversett. [Lydersen et al. \(2016\)](#) viste i en oversiktsartikkel resultater fra en rekke prosjekter som ble utført for å evaluere håkjerringas rolle i dette økosystemet. Denne storhaien spiser fisk og sel (både levende og som åtsler), er en saktessvømmende jeger og spiller helt klart en viktig rolle som en stor predator i det marine økosystemet på Svalbard. Et sentralt spørsmål for forskerne var å finne svar på hvordan denne saktessvømmende haien klarer å fange



Isbjørnens valg av byttedyr påvirkes av tilgangen til havis. I områder hvor det fremdeles er mye havis spiser bjørnene mest ringsel, mens der det er lite is tyr de til land for å finne alternativ kost som sjøfugl, gjess, reinsdyr og kadavre. / The polar bear's prey selection is affected by sea ice extent. In areas where there is still a lot of sea ice, the bears mostly eat ringed seals. Where there is less access to sea ice, the bears resort to alternative food, such as seabirds, geese, reindeer and carrion from different species. Foto/ Photo: Geir Wing Gabrielsen, NP/ NPI

og drepe sel som svømmer mange ganger raskere enn dem selv. Forskerne tror at håkjerringene kommer nær innpå levende sel på grunn av sin kamuflasjefarge, og at de antakelig best er i stand til å ta individer som sover i vannet.

## Samspill mellom planter, beitedyr og rovdyr

Landbaserte økosystemstudier viste at biologisk mangfold er påvirket av klima, men at samspillet mellom planter, beitedyr og rovdyr muligens er viktigere enn temperatur for beitedyrenes mangfold i Arktis ([Barrio et al. 2016](#)). Mer koordinerte eksperimenter og langsiktig overvåking trenges for å kunne forstå klimarelaterte endringer hos planter ([Christie et al. 2015](#)).

To studier som brukte jaktstatistikk og fangst–gjenfangst data for svalbardrype viste overraskende resultater. Jaktstatistikken viser en negativ trend mens overvåkingsdata viser at populasjonen er stabil ([Soiminien et al. 2016](#)). Disse studiene bekrefter at det er behov for å undersøke svalbardrype nærmere for å kunne foreta en forsvarlig forvaltning.



Tundraens motstandsdyktighet for påvirkning fra plantespisere er lav, og slike forstyrrelser kan derfor forårsake økosystemskifter. [Anderson et al. \(2016\)](#) undersøkte virkningene av gåse-”grubbing” (når de napper opp planter med rota fra jordbunnen) på vegetasjonen til ulike årstider og i forhold til antall gjess. De konkluderte med at dersom bestanden fortsetter å øke, forventes en større påvirkning på vegetasjon og jordbunn. Tidspunktet for snøsmelting er en nøkkelfaktor og vil i stor grad bestemme påvirkningen/forstyrrelsen av vegetasjonen på tundraen siden snødekke er en viktig faktor for utbredelse av gås. Arbeidet spiller direkte inn med ny kunnskap til den internasjonale forvaltningsplanen «International Species Management Plan for the Svalbard Population of the Pink-footed Goose» som har uttalte mål om å redusere bestanden av kortnebbgås til et nivå der tundraen i mindre grad utsettes for store påvirkninger fra beitende gås.

## Færre hekkende pingviner på Bouvetøya

Reproduksjon og bestandsstørrelse av hekkende pingviner ble redusert i løpet av perioden 1996-2008, med 80 % nedgang for ringpingvinene og 50 % nedgang for gulltopp-pingvinene på Bouvetøya, viste [Niemandt et al. \(2016\)](#). Reduksjonen i bestandene til disse to pingvinartene skyldes i hovedsak ekspansjonen av pelssel i området og at leirskred som følge av økende avsmelting har ødelagt noen av hekkestedene. Den lokale bestanden av ringpingvin vil være mest utsatt for global oppvarming hvis krillen påvirkes siden disse fuglene stort sett spiser krill, og fordi dagens bestandsstørrelse av denne arten er svært liten.

## Selene spiser mer fisk og mindre krill

Potensielle endringer i tilgjengeligheten av krill ved Bouvetøya ble undersøkt ved tidsserieanalyse av stabile isotoper av karbon og nitrogen i blodet til voksne antarktisk pelssel-hunner fra Bouvetøya ([Tarroux et al. 2016](#)). Studien viste at det har vært et isotopisk nisjeskift fra 1990-årene til 2015, og at selene nå spiser mer fisk og mindre krill enn de gjorde tidligere.

Pingviner og andre dykkende predatorer som pelssel spiser fisk og krill som er svært knyttet til gradienter av saltholdighet og temperatur i sjøen. Dataene samlet inn fra instrumentert elefantsele viste at blandingslaget i øvre del av vannsøylen brytes ned når vinteren nærmer seg på grunn av nordover-flytende antarktisk overflatevann ([Lowther et al. 2016](#)). I tillegg viste analysene at det sirkumpolare dypvannet, som er en viktig kilde til marine næringsstoffer, er til stede på sokkelen vest for Bouvetøya. CTD-SRDL-instrumentene har vært påsatt en mengde sel fra ulike steder i Antarktis (MEOP-konsortiet; bestående av forskere fra 10 nasjoner) for å studere den sirkumpolare habitatbruken til ulike alders- og kjønnsklasser av elefantsele ([Hindell et al. 2016](#)). Det ble påvist klare forskjeller mellom det foretrukne habitat til hanner og hunner og mellom geografiske regioner. Hunner tilbrakte mindre tid over kontinentalsokkelen enn hannene, og trakk seg bort fra områder med is når vinteren kom. De store hannene oppholdt seg i lengre tid over kontinentalsokkelen. Alle selene foretrakk områder med oseaanografiske fronter, noe som understreker den viktige økologiske betydningen av slike områder.

## Antarktispetrell

I en studie av antarktispetrell undersøkte [Descamps et al. 2016](#) om storskala oseaanografiske svingninger påvirker overlevelse og reproduksjon hos denne sjøfuglen. Resultatene viste at mesteparten av variasjonen i både hekkesuksess, klekketidspunkt og overlevelse hos antarktispetrell kan modelleres ved hjelp av de to primære klimaindeksene som påvirker marine arter i Antarktis, nemlig Southern Oscillation Index og Antarctic Oscillation.

En satellittsporing-studie på fugler fra den samme store kolonien på Svarthammaren i Dronning Maud Land (den nest største i verden) kartla næringsøksområdene for fugler fra denne kolonien. Konklusjonen var at konkurransen mellom antarktispetrell og krillfiskeriene for tiden er ubetydelig, men at den kan øke hvis fiskeriene etter krill øker ([Descamps et al. 2016](#)).

## Arters sårbarhet

Identifisering av sensitive områder, årstider og livsfaser er avgjørende faktorer for en helhetsvurdering av arters sårbarhet. [Blanchet et al. \(2016\)](#) utforsket habitatbruk og habitatvalg i det første leveår hos steinkobber på Svalbard. Forskerne fant at unge seler hadde velutviklede dykkeegenskaper allerede ved to-månedersalderen, men de utnyttet forskjellige deler av vannmassene enn voksne dyr og er dermed mer sensitive til endringer i mattilgangen. [Burr et al. \(2016\)](#) fant at mange sjøfuglarter hadde kortere og mer synkroniserte hekkeperioder ved høyere breddegrader, noe som potensielt gjør dem mer sårbare for klimaendringer.

## Merking av svalbardrein i nytt område

Telling av svalbardrein på Brøggerhalvøya vinteren 2016 viste en lav, men stabil bestand. Fravær av is på fjordene mellom overvåkingsområdene gjør at svalbardreinen ikke lenger har mange utvandringsmuligheter når vinterforholdene er dårlige i disse isolerte områdene langs vestkysten av Svalbard. De merkede dyrene er viktige for å oppdage utveksling av dyr mellom områder. Samspillet mellom effektene av isdekte beiter på land og fravær av fjordis er en viktig nøkkel for å forstå klimaeffektene. Denne kunnskapen er avgjørende for å forvalte svalbardreinen i et langsiktig perspektiv.



En satellitt-sporing-studie konkluderte med at konkurransen mellom antarktispetrell og krillfiskeriene er ubetydelig, men at den kan øke hvis fiskeriene etter krill øker. / A satellite tracking study concluded that the competition between Antarctic petrels and the krill fisheries is presently insignificant, but it may increase if the krill fisheries increase. Foto/ Photo: Sebastien Descamps, NP/ NPI

Men det er ikke bare for reinsdyrene at fraværet av fjordis skaper problemer. I 2016 måtte forskerne også bruke båt. Raskt framrykkende breer og store sprekkdannelser i den vanlige kjøreruta gjorde at «snøskuter på båt» var eneste mulighet. En slik feltoperasjon kan bare utføres på blikkstilte hav – noe som er sjeldent i disse utsatte arktiske områdene. Åtte nye simler ble merket på Sarsøya – et område som vinterstid har vært utilgjengelig siden 2013 pga. endringer i brelandskapet. Norsk Polarinstitutt har overvåket reinsdyrbestanden på Brøggerhalvøya siden 1978 for å skaffe kunnskap om bestandenes størrelse, sammensetning, reproduksjon og dødelighet.

## Genetisk variasjon for hvalross

Bestander med høy grad av genetisk variasjon er oftest bedre rustet for å takle endringer i omgivelsene, som f. eks. klimaendringer, enn bestander med lav genetisk variasjon. Dette er spesielt et problem for den globale bestanden av ismåke i Arktis hvor lav genetisk diversitet er blitt påvist mellom de ulike delbestandene (Yannic et al. 2016). En annen genetisk studie viste at hvalross på Svalbard har høy grad av genetisk variasjon både før og etter den store historiske nedslaktingen (Lindqvist et al. 2016). Den mest sannsynlige forklaringen til dette er at det var et «reservoir» av hvalross i de russiske deler av bestandens utbredelsesområde som ikke fangstmennene fikk tilgang til på grunn av isforholdene. En genetisk studie av mtDNA av Spitsbergen-bestanden av grønlandshval fant bare tre forskjellige haplotyper, to av de tre har aldri vært funnet i tidligere analyser fra denne hvalarten (Nyhus et al. 2016). Men seks av prøvene hadde identisk haplotype, noe som kan tyde på en unik populasjon med begrenset genetisk diversitet.

## Skjell som klimaarkiv

Skjell har årringer med vekstsoner (akkurat som trær) og analyser av disse kan gi informasjon om endringer i havklima over tid. Skjell fungerer derfor som et viktig klimaarkiv. I en studie ble det plassert poser med skjell på oseanografiske rigger i Kongsfjorden og Rijpfjorden i ett år (Vihtakari et al. 2016). Innholdet av oksygenisotoper ble analysert i skjellene som indikator for temperatur, men veksten er også avhengig av tilgjengelig føde. Forholdene mellom mengden av ulike geokjemiske elementer ble bestemt i skjell i en annen studie av Vihtakari et al. (2016). Kombinasjon av data fra de oseanografiske riggene ved å benytte skjellvekstmodeller gjorde det mulig å relatere forholdene mellom grunnstoff til oseanografiske parametere. Ingen av de undersøkte signalene ga klare sammenhenger med miljøfaktorer, men noen av profilene (Ba/Ca og Li/Ca) samsvarte i tid mellom de to fjordene, som indikerer at de blir påvirket av samme type miljøforhold med variasjoner i temperatur, saltholdighet og produktivitet.

## Makroalger og bunndyr i Kongsfjorden

Effekten av oppvarmingen på tang og tareskog som er en viktig del av økosystemet i fjorder på vestsiden av Svalbard ble undersøkt i Kongsfjorden. I 1996 og 1998 ble artskomposisjon,



Hvalross på Svalbard har høy grad av genetisk variasjon som mest sannsynlig skyldes at det tidligere var et «reservoir» av hvalross som ikke fangstmenn fikk tilgang til på grunn av isforholdene. / Walrus in Svalbard have a high degree of genetic variation, possibly because there previously was a reservoir of walrus in the Russian sections of the population's distribution range to which the hunters did not have access due to the ice conditions. Foto / Photo: Siri Uldal, NP / NPI

dominans og fordeling av makroalger studert under dykkeundersøkelser i Kongsfjorden, på hardbunn lokaliteter langs hele fjorden (Hop et al., 2016). De fleste artene som ble identifisert tilhørte arktiske og subarktiske biogeografiske grupper. Distribusjonen av biomasse var i hovedsak påvirket av dybde og avstand fra tidevannsisbreer innerst i fjorden. Endringer etter denne undersøkelsen ble foretatt har vist klimarelaterte variasjoner i utbredelse av makroalger (Bartsch et al. 2016). Studiet deres sammenliknet vertikal fordeling av tang og tare ved Hansneset i Kongsfjorden i 2012-2014 med et tidligere studium på samme lokalitet fra 1996/98. Tarebeltet hadde økt i omfang, spesielt i grunne områder med maksimum biomasse som hadde flyttet seg fra 5 m til 2,5 m dyp. I dypet var det mindre tareskog, muligens på grunn av mer sedimenter i vannmassene og mindre lys. Biomasse og sekundærproduksjon av bunndyr ble også undersøkt over samme tidsrom på denne lokaliteten (Paar et al., 2016). Forskerne fant en betydelig forandring ved at begge økte med dybde i studiet fra 1996/98, mens det motsatte ble observert i 2012/13. Dette skyldes blant annet mindre is i fjorden og dermed mindre isskuring av grunne hardbunnsområder. Karakteristiske zoobentiske samfunn på grunne hardbunnshabitater ble også identifisert i Kongsfjorden (Voronkov et al., 2016). Sju samfunn ble identifisert og segregert basert på biomasse.



Grønlandsmusling (*Serpipes groenlandicus*) har klare vekstsoner, som kan gi informasjon om klima over tid. Geokjemiske elementer i slike muslinger fra Kongsfjorden og Rijpfjorden ble analysert for å finne de elementene som ga best informasjon om miljøfaktorer som temperatur, saltholdighet og produktivitet. / The Greenland cockle (*Serpipes groenlandicus*) has distinct growth zones, which can give information about climate over time. Geochemical elements in such molluscs from Kongsfjorden and Rijpfjorden were analysed to determine which elements that provided the best information on environmental factors, such as temperature, salinity and productivity. Foto / Photo: Haakon Hop, NP / NPI

## Kongsfjorden – et arktisk marint laboratorium

Kongsfjorden regnes både som et naturlig laboratorium og en klimaindikator som tar pulsen på de større klimatiske forholdene som påvirker marint miljø i Arktis. Årsaken er en blanding av arktisk og atlantisk vann, som strømmer inn i fjorden og møter ferskvann fra elver og sedimenter, og vann og is fra kalvende breer i indre fjordbasseng. Dette fører til at Kongsfjorden består av både boreale og arktiske organismer, med større innslag av arktiske organismer i indre deler av fjorden. Forskning i Kongsfjorden i det siste tiåret ble publisert som 34 artikler i to spesialvolumer av Polar Biology med oppsummering av økosystemet i fjorden og med klimarelaterte endringer (Wiencke & Hop, 2016)





Sukkertare (*Saccharina latissima*) er en av de største artene tare som kan bli over åtte år gammel. Yngre individer har spredd seg til grunnere områder i Kongsfjorden på grunn av mindre isskuring de siste årene. Vitenskapelig dykker Peter Leopold (NP) holder et stort eksemplar. / *Sugar kelp* (*Saccharina latissima*) is one of the largest kelp species that can be more than eight years old. Younger individuals have spread to shallower areas in Kongsfjorden due to less ice scouring in recent years. Scientific diver Peter Leopold (NPI) holds a large specimen. Foto / Photo: Haakon Hop, NP / NPI

Effekten av variasjonen i atlantisk og arktisk vann på artssammensetningen og mengden av større dyreplankton ble studert i prøver tatt fra Kongsfjorden, sokkelområdet utenfor Kongsfjorden, samt enkelte prøver fra Isfjorden og Rijpfjorden fra 2006-2011 ([Dalpadado et al., 2016](#)). Forekomsten av krill og amfipoder var generelt høyere i Kongsfjorden enn i de andre fjordene. Det var stor variasjon i artssammensetning og mengde av krill og amfipoder både gjennom sesongen og fra år til år. Deresom den økte innstrømmingen av atlantisk vann og oppvarming av Kongsfjorden fortsetter vil dette favorisere atlantiske krillarter, samtidig som det sannsynligvis vil bli en nedgang i arktiske arter. Krill og amfipoder er viktige næringsdyr for lodde og polartorsk, og endringer i byttedyr vil påvirke næringsøkologien til disse viktige fiskeartene rundt Svalbard. Mengden og samfunnsstrukturen av dyreplankton i tre fjorder på Spitsbergen, Svalbard, ble undersøkt i 2007 ([Gluchowska et al., 2016](#)). Prøvetaking foregikk på stasjoner i Hornsund, Isfjorden og Kongsfjorden. Hornsund er påvirket av kaldt, arktisk vann, mens Isfjorden og spesielt Kongsfjorden i stor grad er påvirket av varmt, atlantisk vann, noe som resulterte i forskjellig artssammensetning av dyreplankton i disse fjordene. Prøvene fra Hornsund hadde hovedsakelig boreo-arktiske og arktiske arter, mens prøvene fra Kongsfjorden hadde større innslag av boreale arter og små arter med videre utbredelse.

## Hoppekrepsens nattevandring

[Daase et al. \(2016\)](#) studerte vertikale migrasjon gjennom døgnet for hoppekreps i områder dekket med havis. Tidligere studier har brukt en grov dybdeoppløsning som har gjort det vanskelig å observere daglig vertikal migrering over korte avstander. De fant vertikal migrasjon mellom 20 og 80 m for unge stadier av hoppekreps, som vandret opp til overflaten på nattetid for å beite på planteplankton i de øvre vannlag.

## Undersjøiske fjell og primærproduksjon

Effekten av et grunt undersjøisk fjell (Gorringe i Nordøst-Atlanteren) på lokal oppstrømning og primærproduksjon ble studert av [Oliveira et al. \(2016\)](#). Forskerne fant en sesongmessig effekt av fjellet på oppstrømningen og en forbedret primærproduksjon gjennom en høyere tetthet av planteplankton nær toppene på havfjellet. [Ramos et al. \(2016\)](#) analyserte video og bildedata tatt ved hjelp av en ROV og resultatene viser at dette er et biologisk viktig område og et sårbart marint økosystem. På bakgrunn av resultatene ble endringer i det europeiske natur-informasjons-systemet for habitatklassifisering foreslått for å forbedre forvaltningen av havfjellet.

## Effekten av havstrømmer på økosystemer

Studie av effekten av havstrømmer på polare og subpolare marine økosystem viste at sirkulasjonsmønstrene varierer drastisk mellom nord og sør. I nord er det en forbindelse mellom sub-Arktis og Arktis til tross for tilstedeværelsen av store landmasser, mens dette er fraværende i sør. Denne forskjellen påvirker mengden og tykkelsen av havis og hvor lenge den forekommer. Den påvirker også hvilke typer dyr man finner i økosystemene og hvordan dyrene kommer dit ([Hunt et al. 2016](#)). I nord transporteres dyr med havstrømmen rett inn i selve Polhavet, mens i sør fører de cirkumpolare havstrømmene og fronter til at dyrelivet rundt Antarktis har blitt isolert og er relativt likt rundt hele kontinentet.

## Diazotrofer i sentrale Nordishavet

Diazotrof-samfunnet (nitrogen-fikserende bakterier) i havis fra det sentrale Nordishavet er tilsynelatende forskjellig fra andre kuldetilpassede diazotrof-samfunn, viser [Fernández-Méndez et al. \(2016\)](#). Dette er også de første resultatene som beviser at det er diazotrofer i det sentrale Nordishavet. Forekomsten og effekten diazotrofer i havis, smeltevann og havvann ble undersøkt. Dette er et viktig tema siden minkende havis kan føre til en økt primærproduksjon i enkelte områder av Nordishavet. Nitrogen-fikserende bakterier spiller en viktig rolle på grunn av deres evne til å ta opp atmosfærisk nitrogen og omgjøre det til en form som andre organismer kan benytte.

## Havforsuring og endringer i klima

Norsk Polarinstitutt arbeider med å frembringe data om havforsuringens effekter på marine nøkkelarter i Arktis. Havforsuringen skyldes økt konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i atmosfæren, som tas opp i havet og fører til forsuring. [Thor et al. \(2016\)](#) undersøkte påvirkningen av havforsuring på metabolisme og biosyntese under fødeinntak i unge stadier av den arktiske hoppekrepsen *Calanus glacialis* fra Svalbard. Eksperimentet ble utført ved to pH-nivåer, et ved den nåværende surheten og et annet som representerte et «business as usual» IPCC scenario (RCP8.5) for år 2100. Tilgang på mat ga sterkere virkninger enn lavere pH på begge variablene. Signifikante interaksjoner mellom virkningene av pH og fødekonsentrasjonen viste at fremtidig havforsuring kan endre

de metabolske kostnadene slik at det blir mindre energi til vekst. Arters evne til å tilpasse seg flere nye miljøforhold på grunn av raske globale endringer i klima ble adressert i [Calosi et al. \(2016\)](#). Videre er havforsuringstilstanden studert i Kongsfjorden av [Fransson et al. \(2016\)](#), se egen artikkel om resultatene.

## Miljøgifter i marine næringskjeder

I 2016 utførte Norsk Polarinstitutt flere studier av nye og gamle miljøgifter i marine næringskjeder, spesielt i øvre trofiske nivåer, representert ved sjøfugl og marine pattedyr. Det ble samlet inn informasjon om nivåer av gamle og nye miljøgifter i fjellrev, sel, hval og isbjørn og jobbet aktivt med effekter av miljøgifter i isbjørn, hvalross og sjøfugl. Hovedfokus for undersøkelsene var kombinerte effekter av klima og miljøgifter. I tillegg ble det arbeidet med effekter av plastsjøppel på sjøfugl.

## Miljøgifter i det pelagiske systemet

Det pelagiske systemet (dyr som lever i de frie vannmassene) viste høyere grad av bioakkumulering av miljøgifter enn det bentiske systemet (bunndyr). Det viste en studie av bunndyr, fisk og ærfugl fra Kongsfjorden i mai, juli og oktober 2007 som dokumenterte sesongmessige endringer i nivåer av persistente organiske miljøgifter (POPs), men graden av akkumulering varierte betydelig mellom arter ([Evenset et al. 2016](#)).

## Miljøgifter i isbjørn

I en studie av miljøgifter hos isbjørner på Svalbard fremkom det at ulike aspekter ved bjørnenes leveområde (særlig den geografiske plasseringen) påvirket nivået av miljøgifter i dyrene, og man antar at det er dietten i det aktuelle området som er grunnen til dette mønsteret ([Van Beest et al. 2016](#)). I en annen undersøkelse studerte man hvordan miljøgifter påvirker isbjørnens evne å lagre fett på molekylær- og cellenivå ([Routti et al. 2016](#)), les mer om forskning i egen artikkel.

## Diett og miljøgifter

Studier av polarmåke, krykkje og svalbardrøye viste at forskjellige miljøgifter oppkonsentreres i ulike arter, avhengig av artenes diett og trofisk nivå ([Lucia et al. 2016](#)). Nye miljøgifter som siloksaner, UV-filter komponenter og bifenoler viste lave nivåer, men disse er sannsynligvis økende i miljøet og bør følges opp i fremtidige studier.

## Miljøgifter i ringsel og klappmyss

Fluorforbindelser av typen PFAS er en gruppe miljøgifter som produseres og brukes i industrien, blant annet i elektronikkprodukter, brannskum, tekstiler og hydrauliske væsker. Disse stoffene er kjemikalier som finnes i høye konsentrasjoner i blodet hos arktiske dyr. Det er mange typer fluorforbindelser, og endringer i disse ble undersøkt for perioden 1990-2010 i blodplasma fra ringsel på vestkysten av Svalbard ([Routti et al. 2016](#)). Forskerne fant at nivåene var høyere i ringsel fra Kongsfjorden, som er påvirket av atlantiske vannmasser, sammenliknet med fjorder som domineres av arktiske vannmasser (Billefjorden i Isfjorden). Tidstrendstudien fra Kongsfjorden viser at stoffet perfluorokarboxylater hadde økt i perioden. Videre studerte [Grønnestad et al. \(2016\)](#) PFAS-nivåer i mor-unge-par av klappmyss og hvordan disse overføres fra mor til unge via melken. Individuelle PFAS ble overført i forskjellige forhold fra mor til unge avhengig av karbonkjedelengden til de ulike forbindelsene.

## Miljøgifter i ismåke

Ismåken er en høy-arktisk måkeart som er høyt i næringskjeden. Fuglen er også nært knyttet til drivisen gjennom hele året, og på grunn av dens posisjon i næringskjeden og tap av drivis er den regnet som truet. [Lucia et al. \(2016\)](#) studerte sammenhengen mellom næringsvalg og miljøgifter i blod i ismåker fra fire kolonier på Barentsøya, Svalbard. Næringsvalg ble undersøkt ved hjelp av stabile isotoper fra fjær og blod. Forskerne fant at ismåkene hadde høye konsentrasjoner av POPs som DDE, PCB og PFOS i blodet. Enkelte konsentrasjoner var så høye at man kan forvente effekter på individnivå. Generelt hentet ismåkene mat lavt i næringskjeden, men det var også indikasjoner på spesialisering på enkelte byttedyr.

Videre ble det påvist høye konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i ismåker [Lucia et al., 2016](#). Kvikksølv transporteres i atmosfæren til arktiske områder hvor de påvirker dyrelivet. Det ble også funnet høye konsentrasjoner av selenium i blodet, noe som kan være en forsvarsmekanisme mot kvikksølv. Faren er at mengden selenium kan bli for stor og medføre toksiske effekter.

## Krykkje og miljøgifter

I en studie av krykkjer i perioden 2007-2011 fant forskerne at nivåene av PCB-153 i blodet var like i voksne hanner og hunner før hekkesesongen, men at blodprøver fra ruge- og ungeperioden viste at hunner hadde betydelig lavere nivåer enn hanner [Bustnes et al. \(2016\)](#). Forskjellen skyldes sannsynligvis at miljøgifter fra hunnen blir deponert i egg og dermed reduserer kroppsbyrden av miljøgifter. En lignende trend ble observert for DDE, mens HCB ikke viste noen forskjeller mellom kjønn eller periode i hekkesesongen. [Tartu et al. 2015](#) viste i en annen studie at kvikksølv påvirker hormoner hos krykkje som får konsekvenser for reproduksjonssuksess, og spesielt gjelder dette for hunner som oppfostrer unger.

I en annen studie ble sammenhengen mellom telomer (DNS-komplekser) lengde og POPs undersøkt hos voksne krykkjer i rugeperioden ([Blevin et al. 2016](#)). Det ble påvist en negativ relasjon mellom konsentrasjon av oksyklordan og telomer lengde, som kan være relatert til lavere overlevelse for individer av krykkjer som hadde høye nivåer av denne miljøgiften.



Kvikksølv påvirker hormoner hos krykkjer og får konsekvenser for reproduksjonssuksess, spesielt for hunner som oppfostrer unger. / Mercury affects hormones of kittiwakes, which has consequences for reproduction success, and this applies in particular to females who are rearing young. Foto / Photo: Geir Wing Gabrielsen, NP / NPI





Plastsøppel i havet er et alvorlig miljøproblem. Plasten brytes sakte ned og spises av arktiske dyr, spesielt sjøfugl. Dette bildet er fra ei strand på Svalbard. / Plastic pollution in marine systems is a serious environmental problem. The plastic components are broken down slowly and eaten by Arctic animals, especially seabirds. This picture is from a beach in Svalbard. Foto/ Photo: Fredrik Solstad, VG

## Miljøgifter i fjellrev

Noen miljøgifter omdannes til metabolitter som kan være mer giftige enn den opprinnelige miljøgiften. Omdanningsraten kan være spesielt høy under sulteperioder når fettløselige miljøgifter, for eksempel PCB, løses ut fra fettlagrene i kroppen og omdannes til hydroxylerte PCB i leveren. Fjellrev er ett av de arktiske dyrene med de høyeste nivåene av miljøgifter, og den er sårbar fordi den har sesongmessige variasjoner i fettopplagring. Hydroxylerte bromerte flammehemmere (OH-PBDE) og OH-PCB ble undersøkt i lever hos 100 fjellrev fra Svalbard ([Routti et al. 2016](#)). Nivået av OH-PCB var spesielt høyt i de tynneste revene, mens OH-PBDE bare ble funnet i en fjerdedel av prøvene og nivåene var lave (tilsvarende lave i andre arktiske dyr).



Fjellrev er et av de arktiske dyrene med de høyeste nivåene av miljøgifter. / The arctic fox is one of the Arctic species with the highest levels of pollutants. Foto/ Photo: Jean Negrel, NP/NPI

## Havhest og plast i magen

Plastsøppel i marine systemer er et alvorlig miljøproblem. Plastkomponentene brytes sakte ned og spises av arktiske dyr, spesielt sjøfugl. Sjøfugler blir ofte funnet med en betydelig mengde plast i magene. Foruten de fysiske farene ved å innta plast (som for eksempel indre skader og at plasten setter seg fast i fordøyelsessystemet) er det en bekymring at kjemikaliene som blir tilsatt og heftet til plasten kan bli tatt opp av fuglen og medføre toksiske effekter. I en studie ble sjøfuglen havhest spesielt undersøkt med hensyn til plast i mageinnhold ([Ask et al. 2016](#)). I denne studien ble det ikke funnet direkte sammenheng mellom type eller mengde plast og konsentrasjoner av miljøgifter i vev hos havhest.

## Biogeokjemi

Forskning innenfor biogeokjemi i havis har økt betydelig de siste årene og har ført til mange nye metoder og tilnærminger. Analyser av CO<sub>2</sub>-flukser fra perioden 2007 til 2013 i Polhavet og tilgrensende hav ([Yasunaka et al. 2016](#)) viste at alle disse områdene har vært netto CO<sub>2</sub>-sluk, dvs. CO<sub>2</sub> blir tatt opp fra atmosfæren. En ny versjon med CO<sub>2</sub> datasett, med over 14 millioner fCO<sub>2</sub> verdier fra 1957 til 2014, ble publisert i SOCAT (Surface Ocean Carbon Atlas)-databasen ([Bakker et al. 2016](#)). Dataen brukes til å løse faglige spørsmål innen havforsuring, karbonopptak og i klimamodeller.

## Ny algeoppblomstring

Planteplankton under isen er viktige «karbonjegere» fordi de bidrar til å rense havet for CO<sub>2</sub>. Men i en ny studie fra Polhavet viste forskere oppblomstring av en mindre «klimavennlig» alge, *Phaeocystis pouchetii*, som kan få alvorlige følger for hele det marine økosystemet i Arktis ([Assmy et al 2016](#)). Denne algen har en spesiell evne til å tilpasse seg lave og variable lysforhold,



den synker ikke til bunnen og har ikke den samme egenskapen som kiselalgen, som tidligere har dominert om våren, til å lagre karbon i havbunnen. Forskerne observerte at råker slapp gjennom nok lys til å starte og opprettholde algeoppblomstringen. Det er første gang dette er påvist.

## Plankton

I en studie ble det målt hvor mye næringssalter planteplankton har tilgang på i området rundt sokkelen nord for Svalbard ([Randelhoff et al. 2016](#)). Studien fastslår at selv om det er en viss økning forbundet med mindre havis sommerstid, er de absolutte tallene så små at det knapt blir nevneverdige forskjeller i mengden høstbare ressurser som blir produsert lokalt i overskuelig framtid. En annen studie målte for første gang karboneksperten i det sentrale Polhavet ved å beregne tilførsel av nitrogen til de øvre vannsjiktene ([Randelhoff og Guthrie 2016](#)). Tallene tyder på at store deler av det dype Polhavet også i framtiden vil by på dårlige produksjonsforhold for planteplankton og lite potensiale for eksport av karbon bort fra atmosfæren.

## Sot på snø

Sot er et resultat av ufullstendig forbrenning ved f.eks. skogbranner, husholdninger og industri. De små og svarte sotpartiklene absorberer sollys effektivt, og kan medføre ekstra oppvarming når de legger seg oppå lyse overflater som snø og havis. Norsk Polarinstitutt har overvåket deponering av sot på Brøggerbreen siden 2006/2007 som viser en generell reduksjon av sot, men likevel er verdiene høye nok til å påvirke mengden av absorbert lys som øker snøens smeltehastighet.

## Havforskning og ferskvannflukser

I 2012 var utbredelsen av havis i Arktis den minste som noen sinne er registrert. Dette har implikasjoner for primærproduksjon som er med på å fiksere karbon. Lite er kjent om mengden karbon som fraktes til dypt vann, noe som ble adressert av [Roca-Martí et al. \(2016\)](#). De viste at karbonflukser er lave i sentral-Arktis om sensommeren, men mye høyere tidligere i den produktive sesongen.

Videre fant forskerne at informasjon om karbontilførsel til Kvitsjøen kan estimeres ved hjelp av optiske målinger i vannet eller fra satellitt [Pavlov et al. \(2016\)](#). [Hattermann et al. \(2016\)](#) illustrerte med en modell hvordan varmt vann fra Atlanterhavet blir fordelt i Framstredet (området mellom Grønland og Svalbard) med en stor resirkulasjon ved ca 80° N. [De Jong and De Steur \(2016\)](#) publiserte nye funn fra forskning om dyp-konveksjon i Nord-Atlanteren. De viste at atmosfærisk nedkjøling vinteren 2014 – 15 var ansvarlig for konveksjon ned til 1400 m dybde, og at det ikke er bevis for at dyp-konveksjon har avtatt i løpet av de siste årene. I en studie av [Våge et al. \(2016\)](#) fremkom det at vannmasser kan blandes mellom havstrømmer nordøst for Svalbard, basert på målinger fra tokt. Det ble funnet roterende virvler like utenfor selve sokkelskråningen, og at slike blandingsprosesser ikke er uvanlig. [Goncalves-Araujo et al. \(2016\)](#) undersøkte opprinnelsen av ferskvann i vannmassene rundt Grønland. Nye metoder som inkluderer måling av humus i vannet, som kan knyttes til elvevann i Sibir og Nordamerika, bidrar til en bedre forståelse av ferskvannssirkulasjonen i Polhavet.

## Havismålinger

Havisen har en viktig rolle i det globale klimasystemet. Den er en viktig klimaindikator fordi den responderer på endringer i atmosfæren og i havet når klimaet forandrer seg. Havisen i Arktis har de senere årene minket betydelig både i utstrekning og tykkelse,

og Norsk Polarinstitutt har studert både prosessene som pågår og egenskaper ved den endrede isen. I 2016 deltok instituttet på feltarbeid bl.a. i Kongsfjorden (Svalbard), ved Nordpolen (polbassenget) og i Framstredet. [Ressel et al. 2016](#) undersøkte en automatisert havisklassifiseringsalgoritme fra moderne syntetisk aperturradar (SAR) bilder, og fant at hastighet av beregningene, stabilitet og nøyaktighet kan være anvendbart til bruk i fremtiden. [Fors et al \(2016 a, b\)](#) undersøkte havisen i Arktis gjennom en kombinasjon av fjernmåling og in situ observasjoner. Arbeidet ga ny innsikt i hvordan SAR satellittbilder kan tolkes, resultater som bl.a. er viktig for støtte av skipsfart og isvarsler.

Resultater fra et autonomt målesystem som drev to ganger (2012 og 2013) fra Nordpolen til Framstredet ([Wang et al. \(2016\)](#)) viste ulik isutvikling i de to årene observasjonene ble gjort. Dette gjorde det mulig å studere og sammenligne prosesser, i begge årene, og å forstå bedre hvordan mer ismelting i 2012 enn i 2013 kunne foregå.



Norsk Polarinstitutt studerer prosesser som pågår og egenskaper ved den endrede isen. I 2016 deltok instituttet på feltarbeid bl.a. i Kongsfjorden (bildet), ved Nordpolen og i Framstredet. / In 2016, the Institute participated in field work, notably in Kongsfjorden (picture), at the North Pole and in the Fram Strait. Foto/Photo: Sebastian Gerland, NP/NPI

[Krumpen et al. \(2016\)](#) dokumenterte at havisen i Framstredet er blitt både yngre og tynnere. Videre viste en studie fra [Kaleschke et al. \(2016\)](#), der Norsk Polarinstitutt bidro med istykkelsesmålinger i Barentshavet fra helikopter, at det er mulig å få informasjon om tykkelse av tynn havis fra SMOS-satelliten. Oppdatert informasjon om istykkelse er viktig bl.a. for klimaforskning og skipsfart. [Taskjelle et al. \(2016\)](#) publiserte resultater fra lysmålinger under tynn is i Kongsfjorden som viser at åpent vann absorberer omlag dobbelt så mye lys som tynn is.

[Divine et al. \(2016\)](#) lagde et nytt observasjonsoppsett med to speilreflekskameraer, installert på et helikopter. Dette såkalte stereokameraoppsettet gir mulighet til å studere havisen med høy oppløsning. [Eronen-Rasimus et al. \(2016\)](#) fant at forekomst av isbakterien polaribakter er tett knyttet til forekomst av isalger, og at sammenhenger er knyttet til at bakterien har en fordel av algene.

## Isbreprosesser

Glasiologiske studier på Svalbard omfatter massebalansen til flere isbreer som en del av instituttets datasett knyttet til MOSJ-indikatorer, samt studier av snø og iskjerner. Massebalansen til breene i Kongsfjorden har variert mer enn normalt de



siste fem årene med både noen svært negative år (2011 og 2013) og et sjeldent positivt år i 2014. I 2016 var massebalansen veldig negativ. Massebalansen var rekordlav på de små breene på Brøggerhalvøya, den mest negative i den 50 år lange tidsserien.

Massebalansemålingene fra Austfonna på Nordaustlandet viser lignende variasjoner som fra breene i Kongsfjorden, med 2013 som det mest negative året siden målingene startet i 2004. Satellittbilder tydet på en god del snøsmelting i sommersesongen 2016, men ikke like mye som for breene i Kongsfjorden. Den surgende delen av Austfonna, som nå har fått navnet Storistrømmen, er fortsatt svært aktiv, men hastigheten har gått noe ned og framrykningen av fronten ser ut til å ha stagnert.

Massebalanse- og andre felldata er viktige for å kunne validere modellene. [Möller et al. \(2016\)](#) viste at massebalansen på Svalbard var svakt negativ i perioden 2000 – 2011. I en annen studie ble det brukt en høyoppløsning (3 km grid) koblet klima- og bremassebalansemodell for Svalbard som viste at massebalanse var negativ i modellperioden 2003 – 2013 ([Aas et al. 2016](#)).

## Is- og sedimentkjerner gir klimasvar

Iskjerner er et unikt arkiv når det gjelder å rekonstruere klimahistorie. Gamle islag i breer kan brukes som klimaarkiv, og som indikatorer på utbredelsen av miljøgifter. Den paleoklimatiske forskningen i Arktis består av studier av både iskjerner og marine sedimentkjerner. Variasjoner av vannmasser og havstrømmer i Framstredet påvirker miljøet rundt om i Arktis. Utviklingen av temperaturer i overflatevannmasser og havis har blitt rekonstruert for de siste ca. 12.000 år ([Werner et al. 2015](#)). Data indikerer at overflatevannmassene var relativt homogene, men for ca. 5.000 år siden oppsto en sterk lagdeling, sannsynligvis på grunn av mer havis i overflaten og en fortsatt tilførsel av varmere vannmasser i dypere vannmasser. En studie av fortidens haviskonsentrasjoner og havoverflatetemperaturer fra kontinentalsokkelen utenfor det sørøstlige Grønland for de siste 2900 årene viste at middelalderens klimaanomali mellom 1000 og 1200 e.Kr representerer de varmeste havoverflateforholdene mellom 880 f. Kr og 1910 e. Kr ([Miettinen et al. 2015](#)). En annen studie fastslo at temperaturutviklingen i Nord-Atlanteren og Skandinavia var litt varmere for



En sedimentkjerne er et unikt arkiv når det gjelder å rekonstruere klimahistorie. Denne er fra Kongsfjorden på Svalbard. / A marine sediment core represents a unique archive in terms of reconstructing climate history. This one is from Kongsfjorden in Svalbard. Foto / Photo: Katrine Husum, NP / NPI



Massebalansen til isbreene i Kongsfjorden har variert mer enn normalt de siste fem årene og i 2016 var den veldig negativ. Massebalansen var rekordlav på de små breene på Brøggerhalvøya, den mest negative i den 50 år lange tidsserien. Her er glasiolog Katrin Lindbäck i arbeid på isen. / The mass balance of the glaciers in Kongsfjorden has varied more than normal over the past five years, and in 2016 it was very negative. The mass balance was at a record low for the small glaciers on Brøggerhalvøya, the most negative in this 50-year-long time series. Here glaciologist Katrin Lindbäck is working on the ice. Foto / Photo: Katrin Lindbäck, NP / NPI

10.000 – 6.000 år siden, men ellers følger temperaturutviklingen de globale datasettene gjennom de siste 12.000 år ([Sejrup et al. 2016](#)).

[Alve et al. \(2016\)](#) viste i en studie at foraminiferer kan brukes til å påvise forurensing i nordatlantiske og arktiske områder.

Havbunnens sammensetning av geologiske materialer på Hovgaard-ryggen i Framstredet er påvirket av smeltevann under siste istid og undersjøiske ras etterpå, og de største av de undersjøiske rasene er sannsynligvis blitt utløst av små jordskjelv under havbunnen i Nord-Atlanteren ([Forwick et al. 2016](#)). [Vega et al. 2016](#) viste at til tross for mye varmere temperaturer i løpet av de siste tiårene på Svalbard er det atmosfæriske signalet bevart på en årlig eller to-årlig oppløsning.

## Glasiologi i Antarktis

De glasiologiske prosjektene i Antarktis omfatter kystnære områder med isbremmer og iskoller, og iskjerner og studier av sub-glasiale innsjøer. For å forbedre massebalanseberegninger fra isbremmer utviklet [Drews et al. 2016](#) en metode med tetthetsestimater, ut fra bakkebaserte radarmålinger. Denne metodiske utviklingen ble gjort på grunnlag av felldata fra fem steder på isbremmer i Dronning Maud Land.

Resultat fra korte iskjerner boret på iskoller på Fimbulisen viste at trender i overflatens massebalanse og temperaturinformasjon er i samsvar med andre tidligere undersøkte kjerner i området, og det ble derfor konkludert med at data fra iskollen er representativ for klimaet i regionen [Vega et al. \(2016\)](#).

Innlandsisens massebalanse i Antarktis er en av de store usikkerhetene i studier av den globale havnivåstigningen. En del av denne usikkerheten oppstår på grunn av mangelfull kunnskap om massebalansen til isoverflaten. En studie av [Wang et al. \(2016\)](#) understrekte viktigheten av å bruke en kombinasjon av bakkebasert validering av data med regionale klimamodeller og fjernmåling over en relevant tidsperiode, for å oppnå et pålitelig estimat av overflatemassebalanse for hele Antarktis. [Gudlaugsson et al. \(2016\)](#) viste hvordan is på bunnen varmes etter å ha beveget





Sverdrupstasjonen er Norsk Polarinstitutt's forskningsstasjon i Ny-Ålesund. 2016 var nok et år på stasjonen med høy aktivitet knyttet til forskning og logistikkstøtte. / Sverdrup Research Station is the Norwegian Polar Institute's research station in Ny-Ålesund. 2016 was another year of high activity related to research and logistics support. Foto/Photo: Max König, NP/NPI

seg over en innsjø, noe som gjør at brehastigheten øker nedstrøms siden varm is lettere deformeres enn kald is.

## Ny-Ålesund-aktivitet

Polarinstituttet er drivkraften bak flere initiativ rettet mot flaggskipene i Ny-Ålesund. I 2016 ledet en av forskerne en koordinert snø-samlingsstudie som dekket hele Svalbard, og i løpet av høsten ble det arrangert arbeidsmøter i tre av de fire flaggskipene: marinbiologene arrangerte «Adaptation to environmental changes in the Arctic» i Tromsø, atmosfæreforskerne arrangerte gruppemøter i alle delgruppene av Atmosfæreflaggskipet på Kjeller og glasiologene arrangerte NAGLAMB: Ny-Ålesund GLacier Mass Balance workshop i Oslo. NySMAC (Ny-Ålesund Science Manager Committee) arrangerte sitt vårmøte i Stockholm og sitt høstmøte i Xiamen, Kina.

## Geologisk kartlegging i Arktis og Antarktis

Norsk Polarinstitutt publiserte i juni et geologisk kart over Svalbard for mobil bruk. Kartet er laget for å brukes på smart-telefon, nettbrett eller PC uten nett-tilkobling, og gjør det mulig å utforske Svalbards geologi og landskap ved hjelp av GPS. Dette er et ledd i arbeidet med å gjøre geologiske kartdata mer tilgjengelig. Data som ble brukt til å lage kartet stammer fra instituttets digitale topografiske- og geologiske kartdatabaser, kombinert med oppdaterte data for breutstrekning på Svalbard. Produktet er fritt tilgjengelig fra <https://data.npolar.no>. Les mer om Offline digital geological map of Svalbard i Fram Forum.

Norsk Polarinstitutt startet et kartkompilasjonsprosjekt i 2014, med mål å bygge opp en digital, geologisk GIS database for Dronning Maud Land. Alle eksisterende geologiske kart fra Dronning Maud Land ble scannet, georeferert og digitalisert i vektorformat i løpet av 2015. Ved utgangen av 2016 ble det innsamlede kartmaterialet ferdig kompilert i målestokken 1:250 000. Prosjektet inngår i arbeidet til SCAR GeoMap action group (Scientific Committee on Antarctic Research - Geological Mapping Update of Antarctica), og bidrar dermed til styrking av det norske bidraget i det internasjonale samarbeidet.

## Topografisk kartlegging i Arktis og Antarktis

I den topografiske hovedkartserien for Svalbard (S100) ble fire kartblad for Barentsøya og Edgeøya ferdigstilt. I tillegg ble Kartblad B9 – Isfjorden nykonstruert fra instituttets nye digitale flybilder med bedre nøyaktighet. Brøggerhalvøya ble ferdig nykonstruert med større nøyaktighet og detaljeringsgrad. De digitale karttjenestene oppdateres kontinuerlig etter hvert som nye data ferdigstilles. I Toposvalbard kom sjøkartdata på plass, sammen med vintersatellittbilder, detaljkart over Longyearbyen og gamle skråflybilder. Det ble også laget et offline Svalbard-kart for nedlasting til mobile enheter. Ortofoto og nye terrengmodeller produseres fortløpende i kartkonstruksjonsprosessen. I tillegg til



Norsk Polarinstitutt publiserte i juni et geologisk kart over Svalbard for mobil bruk. Kartet kan brukes på smarttelefon, nettbrett eller PC. / In June, the Norwegian Polar Institute published a geological map of Svalbard for mobile use. The map is designed for use on smartphones, tablets or PCs. Foto/Photo: Per Inge Myhre, NP/NPI



produksjonen av en rekke temakart for interne og eksterne brukere, laget instituttet et flyoperasjonskart over deler av Dronning Maud Land. Instituttets navnekomite var aktive med navnesetting både på Svalbard og i Antarktis. I 2015 overtok Norsk Polarinstitutt Utenriksdepartementets polare kartsamling som i 2016 ble scannet og gjort tilgjengelige i instituttets historiske kartdatabase på nett. Formålet er å bevare kart for ettertiden samt å gjøre kartene tilgjengelig for omverdenen gjennom en søkbar tjeneste.

## Framsenteret

Norsk Polarinstitutt leder to faglige flaggskip i Framsenteret, "Polhavet" og "Havforsuring", og er en del av lederteamet i flaggskipet «MIKON - Miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet i nord». Polarinstituttets forskere deltar aktivt i alle flaggskipene og de nyeste forskningsresultatene formidles via [www.framsenteret.no](http://www.framsenteret.no), hvor instituttet er representert i redaksjonen. Framsenterets forskningspris for 2016 ble tildelt Achim Randelhoff som er tilknyttet Norsk Polarinstitutt og Universitetet i Tromsø.

## Aktivitet på Troll

Høysesong for forskning og logistikk i Antarktis og virksomheten på Troll-stasjonen er knyttet til «sydsommeren» som går fra tidlig november til mars. Rapporteringen for kalenderåret 2016 deles i januar – mars 2016 og november – desember 2016, som i realiteten er to halve «sommersesonger».

PolarGAP (kartlegging av gravitasjon på Antarktis-plataet) ble gjennomført sørvinteren 2015 – 2016 sør for Troll-stasjonen inn mot polpunktet. Dette var et flybårent geofysikk/ gravimetri-prosjekt hvor instituttet bidro med baseleir for flyoperasjonene på Sørpolplataet på aksen mellom Troll-stasjonen og Sørpolen. Ellers ble det gitt logistisk støtte ut fra Troll til geologiske forskningsprosjekter fra Japan (JARE) og Sør-Afrika (SANAP). ICEBIRD-prosjektet, som bl.a er et overvåkingsprosjekt av antarktispetrellkolonien ved Svarthammaren (bistasjonen Tor) øst for Troll, ble støttet logistiskmessig via og ut fra Troll i januar – februar. NILU gjennomførte vanlig vedlikehold og kampanjer januar – mars. Dette arbeidet ble støttet logistisk på vanlig måte på Troll.



I 2016 ble det gjennomført flere interkontinentale flyvninger Oslo-Troll via Cape Town. Troll Airfield er en 3000 meter lang og 60 meter bred flystripe på blåis sju kilometer fra Troll-stasjonen. / In 2016, a number of intercontinental flights were made from Oslo to Troll via Cape Town. Troll Airfield is a 3,000 metre-long, 60 metre-wide airstrip of blue ice, seven kilometres from the Troll station. Foto/ Photo: Tori Flaatten Halvorsen, NP/ NPI



Lege John Olav Vinge på Troll klargjør førstehjelpsutstyr til deltakerne på MADICE-prosjektet. / Doctor John Olav Vinge at Troll prepares first aid equipment for the participants of the MADICE project. Foto/Photo: Tori Flaatten Halvorsen, NP/ NPI

Det ble gitt støtte til forskningsprosjektet MADICE som ledes av Polarinstituttet og er et samarbeidsprosjekt med det indiske antarktisprogrammet NCAOR. Prosjektet ble utrustet fra Troll og instituttet bidro med en mekaniker og en sikkerhetsansvarlig. Etter forberedelsene på Troll ble teamet flydd ut til den indiske stasjonen Maitri i november med retur i desember.

Trollstasjonen har et vinterteam på seks personer som driver stasjonen og tilliggende infrastruktur for forskning og KSAT i perioden tidlig mars til tidlig november. I sørsommer-sesongen (november – mars) øker antallet personer på Troll pga. gjestende forskere, vedlikehold på infrastruktur og logistikkoppgaver. Antall personer vil normalt ligge på 25 – 40 personer. I perioder med stor trafikk på Troll, med personell i transitt og ved spesielle anledninger, kan antall personer som hospiterer på stasjonen komme opp i 80. Totalt var det 4937 overnattinger på Troll stasjon i 2016.

I februar – mars ble det etablert en pilot/test på et solcelleanlegg på Troll for å få verifisert en konseptstudie av Multiconsult, på oppdrag fra Norsk Polarinstitutt. Boforholdene på Troll ble forbedret da eksisterende brakkerigg ble utvidet med 10 nye rom som kan huse inntil 20 personer.

## Fartøylogistikk

Norsk Polarinstitutt har en rammeavtale med Royal Arctic Line som driver fartøyet Mary Arctica. DROMSHIP er et norsk initiativ hvor man deler fartøy og kostnader for forsyning av stasjoner i Dronning Maud Land. Logistikktoktet forsyner årlig Troll stasjonen med proviant, drivstoff, forbruk og bygningsmaterialer m.m. I januar ble det losset 70 containere med totalt 700 tonn cargo og drivstoff på Sledeneset som ble transportert videre de 270 kilometerne til Troll-stasjonen utover sommersesongen. Det ble lastet 120 tonn fordelt på 22 containere som ble sendt i retur til Tromsø, samt søppel til Cape Town.

## Flyvninger Oslo-Troll tur/retur

I 2016 ble det gjennomført flere interkontinentale flyvninger Oslo – Troll via Cape Town som var relatert til virksomheten på Troll og forskningsstøtte mot andre nasjonale programmer. Tre forskjellige operatører og flytyper ble leid inn for formålet. I løpet av sesongen ble det fraktet 167 passasjerer inn og ut og 12,6 tonn flyfrakt inn via Troll Airfield organisert av Polarinstituttet.



Høysesongen for forskning og logistikk i Antarktis og virksomheten på Troll-stasjonen er knyttet «sydsommeren» som går fra tidlig november til mars. På bildet ser vi ingeniørene Kai Bjarne Johannessen (t.v.) og Einar Johansen fra Norsk Polarinstitutt. / *The peak season for research and logistics in Antarctica and operations at Troll station is during the «austral summer» which runs from early November to March. In the picture we see the engineers Kai Bjarne Johannessen (left) and Einar Johansen from the Norwegian Polar Institute. Foto / Photo: Tori Flaatten Halvorsen, NP / NPI*

## Troll Airfield

Troll Airfield er en 3000 meter lang og 60 meter bred flystripe på blåis sju kilometer fra Troll-stasjonen. Den er i utgangspunktet kun operativ i sommersesongen men den kan også åpnes ved behov på vinteren. I 2016 ble den åpnet i ca to uker i juni da den var backup-flyplass ved en medisinsk begrunnet flyvning som pågikk fra en annen stasjon på kontinentet.

## Miljø- og forskningsdata

Norsk Polarinstitutt publiserer sine forsknings-, miljø- og kart-data via portalen [data.npolar.no](http://data.npolar.no), der alle publiserte data kan leses ut eller lastes ned for videre bruk. Nytt fra 2016 er det at vi også kan publisere datasettene med Digital Object Identifier (DOI), som er en internasjonalt kjent identifikator for digitale objekter. Dette gjør at individuelle datasett kan siteres i vitenskapelige og andre publikasjoner, med trygghet for at de alltid kan gjenfinnes for verifisering eller gjenbruk.

En slik siteringsmekanisme har vært etterspurt fra forskere, fra forlag som utgir vitenskapelige journaler og fra databrukere som ønsker å kunne etterspore grunnlaget for vitenskapelige resultater.

## Publikasjoner og datasett

Ved utgangen av 2016 var det registrert 5300 publikasjoner og 293 datasett i databasen [data.npolar.no](http://data.npolar.no). Av publikasjonene var 2331 fagfelleverderte. Det ble lagt til 163 nye publikasjoner i 2016, hvorav 114 var fagfelleverderte publikasjoner. I løpet av året ble det lagt til 63 nye datasett i databasen <https://data.npolar.no/publication/>

## Polar Research

Norsk Polarinstitutt fagfelleverderte tidsskrift Polar Research ble åpent tilgjengelig i 2011. I løpet av 2016 ble Polarforskningsartikler sett ca. 365 000 ganger på hjemmesiden. Statistikk utgitt i 2016 indikerte at Polar Research hadde den høyeste effektfaktoren for alle tverrfaglige fagfelle polar tidsskrifter i JCR databasen. Se <http://www.tandfonline.com/zpor>

## Synlighet i det offentlige rom

Norsk Polarinstitutt ble i 2016 nevnt minst 1334 ganger i nasjonale media. I løpet av året var det fortsatt mange mediehenvelleser fra nasjonal- og internasjonal media rundt N-ICE2015-ekspedisjonen. Norsk Polarinstitutt var også synlig i nasjonal media med problematikken rundt plast i havet. Det ble arbeidet videre med skoleformidling og klimautstilling i Polaria. I 2016 opprettet instituttet flere blogger og områder på sosiale medier, spesielt fra forskningsprosjekter. Blant annet er flere unge forskere aktive kommunikatører på sosiale medier og kan få forskningen ut til publikum via disse mediene. Det ble bestemt at Norsk Polarinstitutt i større grad skal bruke sosiale medier som Facebook og Instagram i sin formidling.

I 2016 opprettet Norsk Polarinstitutt flere forskningsprosjekt-blogger og områder på sosiale medier, blant annet på Facebook. / *In 2016, the Institute created several blogs and social media pages, including Facebook, especially from research projects.*

## Klimautstilling

Norsk Polarinstitutt produserte i 2016 utstillingen «On thin ice», med bilder og forskning fra N-ICE 2015-ekspedisjonen, støttet av Klima- og miljødepartementet og Utenriksdepartementet. Utstillingen hadde prøveoppsett på rådhuset i Tromsø i juni, før den ble sendt til India. I Goa ble den vist på COMNAP-møtet og deretter satt opp på Science Exhibition Centre, åpnet av Goas kunnskapsminister. Den reiste videre til Delhi, i forbindelse med arrangement ved åpning av ny norsk ambassade. På grunn av etterspørsel ble det også igangsatt arbeid med en fransk-engelsk versjon som ble vist på museum i Ottawa i Canada og åpnet av Kronprinsparet og ved den norske ambassade/Norges forskningsråd arrangement i Roma. Posterversjoner ble dessuten vist i Beijing i Kina og Busan i Sør-Korea.



## Formidling til forvaltningen

Norsk Polarinstitutt jobbet i 2016 videre med forvaltningsrettet formidling av ny kunnskap, herunder tekster til temaet naturmangfold og havforsuring som våren 2016 ble publisert på [www.npolar.no](http://www.npolar.no). MOSJ-portalen ble oppdatert med nye data fra miljøovervåkingen, og presenterte to nye indikatorer for miljøgifter på Svalbard: Miljøgifter i innsjøsedimenter og Miljøgifter i røye. Indikatoren Miljøgifter i ringsel ble også oppgradert og viser nå flere stoffer enn tidligere. Instituttet bidrar til drift og innholdsproduksjon til Miljøstatus i Norge og har flere egne nettsteder i tillegg til [www.npolar.no](http://www.npolar.no). I mars ble Kunnskapsseminaret arrangert i Longyearbyen for femte gang. Hovedtema var fjord og havis og plast i havet. Kunnskapsseminaret er et formidlingsseminar i regi av Norsk Polarinstitutt og har som formål å formidle ny forvaltningsrelevant kunnskap og forskningsresultater til miljøvernmyndighetene på Svalbard.

## RV Lance

Etter fjorårets store N-ICE innsats kom Lance tilbake i et normalt drift i 2016, men med relativt lav aktivitet. Instituttet gjennomførte 108 seilingsdøgn fordelt på forskning, kommunikasjon og logistikkstøtte. I tillegg var fartøyet utleid til UNIS i 17 døgn. Sesongen ble gjennomført som planlagt uten driftsavbrudd av teknisk art. Det nye forskningsskipet, Kronprins Haakon, vil ikke være klar før i 2018-sesongen, og det planlegges derfor med normal drift av Lance også i 2017.

## Forskningsfartøyet Kronprins Haakon

Det nye isgående fartøyet Kronprins Haakon var under utrustning ved Fincantieris verft i Muggiano, Italia. Verftet signaliserte at fremdrift ligger omlag tre måneder etter planen. Dette skyldes i stor grad den tekniske kompleksiteten i prosjektet. Sjøsetting planlegges i mars – april 2017 og fartøyet skal overleveres Norsk Polarinstitutt som eier ultimo desember 2017.



## Logistikk og infrastruktur

I 2016 mottok 105 tokt og/eller forskningsprosjekter i Ny-Ålesund og Longyearbyen støtte fra Norsk Polarinstitutt. I tillegg ble det foretatt 184 båttransporter i Isfjorden og Kongsfjorden med transport av forskere og ilandsettinger. Det ble holdt feltskurs med opplæring av forskere i forhold til ferdsel, sikkerhet og miljø. Totalt var det 80 og 120 vaktdøgn (beredskapsvakt) for personell og prosjekter i felt henholdsvis i Longyearbyen og Ny-Ålesund. Instituttet hadde også ekspedisjonsledelse og tokledelse, samt organisering av helikoptervirksomheten for diverse forskningsprosjekter med innleide helikoptre fra operatører på fastlandet.

## Sverdrupstasjonen og Zeppelinobservatoriet

Norsk Polarinstitutt driver Sverdrupstasjonen og eier og driver Zeppelinobservatoriet i Ny-Ålesund. Sverdrupstasjonen er vertskap for forskere fra alle norske institusjoner, samt utenlandske institusjoner med langvarig engasjement som ikke har en egen stasjon i Ny-Ålesund. I 2016 hadde Sverdrupstasjonen 2129 forskerdøgn. Forskere og ansatte fra Polarinstituttet sto for 608 av disse døgnene, mens norske forskere (eksklusive forskere fra Polarinstituttet) sto for 1039. Antall forskerdøgn er ikke synonymt med produsert forskning, men det er et måltall det er enkelt å framskaffe.

Polarinstituttet driftet også i 2016 måleserier til 10 institusjoner (to nasjonale og åtte internasjonale) på Zeppelinobservatoriet, og 12 institusjoner (sju nasjonale og fem internasjonale) på og rundt Sverdrupstasjonen.

Tokt med Lance til område nord for Svalbard/ Scientific cruise with Lance north of Svalbard. Foto/Photo: Haakon Hop, NP/NPI



Overvåking av overlevelse og ungeproduksjon hos polarlomvi på Bjørnøya. Bestanden av polarlomvi går tilbake på Svalbard, sannsynligvis på grunn av dårlig overlevelse gjennom vinteren. Lange tidsserier er nødvendig for å avdekke sammenhengene./ Monitoring survival and production in the Brünnich's guillemot on Bjørnøya. The Brünnich's guillemot population in Svalbard is declining, and low survival during winter is probably an important cause. Long time series are necessary to reveal the mechanisms. Foto/Photo: Fredrik D. Haug, NP/NPI





# SEATRACK avslører sjøfuglenes bevegelser utenfor hekkesesongen

Av Halfdan H. Helgason og Hallvard Strøm, Norsk Polarinstitutt

Ny kunnskap fra programmet [SEATRACK](#) viser at Barentshavet er viktigere som overvintringsområde for sjøfugl enn tidligere antatt. Kunnskapen har stor relevans for dagsaktuelle miljøutfordringer og nasjonale spørsmål, blant annet 24. konsesjonsrunden og påfølgende åpningen av nye blokker for oljeutvinning i Barentshavet.

## Kunnskapshull

Norge med Svalbard har store hekkebestander av sjøfugler, mange av internasjonal betydning. Men flere av bestandene har gått kraftig tilbake de siste tiårene. Sjøfuglene kommer til kysten i hekkesesongen hvor de samler seg i tette kolonier. Resten av året sprer de seg og tar i bruk enorme havområder. Som følge av dette er kunnskapen vår om fuglene utenom hekkesesongen begrenset. Sjøfuglenes arealbruk og trekkruiter utenom hekkesesongen har nylig blitt pekt ut som et av de viktigste kunnskapshullene i forvaltningen av norske havområder.

## Sporer fuglene med lysloggere

Det var først med utviklingen av GLS (global location sensor) loggere på slutten av 1990-tallet at det ble mulig å kartlegge sjøfuglenes trekk mønstre. En lyslogger er en liten elektronisk enhet som brukes til å spore en fugls forflytninger. Den består i

hovedsak av en lyssensor, minnebrikke, batteri og tilkoblingspinner. Lysloggeren festes enkelt på fuglens fotring og medfører ingen negativ belastning på fuglen. Den måler lysintensitet hvert minutt gjennom hele døgnet. Med tidspunkt for soloppgang og solnedgang beregnes fuglens posisjoner fra daglengde (breddegrad) og tidspunkt midt på dagen (lengdegrad). Lysloggere er små og lette, 1 – 2.5 g, og festes til fuglens fotring. I tillegg kan enkelte loggere registrere andre parametre, f.eks. temperatur og om loggeren er i kontakt med vann.

## Studerer truede fuglearter

SEATRACK-prosjektet ble offisielt startet våren 2014 med mål om å kartlegge utbredelsen for norske sjøfugler utenom hekkesesongen, og bestander fra naboland som kommer inn i norske havområder vinterstid. Prosjektet er en modul til sjøfuglprogrammet SEAPOP (det nasjonale overvåkings- og kartleggingsprogrammet for norske sjøfugler) og er finansiert av Klima- og miljødepartementet, Utenriksdepartementet og Norsk olje og gass, sammen med sju operatørselskaper. Aldri før har et så omfattende kartleggingsprogram vært gjennomført, med over 100 forskere, feltarbeidere og frivillige som arbeider i 38 kolonier i fem land. Fokuset er på elleve sjøfuglarter, hvor syv er rødlistet i Norge og/eller Svalbard.

## Dekker enorme havområder

Så langt i prosjektet har nærmere 7 000 loggere blitt satt på fugl og over 1 900 har man så langt fått tilbake. Loggere som har gitt oss data for vintrene 2014 – 15 og 2015 – 16, men prosjektet vil fortsette ut 2018. Data fra loggerne viser bruk av enorme havområder, som Karahavet, bankene utenfor Newfoundland, Guineabukta og til og med Arabiahavet. Sporingsdata av et slikt omfang gir unike muligheter til å fastsette viktigheten av forskjellige områder og forutse potensielle trusler og konflikter populasjonene kan komme å få. Fremtidige planer inkluderer bruk av GLS-data til å belyse miljøfaktorer som er karakteristisk for de forskjellige habitatene sjøfuglene bruker, hvordan disse forandrer seg over tid, og hvordan dette gjør utslag i demografi og bestandsutviklingen i koloniene.



Kart over de 38 koloniene hvor merking med loggere fra SEATRACK ble utført 2014 – 2016. / Map of all 38 colonies where deployments have taken place on behalf of SEATRACK 2014 – 2016. Kart/Map: NP/NPI



Barentshavet er trolig viktigere som overvintringsområde for flere arter og populasjoner enn tidligere antatt, blant annet de store hekkebestandene av alkefugler. / The Barents Sea is an even more important wintering area for auks than previously expected. Foto/Photo: Igor Shupin



Russiske og norske forskere fester en GLS-logger på krykkje ved Cape Flora, Northbrook Island, Frans Josef Land. / Norwegian and Russian scientists deploying a GLS-logger on a kittiwake at Cape Flora, Northbrook Island, Franz Josef Land. Foto/Photo: Juri Krasnov

## Barentshavet – et viktig overvintringsområde for flere arter

Resultatene så langt viser at Barentshavet trolig er viktigere som overvintringsområde for flere arter og populasjoner enn tidligere antatt. Blant annet de store hekkebestandene av polarlomvi øst på Svalbard og på Novaja Semlja i Russland ser ut til å tilbringe hele året i Barentshavet. Barentshavet er også viktig for mange arter og populasjoner om høsten, blant annet lunde. Her kommer fugler så langt sør som fra Runde på Mørkysten opp til Barentshavet for å utnytte den rike produksjonen i havet.

Slik kunnskap har stor betydning for dagsaktuelle miljøutfordringer og nasjonale spørsmål, blant annet den 24. konsesjonsrunden og påfølgende åpningen nye blokker for oljeutvinning i Barentshavet.

SEATRACK har nylig lansert en web-applikasjon [www.seatrack.seapop.no](http://www.seatrack.seapop.no) med interaktive kart som viser utbredelsesområder utenfor hekkesesongen for nord-atlantiske populasjoner. Utfyllende informasjon om koloniene, artene og prosjektet finnes på: [www.seapop.no/en/seatrack](http://www.seapop.no/en/seatrack)



# SEATRACK, tracking seabird movements outside the breeding season

By Hálfdrán Helgi Helgason and Hallvard Strøm, Norwegian Polar Institute

Data from the large scale tracking programme [SEATRACK](#) document that the Barents Sea is an even more important wintering area for seabirds than previously expected. Such information is highly relevant to current environmental and national issues, e.g. the 24<sup>th</sup> licensing round of awards in predefined areas (APA) and the subsequent opening of new blocks for oil exploration in the Barents Sea.

## Knowledge gaps

Norway and Svalbard host large and internationally important populations of several seabird species, many of which have experienced negative population trends over recent decades. Many seabird species only aggregate on land during the breeding season but spread over vast oceanic areas for the remainder of the year. Consequently, little is known about many aspects of their life away from the breeding grounds and seabird migration patterns outside the breeding season have recently been highlighted as one of the most important knowledge gaps in management plans for Norwegian waters.

## GLS loggers

It was however not until the emergence of GLS (global location sensor) technology in the last decade of the 20<sup>th</sup> century that scientists were provided with a better and as widely applicable method as traditional bird-banding to monitor bird movements throughout the year. GLS loggers or geolocators are small, lightweight, easily attachable and relatively cheap devices that primarily record light levels. Measured light levels relative to time of day can be used to calculate two daily positions of a bird within a radius of approximately 180 km. Some logger models record other parameters as well, e.g. temperature and water immersion.

## Study of endangered seabird species

The SEATRACK project was formally launched in spring 2014 with the intent of mapping the winter distribution of Norwegian seabirds and seabird populations in neighbouring countries likely to overwinter in Norwegian waters. The project is a module to SEAPOP, the national Norwegian seabird monitoring programme and is funded by the Norwegian Ministry of Climate and Environment, the Ministry of Foreign Affairs and the Norwegian Oil and Gas Association. It is a seabird tracking project on a scale never before seen, consisting of the combined efforts of over 100 scientists, fieldworkers and volunteers working in 38 colonies in five countries. These efforts are focused on 11 seabird species, seven of which are listed on the national red list for Norway and/or Svalbard.

## Covering huge areas

To date, almost 7000 loggers have been deployed and over 1900 retrieved, yielding data on seabird distribution during the winters of 2014 – 2015 and 2015 – 2016, but the project is scheduled to run its course by end of year 2018. The data show areal use spanning huge and diverse areas, e.g. Kara Sea, Great Banks, Gulf of Guinea and even the Arabian Sea. Tracking data on such a large scale allows unique opportunity to assess the importance of different areas and to predict potential threats and conflicts

facing these populations. Future plans include utilizing GLS data to identify the different environmental conditions characterizing the different habitats occupied by Norwegian seabirds, how these change over time, and how they are reflected in the population dynamics and demography in the colonies.

## Barents Sea – an important wintering area for several species

Recent results include overwintering areas of populations, never tagged before and which very little is known about, e.g. Brinnichs guillemots in Cape Sakhanin, south Novaya Zemlya and in Alkefjellet, east Spitsbergen. One of the main conclusions drawn from these data is that the Barents Sea is an even more important wintering area for seabirds than previously expected.

Such information is highly relevant to current environmental and national issues, e.g. the 24<sup>th</sup> licensing round of awards in predefined areas (APA) and the subsequent opening new blocks for oil exploration in the Barents Sea.

SEATRACK has recently launched a web-application, [www.seatrack.seapop.no](http://www.seatrack.seapop.no) where interactive maps displaying the observed non breeding distribution of North Atlantic seabird populations. All supplementary information about the colonies, the species and the project can be found on the project's webpage: [www.seapop.no/en/seatrack](http://www.seapop.no/en/seatrack).



Vi oppdaget et arktisk system som var annerledes enn tidligere og vi var bokstavelig talt på tynn is./ Overall we saw an Arctic system that was different from before. We were literally on thin ice. Foto/Photo: Nick Cobbing, NP/NPI

## Store endringer i snø, is og stormer – høydepunkter fra N-ICE2015

Av Mats Granskog og Harald Steen, Norsk Polarinstitutt

Den norske forskningsekspedisjonen [N-ICE2015](#) hadde som mål å studere effekten av de store endringene vi ser i drivisen i Polhavet. Dette er en av de største ekspedisjonene som Norsk Polarinstitutt har gjennomført, og det ble tatt i bruk all den kunnskapen vi hadde innenfor forskning, sikkerhet og drift, logistikkstøtte og ingeniørarbeid. Takket være en fantastisk innsats fra hele laget, ble det hele en suksess.

### Isflak i rask drift

I januar 2015 ankret vi opp ved et isflak på 83° nord. Vi installerte mengder av instrumenter for å studere, atmosfæren, snøen, isen og havet, i forventing av at vi skulle drive med flaket i flere måneder. Isflaket var i rask drift, og knakk opp ved iskanten nordvest for Spitsbergen i midten av februar etter kun seks uker. Plutselig handlet alt om å redde utstyret fra å gå på havet og det var ingen lett oppgave, spesielt midt på vinteren, i bekmørke og 30 minusgrader ute. Isen drev forttere en forventet og vi måtte vi gjenta dette fire ganger og for hver gang tok vi Lance opp tilbake til 83° nord. Her fikk vi uvurderlig hjelp fra Kystvakta og skipet KV Svalbard for å komme oss inn i isen igjen.

### På tynn is

Vi fant et arktisk system som var veldig annerledes enn før. Isen var veldig tynn og det var akkurat det vi så etter siden målet var å finne ut hvordan den tynne pakkisen oppfører seg, men dette var samtidig et utfordrende miljø å jobbe i, noe vi skulle få erfare.

Et av tegnene på de store endringene som finner sted i Arktis var mengden av snø på havisen. Nesten en halv meter snø var vanlig, men ifølge tidligere kunnskap burde det ha vært mye mindre. Nå i ettertid vet vi at det var store mengder fuktig luft som ble transportert fra lengre sør som la seg som snø på havisen. Dette viser at observasjoner som er gjort for eksempel på pakk isen lengre vest i Polhavet, ikke alltid er representativt for hva som skjer i andre deler av Arktis. Vi mangler ganske enkelt gode observasjoner i Atlanterhavssektoren.

### Antarktifisering av den arktiske isen

Snø spiller en viktig rolle i utviklingen av havisen. På den ene siden isolerer snøen isen fra den kalde atmosfæren. Dette reduserer veksten i istykkelse, og i løpet av N-ICE2015 så vi tydelige effekten av dette. Til tross for at temperaturen falt ned til -40°C, så vi knapt noen vekst i istykkelse i løpet av vinterhalvåret på flerårsis der det var mye snø. Senere i sesongen når solen er tilbake, vil snøen reflektere store deler av solens energi tilbake til verdensrommet, og dette vil forsinke smeltinga av isen.

For å komplisere saken ytterligere vil store mengder snø tynge den tynne isen slik at den synker og oversvømmes. Overflatevannet kan i sin tur fryse sammen med snøen og dermed øke veksten av istykkelsen fordi den fryser på øver siden og ikke på under siden. Dette fenomenet er svært vanlig i Antarktis hvor det er tynnere isdekke som smelter helt om sommeren. Våre funn fra N-ICE2015 peker på at også det tynnere isdekket i Arktis blir utsatt for de samme prosessene, og at snøens rolle er viktigere enn før, og vi sier at dette er et tegn på antarktifisering av den arktiske pakkisen.

### Vinterstormene

I den norske sektoren i Arktis er det sannsynlig at snøakkumuleringen til stor grad er styrt av enkelthendelser som transporterer fuktighet og varme til Arktis. Disse stormene eller lavtrykkene, som vi selv opplevde flere ganger under toktet, hadde stor innvirkning på atmosfære-is-havsystemet. Vi har derfor unike observasjoner fra flere vinterstormer siden vi befant oss akkurat der hvor disse stormene treffer i Arktis. Stormene forårsaket ødeleggelse, brøt opp isflak, flyttet rundt på is, men førte også til at det ble transportert varmt atlantehavsvann fra dypere vannlag som smeltet isen fra undersiden. Stormene førte også til kraftige snøbyger og temperaturen økte i noen tilfeller fra nesten -40°C til frysepunktet i løpet av en dag. Selv om stormene varer ei kort stund, tror vi at de har en innvirkning på is-havsystemet som varer lenge etter at de har passert.

### Tidlig algeoppblomstring

Den tynnere isen er mer mobil, beveger seg raskere og deformerer mer enn tidligere og er mer følsom for vind og stormer enn før, da den var tykkere og mer solid. Vi observerte også en enestående algeoppblomstring under isen, langt nord og tidlig i sesongen. Siden det var så mye snø, som reflekterer nesten alt av sollys, forventet vi ingen algeoppblomstring. Men den tynne mobile pakkisen, med råker som dannes seg mellom isflakene, slapp nok sollys ned i vannmassene under isen til å starte en algeoppblomstring. Denne typen algeoppblomstring har ikke blitt observert før så langt nord i Arktis, og kan ha stor påvirkning på hvordan det framtidige arktiske marine økosystemet kommer til å se ut.

Så langt har vi bare skrapet på overflaten av «databerget» som ble samlet inn under N-ICE2015, og allerede har vi vist flere eksempler på at Arktis slik vi kjenner det, har endret seg. Våre observasjoner viser at det er et behov for å revurdere forståelsen vi har av den arktiske pakkisen – en kunnskap som er basert på et flerårsregime som ikke lenger finnes.



# A tale of snow, storms and sentinels of change – highlights from the N-ICE2015 expedition

By Mats Granskog and Harald Steen, Norwegian Polar Institute

The Norwegian young sea [ICE \(N-ICE2015\)](#) expedition in winter and spring 2015 in the pack of the Nansen Basin north of Svalbard was a large effort that used all levels of resources and expertise at the Norwegian Polar Institute. Being one of the largest undertakings in the institute's history we used all the knowhow in research, safety and operations, logistics support, and engineering to pull it off. Thanks to fantastic efforts by the whole team, it was a success.

## Ice drift was rapid

The narrative was as follows, we anchored to an ice floe in mid-January 2015 at 83°N in hopes of setting up our research camp on the floe and drift for several months while studying the atmosphere, snow, ice and ocean. Ice drift was rapid and in a short time the ice floe was at the verge of collapse near the ice edge northwest of Spitsbergen. Suddenly the narrative changed to rescue of equipment from the ice and traveling back to 83°N, through the pack ice, to start all over again. Instead of re-locating our research camp once, we had to do it four times. It was quite an ordeal, especially in the midst of winter, pitch dark and thirty below. Without the help from the Coast Guard and KV Svalbard we would not have managed to relocate.

## On thin ice

One of the signs that surprised us from the start, was the amount of snow on the sea ice. Nearly half a meter of snow was the norm rather than the exception. In hindsight we know that atmospheric patterns favour transport of moisture accumulation of snow on the sea ice in the areas north of Svalbard and the Barents Sea. But it tells us that the different regions of the Arctic have unique characters, and observations from the western Arctic, where many more observations have been made, are not always representative of what happens in other parts of the Arctic. We simply lack good observations in the Atlantic sector.

## Antarctification of the Arctic ice pack

Snow has an important role in the evolution of sea ice. On one hand it insulates the ice from the cold atmosphere. This slows ice growth, and during N-ICE2015 we saw this effect, despite temperature plummeting down to -40°C, we hardly observed any ice growth at all in the winter months. On the other hand, later in the season, when the sun is back, snow will reflect large parts of the sun's energy back to space, and delaying the melt of the ice. To complicate things, a heavy load of snow on thin ice can push the surface of the ice below sea level, flood the bottom of the snow

with seawater and the slush that is formed can freeze. In fact the ice grows thicker, but upwards. This is very common in the Antarctic, where we have a thinner seasonal ice cover. Our findings from N-ICE2015 point towards the fact that the thinner ice cover in the Arctic is becoming susceptible to this, and the role of snow is becoming more important than before – we like to say this is a sign of antarctification of the Arctic ice pack.

## The winter storms

It is likely that in the Norwegian sector of the Arctic the snow accumulation is governed by single events that transport moisture and heat to the Arctic. These storms or cyclones, we experienced first-hand during N-ICE2015, and they had a great impact on the atmosphere–ice–ocean system. We have unique observations from several winter storms, as we were lucky enough to be in the highway for these storms entering the Arctic.

The storms brought havoc, broke up our floes, moved the ice around, but also induced significant mixing in the ocean that stirred up heat from depth, which at occasions, when near warmer Atlantic water, resulted in rapid ice melt even in mid-winter. The storms also brought snow fall and air temperatures increased, on some occasion from almost -40°C to near-freezing during one day. Even if short-lived, we believe these storms make an overall impact on the ice – ocean system that lasts for long after they have passed.

## Early under-ice bloom

The thinner ice are appears more mobile, moves faster, deforms more, and one implication of this may be that the ice pack is more sensitive to winds and storms than before, when it was thicker and more solid. We observed an unprecedented under-ice bloom, far north and early in the season, when we would have thought that the thick snow would simply make it impossible for enough light to reach the ocean to initiate a bloom. But the mobile ice pack, with leads and openings forming between ice floes, allowed for enough light to reach the ocean. This type of bloom had not been observed before in the high-Arctic, and could have many implications for the functioning of the Arctic marine ecosystem.

So far, we have only scratched the surface of all the data that were collected during N-ICE2015 campaign, but we have many tales to tell that show us that the Arctic we knew has changed. Our observations showcase the need to re-evaluate our current understanding of the Arctic ice pack which is based on knowledge from an ice regime that is no more.



Et av tegnene på de store endringene som finner sted i Arktis er mengden av snø på havisen. / One of the signs of the changing Arctic is the amount of snow on the sea ice. Foto/Photo: Tor Ivan Karlsen, NP/NPI

# Kombinasjonen miljøgifter og mindre havis – dårlig nytt for isbjørner

Av Sabrina Tartu og Heli Routti, Norsk Polarinstitutt og Sophie Bourgeon, UiT Norges arktiske universitet

Isbjørn i Barentshavet er blant de mest forurensede bjørner i Arktis. De trues også av klimaendringer. Isbjørn bruker havisen til å skaffe mat, men i takt med global oppvarming krymper Polhavet og isen blir tynnere. Spesielt gjelder dette for bjørner i Barents- havet. Mangel på havis gjør det vanskelig for bjørnene å finne mat og fete seg opp. De går ned i vekt og blir tynnere, noe som kan forverre de farlige virkningene fra miljøgiftene.

## Øverst i næringskjeden

Årsaken til at isbjørn har så mye miljøgifter i seg, er at de troner øverst i næringskjeden i Arktis. De får i seg miljøgifter via luft- og havstrømmer fra industriområder og jordbruk lengre sør på kloden. Og jo høyere opp i næringskjeden et individ er i et økosystem, jo høyere blir konsentrasjonen av et stoff. Konsekvensene er at det kan bli giftige konsentrasjoner av miljøgifter i rovdyr som er på toppen av næringskjeden.

Selv om isbjørn bor i “uberørte” arktiske områder, er konsentrasjonen av noen miljøgifter i blodet like høyt som hos mennesker som bor nært fabrikker som slipper ut kjemiske stoffer i Kina.

## Isbjørnen foretrekker fettrik mat

Isbjørnen spiser for det meste sel. Når selene ligger på isen om våren og tidlig på sommeren, kan isbjørnene spise så mye at fett det utgjør 50 prosent av kroppsvekten. Isbjørnen trenger store fettreserver for å overleve lange perioder uten mat.

I løpet av de siste tiårene har det vært en økning i bruk av kjemikalier, samtidig som det har oppstått en fedmeepidemi i befolkningen. Flere forskerteam har derfor undersøkt om det kan være en sammenheng mellom kjemikalier og fedme.

## Fant gamle og nye miljøgifter

To prosjekter, ett finansiert av Norges forskningsråd og det andre av Framsenterets flaggskip Miljøgifter, studerte hvilke effekter kombinasjonen av miljøgifter og tilgang på havis har for metabolismen hos isbjørner på Svalbard. Begge prosjektene var ledet av Heli Routti fra Norsk Polarinstitutt.

I studiene fanget vi isbjørnbinner i to forskjellige årstider: om våren, når havisen har sin største utstrekning og om høsten når havisen er på et minimum. Disse årene da vi samlet inn prøver var også kontrastfylte – det var mer havis om vinteren i 2012 enn i 2013. Vi målte flere gamle miljøgifter (herunder klorerte pesticider, PCB og nedbrytningsprodukter) og flere nye miljøgifter (f.eks. PFAS og bromerte flammehemmere).

## Magre binner hadde mest fettløselige miljøgifter

Videre undersøkte vi om nivåene av miljøgifter var påvirket av hvordan forholdene på havisen var. Denne var forskjellig fra år til år, mellom årstider og habitat. Vi sammenlignet også nivået av miljøgifter hos binner som ikke hadde unger, de som hadde unger, tynn eller fet, fastende eller ikke. Vi fant ut at fettløselige miljøgifter var mer konsentrert i magre binner enn hos de som



Forsker Heli Routti tar fettprøve av isbjørn under feltarbeid på Svalbard./ Research scientist Heli Routti takes a fat sample of a polar bear during field work in Svalbard. Foto/Photo: Magnus Andersen, NP/NPI

var fete, uansett hvilken diett de hadde. Men vi fant også ut at dietten var den viktigste pådriveren for konsentrasjoner av PFAS i plasma; Isbjørn som spiser på et høyere trofisk nivå og inntar flere marine byttedyr, hadde høyere plasmakonsentrasjoner av PFAS enn binner som spiser på et lavere trofisk nivå, altså terrestriske byttedyr.

## Analyserte effekter av miljøgifter

Vi fant også en sammenheng mellom konsentrasjoner av miljøgifter og helseindikatorer som signaliserer en potensiell forstyrrelse av fettmetabolismen. Spesielt målte vi omfanget av gener i fettmetabolismen, konsentrasjon av skjoldbruskhormoner og kliniske parametere (f. eks. kolesterol, triglyserider). I tillegg isolerte vi stamceller fra isbjørnfett. Vi brukte disse cellene i laboratoriet for å teste ut om blandinger av miljøgifter påvirker fettlagring.

Videre laget vi en analyse som tok sikte på å finne ut om miljøgifter kan forstyrre cellereceptorer som slår av og på en rekke gener som er involvert i fettmetabolismen. Vi fant at konsentrasjoner av miljøgifter er relatert til omfanget av gener som er involvert i lagring og nedbrytning av lipider, og i kolesterolsyntese. I tillegg oppdaget vi at bjørner som var mer utsatt for PFAS hadde høyere konsentrasjoner av kolesterol.

Skjoldbruskhormoner regulerer et dyrs metabolisme ved å regulere organenes “funksjonshastighet” slik at de er i tråd med dyrets behov. Forholdet mellom skjoldbruskhormoner og miljøgifter antydte at store mengder PFAS, PCB og pesticider kan føre til at isbjørnene får en metabolisme som fungerer dårlig og at de dermed forbruker mindre energi enn de faktisk trenger.

## Varmere klima kan forverre situasjonen

Resultatene fra Bear Energy-prosjektet viser at isbjørnbinner på Svalbard har en forstyrret fettmetabolisme. Vi observerte en større sammenheng mellom miljøgifter og markører for fettmetabolisme når forholdene på havisen var ekstrem. Som for eksempel vinteren 2013 som var isfri. Dette betyr at meget varme temperaturer, som temperaturene som nylig er registrert på Svalbard, sannsynligvis vil forverre hvordan miljøgifter virker inn på fettmetabolismen hos isbjørner.



# Combined effects of pollutants and declining sea ice for polar bears

By Sabrina Tartu and Heli Routti, Norwegian Polar Institute and Sophie Bourgeon, UiT The Arctic University of Norway

Polar bears in the Barents Sea are among the bears in the Arctic that carry the highest concentrations of environmental pollutants. They also face the threat of ongoing climate change. Polar bears use sea ice to breed and feed, but with global warming, Arctic Sea ice is shrinking and thinning, particularly in the Barents Sea. Lack of sea ice makes it difficult for bears to find their preferred food and fatten up. They thus lose weight and become thinner, which may exacerbate the hazardous effects of pollutants.

## At the top of the Arctic marine food web

The reason why polar bears are so polluted, is that they feed at the top of the Arctic marine food web. That exposes them to a number of environmental pollutants, which are transported from industrialized areas to the Arctic by air and ocean currents and biomagnify in food webs. Consequently, pollutants can reach toxic concentrations in these top predators. Although polar bears inhabit “pristine” Arctic areas, concentrations of some pollutants in their blood are similar to the levels found in people living at the proximity of chemical manufacturing plants in China.

## Polar bears prefer fatty foods

Polar bears mostly feed on seal blubber. In spring and early summer, when seals lie hauled out on the ice, polar bears can eat so much that 50 % of their body weight can be pure fat. Polar bears need these huge fat stores to survive long periods without food.

During the last decades, with the simultaneous increase of chemical use and human obesity, several teams of researchers have investigated potential links between chemicals and the onset of obesity.

## Old and new pollutants

Two projects, one funded by the Research Council of Norway and the other by Fram Centre Hazardous Substances Flagship, both led by Heli Routti from the Norwegian Polar Institute, studied combined effects of sea ice decline and pollutant exposure on fat metabolism, in polar bears from Svalbard.

We captured female polar bears during two contrasted seasons: spring, when sea ice reaches its greatest extent, and autumn, when sea ice is at its minimum. The sampling years also provided contrasts, with more sea ice in the winter of 2012 than in 2013. We measured several notorious legacy pollutants (including organochlorine pesticides, PCBs and degradation products) and several emerging pollutants (e.g. perfluoroalkyl substances (PFASs) and brominated flame retardants).

## More pollutants in skinny than in fat female polar bears

We examined whether pollutant levels were related to sea ice conditions, which differed between seasons, years, and habitat. We also compared pollutant levels in female polar bears that were with or without cubs, thin or fat, fasting or not. We found that fat-soluble pollutants were more concentrated in skinny than in fat individuals regardless their diet. In contrast, diet was the main driver of PFAS concentrations in plasma; polar bears feeding at a higher trophic level and more marine prey had higher plasma concentrations of PFAS than females feeding at a lower trophic level, more terrestrial prey.

## Effects of environmental pollutants

We also related pollutant concentrations to health indicators that signal potential disruption of fat metabolism. Specifically, we measured the expression of genes involved in fat metabolism, thyroid hormone concentrations and clinical parameters (e.g. cholesterol, triglycerides).

In addition, we isolated stem cells from polar bear fat. We used these cells in the laboratory to test whether pollutant mixtures affect their accumulation of fat. We also built an assay to test whether pollutants can disturb cellular receptors that switch on and off a range of genes involved in fat metabolism.

We found that pollutant concentrations were related to the expression of genes involved in lipid storage and breakdown, and in cholesterol synthesis. In addition, bears that were more exposed to PFAS had higher cholesterol concentrations.

Thyroid hormones regulate an animal's metabolism by regulating the “functioning speed” of its organs to be in line with its needs. Relationships between thyroid hormones and pollutants suggested that polar bears with heavy PFAS, PCB and pesticide loads might have an inappropriate metabolism and consequently consume less energy than actually needed.

## Warmer climate can worsen the situation

The results of the Bear Energy project converge in a unanimous description of disrupted fat metabolism in female polar bears from Svalbard. When considering sea ice conditions, we observed stronger correlations between pollutants and markers of fat metabolism when conditions were extreme, for example the exceptional iceless winter of 2013. This means that very warm temperatures, such as those recently recorded in Svalbard, are likely to exacerbate the perturbing effect of pollutants on fat metabolism in polar bears.



Varmere temperaturer, som temperaturene som nylig er registrert på Svalbard, vil sannsynligvis forverre hvordan miljøgifter virker inn på fettmetabolismen hos isbjørner./ Warmer temperatures, such as those recently recorded in Svalbard, are likely to exacerbate the perturbing effect of pollutants on fat metabolism in polar bears. Foto/Photo: Nick Cobbing, NP/NPI

# Nytt indisk-norsk prosjekt undersøker kysten av Antarktis

Av Kenichi Matsuoka, Norsk Polarinstitutt

**MADICE** er et indisk-norsk samarbeidsprosjekt for å bedre forstå den glasiologiske og klimatiske utviklingen av kystsonen i det sentrale Dronning Maud Land (DML) i Antarktis. Forskningen skjer med utgangspunkt i den indiske forskningsstasjonen Maitri som ligger 350 km øst for Troll-stasjonen i et område som ellers ville ha vært vanskelig tilgjengelig på grunn av stor avstand og farlige sprekkområder.

Prosjektsamarbeidet har blitt utviklet gjennom flere bilaterale konferanser i Goa og New Delhi siden 2011. I 2016 fikk prosjektet innvilget en forskningssøknad med finansiering for fire år fra Norges forskningsråd og Indias Earth System Science Organization. Prosjektet ledes av Norsk Polarinstitutt og India's National Centre for Antarctic and Ocean Research (NCAOR).

Ved hjelp av geofysiske instrument, jordobservasjonssatellitter, isdynamiske modeller og iskjerner studerer forskerne massebalanse, isbevegelse og klima i dette området av Antarktis.

Norsk Polarinstitutt har tidligere utført lignende prosjekter ved isbremmen Fimbulisen, som ligger i det vestlige Dronning Maud Land nær Troll, og ved Roi Baudouin-isbremmen i den østlige delen av regionen i samarbeid med belgiske Antarktis-prosjekter.

MADICE bygger videre på erfaringene og kunnskapen fra disse tidligere prosjektene.

Kysten av Dronning Maud Land har en rekke små isbrekker (breis som flyter på havet) som avgrenses av høyereliggende rygger og koller der isen når ned på forhøyninger i berggrunnen. Disse små iskollene er topografisk og dynamisk avgrenset fra isbrekkene og innlandisen, noe som gjør at tidligere klima-perioder og isdynamikk kan avledes fra de fysiske og kjemiske egenskapene til islagene lokalt.

Antarktisisens endringer er viktig for både historisk og framtidig klimaforståelse, men det er fortsatt lite kjent hvordan isen i Dronning Maud Land endrer seg og påvirker det globale havnivået.

Gjennom disse prosjektene opparbeider vi oss nå en omfattende kunnskapsbase om glasiologiske og klimatiske endringer langs kysten av Dronning Maud Land – både endringer som har skjedd, og endringer vi forventer framover.

Den første feltperioden av MADICE startet tidlig i november 2016. De norske deltakere fløy til Troll og deretter til Maitri-stasjonen. Etter en ukes forberedelse av traversen, dro det indisk-norske teamet med beltevogner og snøskutere til iskollen Djupranen på vestsiden av isbremmen Nivlisen.

Der etablerte vi en baseleir i nærheten av toppen og gjennomførte daglige geofysiske måletransekter. Først målte vi iskollens topografi hjelp av GPS som la grunnlaget for våre videre målinger.

Ved hjelp av radar som trenger gjennom is laget vi profiler av isens tykkelse og av lagdelingen inne i isen/snøen. Disse radar- og GPS- målingene ga informasjon om bunntopografien under isen.

Radarmålingene av de øvre snø- og islagene brukes til å estimere snøakkumulasjon og massebalanse, mens de dypere islagene analyseres sammen med isdynamiske modeller for å tolke langtidsutviklingen av iskollene over de siste årtusene.



Forskere i arbeid på isbremmen Nivlisen. / Researchers working on the Nivlisen Ice Shelf. Foto/ Photo: Harvey Goodwin, NP/ NPI

Derne installerte vi GPS-markører (staker som bores ned i isen) i områder der vi ønsker å bestemme isens bevegelse. Når disse markørene måles med GPS igjen i neste feltsesong vil det gi oss informasjon om isens bevegelse over det siste året. På mange av disse stasjonene gjorde vi også målinger med en fase-sensitiv radar for å avlede isen fysiske egenskaper og mulige tykkelsesendringer. Disse målingene ble gjort over to uker mens våre indiske kolleger boret ut en 122 m lang iskerne fra toppen av iskollen.

Frosne iskjernep prøver er transportert til anlegget i Goa der det utføres en full analyse av kjemi og isotoper. Lignende geofysiske målinger og en iskjernep prøve ble også gjort fra Leningrad-iskollen på den østlige siden av Nivlisen.

Det er flere små områder nær kalvingsfronten og videre oppstrøms på Nivlisen hvor isbremmen støter på fast grunn, som skjer i sjøen der isen flyter. Slike skuringspunkt har stor betydning for isdynamikken, og i prosjektet vil vi måle og modellere denne effekten. To fase-sensitive radarinstrument ble installert i nærheten av et slikt skuringspunkt for å måle tykkelsesendringer på grunn av marin smelting på undersiden av isbremmen. Den ene ligger nær kalvingsfronten for å undersøke mulige sesong-variasjoner, mens den andre er plassert lengre oppstrøms for å studere mer generelle endringer i isbremmen.

Alle disse felt-målingene er knyttet sammen med større skala målinger fra satellitt Satellittdataene ble brukt til å plukke ut måleområder i felt, og feltmålingene vil igjen bli brukt til å validere satellittmålinger av overflatehøyde og isbevegelse. Vi installerte en automatisk værstasjon i nærheten av toppen av Leningrad-iskollen. Iskjerne som ble boret ut av våre indiske kollegaer på denne iskollen viser at klimaet her har vært varmt nok for betydelige perioder med snøsmelting. Den nye værstasjonen vil kunne måle snøfall, smeltehendelser og stormer, og slik hjelpe oss med å tolke satellittdata.

Den andre felles indisk-norske målekampanjen er planlagt i neste feltsesong i 2017 – 2018. MADICE-prosjektet vil også være vertskap for en sommerskole og workshop i Goa for å styrke det bilaterale samarbeidet i Antarktis og for å trene neste generasjon glasiologer i Antarktis. Vi har fått god støtte fra Indias Matri-stasjon og Norges Troll-stasjon. Dette prosjektet hadde ikke vært mulig uten deres støtte.



# New Indo-Norwegian project MADICE investigating the Antarctic coast

By Kenichi Matsuoka, Norwegian Polar Institute

We started a new Indo-Norwegian collaborative project, [MADICE](#), to investigate the central Dronning Maud Land (DML) coast in Antarctica. This region is close to the Indian Maitri Station, but 350 km away from Troll. There are many hazardous areas between the central DML coast and Troll, so logistics support from Maitri is crucial to conduct this project. This project has been developed with several bilateral conferences held in Goa and New Delhi since 2011, and it was funded as a four-year project in summer 2016 by the Research Council of Norway and India's Ministry of Earth Sciences. This project is led by Norwegian Polar Institute and India's National Centre for Antarctic and Ocean Research (NCAOR).

The MADICE project investigates mass balance, dynamics, and climate of the central DML coast using geophysical tools, satellite remote sensing, ice-flow models, and ice cores. NPI previously conducted similar projects in the Fimbulisen ice shelf, western DML, near Troll Station and in the Roi Baudouin Ice Shelf, eastern DML, in collaboration with the Belgian Antarctic programme. The MADICE project is built on our strengths developed with those projects, and it fully utilizes the new analytical facility of ice cores at NCAOR in Goa.

The DML coast has a series of small (< ~100 km wide) ice shelves punctuated with many ice rises, features locally grounded on shallow banks and surrounded by floating ice. These small ice shelves have distinct topographical settings, inferring that unique records of past climate conditions and ice dynamics get imprinted in the adjacent ice rises. Antarctic mass balance and consequent sea-level contribution are of high interest over a range of time-scales, but the impact from DML remains relatively poorly known. Together with recent field-based projects on Fimbulisen and Roi Baudouin ice shelves and two more NFR projects on satellite remote sensing, we are developing comprehensive knowledge base on past, present and future changes of the DML coast.

The first field campaign started early November 2016. Norwegian participants flew to Troll Station and then to Maitri Station. After preparation of the traverse for about one week, the Indo-Norwegian team went by snow vehicles to the Djupranen Ice Rise, on the western promontory of the Nivlisen Ice Shelf.

We established a base camp near its summit and conducted daily geophysical transects. Firstly, we measured ice-surface topography using GPS. These data were analysed on site and guided our following measurements. Secondly, ice-penetrating radar profiles were made to reveal ice thickness and snow/ice stratigraphy. These GPS and radar measurements provided bed topography. The measured shallow snow stratigraphy is currently used to estimate recent surface mass balance and deeper stratigraphy is examined using ice-flow models to decipher evolution of the ice rise in the past millennia. Thirdly, we installed GPS markers that will reveal ice-flow fields when they get reoccupied next year.

At many of these stations, phase-sensitive radar was operated to measure ice fabrics and possible thickness changes. While we conducted these surveys over about two weeks, our Indian colleagues drilled to 122 m depth at the ice rise summit. Frozen ice core samples are being transported to their facility in Goa and will undergo full chemical and isotope analysis. Similar series of measurements were conducted at Leningrad Ice Rise, at the eastern edge of the Nivlisen Ice Shelf.

In addition to these surveys of ice rises, we conducted radar and GPS surveys on the Nivlisen Ice Shelf to reveal regional, ice-shelf-wide characteristics as well as ice-dynamical impacts of an ice rumple. Ice rumples are grounded but much smaller in size than ice rises. Thus, the ice-shelf flows over it but is still buttressed by its friction. There are several ice rumples near the calving front of the Nivlisen Ice Shelf and further upstream. The ice rumple we targeted is far enough from others so that the impact of this ice rumple alone can be measured. Two phase-sensitive radar systems were installed near this ice rumple to measure thickness changes due to basal melting over the winter. One is located close to the calving front to capture possible seasonal changes and the other one is further upstream to see more general changes of the ice shelf.

All of these measurements are tied to satellite remote sensing. Our measurements were guided by the satellite data and, in return, our data will be used to validate satellite measurement of surface elevation and ice-flow velocity. We installed an automatic weather station near the summit of the Leningrad Ice Rise. The ice core retrieved by our Indian colleagues on this ice rise show numerous melt features in the past. This weather station would detect such melt events, storms and so on which help us to interpret satellite data.

The second joint campaign is planned in the next field season 2017 – 18. The MADICE project will also host a summer school and workshop in Goa to strengthen bilateral collaboration in Antarctica and train the next generation of Antarctic glaciologists. We acknowledge tremendous support from India's Maitri Station and Norway's Troll Station. This project never happens without their support.



Thamban Meloth (prosjektleder NCAOR, Goa) og Kenichi Matsuoka (prosjektleder Norsk Polarinstitutt). / Thamban Meloth (Project Manager NCAOR, Goa) and Kenichi Matsuoka (Project Manager Norwegian Polar Institute). Foto/ Photo: Bhanu Pratap, NCAOR





By Kit M. Kovacs, Christian Lydersen and Jade Vacqu  -Garc  , Norwegian Polar Institute

Gr  nlandshvalene ble hovedsakelig observert n  r iskanten, mens narhvalene (bildet) ble funnet mye l  ngre inne isen. Dette viser den sterke is-tilknytningen for begge disse artene, og at det er en klar romlig atskillelse mellom dem. / Bowhead whales were predominantly seen close inside the ice-edge, whereas narwhals (picture) were located deeper into the ice – suggesting high levels of ice-affiliation by both of these species, and quite strong spatial separation between them. Foto / Photo: Jon Aars, NP / NPI

## ICE-whales forskningsprogram (2015 – 2019)

Av Kit M. Kovacs, Christian Lydersen og Jade Vacqu  -Garc  , Norsk Polarinstitutt

Arktis er i rask oppvarming og reduksjonen i havisens utbredelse som følge av dette representer en alvorlig trussel for is-assosierte arter i denne regionen. NPI ICE-whales forskningsprogram (felles finansiert av Norsk Polarinstitutt, Norges Forskningsråd, Framsenterets MIKON program og WWF) studerer utbredelse, populasjonsstørrelse og økologi til de tre arktiske endemisk hvalartene: narhval, grønlandshval og hvithval. Dette sees også i sammenheng med alle de andre hvalartene som sesongmessig oppholder seg i Svalbardområdet og det nordlige Barentshavet.

I det første året av dette programmet ble det gjennomført en hvaltelling i den maginale iskantsonen nord for Svalbard (i samarbeid med Polarinstituttets isbj  rntelling). Tellingene (basert på linjetransekter) ble utført ved hjelp av en kombinasjon av helikopter- og skipsbaserte observasjoner. Resultatene fra denne undersøkelsen var overraskende, særlig sett i forhold til rødlistestatus til disse hvalartene. Hele 26 observasjoner, med totalt 27 grønlandshval, og 11 observasjoner med totalt 58 narhval, ble gjort langs helikopter-transektene. Det var også overraskende at ingen hvaler ble sett langs skipstransektene og at ingen hvithval ble observert i det hele tatt.

Analysen utført i 2016 ved bruk av "Distance Sampling"-metoden endte opp med estimater på 343 (CI: 136-862) grønlandshval og 837 (CI: 314-2233) narhval innenfor det 52919 km<sup>2</sup> undersøkte området ([Vacqu  -Garc   et al. 2017](#) – Endangered Species Research). Gr  nlandshvalene ble hovedsakelig observert n  r iskanten, mens narhvalene ble funnet mye l  ngre inne isen – noe som for det første viser den sterke is-tilknytningen for begge disse artene, og samtidig viser at det er en klar romlig atskillelse mellom dem. Den meget sterke is-tilknytningen til disse to artene og den kystnære utbredelsen av hvithval har resultert i omstrukturering av noen av planene for dette programmet for 2017 – 2019, med blant annet en flytelling av hvithval i Svalbards fjorder og langs kystlinjen som vil forg   sommeren 2017.

## The ICE-whales research programme (2015 – 2019)

By Kit M. Kovacs, Christian Lydersen and Jade Vacqu  -Garc  , Norwegian Polar Institute

The Arctic is experiencing rapid warming and resultant sea ice losses represent a serious threat to ice-associated species in the region. NPI's ICE-whales research programme (jointly financed by NPI, the Norwegian Research Council, Fram Centre's MIKON programme and WWF) is exploring the distribution, abundance and ecology of the three Arctic resident whale species: narwhals, bowhead and white whales, in the context of the broader cetacean community in the Svalbard and northern Barents Sea region.

In Year-1 of the programme, our research team conducted a marginal ice zone survey north and east of the Svalbard Archipelago (in coordination with NPI's polar bear survey). Line-transect surveys were performed using a combination of helicopter-based and ship-based efforts. The survey had some surprising results given the Red List status of two of these species, 26 sightings, involving 27 bowhead whales, and 11 sightings, involving 58 narwhals, occurred along the helicopter transects. Other surprising results were that no whales were recorded along ship transects and no white whales at all were observed during these surveys.

Analyses that took place in 2016 using Distance Sampling methods produced estimates of 343 (CI: 136-862) bowhead whales and 837 (CI: 314-2233) narwhals within the 52,919 km<sup>2</sup> study area covered by the survey ([Vacqu  -Garc   et al. 2017](#) – Endangered Species Research). Bowhead whales were predominantly seen close inside the ice-edge, whereas narwhals were located deeper into the ice – suggesting high levels of ice-affiliation by both of these species, and quite strong spatial separation between them. The very strong ice-affiliation by these two species and the coastal (only) nature of the white whale's distribution has us busy redesigning some of the research planned for 2017 – 2019, which among other project elements will include a coastal aerial survey for white whales in 2017.



## Studier av forsuring av hav og fjorder i Arktis

Av Agneta Fransson, Norsk Polarinstitutt

Havet og fjordene i Arktis påvirkes i økende grad av havforsuring og klimaendringer. Økt tilførsel av ferskvann fra elver og smeltevann fra breer og sjøis bidrar i sin tur til endringer i havets kjemi som fører til havforsuring og endrer miljøet for de organismer som lever der.

I årene 2012-2016 har forskere fra Polarinstituttet i samarbeid med Havforskningsinstituttet studert års- og sesongvariasjon av karbonatkjemi (pH, CO<sub>2</sub>-innhold, total alkalitet), havforsurings-tilstand og effekten av biogeokjemiske prosesser og smeltevann fra isbreer i flere fjorder på Svalbard ([Fransson et al. 2015; 2016](#)).

Metningsgrad av karbonationer i Kongsfjorden viste i vår undersøkelse kritiske nivåer for kalkskallsdannende organismer, slik som vingesnegl (*Limacina helicina*). Vingesnegl har et skall som trenger karbonationer for å danne skall (kalsifisere) og har begrenset kontroll på endringer i pH. Tidligere studier har vist at vingesnegl er spesielt følsomme om vinteren når det er dårlig tilgang på mat.

I 2016 gjorde prosjektet prøvetaking fra sjøvann fra forsknings-skipene RV Lance, Polarcirkel og Teisten, og vannprøver ble tatt med hjelp av helikopter nært brefronten i Kongsfjorden. En CO<sub>2</sub>-sensor som skal samle inn data ble i tillegg satt ut på en rigg i fjorden. Videre studerte vi karbonatkjemi og havforsuring i hav og havis i fjorder og Framstredet, øst for Grønland og nord for Svalbard. Prosjektet inngår i Framsentrets flaggskip Havforsuring og er et samarbeid mellom forskere fra flere institutter og universiteter i Norge, Japan, Tyskland, USA, Canada og India. Prosjektlederne er Agneta Fransson fra Polarinstituttet og Melissa Chierici fra Havforskningsinstituttet.



## Study of acidification in Arctic seawater and fjords

By Agneta Fransson, Norwegian Polar Institute

Arctic seawater and fjords are increasingly influenced by ocean acidifications and climate change. A rising supply of fresh water – stemming from rivers and melted snow and ice from glaciers and sea ice – contributes to changes in the chemistry of the ocean. This in turn leads to ocean acidification and changes in the environment for the organisms living there.

During the years 2012 – 2016 scientists from the NPI, in co-operation with the Institute for Marine Research, studied annual and seasonal variability of carbonate chemistry, (pH, dissolved CO<sub>2</sub>, total alkalinity), the state of ocean acidification and the effects of biogeochemical processes and meltwater from glaciers in several fjords in Svalbard ([Fransson et al. 2015; 2016](#)).

The study showed that the saturation level of carbonate ions has reached critical levels for organisms that form calcium shells, like pteropods (*Limacina helicina*). Pteropods have a shell that needs carbonate ions to form, and they have limited control of pH changes. Previous studies have shown that pteropods are particularly vulnerable in winter, when their supply of food is scarce.

In 2016 scientists on board the research vessels RV *Lance*, Polarcirkel and Teisten sampled seawater, with assistance from a helicopter, near the glacier front in Kongsfjorden. A CO<sub>2</sub> sensor was mounted on a rig in the fjord to gather data. They also studied carbonate chemistry and ocean acidification in seawater and sea ice in fjords and Fram Strait, between Greenland and Svalbard. The project is part of the Fram Centre Flagship “Ocean Acidification” and is a collaboration between scientists from several institutes and universities in Norway, Japan, Germany, USA, Canada and India. Scientists Agneta Fransson from the NPI and Melissa Chierici from the Institute for Marine Research are leading the project.



Vingesneglen *Limacina helicina*. / The pteropod *Limacina helicina*.  
Foto / Photo: K. Kimoto, JAMSTEC

Agneta Fransson tar vannprøver i Kongsfjorden. / Agneta Fransson collects water samples in Kongsfjorden. Foto / Photo: M. Chierici, Havforskningsinstituttet / IMR

## PREFACE

Another year of sound achievements is behind us.

In 2016, there was a real acceleration in the production of scientific articles based on the huge acquisition of knowledge from the freezing in of our research vessel *Lance* in the Arctic Ocean under the N-ICE2015 project. The research results were presented in prestigious journals and many more are on the way. A concerted effort to safeguard and organise the datasets from N-ICE, which are now citable, has laid the foundation for a substantial scientific legacy from the project. In addition, N-ICE was duly presented at the high-profile geophysical AGU Conference in the USA, which attracted more than twenty thousand delegates. An exhibition of the ice-bound expedition, curated with support from the Norwegian ministries of Climate and Environment and of Foreign Affairs, began its world tour in India, Canada and Italy – at major events staged by the embassies with the Minister of Education from Goa, the Norwegian Crown Prince and Crown Princess in Ottawa and hundreds of researchers, students and other interested parties. The travelling exhibition had a tight schedule of venues in 2016 and will continue undiminished in 2017.

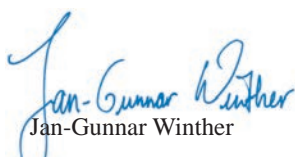
The Government issued a new White Paper on Svalbard. It emphasises the importance of key areas of the Norwegian Polar Institute's portfolio of mandates: research that contributes new knowledge about climate processes and their consequences for the environment and society, and, not least, knowledge about the impacts of climate change which benefits the environmental management of Svalbard.

This was also the year when 'everyone' started talking about the oceans. Since most of the North is ocean, the Norwegian Polar Institute has engaged in a variety of processes, nationally and internationally. We have participated in the process of updating the scientific basis for the management plan for the Barents Sea, which is to be revised in 2020, provided input for the Norwegian Government's Ocean Strategy, the Government's High North strategy, the Ministry of Foreign Affairs' white paper on the role of the oceans in Norway's foreign policy, and worked on our own ocean strategy for the Institute. Our employees have contributed to international fora such as the Arctic Council, the Antarctic Treaty, Norwegian-Russian environmental cooperation, China Council and the UN. We have also strengthened our focus on plastic pollution in the seas.

Science outreach at conferences, in meetings, in the media and through visits is important and has been prioritised. In Svalbard, the Institute has provided climate expertise to the US Foreign Secretary, and we also received visits from Sweden's Minister of Education and the ministers of the environment from Germany and France to mention a few. Among the many fora and arenas in which the Institute takes part over a year, we contributed to the Arctic Frontiers conference in Tromsø and the World Economic Forum meeting in Davos.

In-house, once again this year we have focused on resources, resource consumption and expertise, and initiated a managerial development programme for our middle managers and Management Group. There was also a certain focus on the physical working environment, with the extension of the Fram Centre getting under way. This is causing some inconvenience to staff, and we are looking forward keenly to the end result and moving into new premises in 2018.

I began this preface with *Lance* and N-ICE. I would like to conclude with *Lance*'s successor: the polar ship *Kronprins Haakon*. The building of the vessel proceeded quickly in 2016 and this new pride of Norway is scheduled to sail into Tromsø harbour in early 2018. Many missions are lined up for the vessel, not least the undertaking of the major Nansen Legacy research and environmental monitoring project with a geographical focus on the Barents Sea. The Norwegian Polar Institute looks forward to managing the ownership of this high-tech research platform that will open up new opportunities for knowledge acquisition at the planet's outer reaches. Far out there – in the Arctic and Antarctica – is the key to understanding important climatic processes that will be crucial for human development around the world. The work we do makes a difference.



Jan-Gunnar Winther  
Director



# Mandate and financing

The Norwegian Polar Institute carries out scientific research, mapping, and environmental monitoring in the Arctic and Antarctica. The Institute provides the Norwegian state with expert and strategic advice concerning polar issues, represents Norway internationally in various contexts, and functions as Norway's environmental authority in Antarctica. Climate, environmental pollutants, biodiversity, and geological and topographic mapping are important tasks for the Institute. The same can be said of environmental monitoring in the polar regions, cooperation with Russia and circumpolar cooperation in the Arctic and Antarctica.

Fieldwork and data collection have always been central to the Polar Institute: examples include studies of polar bears in and around Svalbard, drilling of ice cores in the Arctic and Antarctica, and measurement of sea ice in the Arctic Ocean. The Institute equips and launches major expeditions and owns the research vessel *Lance*.

The Norwegian Polar Institute is a directorate under the Ministry of Climate and Environment. The Ministry defines the scope and sets the tasks for the Institute. In addition, the Institute undertakes tasks financed by other ministries, other environmental authorities, research institutes, the Research Council of Norway, and the European Union. Among its other research activities, the Institute encompasses the Centre for Ice, Climate and Ecosystems (ICE), which carries out research on climate and ecosystems in polar regions, particularly in the north.

The Polar Institute represents Norway in several international forums and collaborates with research institutes all around the world. The results from research and monitoring projects are delivered for use by Norway's central administration, research collaborators, international management processes, expert groups, schools and the general public. The Institute arranges exhibitions and produces books, reports, and the scientific journal [Polar Research](#).

The Norwegian Polar Institute traces its origin to scientific expeditions to Svalbard in 1906 – 1907 that led directly to the founding of the Institute in 1928. The Polar Institute is situated in Tromsø at the Fram Centre, a network of 20 institutions with specialist knowledge about the High North. In addition, the Institute has personnel at offices in Ny-Ålesund and Longyearbyen in Svalbard, and at Troll Research Station in Dronning Maud Land in Antarctica. The Polar Institute also has access to an office in Cape Town, South Africa, and runs the Fram Laboratory in St. Petersburg, Russia.

Norway's climate and environment policy has been divided into action areas with specific national goals. The Norwegian Polar Institute is expected to contribute to achieving goals within the areas biodiversity, climate, and polar regions.

The Norwegian Polar Institute's gross turnover in 2016 was 292,6 million NOK. Total income this year was 98,3 million NOK and the remainder was allocated via the national budget.

## Organisation and leadership

The Management Group consists of Director Jan-Gunnar Winther and the heads of the departments of Administration (Geir Andersen), Research (Nalân Koç), Environmental Management and Mapping (Ingrid Berthinussen), Operations and Logistics (John E. Guldahl) and Communication (Gunn Sissel Jaklin). The International Director (Kim Holmén) and the Maritime Coordinator (Øystein Mikelborg) are also members of the Management Group, and the leader of ICE (Harald Steen) reports to the Group on a regular basis.

At the end of 2016, the Norwegian Polar Institute had 170 employees from 23 countries. They are organised in five departments and worked a total of 165 person-years.

The Institute has an equality ombudsman and committees for the physical working environment and workplace democracy. In 2015, the Norwegian Polar Institute has been through a phase of consolidation and organisational development to strengthen the Institute's ability to fulfil its obligations to Norwegian society in the future.

There is a continual focus on environment, health and safety, particularly in high-risk situations such as fieldwork and research cruises.

## Managing authority

In the far south, the Institute wields management authority according to the regulations from 26 April 2013, No. 412, concerning safety and protection of the environment in Antarctica (Antarctic Regulations). The regulations embody the Protocol on Environmental Protection under the Antarctic Treaty and set high standards for protection of the environment and for security of life and health during activities undertaken in Antarctica. The Polar Institute has the authority to require changes in, postpone or prohibit activities that violate these regulations. In addition, the Institute is authorised to monitor compliance with the regulations. Persons planning activities in Antarctica must notify the Institute about their plans at least one year in advance. The Norwegian Polar Institute also has administrative authority over the nature reserve Bouvetøya and its adjacent territorial waters.

The number of cases the Institute has dealt with concerning these regulations has been rather low. In 2015 the Institute filed a complaint against an individual in charge of an activity that violated the regulations on the protection of the Antarctic environment. The ruling in the case was acquittal in 2016, but the prosecuting authority appealed. Final ruling in the case is expected to be in 2017.

The Norwegian Polar Institute has no administrative authority in the Arctic. Attaining the Institute's goals therefore depends on measures that are managed by other authorities. Both national measures that span over sectoral boundaries and international cooperation are essential in efforts to achieve the objectives.

The Institute contributes information and knowledge about the state of the environment, impacts and developments in the Arctic and Antarctic, e.g., for use by government agencies. Environmental monitoring in and around Svalbard and Jan Mayen provides new and updated knowledge for analysis of environmental conditions in Svalbard, on Jan Mayen, in the Barents Sea, and in the waters around Svalbard. The Institute's monitoring efforts within CCAMLR (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) contribute to the knowledge base for cooperative management in the Southern Ocean.

# ACTIVITIES AND ACHIEVEMENTS 2016

## Comprehensive marine management The Arctic

2016 saw the Norwegian Polar Institute participating in the work on comprehensive marine management that largely deals with the scientific basis for updating the management plan for the Barents Sea and the seas off Lofoten. The scientific basis is to be submitted in 2018 and the management plan is scheduled to be updated in 2020. The Institute has also contributed in preparing the Survey Group's report Status of the Environment in the Norwegian Sea – report of the Survey Group 2016. The Norwegian Polar Institute is also responsible for the operation and development of MOSJ ([Environmental monitoring of Svalbard and Jan Mayen](#)). In 2016, an indicator was developed in MOSJ for the biomass of polar cod in the Barents Sea and an indicator for shipping traffic is being prepared. In cooperation with Akvaplan-niva and the Institute of Marine Research, through Environmental Impacts of Business Activity in the North (MIKON), the Institute has completed a pilot project to investigate the opportunity for developing indicators for this area, and a final report was published in 2016. During the year, the Institute initiated work on an environmental status report concerning the marine climate. The Norwegian Polar Institute is also involved in processes that contribute to environmental work in and around Svalbard and parts of the Barents Sea, to circumpolar and regional work on the marine environment, and to international expert groups, including the IUCN Polar Bear Specialist Group and the IUCN Pinniped Specialist Group, both chaired by Norway through the Norwegian Polar Institute.

## Comprehensive marine management Antarctica

The Norwegian Polar Institute contributes actively to ecosystem-based marine management in Antarctica, primarily through its role as technical advisor to the Norwegian activities within and delegation to CCAMLR (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources). The Institute has contributed to work in progress on MPAs (Marine Protected Areas) for the Weddell Sea, the Ross Sea and the East Antarctic Representative System of Marine Protected Areas (EARSMPA) in CCAMLR. In addition, the Institute took part in a process to enable feedback management in the krill fisheries management in the Southern Ocean, and in a working group which is planning a combined CCAMLR-IWC (International Whaling Commission) workshop, to evaluate potential impacts of the fishery on whale stocks (and vice versa) in the area. In 2016, the Institute participated in a joint workshop between SC-CAMLR (the scientific committee) and CEP (the Committee for Environmental Protection), the environmental committee under the Antarctic Treaty, whose topic was common challenges and opportunities linked to climate change and monitoring.

Through preparing and contributing to documents for the Treaty system, especially the environmental committee, the Norwegian Polar Institute ensures that available knowledge is used in the management-related decision-making processes for Antarctica. In 2016, the Norwegian Polar Institute was responsible for or actively involved in preparing around ten working papers and information documents for the year's Treaty meeting.

## Twenty-five years of the Environmental Protocol

The Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty was 25 years old in 2016, and this was celebrated by a total of 38 signatory states. The Norwegian Polar Institute was responsible for or actively involved in the preparation of working papers or information documents for the Antarctic Treaty Consultative Meeting in 2016 in Santiago, Chile. During the meeting, Norway, together with the other states, supported the intention to maintain the ban on mineral exploration and extraction in Antarctica after 2048.

In Norway, it is the Norwegian Polar Institute that is the administrative authority under the regulations pursuant to the Protocol on Environmental Protection for Antarctica. Since the Protocol came into force in 1998, it has contributed to the implementation of a range of measures to protect the large environmental resources in Antarctica. The Protocol imposes strict environmental requirements on all human activity in the Treaty area and bans the exploitation of mineral resources for 50 years.

## Terrestrial indicators in MOSJ

In 2016, the Norwegian Polar Institute continued developing terrestrial indicators in MOSJ, including pollutants in char and lake sediments. The levels of pollutants in char are generally low in the Arctic, but some of the highest PCB values in freshwater fish have nonetheless been measured in stationary char from Lake Ellasjøen on Bjørnøya. The trend over time here does not resemble the picture for char in other Svalbard waters. The quantity of the brominated flame retardants PBDE and HBCD increased from 1945 to 2001 in the lake sediments in Lake Ellasjøen in Svalbard, while there was a fall in other regulated substances. During the year, the Norwegian Polar Institute also initiated an environmental status reporting process linked to climate as it relates to the terrestrial environment.

## Lagoons and coves in Svalbard

In 2016, the Norwegian Polar Institute worked on a pilot project concerning the importance of lagoons and coves as habitats in Svalbard. 127 lagoons and two possible coves have been identified on Svalbard. If smaller features were also included, the number would probably be nearly double. In a global context, lagoons and coves are habitats of significance for biodiversity, but there is little knowledge available on lagoons and coves in Arctic areas. In Svalbard, different bird species have been observed at 40 of the lagoons, and, at 14 of these, 10 or more species that are considered to be associated with the biotope have been observed. Marine mammals have been observed at several of the lagoons/coves.

## Map of soft-bottom areas

In 2016, the Norwegian Polar Institute produced information about the distribution of waders and seabirds in different seasons for the whole of Spitsbergen, and this resulted in a map bringing soft-bottom areas into relief.



## Polar bears

During the year, the Norwegian Polar Institute continued working on implementing strategic and systematic follow-up of the measures identified in the national plan of action for polar bears. The Institute had two members in the national expert group, which held its first meeting in September. A national version of the PBHIMS (Polar Bear–Human Information Management System) database was also developed. This aims to provide more information about incidents between humans and polar bears.

The Institute also led the work of, and contributed scientific input to, the IUCN's Polar Bear Specialist Group (PBSG), which is the scientific advisor to the parties to the Agreement on the Conservation of Polar Bears. Work in the PBSG assists in the execution of the circumpolar action plan for polar bears. The Institute was responsible for planning and conducting the group's meeting in Anchorage in the summer of 2016, at which one of the objectives was to prepare scientific advice for action points for research in the circumpolar action plan. The advice was submitted to the parties by the PBSG in late autumn. The agenda for the meeting was comprehensive and covered very many issues of importance for international cooperation on polar bears, including population status, research activities in the light of climate change and how to increase capacity within the group.

## Alien species

In 2016, the Norwegian Polar Institute continued working on topics relating to alien species, with the emphasis on mapping and surveying vascular plants. This work was performed in close dialogue with the Governor of Svalbard in connection with the preparation of a new monitoring plan for the vegetation on Svalbard. The Institute also provided competence for a task initiated by the Governor of Svalbard in respect of implementing the monitoring of alien species in the environs of settlements in Svalbard. The work of removing alien species in Barentsburg began in 2016.

## Management-related consequences of climate change

In May, the Norwegian Polar Institute submitted its report "Climate change in Svalbard – Impacts on biodiversity and consequences for future environmental management", as a response to the assignment in the letter of allocation for 2015. The report summarises the status of climate change in Svalbard and the future implications of these changes for biodiversity and environmental management, and provides concrete recommendations concerning research and management.

## Climate change and degradation of vegetation

The Norwegian Polar Institute completed a five-year pilot to identify potential indicators for monitoring vegetation in Svalbard in relation to climate change and increased wear and tear from human traffic. The results describe methods and experiences from studies of the length of the growing season, the length of the snow season, changes in the abundance of thermophilic vascular plants and changes in selected plant communities and the degree of degradation in locations with considerable tourist traffic. The studies showed relatively good agreement between field recordings and satellite data in terms of determining the start and end of the growing season. The methods in the pilot project captured inter-year variations in the vegetation.

## Arctic Council

The Norwegian Polar Institute contributes to several projects run by the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) under the Arctic Council. The Institute's researchers and other experts work on national reviews of AMAP products, perform peer reviews, and are lead authors of and/or contributors to articles for NOAA's annual Arctic Report Cards. In October, ID Arctic, which is a cooperation between Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) and N-ICE2015's data and publishing activities, organised an international workshop and an open seminar in Tromsø.

In July, the Norwegian Polar Institute sent a representative to the Task Force on Scientific Cooperation (TFSC) meeting in Ottawa, Canada. The objective of the meeting was to create a binding agreement whose purpose is to promote scientific research in the Arctic by facilitating scientific cooperation.

The Norwegian Polar Institute contributes actively to a number of ongoing projects under CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna). Through the CBMP (Circumpolar Biodiversity Monitoring Programme), several employees contributed to completing a status report on marine biodiversity in the Arctic and took part in the design of a terrestrial monitoring programme in the CBMP. The Institute also heads up the ringed seal network under CAFF, is the national representative in the circumpolar seabird group (CBird) and contributes actively to the work in PAME (Protection of the Arctic Marine Environment).

## Norwegian-Russian marine environment activities

The Norwegian Polar Institute heads the Norwegian-Russian projects HAV-1 Concept for a Management Plan, HAV-2 Environmental Data Portal for the Barents Sea and HAV-3 Ecosystem-based Monitoring in the Barents Sea. These are projects in the programme of activities under the Joint Norwegian-Russian Commission on Environmental Protection.

Under HAV-1, in consultation with the other Norwegian participants, the Institute is in the preliminary phase of work to compare existing Norwegian and Russian methods for identifying and mapping environmental resources and especially valuable marine areas throughout the Barents Sea. Through HAV-2, the Norwegian Polar Institute, in cooperation with the Institute of Marine Research and the Russian PINRO and Sevmorgeo institutes, continues to head the scientific work of keeping the joint Norwegian-Russian environmental status report on the Barents Sea up to date. In HAV-3, the Institute contributes towards establishing a framework for joint Norwegian-Russian monitoring of species and stocks in the Barents Sea. Work continues on the project's primary objective of facilitating real joint monitoring in the Barents Sea.

## Norwegian Young Sea Ice Cruise (N-ICE2015)

After the six-month-long N-ICE cruise in 2015, the Norwegian Polar Institute has collected large amounts of data and authored a number of publications based on the research. Twenty-two datasets have so far been made publicly available through the data centre <https://data.npolar.no> and further datasets are to be published in the future. Furthermore, ten peer-reviewed articles have been accepted and some 15 are being reviewed. Most of the articles are to be published in a special volume of Journal of Geophysical Research. In a summary article in the journal Eos,

which has a large readership especially in the USA, [Granskog et al. \(2016\)](#) describe the N-ICE2015 expedition (see separate article about N-ICE2015).

## Studies of glacier fronts

The Norwegian Polar Institute has a long tradition of studying glacier fronts. Through the GLAERE (Glaciers as Arctic Ecosystem Refugia) and TIGRIF (Tidewater Glacier Retreat Impact on Fjord Circulation and Ecosystems) projects in which the Institute is involved, the aim is to understand and document the impact that calving glaciers have on the environment in the fjords in Svalbard. In addition, the research aims to acquire data in order to be able to model the effects of the same glaciers terminating on land. In 2016, through the TW-ICE (Tide Water – ICE) project, ICE (Centre for Ice, Climate and Ecosystems) organised a major campaign to take samples of water, phytoplankton and zooplankton in areas immediately ahead of the glaciers. These areas are important foraging zones for kittiwakes and seals. In the water ahead of the glaciers, the scientists found a species composition that was more ‘Arctic’ than a little further out in the fjord, and which contained a lot of polar cod. Read about Tidewater glacier fronts: Arctic oases in retreat in the FRAM Forum.

## The Nansen Legacy

In 2016, work started on the implementation plan for The Nansen Legacy Research Project ([www.nansenlegacy.org](http://www.nansenlegacy.org)). The aim of the project is for Norwegian polar scientists to cooperate in creating a more holistic understanding of an Arctic ecosystem and climate system in change. The four main Norwegian universities in Tromsø, Trondheim, Bergen and Oslo, in addition to the University Centre in Svalbard, the Institute of Marine Research, the Norwegian Polar Institute and the Norwegian Meteorological Institute, joined forces in order to achieve stronger cooperation with a view to improving the Arctic knowledge base. The Norwegian Polar Institute is involved in co-management of the project and management/co-management of two work packages, as well as contributions from various researchers to work components.

## SEATRACK – mapping Norwegian seabirds’ spatial distribution and movements

SEATRACK is a four-year programme (2014 – 2018) to map Norwegian seabirds’ spatial distribution and movements outside the breeding season and at the same time to monitor populations from neighbouring countries that enter Norwegian waters. Annually light-level loggers are mounted on more than 2,000 birds from 11 species in more than 30 breeding colonies in Norway, Russia, Iceland, the Faroe Islands and the UK, and monitor them over several seasons. In a study involving the use of light-level loggers (geolocators – GLS) on seabirds, a model was developed for analysing position data in combination with other data gathered by the loggers, such as temperature and activity ([Merkel et al. 2016](#)). See separate article on SEATRACK.

## Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra (COAT)

The “COAT Infrastructure” implementation project (2016-2020) began establishing a research infrastructure for adaptive ecosystem monitoring in Svalbard, which will extend the existing environmental monitoring. COAT Svalbard is headed by the Norwegian Polar Institute. Anticipated effects of climate and management on Arctic geese, arctic fox, Svalbard reindeer, Svalbard rock ptarmigan, vegetation types and grazing plants have been compiled. COAT has established a set of monitoring

variables that describe the status of species, functions and the climatic properties which the species are most sensitive to. COAT is coordinated with MOSJ and anchored in the Fram Centre through a cooperation between five leading institutions in climate research in the Arctic. Further reading: The Green Arctic – Plants as cornerstones in terrestrial ecosystems in the FRAM Forum.

## Effects of climate change on ecosystems

The effects of climate change have been demonstrated in most ecosystems on Earth, even though the average warming to date is only around 1°C. A study by [Scheffers et al. \(2016\)](#) provided an overview of climate impacts on global biodiversity by evaluating a set of key processes (32 in terrestrial ecosystems and 31 in marine and freshwater ecosystems) that underpin how ecosystems affect and benefit humans. Of the 94 processes examined, 82 % showed impacts from climate change. These changes include changes in the distribution of species, in phenology and population dynamics, in addition to damage ranging from the genetic level up to ecosystem scales.

## Indigenous species under pressure of climate change

The entire northern part of the Barents Sea is now experiencing a rapid temperature increase of air and water, large reductions in sea ice extent and increasing extreme weather events. That climate change is a major threat to endemic plant and animal life in Svalbard is evident from a study by [Descamps et al. 2016](#). This showed that, for most endemic bird and mammal species in Svalbard, including harvestable, migratory and red-listed species, warming has negative effects. But it is difficult to determine the impact of climate change on the population levels of certain apex predators based on changes in physical conditions, since population trends for many species are the result of hunting pressure from the distant past or more recent times that may mask changes in the carrying capacity of the environment, such as for walrus populations in the Arctic ([Kovacs et al. 2016](#)).

## Climate change and seabirds

Warmer temperatures increase the risk of disease (pathogens) in animals due to different viruses, bacteria and parasites. A study performed in Svalbard and Jan Mayen did not identify any tick-borne pathogens, which is good news for both seabirds and humans ([Elsterova et al. 2015](#)).

A study of nesting eiders showed that increasing wind strengths counteract the potential energy benefits of rising ambient temperatures, and that wind conditions must be included in calculations to predict the effect of climate change on seabirds ([Høyvik et al. 2016](#)).

## Tracking studies of seabirds

Most eiders from Svalbard move to Iceland and Norway in winter, according to a tracking study ([Hanssen et al. 2016](#)). In another study, scientists found a clear correlation between Brünnich’s guillemot from the North Atlantic and the birds’ overwintering areas and population trends ([Frederiksen et al. 2016](#)). Stable populations in Canada and North-West Greenland overwintered primarily off Canada, while populations in Svalbard and Iceland (which are in decline) stayed west of Greenland and around Iceland.

In a study of ivory gulls, based on tracking data from Canada, Greenland, Svalbard and Russia, more than half of all the



positions were from relatively close to the ice edge ([Gilg et al. 2016](#)). At the same time, approx. 80 % of the positions were in relatively dense sea ice (high ice concentration). Due to the ivory gulls' heavy dependence on sea ice and marginal ice zones/leads, there is little likelihood of the species' population improving notably in the years ahead, given the continuing reduced incidence of sea ice in the Arctic. Satellite tracking and ship-based censuses show that all the Canadian and large parts of the Greenland and Svalbard populations probably overwinter in this area ([Spenser et al. 2016](#)).

## The polar bear's food chain is changing

The polar bear's prey selection is affected by sea ice extent, as shown by [Tartu et al. 2016](#). In areas where there is still a lot of sea ice, the bears mostly eat ringed seal. Where there is less access to sea ice, the bears resort to alternative food, such as seabirds, geese, reindeer and carrion from different species, which may both affect the mortality of these prey species and change the environmental toxin dynamic of the polar bear's food chain.

The most important threat for polar bears is the loss of sea ice, but the effects of other factors may increase their stressors, and this is indicative of the major management challenges faced in the Arctic ([Andersen and Aars 2016](#)).

Reduced access to sea ice has provoked major changes in the behaviour of ringed seal in the Svalbard coastal areas. The seals are now concentrated in areas very close to glacier fronts and they dive for longer and rest less on the surface between dives than they did previously when the ice conditions were better. These changes indicate that the seals have to work harder to find food in areas of scarce ice ([Hamilton et al. 2016](#)).

## Greenland shark – little studied, but an important role in the ecosystem

Kongsfjorden in Svalbard is one of the best studied Arctic fjords in the world but, in spite of this, until recently the Greenland shark in this area has been totally overlooked. [Lydersen et al. \(2016\)](#), in a review article, showed the results of a series of projects undertaken to evaluate the role of the Greenland shark in this ecosystem. This large shark eats fish and seal (both live-caught and as carrion), is a slow-swimming hunter and clearly plays an important role as a large predator in the Svalbard marine ecosystem. One key question for the scientists was to discover how this sluggish shark manages to catch and kill seals that swim many times faster than it does. The scientists believe that the Greenland sharks get close to living seals due to their camouflage colour and that they are probably best able to take individuals asleep in the water.

## Interactions between plants, herbivores and carnivores

Land-based ecosystem studies have shown that biodiversity is affected by climate, but that the interaction between plants, herbivores and carnivores is probably more important than temperature for the diversity of herbivores in the Arctic ([Barrio et al. 2016](#)). More coordinated experiments and long-term monitoring is required in order to understand climate-related changes in plants ([Christie et al. 2015](#)).

Two studies that used hunting statistics and mark and recapture data for Svalbard rock ptarmigan showed surprising results. Hunting statistics show a negative trend, while survey data show that the population is stable ([Soininen et al. 2016](#)). These studies

confirm that there is a need to investigate the Svalbard rock ptarmigan more closely in order to achieve prudent management.

The tundra's resistance to impacts from herbivores is low, and such disturbances can therefore cause ecosystem changes. [Anderson et al. \(2016\)](#) investigated the effects of geese grubbing (in which they uproot plants from the soil) on vegetation in various seasons and relative to the number of geese. They concluded that if the population continues to increase, a major impact on the vegetation and the soil is to be expected. The time of snow melt is a key factor and will largely determine the impact on/disturbance of vegetation on the tundra, since snow cover is an important factor in geese prevalence. The work contributes new knowledge directly to the International Species Management Plan for the Svalbard Population of the Pink-footed Goose which has the express aim of reducing the population of pink-footed geese to a level at which the tundra is less vulnerable to large impacts from grazing geese.

## Decline in nesting penguins on Bouvetøya

Reproduction and population size of breeding penguins fell during the period 1996-2008, with an 80 % decline for chinstraps and a 50 % decline for macaroni penguins on Bouvetøya, as shown by [Niemandt et al. \(2016\)](#). The reduction in the populations of these two penguin species is due primarily to the expansion of fur seals in the area and mudslides caused by increasing melt having damaged some of the nesting sites. The local population of chinstrap penguins will be most vulnerable to global warming if the krill are affected, since these birds eat mostly only krill, and the present population of this species is very small.

## Seals are eating more fish and less krill

Potential changes in the availability of krill around Bouvetøya have been investigated by a time series analysis of stable isotopes of carbon and nitrogen in the blood of adult female Antarctic fur seals from Bouvetøya ([Tarroux et al. 2016](#)). The study showed that there was an isotopic niche shift from the 1990s to 2015, and that the seals are now eating more fish and less krill than previously.

Penguins and other diving predators such as fur seals eat fish and krill that are tightly linked to gradients of salinity and temperature in the ocean. The data collected from an instrumented elephant seal showed that the mixed layer in the upper part of the water column is broken down when winter approaches due to the north-moving Antarctic surface water ([Lowther et al. 2016](#)). The analyses also showed that the circumpolar deep water, which is an important source of marine nutrients, is present on the shelf west of Bouvetøya. The CTD-SRDL instruments have been fitted to a number of seals from various locations in Antarctica (the MEOP consortium, comprising researchers from 10 countries) in order to study the circumpolar habitat use of different age and sex classes of elephant seal ([Hindell et al. 2016](#)). Clear differences were shown between the preferred habitats of males and females and between geographical regions. Females spent less time over the continental shelf than males, and withdrew from ice areas when winter arrived. The large males remained longer over the continental shelf. All the seals preferred areas with oceanographic fronts, which underlines the ecological importance of such areas.

## Antarctic petrel

A study of the Antarctic petrel by [Descamps et al. 2016](#) investigated whether large-scale oceanographic fluctuations affect the survival and reproduction of this seabird. The results showed that the majority of the variation in breeding success, time of hatching

and survival in Antarctic petrel can be modelled using the two primary climate indices that affect marine species in Antarctica, namely the Southern Oscillation Index and the Antarctic Oscillation. A satellite tracking study of birds from the same large colony at Svarthammaren in Dronning Maud Land (the second largest in the world) mapped the foraging areas for birds from this colony. The conclusion was that the competition between Antarctic petrels and the krill fisheries is presently insignificant, but it may increase if the krill fisheries increase ([Descamps et al. 2016](#)).

## Species vulnerability

The identification of sensitive areas, seasons and life phases are crucial factors in an overall assessment of species vulnerability. [Blanchet et al. \(2016\)](#) researched habitat use and choices in the first year of life of harbour seals in Svalbard. The researchers found that young seals had well-developed diving capabilities at as young as two months of age, but they exploited different parts of the water masses than adult animals and are therefore more sensitive to changes in food supply. [Burr et al. \(2016\)](#) found that many seabird species had shorter and more synchronised breeding periods at higher latitudes, which potentially makes them more vulnerable to climate change.

## Marking of Svalbard reindeer in a new area

Censuses of Svalbard reindeer on Brøggerhalvøya in the winter of 2016 showed a low, but stable population. The absence of ice on the fjords between the monitoring areas means that the Svalbard reindeer no longer has many migration opportunities when winter conditions are poor in these isolated areas along the west coast of Svalbard. The marked animals are important for detecting the exchange of animals between areas. The interaction between the effects of snow-covered grazing on land and the absence of fjord ice is a major key to understanding climate impacts. This knowledge is crucial for managing the Svalbard reindeer from a long-term perspective.

But it is not just for the reindeer that the absence of fjord ice is creating problems. In 2016, the researchers also had to use boats as their means of transport. Rapidly advancing glaciers and large cracks in the usual driving route meant that snowmobiles on boats were the only option. Such a field operation can only be undertaken on calm seas – which are rare in these exposed Arctic areas. Eight new cows were marked on Sarsøyra – an area which has been inaccessible in winter since 2013 due to changes in the glacier landscape. The Norwegian Polar Institute has monitored the reindeer population on Brøggerhalvøya since 1978 in order to gain knowledge of the size, composition, reproduction and mortality of the population.

## Genetic variation of the walrus was positive

Populations with a high degree of genetic variation are often better equipped to tackle changes in their surroundings, such as climate change, than populations with low genetic variation. This is especially a problem for the global population of ivory gulls in the Arctic, where low genetic diversity has been demonstrated between the different sub-populations ([Yannic et al. 2016](#)). Another genetic study showed that walrus in Svalbard have a high degree of genetic variation, both before and after the large historic slaughter ([Lindqvist et al. 2016](#)). The most probable explanation for this is that there was a reservoir of walrus in the Russian sections of the population's distribution range to which the hunters did not have access due to the ice conditions. A genetic study of mtDNA of the Spitsbergen population of bowhead whale found only three different haplotypes, two of which had never

been found in previous analyses of this whale species ([Nyhus et al. 2016](#)). But six of the samples had identical haplotypes, which may indicate a unique population with limited genetic diversity.

## Shell as a climate archive

Shells have annual rings with growth zones (just like trees) and analyses of these can provide information about changes in marine climate over time. Shells therefore act as an important climate archive. In a study, bags of bivalves were placed on oceanographic moorings in Kongsfjorden and Rijpfjorden for one year ([Vihtakari et al. 2016](#)). The content of oxygen isotopes was analysed in the bivalve shells as an indicator of temperature, but growth also depended on available food in the form of phytoplankton. The ratios between the quantities of different geochemical elements was determined in the shells in another study by [Vihtakari et al. \(2016\)](#). The combination of data from the oceanographic moorings with shell growth models made it possible to relate the ratios between elements to oceanographic parameters. None of the signals investigated showed clear correlations with environmental factors, but some of the profiles (Ba/Ca and Li/Ca) corresponded in time between the two fjords, which indicates that they were affected by the same type of environmental factors in terms of variations in temperature, salinity and productivity.

## Macroalgae and benthic communities in Kongsfjorden

The effect of warming on seaweed and kelp forest, which are an important part of the ecosystem in fjords on the west side of Svalbard, was investigated in Kongsfjorden. In 1996 and 1998, species composition, dominance and distribution of macroalgae were studied during diving surveys in Kongsfjorden in hard-bottom locations along the entire fjord ([Hop et al., 2016](#)). Most species identified belonged to the Arctic and sub-Arctic biogeographical groups. The distribution of biomass was mainly affected by depth and distance from tidewater glaciers at the head of the fjord. Changes after this survey was conducted have shown climate-related variations in the distribution of macroalgae ([Bartsch et al. 2016](#)). The study compared the vertical distribution of seaweeds at Hansneset in Kongsfjorden in 2012 – 2014 with a previous study in the same location from 1996/98. The kelp forest belt had increased in extent, especially in shallow areas with a maximum biomass that had moved from a depth of 5 m to 2.5 m. At depth, there was less kelp forest, probably due to more sediments in the water mass and less light. Biomass and secondary production was also studied over the same time period in this location ([Paar et al., 2016](#)). The researchers found a considerable change, in that both increased with depth in the study from 1996/98, but the opposite was observed in 2012 – 13. This is due notably to less ice in the fjord and hence less ice scouring of shallow hard-bottom areas. Characteristic zoobenthic communities on shallow hard-bottom habitats were also identified ([Voronkov et al., 2016](#)). Seven communities were identified and segregated based on biomass.

## Kongsfjorden – an Arctic marine laboratory

Kongsfjorden is considered to be both a natural laboratory and a climate indicator that takes the pulse of the major climatic conditions that affect the Arctic marine environment. The reason for this is a mixing of Arctic and Atlantic waters that flow into the fjord and meet freshwater from rivers and sediments, and water and ice from calving glaciers in the inner fjord basins. As a result, Kongsfjorden includes both boreal and Arctic organisms, with a greater infusion of Arctic organisms in the inner parts of the fjord. Research in Kongsfjorden in the last decade was



published as 34 articles in two special volumes of *Polar Biology* with a summary of the ecosystem in the fjord and climate-related changes ([Wiencke & Hop, 2016](#))

The effect of the variation in Atlantic and Arctic waters on the species composition and quantity of larger zooplankton was studied in samples taken from Kongsfjorden, the shelf zone outside of Kongsfjorden, and some samples from Isfjorden and Rijpfjorden from 2006 – 2011 ([Dalpadado et al., 2016](#)). The incidence of krill and amphipods was generally higher in Kongsfjorden than in the other fjords. There was large variation in species composition and the quantity of krill and amphipods both through the season and from year to year. If the increased influx of Atlantic water and warming of Kongsfjorden continues, this will favour Atlantic krill species and there will also likely be a decline in Arctic species. Krill and amphipods are important food animals for capelin and polar cod, and changes in prey will affect the nutrition ecology of these important species around Svalbard. The quantity and social structure of zooplankton in three fjords on Spitsbergen, Svalbard, was investigated in 2007 ([Gluchowska et al., 2016](#)). Sampling was conducted at stations along Hornsund, Isfjorden and Kongsfjorden. Hornsund is influenced by cold Arctic water, while Isfjorden and especially Kongsfjorden are largely affected by warm Atlantic water, which resulted in different species composition of zooplankton in Hornsund and Kongsfjorden. The samples from Hornsund consisted primarily of boreo-Arctic and Arctic species, while the samples from Kongsfjorden had a greater abundance of boreal species and small ubiquitous species.

## The copepod's nocturnal migration

[Daase et al. \(2016\)](#) studied diurnal vertical migration of copepods in sea-ice covered areas. Previous studies used a coarse depth resolution that made it difficult to observe daily vertical migration over short distances. They observed vertical migration between 20 and 80 m for young stage of copepods, which migrated up to the surface at night to feed on phytoplankton in the upper water layers.

## Seamounts and primary production

The effect of a shallow seamount on local upwelling and primary production was studied by [Oliveira et al. \(2016\)](#). The researchers found a seasonal effect of the seamount on upwelling and an improved primary production through higher density of phytoplankton near the peaks of the seamount. [Ramos et al. \(2016\)](#) analysed video and image data collected using an ROV from this same seamount, and the results show that this is a biologically important area and a vulnerable marine ecosystem. Based on the results, amendments were proposed to the European Nature Information System habitat classification in order to improve management of the seamount.

## The effect of ocean currents on marine ecosystems

A study of the effect of ocean currents on polar and sub-polar marine ecosystems show that the circulation patterns differ strikingly between the north and the south. In the north, there is connection between the sub-Arctic and Arctic, despite the presence of large land masses, while these are absent in the south. This difference influences the amount and thickness of sea ice and its duration. It also influences the type of organisms found in the ecosystems and how they arrive there ([Hunt et al. 2016](#)). In the north, organisms are transported on the ocean current right into the Arctic Ocean itself, while in the south the circumpolar currents and fronts cause biota around Antarctica to be isolated and relatively similar around the entire continent.

## Diazotrophs (nitrogen-fixing bacteria) in the Central Arctic Ocean

The community of diazotrophs (nitrogen-fixing bacteria) in sea ice from the Central Arctic Ocean is apparently different from other cold-adapted diazotrophic communities, as shown by [Fernández-Méndez et al. \(2016\)](#). These are the first results to show that there are diazotrophs in the Central Arctic Ocean. The presence and effect of diazotrophs in sea ice, melt water and seawater were investigated. This is an important topic since diminishing sea ice may lead to increased primary production in some areas of the Arctic Ocean. Nitrogen-fixing bacteria play an important role due to their ability to take up atmospheric nitrogen and convert it into a form that other organisms can use.

## Ocean acidification and climate change

The Norwegian Polar Institute works to produce data on the effects of ocean acidification on key Arctic marine species. Ocean acidification is due to an increased concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. The oceans absorb CO<sub>2</sub> from the atmosphere which makes them more acidic. [Thor et al. \(2016\)](#) investigated the effect of ocean acidification on metabolism during feeding in young stages of the Arctic copepod *Calanus glacialis* from Svalbard. The experiment was conducted at two pH levels, one at the present-day acidity and another representing the “business as usual” IPCC scenario (RCP8.5) for the year 2100. Access to food produced stronger effects than lower pH for both the variables. Significant interactions between the effects of pH and food concentration showed that future ocean acidification will change the metabolic reaction to varying food access, which may lead to changes in development, growth and population increase in the future. Species’ ability to adapt to more new environmental conditions due to rapid global climate change was addressed in [Calosi et al. \(2016\)](#). The state of ocean acidification was also studied in Kongsfjorden by [Fransson et al. \(2016\)](#); see separate article on the results.

## Investigated pollutants in marine food chains

In 2016, the Norwegian Polar Institute conducted a number of studies of new and old pollutants in marine food chains, especially in upper trophic levels, represented by seabirds and marine mammals. Data were collected on levels of old and new pollutants in arctic foxes, seals, whales and polar bears and the effects of pollutants in polar bears, walruses and seabirds were actively studied. The main focus for the studies was the combined effects of climate and pollutants. Work was also done on the effects of plastic debris on seabirds.

## Pollutants in the pelagic system

The pelagic system (organisms living in the free water masses) showed a higher level of bioaccumulation of pollutants than the benthic system (bottom-dwelling organisms). This was demonstrated by a study of bottom-dwelling animals, fish and eiders from Kongsfjorden in May, July and October 2007 which documented seasonal variations in levels of persistent organic pollutants (POPs), but the degree of accumulation varied considerably between species ([Evenset et al. 2016](#)).

## Kittiwakes and pollutants

In a study of kittiwakes in the period 2007 – 2011, the scientists found that the levels of PCB-153 in the blood were the same in adult males and females before the breeding season, but that blood samples from the incubation and chick-rearing period showed that females had considerably lower levels than males [Bustnes et al. \(2016\)](#). The difference is probably due to pollutants from the females being deposited in eggs, thereby reducing the body burden of pollutants. A similar trend was observed for DDE, while HCB showed no differences between sexes or breeding season period. [Tartu et al. 2015](#) showed in another study that mercury affects hormones of kittiwakes, which has consequences for reproduction success, and this applies in particular to females who are rearing young.

In another study, the relationship between telomere (DNA complexes) length and POPs was investigated in adult kittiwakes in the brooding period ([Blevin et al. 2016](#)). A negative relationship was demonstrated between oxychlorane and telomere length, which may be related to lower survival rates for kittiwakes with higher levels of this pollutant.

## Pollutants in polar bears

In a study of pollutants in polar bears in Svalbard, it emerged that different aspects of the bears' home ranges (especially their geographical location) influenced the level of pollutants in the animals and it is assumed that diet in the range in question is the cause of this pattern ([Van Beest et al. 2016](#)). Another study investigated how pollutants affect the polar bear's ability to store fat at molecular and cellular level ([Routti et al. 2016](#)); read more about the research in a separate article.

## Pollutants in ringed seals and hooded seals

Fluorine compounds of the PFAS type are a group of pollutants manufactured and used in industry, notably in electronic products, firefighting foam, textiles and hydraulic fluids. These chemicals are found in high concentrations in the blood of Arctic fauna. There are many types of fluorine compounds, and changes in them were studied over the period 1990 – 2010 in blood plasma from ringed seals on the west coast of Svalbard ([Routti et al. 2016](#)). The scientists found that the levels were higher in ringed seals from Kongsfjorden, which is affected by Atlantic water masses, compared with fjords dominated by Arctic water masses (Billefjorden in Isfjorden). The time-trend analysis from Kongsfjorden showed that perfluoroalkyl carboxylates had increased in the period. In addition, [Grønnestad et al. \(2016\)](#) studied PFAS levels in mother-pup pairs of hooded seals and how these were transferred from mother to pup via the milk. Individual PFASs were transferred in different ratios from mother to pup depending on the carbon chain length of the different compounds.

## Pollutants in Arctic foxes

Some pollutants can be converted to metabolites that may be more toxic than the original pollutant before conversion. The conversion rate may be especially high during periods of hunger when fat-soluble pollutants, such as PCBs, are released from the body's fat layers and converted to hydroxylated PCBs in the liver. The Arctic fox is one of the Arctic species with the highest levels of pollutants, and is vulnerable because of its seasonal variations in fat storage. Hydroxylated brominated flame retardants (OH-PBDE) and OH-PCB were studied in the livers of 100 Arctic foxes from Svalbard ([Routti et al. 2016](#)). The level of OH-PCB was especially high in the leanest foxes, while OH-PBDE was only found in a quarter of the samples and the levels were low (similarly low in other Arctic animals).

## Pollutants in ivory gulls

The ivory gull is a High Arctic gull species near the top of the food chain. The bird is also closely tied to drift ice throughout the year and, due to its position in the food chain and the loss of drift ice, it is considered to be threatened. [Lucia et al. \(2016\)](#) studied the relationship between diet and pollutants in the blood of ivory gulls from four colonies on Barentsøya, Svalbard. Diet was investigated by means of stable isotopes from feathers and blood. The researchers found that the ivory gulls had high concentrations of POPs such as DDE, PCB and PFOS in the blood. Some concentrations were so high that effects at individual level could be expected. In general, the ivory gulls get food from low down in the food chain, but there were also indications of specialisation on individual prey species.

Furthermore, high concentrations of mercury (Hg) were found in ivory gulls [Lucia et al., 2016](#). Mercury is transported in the atmosphere to Arctic regions where it affects the wildlife. High concentrations of selenium were also found in the blood, which maybe a protective mechanism against mercury. The risk is of the quantity of selenium becoming excessive and causing toxicity.

## Diet and pollutants

Studies of glaucous gulls, kittiwakes and arctic char showed that different pollutants are concentrated in different species depending on the species' diet and trophic level ([Lucia et al. 2016](#)). New pollutants such as siloxanes, UV filter components and bisphenols were found at low levels, but these are probably increasing in the environment and should be followed up in future studies.

## Northern fulmars and plastic

Plastic pollution in marine systems is a serious environmental problem. The plastic components are broken down slowly and eaten by Arctic animals, especially seabirds. Seabirds are often found with a considerable volume of plastic in their stomachs. Apart from the physical dangers of ingesting plastic (such as internal injuries and the plastic lodging in the digestive system), there is a concern that the chemicals added to and adsorbed to the plastic may be absorbed by the bird and cause toxic effects. In one study, the northern fulmar was especially investigated in respect of plastic in the stomach contents ([Ask et al. 2016](#)). In this study, no direct correlation was found between the type or amount of plastic and concentrations of contaminants in fulmar tissue.

## Biogeochemistry

Research within biogeochemistry in sea ice has increased considerably in recent years and has led to many new methods and approaches. Analyses of CO<sub>2</sub> fluxes from the period 2007 to 2013 in the Arctic Ocean and adjacent seas ([Yasunaka et al. 2016](#)) showed that all these areas have been net CO<sub>2</sub> sinks, i.e. CO<sub>2</sub> has been taken up from the atmosphere. A new version with a CO<sub>2</sub> dataset of more than 14 million fCO<sub>2</sub> values from 1957 to 2014 was published in the SOCAT (Surface Ocean Carbon Atlas) database ([Bakker et al. 2016](#)). The data is used to answer scientific questions concerning ocean acidification, carbon uptake and within climate models.

## New algal bloom

Phytoplankton under the ice are important "carbon hunters" because they help to clean the sea of CO<sub>2</sub>. But in a new study from the Arctic Ocean, researchers have shown blooming of a less "climate friendly" alga, *Phaeocystis pouchetii*, which may





Gulsildre, Svalbard. / Yellow saxifrage, Svalbard. Foto / Photo: Stein Ø. Nilsen, NP / NPI

have serious consequences for the entire marine ecosystem in the Arctic ([Assmy et al. 2016](#)). This alga has a special ability to adapt to low and variable light conditions; it does not sink to the bottom and does not have the same property as diatoms, which have previously dominated in spring, of storing carbon on the sea bed. The scientists observed that leads let enough light through to initiate and sustain the algal bloom. This is the first time that this has been demonstrated.

## Plankton

A study measured the amount of nutrients that phytoplankton have access to in the area around the shelf north of Svalbard ([Randelhoff et al. 2016](#)). The study establishes that, although there is a certain increase linked to less sea ice in summer, the absolute figures are so small that there will be scarcely noticeable differences in the quantity of harvestable resources produced locally in the foreseeable future. Another study measured for the first time carbon export in the central Arctic Ocean by calculating the supply of nitrogen to the upper water layers ([Randelhoff and Guthrie 2016](#)). The figures indicate that large areas of the deep Arctic Ocean will continue to offer poor production conditions for phytoplankton and little potential for exporting carbon out of the atmosphere.

## Marine research and freshwater fluxes

In 2012, the Arctic sea ice extent was the lowest ever recorded. This has implications for primary production which is involved in fixing carbon. Little is known about the amount of carbon that is carried into deep water, something that has been addressed by [Roca-Martí et al. \(2016\)](#). They showed that carbon fluxes are low in late summer in the central Arctic, but much higher earlier in the productive season.

The researchers also found that carbon inputs into the White Sea can be estimated using optical measurements in the water or by satellite [Pavlov et al. \(2016\)](#). [Hattermann et al. \(2016\)](#) illustrated

by means of a model how warm water from the Atlantic Ocean is divided in the Fram Strait (the area between Greenland and Svalbard) with a large recirculation at approx. 80° N. [De Jong and De Steur \(2016\)](#) published new findings from research on deep convection in the deep North Atlantic. They showed that atmospheric cooling in the winter of 2014 – 15 was responsible for convection down to 1,400 m depth, and that there is no evidence that deep convection has abated over recent years. In a study by [Våge et al. \(2016\)](#), it emerged that water masses may be mixed between currents north-east of Svalbard, based on measurements from a cruise. Rotating eddies were found just off the continental slope, and it was found that such mixing processes are not unusual. [Gonçalves-Araujo et al. \(2016\)](#) investigated the origin of freshwater in the water masses around Greenland. New methods which include measuring organic matter in the water, which can be linked to river water in Siberia and North America, contribute to a better understanding of freshwater circulation in the Arctic Ocean.

## Sea ice measurements

Sea ice plays an important role in the global climate system. It is an important climate indicator because it responds to changes in the atmosphere and in the ocean when climate changes. In recent years, sea ice in the Arctic has diminished considerably, both in extent and thickness, and the Norwegian Polar Institute has studied both the processes taking place and the properties of the changed ice. In 2016, the Institute participated in field work, notably in Kongsfjorden (Svalbard), at the North Pole (the Arctic basin) and in the Fram Strait. [Ressel et al. 2016](#) investigated an automated sea ice classification algorithm from modern synthetic aperture radar (SAR) images, and found that the speed of calculation, stability and precision might make it usable in future. [Fors et al. \(2016 a, b\)](#) investigated sea ice in the Arctic through a combination of remote measurements and in situ observations. The work provided new insights into how SAR satellite images can be interpreted; the results are important for supporting shipping and ice warnings.

Results from an autonomous measuring system that drifted twice (2012 and 2013) from the North Pole to the Fram Strait ([Wang et al. \(2016\)](#)) showed different ice development in the two years in which the observations were made. This made it possible to study and compare processes in both the years, and to better understand how there could be more ice melt in 2012 than in 2013.

[Krumpen et al. \(2016\)](#) documented that sea ice in the Fram Strait has become both younger and thinner. Furthermore, a study by [Kaleschke et al. \(2016\)](#), to which the Norwegian Polar Institute contributed ice thickness measurements in the Barents Sea from helicopter, shows that it is possible to obtain data on the thickness of thin sea ice from the SMOS satellite. Up-to-date information on ice thickness is important for climate research and shipping, among other things. [Taskjelle et al. \(2016\)](#) published results from light measurements under thin ice in Kongsfjorden which show that open water absorbs around twice as much light as thin ice.

[Divine et al. \(2016\)](#) created a new observation set-up using two SLR cameras installed on a helicopter. This so-called stereo camera set-up provided an opportunity to study sea ice at high resolution. [Eronen-Rasimus et al. \(2016\)](#) found that the incidence of the polaribacter ice bacteria is closely linked to the incidence of ice algae, and that the correlations are linked to the bacteria benefiting from the algae.

## Soot on snow

Soot is the result of incomplete combustion in forest fires, households, industry and so forth. The small black soot particles efficiently absorb sunlight and can cause extra warming when spread out over light surfaces such as snow and ice. The Norwegian Polar Institute has monitored the deposition of soot on the Brøgger Glacier since 2006 – 2007, which shows a general reduction in soot, but the values are nevertheless high enough to influence the amount of absorbed light, which increases the snow's melting rate.

## Glacial processes

Glaciological studies in Svalbard include the mass balance of several glaciers which are part of the Institute's dataset linked to MOSJ indicators, as well as studies of snow and ice cores. The mass balance of the glaciers in Kongsfjorden has varied more than normal over the past five years, with both some very negative years (2011 and 2013) and a rare positive year in 2014. In 2016, the mass balance was very negative. The mass balance was at a record low for the small glaciers on Brøggerhalvøya, the most negative in this 50-year-long time series.

The mass balance measurements from Austfonna on Nordaustlandet show similar variations to the glaciers in Kongsfjorden, with 2013 as the most negative year since measurements began in 2004. Satellite images show a lot of snow melt in the summer season of 2016, but not as much as for the glaciers in Kongsfjorden. The surging section of Austfonna, which has now been named Storstraumen (the large glacier stream), remains highly active, but its speed has fallen somewhat and the advance of the front appears to have stagnated.

Mass balance and other field data are important for validating the models. [Möller et al. \(2016\)](#) showed that the mass balance in Svalbard was weakly negative in the period 2000 – 2011. In another study, a high-resolution, coupled climate and glacier mass balance model for Svalbard was used, which showed that mass balance was negative in the model period 2003 – 2013 ([Aas et al. 2016](#)).

## Ice cores provide climate answers

Ice cores represent a unique archive in terms of reconstructing climate history. Old ice strata in glaciers can be used as a climate archive, and as indicators of the spread of pollutants. The paleoclimatic research being done in the Arctic includes studies of both ice cores and marine sediment cores. Variations in water masses and currents in the Fram Strait influence the environment around the Arctic. The trend in temperatures in surface waters and sea ice has been reconstructed for the last 12,000 or so years ([Werner et al. 2015](#)). The data indicate that surface water masses were relatively homogeneous, but about 5,000 years ago strong stratification occurred, probably due to more sea ice at the surface and a continuing influx of warmer water in the deep waters. A study of ancient sea ice concentrations and sea surface temperatures from the continental shelf off south-eastern Greenland for the last 2,900 years showed that the medieval climate anomaly between 1000 and 1200 CE represents the warmest ocean surface conditions between 880 BCE and 1910 CE ([Miettinen et al. 2015](#)). Another study determined that temperature trends in the North Atlantic and Scandinavia were slightly warmer 10,000 – 6,000 years ago, but otherwise the temperature trend tracks the global datasets over the last 12,000 years ([Sejrup et al. 2016](#)).

[Alve et al. \(2016\)](#) showed in a study that foraminifera can be used to detect pollution in North Atlantic and Arctic areas.

The composition of geological material on the seabed of Hovgaard-ryggen in the Fram Strait has been influenced by melt water during the last Ice Age and submarine landslides since, and the largest of the submarine landslides were probably triggered by small earthquakes under the seabed in the North Atlantic ([Forwick et al. 2016](#)). [Vega et al. 2016](#) showed that, despite much warmer temperatures over recent decades in Svalbard, the atmospheric signal has been preserved at an annual or biennial resolution.

## Glaciology in Antarctica

The glaciological projects in Antarctica cover coastal areas with ice shelves and ice rises, and ice cores and studies of subglacial lakes. In order to improve the mass balance calculations from ice shelves, [Drews et al. 2016](#) developed a method of density estimates based on ground radar measurements. This methodological development was made on the basis of field data from five sites on ice shelves in Dronning Maud Land.

Results from short ice cores drilled in ice rises on Fimbulisen showed that trends in surface mass balance and temperature data correspond with other previously investigated cores in the area, and it was therefore concluded that data from the ice rise is representative of the climate in the region [Vega et al. \(2016\)](#).

The mass balance of inland ice in Antarctica is one of the great uncertainties in studies of the global sea level rise. Part of this uncertainty derives from a lack of knowledge about the mass balance of the ice surface. A study by [Wang et al. \(2016\)](#) emphasised the importance of using a combination of ground-based validation of data together with regional climate models and remote sensing over a relevant time period in order to achieve a reliable estimate of surface mass balance for the whole of Antarctica. [Gudlaugsson et al. \(2016\)](#) showed how ice on the bottom is warmed after having moved over a lake which means that the glacier speed increases downstream, since warm ice is more easily deformed than cold.



## The Fram Centre

The Norwegian Polar Institute leads two scientific flagships in the Fram Centre, “The Arctic Ocean” and “Ocean Acidification”, and is part of the lead team in the “MIKON - Environmental Impacts of Business Activity in the North” flagship. The Institute’s researchers contribute actively to all the flagships, and the latest research results are published via [www.framsenteret.no](http://www.framsenteret.no), in which the Institute has editorial representation. The Fram Centre’s research prize for 2016 was awarded to Achim Randelhoff who is attached to the Norwegian Polar Institute and the University of Tromsø.

## Ny-Ålesund activities

The Norwegian Polar Institute is the driving force behind a number of initiatives directed at the Ny-Ålesund flagships. In 2016, one of the researchers headed up a coordinated snow sampling study covering all of Svalbard, and, in autumn, workshops were organised in three of the four flagships: the marine biologists organised “Adaptation to environmental changes in the Arctic” in Tromsø; the atmospheric researchers organised group workshops in all the sub-groups of the atmospheric flagship at Kjeller; and the glaciologists organised NAGLAMB: Ny-Ålesund GLacier Mass Balance workshop in Oslo. NySMAC (Ny-Ålesund Science Manager Committee) held its spring meeting in Stockholm and its autumn meeting in Xiamen, China.

## Topographical mapping in the Arctic and Antarctica

In the topographical main map series for Svalbard (S100), four maps were produced for Barentsøya and Edgeøya. In addition, Sheet B9 – Isfjorden was redrawn on the basis of the Institute’s new high-precision digital aerial photography. The redrawing for Brøggerhalvøya was completed with greater precision and level of detail. The digital mapping services are continuously updated as new data are produced. In Toposvalbard, nautical chart data were incorporated, together with winter satellite images, a detailed map of Longyearbyen and old oblique aerial photographs. An offline Svalbard map has also been created for downloading to mobile devices. Orthophotos and topographic models are produced continuously as part of the map creation process. In addition to the production of a series of thematic maps for in-house and external users, the Institute created a flight operations map of parts of Dronning Maud Land. The Institute’s naming committee was active both in Svalbard and Antarctica. In 2015, the Norwegian Polar Institute took over the Norwegian Ministry of Foreign Affairs’ polar map collection which in 2016 was scanned and made available in the Institute’s historical map database on the web. The aim is to preserve maps for posterity and to make them available to the outside world through a searchable service.

## Geological mapping in the Arctic and Antarctica

In June, the Norwegian Polar Institute published a geological map of Svalbard for mobile use. The map is designed for use on smartphones, tablets or PCs, without an internet connection, and makes it possible to investigate Svalbard’s geology and landscape using GPS. This is one step in the work of making geological map data more accessible. The data used to create the map come from the Institute’s digital topographical and geological map databases, combined with updated data for glacier extent in Svalbard. The product is available free from <https://data.npolar.no>. Read more about Offline digital geological map of Svalbard in the Fram Forum.

In 2014, the Norwegian Polar Institute began a map compilation project with the aim of constructing a digital, geographical GIS database for Dronning Maud Land. All existing geological maps of Dronning Maud Land were scanned, georeferenced and digitised in vector format during 2015. At the end of 2016, compilation of the collected cartographical material at a scale of 1:250,000 was complete. The project is part of the work of the SCAR GeoMap action group (Scientific Committee on Antarctic Research – Geological Mapping Update of Antarctica), and hence contributes to boosting the Norwegian contribution to this international cooperation.

## Activities at Troll

The peak season for research and logistics in Antarctica and operations at Troll station is during the “austral summer” which runs from early November to March. Reporting for the calendar year 2016 is divided into January – March 2016 and November – December 2016, which in reality are two half summer seasons.

PolarGAP (mapping of gravity on the Antarctic plateau) was undertaken in the austral winter 2015 – 2016 south from the Troll station towards the South Pole. This was an airborne geophysical/gravimetry project to which the Institute contributed a base camp for flight operations for the South Pole plateau on the axis between the Troll station and the South Pole. In addition, logistical support was supplied from Troll to geological research projects from Japan (JARE) and South Africa (SANAP). The ICEBIRD project, which is a project to monitor the Antarctic petrel colony at Svarthammaren (the Tor substation) east of Troll, was given logistical support via and at Troll in January – February. NILU (the Norwegian Institute for Air Research) performed its usual maintenance and campaigns from January to March. This work was supported logistically in the usual way at Troll.

Support was provided to the MADICE research project, which is headed by the Norwegian Polar Institute, and is a cooperation project with the Indian NCAOR Antarctic programme. The project was equipped from Troll, and the Institute provided a mechanic and a safety officer. Following the preparations at Troll, the team was flown out to the Indian Maitri station in November, returning in December.

The Troll station has a winter team of six who run the station and adjacent infrastructure for research and KSAT from early March to early November. In the austral summer season (November – March), the number of persons at Troll increases due to guest researchers, infrastructure maintenance and logistics tasks. There will normally be 25 – 40 persons present. During periods of heavy traffic at Troll, when personnel are in transit and on special occasions, the number of people at the station may reach 80. There were a total of 4,937 overnight stays at the Troll station in 2016.

In February – March, a pilot/test photovoltaic installation was established at Troll, in order to verify a concept study by Multiconsult, under instruction from the Norwegian Polar Institute. Living conditions at Troll were improved when the existing huts were extended with 10 new rooms that can house up to 20 persons.

## Vessel logistics

The Norwegian Polar Institute has a framework agreement with Royal Arctic Line, which operates the vessel Mary Arctica. DROMSHIP is a Norwegian initiative for sharing vessels and costs for provisioning stations in Dronning Maud Land. The logistics cruise annually supplies Troll station with provisions, fuel, consumables, building materials and so forth. In January, 70

containers with a total of 700 tonnes of cargo and fuel were unloaded at Sledeneset and transported the 270 kilometres onwards to the Troll station over the summer season. 120 tonnes divided between 22 containers were loaded and sent back to Tromsø, along with waste to Cape Town.

## Oslo-Troll return flights

In 2016, a number of intercontinental flights were made from Oslo to Troll via Cape Town that related to activities at Troll and research support for other national programmes. Three different operators and aircraft types were hired for this purpose. During the season, 167 passengers were carried in and out, as well as 12.6 tonnes of air freight carried in via Troll Airfield organised by the Norwegian Polar Institute.

## Troll Airfield

Troll Airfield is a 3,000 metre-long, 60 metre-wide airstrip of blue ice, seven kilometres from the Troll station. As a matter of course, it is only operational in the summer season, but it can be opened in winter if the need arises. In 2016, it was opened for approx. two weeks in June when it acted as a back-up airfield for a medical flight from another station on the continent.

## Environmental and research data

The Norwegian Polar Institute publishes its research, environmental and mapping data via the [data.npolar.no](http://data.npolar.no) portal, where all published data can be read or downloaded for further use. Starting in 2016, we are also able to publish the datasets using the internationally recognised Digital Object Identifier (DOI). This means that individual datasets can be cited in scientific and other publications with the certainty that they can always be retrieved for verification or reuse.

Such a citation mechanism has been in demand by researchers, publishers of scientific journals and data users who want to be able to trace the basis of scientific results.

## Accessibility of publications and datasets

At the end of 2016, 5,300 publications and 293 datasets were registered in the [data.npolar.no](http://data.npolar.no) database. Of the publications, 2,331 were peer-reviewed. 163 new publications were added in 2016, of which 114 were peer-reviewed. During the year, 63 new datasets were added to the database [data.npolar.no/publication](http://data.npolar.no/publication)

## Polar Research

The Norwegian Polar Institute's peer-reviewed journal Polar Research was made open access in 2011. During 2016, Polar Research articles were viewed approx. 365,000 times on the website. Statistics issued in 2016 indicated that Polar Research had the highest impact factor of all interdisciplinary peer-reviewed polar journals in the JCR database. See [www.tandfonline.com/zpor](http://www.tandfonline.com/zpor)

## Climate exhibition

In 2016, the Norwegian Polar Institute curated the "On thin ice" exhibition, presenting images and research from the N-ICE2015 expedition, supported by the ministries of Climate and Environment and Foreign Affairs. The exhibition had a trial installation at Tromsø City Hall in June, before being sent to India. In Goa, it was shown at the COMNAP meeting and then installed at the Science Exhibition Centre, opened by Goa's Minister of Education. It travelled on to Delhi, to tie in with an event for the opening of a new Norwegian embassy. In response to demand, work was also undertaken on a French-English version exhibited at a museum in Ottawa, Canada, and opened by the Crown Prince and Crown Princess, and at the Norwegian Embassy/Research Council of Norway event in Rome. Poster versions were also exhibited in Beijing in China and Busan in South Korea.

## Prominence in the public arena

In 2016, the Norwegian Polar Institute was mentioned at least 1,334 times in Norwegian national media. During the year, there were still many enquiries from national and international media about the N-ICE2015 expedition. The Norwegian Polar Institute was also prominent in the national media in respect of the problem of plastic in the seas. Work continued on school outreach and a climate exhibition at Polaria. In 2016, the Institute created several blogs and social media pages, especially from research projects. Many young researchers are active communicators on social media, and can bring the research to public attention via these media. It was decided that the Norwegian Polar Institute should make more use of social media such as Facebook and Instagram in its outreach.

## Outreach to the public administration

In 2016, the Norwegian Polar Institute continued working on the communication of new research findings to the public adminis-



Praktærfugl, Svalbard. / King eider, Svalbard. Foto / Photo: Stein Ø. Nilsen, NP / NPI





Kulturminner på Svalbard er en av indikatorene i MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen). Her ser vi rester etter driften av marmoruttaket i London på Blomstrandhalvøya i Kongsfjorden. / Cultural heritage sites in Svalbard are among the indicators in MOSJ (Environmental Monitoring of Svalbard and Jan Mayen). Here are remains from the marble quarry in London, Blomstrandhalvøya in Kongsfjorden. Foto / Photo: Stein Ø Nilsen, NP / NPI

tration, including texts on the topics of biodiversity and ocean acidification, published at [www.npolar.no](http://www.npolar.no) in the spring of 2016. The [MOSJ portal](http://www.npolar.no) was updated with new data from environmental monitoring, and presented two new indicators for pollutants in Svalbard: Pollutants in lake sediments and Pollutants in char. The Pollutants in ringed seals indicator was also upgraded and now shows more substances than formerly. The Institute contributes to the operation of and content production for “State of the Environment Norway” and has a number of separate websites in addition to [www.npolar.no](http://www.npolar.no). In March, the Science Seminar was organised in Longyearbyen for the fifth time. Key themes were fjord and sea ice and plastic in the sea. The Science Seminar is an informational seminar under the Norwegian Polar Institute which aims to communicate new management-relevant science and research results to the environmental protection agencies in Svalbard.

## Logistics and infrastructure

In 2016, 105 cruises and/or research projects in Ny-Ålesund and Longyearbyen received support from the Norwegian Polar Institute. In addition, 184 boat transports in Isfjorden and Kongsfjorden were undertaken, carrying and landing researchers. Field courses were held to train researchers about transport, safety and the environment. In total, 80 and 120 days of emergency response duty in the field for personnel and projects were performed in Longyearbyen and Ny-Ålesund respectively. The Institute also undertook expedition management and cruise management as well as the organisation of helicopter activities for various research projects, using helicopters leased from operators on the mainland.

### RV *Lance*

After the previous year’s major N-ICE contribution, *Lance* returned to normal operations in 2016, but at a relatively low level of activity. The Institute conducted 108 days of sailing,

spread between research, communication and logistics support. The vessel was also leased to UNIS for 17 days. The season was completed as planned with no disruptions of a technical nature. The new research vessel, *Kronprins Haakon*, will not be ready until the 2018 season, so *Lance* is planned to be in normal operation in 2017 as well.

## The new ice-class vessel *Kronprins Haakon*

*Kronprins Haakon* was being fitted out at Fincantieri’s yard in Muggiano, Italy. The yard has signalled that progress is around three months behind schedule. This is largely due to the technical complexity of the project. Launching is planned for March – April 2017 and the vessel is to be handed over to the Norwegian Polar Institute at the end of December 2017 – beginning of January 2018.

## Sverdrup Station and the Zeppelin Observatory

The Norwegian Polar Institute operates Sverdrup Station and owns and operates the Zeppelin Observatory in Ny-Ålesund. Sverdrup Station hosts scientists from all Norwegian institutions, as well as foreign institutions with long-term commitments that do not have their own stations in Ny-Ålesund. In 2016, 2,129 days of research were performed at Sverdrup Station. Researchers and employees of the Norwegian Polar Institute accounted for 608 of these days, while Norwegian researchers (excluding those from the Institute) accounted for 1,039. The number of research days is not synonymous with produced research, but is a measure that is easy to procure.

In 2016, the Norwegian Polar Institute also undertook measurement series for 10 institutions (two national and eight international) at the Zeppelin Observatory, and for 12 institutions (seven national and five international) in and around Sverdrup Station.

Norsk Polarinstituttets nettsider [www.npolar.no](http://www.npolar.no) gir løpende oversikt over instituttets publisering. I institusjonsarkivet [Brage NP](#) finnes publikasjonene tilgjengelige i fulltekst helt tilbake til den eldste fra 1922.

*The institute's website [www.npolar.no](http://www.npolar.no) provides an updated overview of maps and other publications issued by the Norwegian Polar Institute. Our archive [Brage NP](#) provides full-text access to publications from 1922 to the present.*

## Dataseett / Data sets

Vitenskapelige og andre dataseett publiseres på <https://data.npolar.no/>, på nedlastbar form eller gjennom digitale tjenestegrensesnitt (API). Alle publiserte data kan gjenbrukes fritt under lisensen CC-BY, med korrekt sitering. I alt 35 nye dataseett ble publisert i 2016. Disse blir nå også klargjort for sitering med DOI.

*Scientific and other datasets are made available at <https://data.npolar.no/>, as downloads or through web services (API). All published data can be freely reused under a CC-BY license, with proper attribution. A total of 35 new datasets were published in 2016. The sets are now equipped with DOI, facilitating citation.*

## Polar Research

Norsk Polarinstituttets vitenskapelige tidsskrift tar inn fagfelle-vurderte artikler om forskning og forvaltning i Arktis og Antarktis. Polar Research er open access, på engelsk og tverrvitenskapelig. Les mer her: [www.tandfonline.com/zpor](http://www.tandfonline.com/zpor)

*Polar Research is the NPI's multi-disciplinary journal of peer-reviewed articles about Arctic and Antarctic science and management. The journal is in English and is open access. Read more at: [www.tandfonline.com/zpor](http://www.tandfonline.com/zpor)*

## Kortrapporter / Brief Report series

I kortrapportserien publiseres faglige/vitenskapelige arbeider i et begrenset format. Åtte titler ble publisert i 2016, noen på norsk, noen på engelsk.

*The brief reports present scientific articles/reports in a shorter format, partly in English, partly in Norwegian. Eight titles were published in 2016:*

#35. Arctic fox spatial ecology related to harvest management: final report to Svalbard Environmental Protection Fund / E. Fuglei, D. Berteaux, Å.Ø. Pedersen & A. Tarroux. 27 pp.

#36. Report from the Ny-Ålesund Seminar, Tromsø, Norway, 23-25 September 2015 / ed. C.A. Pedersen. 157 pp.

#37. Benthos vulnerability to bottom trawling / E. Øseth, L.L. Jørgensen, P.E. Renaud & H. Andrade. 22 pp.

#38. Contaminants in northern fulmars (*Fulmarus glacialis*) exposed to plastic / A.V. Ask, T. Anker-Nilssen, D. Herzke, A. Trevaill, J.A. van Franeker & G.W. Gabrielsen. 26 pp. (Also published in series TemaNord.)

#39. Screening of UV chemicals, bisphenols and siloxanes in the Arctic / M. Lucia, G.W. Gabrielsen, D. Herzke & G. Christensen. 20 pp.

#40. Naturtyper på Svalbard: laguner og pollers betydning, med katalog over lokaliteter / F.D. Haug & P.I. Myhre. 36 s.

#41. Vurdering av indikatorer for overvåking av klimaeffekter og ferdselsslitasje på Svalbards vegetasjon: oppsummering av en pilotstudie / J.R. Hansen & V. Ravolainen. 47 s.

#42. Klimaendringer på Svalbard: effekter på naturmangfold og konsekvenser for den fremtidige naturforvaltningen / red. C.H. von Quillfeldt & E. Øseth. 105+26 s.

## Kart / Maps

Kart fra Norsk Polarinstitutt omfatter kartverk fra Svalbard, Jan Mayen, Dronning Maud Land, Peter I Øy og Bouvetøya. Hovedkartserien for Svalbard har målestokk 1: 100 000. I 2016 ble det utgitt følgende topografiske kart.

*Norwegian Polar Institute compiles and publishes map series covering the Norwegian polar regions: Svalbard and Jan Mayen in the Arctic, and Dronning Maud Land, Peter I Øy and Bouvetøya in the Antarctic. The main map series for Svalbard is in the scale 1:100 000. The following topographical maps were published in 2016:*

B9 – Isfjorden.

E8 – Barentsjøkulen.

E9 – Freemansundet.

E10 – Guldalen.

F9 – Berrheia.

## Geologiske kart / Geological maps

I 2016 utga instituttet et digitalt, gratis geologisk kart over Svalbard.

*In 2016 the institute published an offline, open access, geological map of Svalbard:*

GeoSvalbard SG250 Raster: Offline geological map of Svalbard [Data set]. Norwegian Polar Institute. <https://data.npolar.no/dataset/eafafbb7-b3df-4c71-a2df-316e80a7992e>



Artikler og andre publikasjoner i 2016, Norsk Polarinstitutt ansatte er uthevet. / 2016 list of papers. NPI staff in boldface.

### Forskningsartikler / Peer-reviewed journal papers

Aas, K.S., Dunse, T., Collier, E., Schuler, T.V., Berntsen, T.K., **Kohler, J.**, Luks, B. 2016. [The climatic mass balance of Svalbard glaciers: a 10-year simulation with a coupled atmosphere–glacier mass balance model](#). The Cryosphere 10. DOI:10.5194/tc-10-1089-2016

**Abu-Alam, T.**, Santosh, M., Tsunogae, T. 2016. [Precambrian crustal evolution in relation to geodynamics and supercontinents: Preface](#). Lithos 263. DOI:10.1016/j.lithos.2016.08.028

Abu El-Enen, M., **Abu-Alam, T.**, Whitehouse, M., Ali, K., Okrusch, M. 2016. [P–T path and timing of crustal thickening during amalgamation of East and West Gondwana: A case study from the Hafafit Metamorphic Complex, Eastern Desert of Egypt](#). Lithos 263. DOI:10.1016/j.lithos.2016.01.001

Alve, E., Korsun, S., Schönfeld, J., Dijkstra, N., Golikova, E., Hess, S., **Husum, K.**, Panieri, G. 2016. [Foram-AMBI: A sensitivity index based on benthic foraminiferal faunas from North-East Atlantic and Arctic fjords, continental shelves and slopes](#). Marine Micropaleontology 122. DOI:10.1016/j.marmicro.2015.11.001

**Andersen, M.**, Aars, J. 2016. [Barents Sea polar bears \(\*Ursus maritimus\*\): population biology and anthropogenic threats](#). Polar Research 35. DOI:10.3402/polar.v35.26029

Anderson, H.B., Speed, J.D.M., Madsen, J., **Pedersen, Å.Ø.**, Tombre, I.M., van der Wal, R. 2016. [Late snow melt moderates herbivore disturbance of the Arctic tundra](#). Écoscience 23. DOI:10.1080/11956860.2016.1212684

**Bailey, A.**, **Thor, P.**, Browman, H.I., Fields, D.M., Runge, J., Vermont, A., Bjelland, R., Thompson, C., Shema, S., Durif, C.M.F., **Hop, H.** 2016. [Early life stages of the Arctic copepod \*Calanus glacialis\* are unaffected by increased seawater pCO<sub>2</sub>](#). ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil. DOI:10.1093/icesjms/fsw066

Bakker, D.C.E., Pfeil, B., Landa, C.S., Metzl, N., O'Brien, K.M., Olsen, A., Smith, K., Cosca, C., Harasawa, S., Jones, S.D., Nakaoka, S.-i., Nojiri, Y., Schuster, U., Steinhoff, T., Sweeney, C., Takahashi, T., Tilbrook, B., Wada, C., Wanninkhof, R., Alin, S.R., Balestrini, C.F., Barbero, L., Bates, N.R., Bianchi, A.A., Bonou, F., Boutin, J., Bozec, Y., Burger, E.F., Cai, W.-J., Castle, R.D., Chen, L., Chierici, M., Currie, K., Evans, W., Featherstone, C., Feely, R.A., **Fransson, A.**, Goyet, C., Greenwood, N., Gregor, L., Hankin, S., Hardman-Mountford, N.J., Harlay, J., Hauck, J., Hoppema, M., Humphreys, M.P., Hunt, C.W., Huss, B.,

Ibáñez, J.S.P., Johannessen, T., Keeling, R., Kitidis, V., Körtzinger, A., Kozyr, A., Krasakopoulou, E., Kuwata, A., Landschützer, P., Lauvset, S.K., Lefèvre, N., Lo Monaco, C., Manke, A., Mathis, J.T., Merlivat, L., Millero, F.J., Monteiro, P.M.S., Munro, D.R., Murata, A., Newberger, T., Omar, A.M., Ono, T., Paterson, K., Pearce, D., Pierrot, D., Robbins, L.L., Saito, S., Salisbury, J., Schlitzer, R., Schneider, B., Schweitzer, R., Sieger, R., Skjelvan, I., Sullivan, K.F., Sutherland, S.C., Sutton, A.J., Tadokoro, K., Telszewski, M., Tuma, M., Van Heuven, S.M.A.C., Vandemark, D., Ward, B., Watson, A.J., Xu, S. 2016. [A multi-decade record of high-quality fCO<sub>2</sub> data in version 3 of the Surface Ocean CO<sub>2</sub> Atlas \(SOCAT\)](#). DOI:10.5194/essd-2016-15

### Earth System Science Data Discussions

Barrio, I.C., Bueno, C.G., Gartzia, M., Soininen, E.M., Christie, K.S., Speed, J.D.M., **Ravolainen, V.**, Forbes, B.C., Gauthier, G., Horstkotte, T., Hoset, K.S., Høye, T.T., Jónsdóttir, I.S., Lévesque, E., Mörsdorf, M.A., Olofsson, J., Wookey, P.A., Hik, D.S. 2016. [Biotic interactions mediate patterns of herbivore diversity in the Arctic](#). Global Ecology and Biogeography 25(9). DOI:10.1111/geb.12470

Barrio, I.C., Hik, D.S., Jónsdóttir, I.S., Bueno, C.G., Mörsdorf, M.A., **Ravolainen, V.** 2016. [Herbivory Network: An international, collaborative effort to study herbivory in Arctic and alpine ecosystems](#). Polar Science 10. DOI:10.1016/j.polar.2016.03.001

Bartsch, I., Paar, M., Fredriksen, S., Schwanitz, M., Daniel, C., **Hop, H.**, Wiencke, C. 2016. [Changes in kelp forest biomass and depth distribution in Kongsfjorden, Svalbard, between 1996–1998 and 2012–2014 reflect Arctic warming](#). Polar Biology. DOI:10.1007/s00300-015-1870-1

Berben, S.M., **Husum, K.**, Aagaard-Sorensen, S. 2016. [A late-Holocene multi-proxy record from the northern Norwegian margin: Temperature and salinity variability](#). The Holocene. DOI:10.1177/0959683616675934

**Blanchet, M.-A.**, **Lydersen, C.**, Ims, R.A., **Kovacs, K.M.** 2016. [Making it through the first year: Ontogeny of movement and diving behavior in harbor seals from Svalbard, Norway](#). Marine Mammal Science 32. DOI:10.1111/mms.12341

Blévin, P., Angelier, F., **Tartu, S.**, Ruault, S., Bustamante, P., Herzke, D., Moe, B., Bech, C., **Gabrielsen, G.W.**, Bustnes, J.O., Chastel, O. 2016. [Exposure to oxychlordan is associated with shorter telomeres in arctic breeding kittiwakes](#). Science of The Total Environment 563/564: 125–130. DOI:10.1016/j.scitotenv.2016.04.096

- Burr, Z.M., Varpe, Ø., Anker-Nilssen, T., Erikstad, K.E., **Descamps, S.**, Barrett, R.T., Bech, C., Christensen-Dalsgaard, S., Lorentsen, S.-H., Moe, B., **Reiertsen, T.K.**, **Strøm, H.** 2016. **Later at higher latitudes: large-scale variability in seabird breeding timing and synchronicity.** *Ecosphere* 7. DOI:10.1002/ecs2.1283
- Burt, W.J., Thomas, H., Miller, L.A., **Granskog, M.A.**, Papakyriakou, T.N., Pengelly, L. 2016. **Inorganic carbon cycling and biogeochemical processes in an Arctic inland sea (Hudson Bay).** *Biogeosciences* 13. DOI:10.5194/bg-13-4659-2016
- Bustnes, J.O., Bårdsen, B.-J., Moe, B., Herzke, D., Hanssen, S.A., Sagerup, K., Bech, C., Nordstad, T., Chastel, O., **Tartu, S.**, **Gabrielsen, G.W.** 2016. **Temporal variation in circulating concentrations of organochlorine pollutants in a pelagic seabird breeding in the high Arctic.** *Environmental Toxicology and Chemistry*: 1–7. DOI:10.1002/etc.3560
- Calosi, P., De Wit, P., **Thor, P.**, Dupont, S. 2016. **Will life find a way? Evolution of marine species under global change.** *Evolutionary Applications* 9. DOI:10.1111/eva.12418
- Daase, M., **Hop, H.**, Falk-Petersen, S. 2016. **Small-scale diel vertical migration of zooplankton in the High Arctic.** *Polar Biology* 39. DOI:10.1007/s00300-015-1840-7
- Dalpadado, P., **Hop, H.**, Rønning, J., Pavlov, V., Sperfeld, E., Buchholz, F., Rey, A., **Wold, A.** 2016. **Distribution and abundance of euphausiids and pelagic amphipods in Kongsfjorden, Isfjorden and Rijpfjorden (Svalbard) and changes in their relative importance as key prey in a warming marine ecosystem.** *Polar Biology* 39. DOI:10.1007/s00300-015-1874-x
- Descamps, S.**, Hamel, S., Yoccoz, N., Gaillard, J.-M. 2016. **When relative allocation depends on total resource acquisition: implication for the analysis of trade-offs.** *Journal of Evolutionary Biology* 29. DOI:10.1111/jeb.12901
- Descamps, S.**, **Tarroux, A.**, Cherel, Y., Delord, K., Godø, O.R., Kato, A., Krafft, B.A., Lorentsen, S.-H., Ropert-Coudert, Y., Skaret, G., Varpe, Ø., Mettke-Hofmann, C. (ed.) 2016. **At-Sea Distribution and Prey Selection of Antarctic Petrels and Commercial Krill Fisheries.** *PLOS ONE* 11. DOI:10.1371/journal.pone.0156968
- Divine, D.**, **Pedersen, C.A.**, **Karlsen, T.I.**, **Aas, H.F.**, **Granskog, M.A.**, **Hudson, S.R.**, **Gerland, S.** 2016. **Photogrammetric retrieval and analysis of small scale sea ice topography during summer melt.** *Cold Regions Science and Technology* 129. DOI:10.1016/j.coldregions.2016.06.006
- Draws, R., Brown, J., **Matsuoka, K.**, Witrant, E., Philippe, M., Hubbard, B., Pattyn, F. 2016. **Constraining variable density of ice shelves using wide-angle radar measurements.** *The Cryosphere* 10(2): 811–823. DOI:10.5194/tc-10-811-2016
- Eronen-Rasmus, E., Piiparinen, J., Karkman, A., Lyra, C., **Gerland, S.**, Kaartokallio, H. 2016. **Bacterial communities in Arctic first-year drift ice during the winter/spring transition.** *Environmental Microbiology Reports*. DOI:10.1111/1758-2229.12428
- Evanset, A., Hallanger, I.G., Tessmann, M., Warner, N., Ruus, A., Borgå, K., **Gabrielsen, G.W.**, Christensen, G., Renaud, P.E. 2016. **Seasonal variation in accumulation of persistent organic pollutants in an Arctic marine benthic food web.** *Science of The Total Environment* 542: 108–120. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.10.092
- Fernández-Méndez, M.**, Turk-Kubo, K.A., Buttigieg, P.L., Rapp, J.Z., Krumpfen, T., Zehr, J.P., Boetius, A. 2016. **Diazotroph Diversity in the Sea Ice, Melt Ponds, and Surface Waters of the Eurasian Basin of the Central Arctic Ocean.** *Frontiers in Microbiology* 7. DOI:10.3389/fmicb.2016.01884
- Fors, A.S., Brekke, C., Doulgeris, A.P., Eltoft, T., Renner, A.H.H., **Gerland, S.** 2016. **Late-summer sea ice segmentation with multi-polarisation SAR features in C and X band.** *The Cryosphere* 10(1). DOI:10.5194/tc-10-401-2016
- Fors, A.S., Brekke, C., **Gerland, S.**, Doulgeris, A.P., Beckers, J.F. 2016. **Late Summer Arctic Sea Ice Surface Roughness Signatures in C-Band SAR Data.** *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 9(3): 1199–1215. DOI:10.1109/JSTARS.2015.2504384
- Forwick, M., Laberg, J.S., **Husum, K.**, Gales, J.A. 2016. **Submarine Mass Wasting on Hovgaard Ridge, Fram Strait, European Arctic.** *Advances in Natural and Technological Hazards Research*. DOI:10.1007/978-3-319-20979-1\_25
- Fransson, A.**, Chierici, M., **Hop, H.**, Findlay, H.S., Kristiansen, S., **Wold, A.** 2016. **Late winter-to-summer change in ocean acidification state in Kongsfjorden, with implications for calcifying organisms.** *Polar Biology* 39. DOI:10.1007/s00300-016-1955-5
- Frederiksen, M., **Descamps, S.**, Erikstad, K.E., Gaston, A.J., Gilchrist, H.G., Grémillet, D., Johansen, K.L., Kolbeinsson, Y., Linnebjerg, J.F., Mallory, M.L., McFarlane Tranquilla, L.A., Merkel, F.R., Montevecchi, W.A., Mosbech, A., Reiertsen, T.K., Robertson, G.J., **Steen, H.**, **Strøm, H.**, Thórarinnsson, T.L. 2016. **Migration and wintering of a declining seabird, the thick-billed murre *Uria lomvia*, on an ocean basin scale: Conservation implications.** *Biological Conservation* 200. DOI:10.1016/j.biocon.2016.05.011
- Gamal El Dien, H., Hamdy, M., Abu El-Ela, A.S., **Abu-Alam, T.**, Hassan, A., Kil, Y., Mizukami, T., Soda, Y. 2016. **Neoproterozoic serpentinites from the Eastern Desert of Egypt: Insights into Neoproterozoic mantle geodynamics and processes beneath the Arabian-Nubian Shield.** *Precambrian Research* 286. DOI:10.1016/j.precamres.2016.10.006
- Gilg, O., Istomina, L., Heygster, G., **Strøm, H.**, Gavrilov, M.V., Mallory, M.L., Gilchrist, G., Aebischer, A., Sabard, B., Huntemann, M., Mosbech, A., Yannic, G. 2016. **Living on the edge of a shrinking habitat: the ivory gull, *Pagophila eburnea*, an endangered sea-ice specialist.** *Biology Letters* 12(11). DOI:10.1098/rsbl.2016.0277
- Gluchowska, M., Kwasniewski, S., Prominska, A., Olszewska, A., Goszczko, I., Falk-Petersen, S., **Hop, H.**, Weslawski, J.M. 2016. **Zooplankton in Svalbard fjords on the Atlantic–Arctic boundary.** *Polar Biology* 39. DOI:10.1007/s00300-016-1991-1
- Gonçalves-Araujo, R., **Granskog, M.A.**, Bracher, A., Azetsu-Scott, K., **Dodd, P.A.**, Stedmon, C.A. 2016. **Using fluorescent dissolved organic matter to trace and distinguish the origin of Arctic surface waters.** *Scientific Reports* 6: 33978. DOI:10.1038/srep33978
- Graham, R.M.**, Rinke, A., Cohen, L., **Hudson, S.R.**, Walden, V.P., **Granskog, M.A.**, Dorn, W., Kayser, M., Maturilli, M. 2016. **A comparison of the two Arctic atmospheric winter states observed during N-ICE2015 and SHEBA.** *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 121. DOI:10.1002/2016JD025475
- Granskog, M.A.**, Assmy, P., **Gerland, S.**, Spreen, G., **Steen, H.**, Smedsrud, L.H. 2016. **Arctic research on thin ice: Consequences of Arctic sea ice loss.** *Eos Transactions AGU* 97(5): 22–26. DOI:10.1029/2016EO044097



- Gudlaugsson, E., Humbert, A., Kleiner, T., **Kohler, J.**, Andreassen, K. 2016. [The influence of a model subglacial lake on ice dynamics and internal layering](#). The Cryosphere 10. DOI: 10.5194/tc-10-751-2016
- Hamilton, C., **Lydersen, C.**, Ims, R.A., **Kovacs, K.M.** 2016. [Coastal habitat use by ringed seals \(\*Pusa hispida\*\) following a regional sea-ice collapse – the importance of glacial refugia in a changing Arctic](#). Marine Ecology Progress Series 545: 261–277. DOI:10.3354/meps11598
- Hanssen, S.A., **Gabrielsen, G.W.**, Bustnes, J.O., Bråthen, V.S., Skottene, E., Fenstad, A.A., **Strøm, H.**, Bakken, V., Phillips, R.A., Moe, B. 2016. [Migration strategies of common eiders from Svalbard: implications for bilateral conservation management](#). Polar Biology 39: 2179–2188. DOI:10.1007/s00300-016-1908-z
- Harden, B.E., Pickart, R.S., Valdimarsson, H., Våge, K., **de Steur, L.**, Richards, C., Bahr, F., Torres, D., Børve, E., Jónsson, S., Macrander, A., Østerhus, S., Håvik, L., Hattermann, T. 2016. [Upstream sources of the Denmark Strait Overflow: Observations from a high-resolution mooring array](#). Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 112: 94–112. DOI:10.1016/j.dsr.2016.02.007
- Hassan, M., **Abu-Alam, T.**, Hauzenberger, C., Stüwe, K. 2016. [Geochemical signature variation of pre-, syn-, and post-shearing intrusives within the Najd Fault System of western Saudi Arabia](#). Lithos 263. DOI:10.1016/j.lithos.2016.06.024
- Hattermann, T., Isachsen, P.E., von Appen, W.-J., Albrechtsen, J., **Sundfjord, A.** 2016. [Eddy-driven recirculation of Atlantic Water in Fram Strait](#). Geophysical Research Letters 43(7): 3406–3414. DOI:10.1002/2016GL068323
- Hernández, K.L., Yannicelli, B., **Olsen, L.M.**, Dorador, C., Menschel, E.J., Molina, V., Remonsellez, F., Hengst, M.B., Jeffrey, W.H. 2016. [Microbial Activity Response to Solar Radiation across Contrasting Environmental Conditions in Salar de Huasco, Northern Chilean Altiplano](#). Frontiers in Microbiology 7. DOI:10.3389/fmicb.2016.01857
- Hindell, M.A., McMahon, C.R., Bester, M.N., Boehme, L., Costa, D., Fedak, M.A., Guinet, C., Herraiz-Borreguero, L., Harcourt, R.G., Huckstadt, L., **Kovacs, K.M.**, **Lydersen, C.**, McIntyre, T., Muelbert, M., Patterson, T., Roquet, F., Williams, G., Charrassin, J.-B. 2016. [Circumpolar habitat use in the southern elephant seal: implications for foraging success and population trajectories](#). Ecosphere 7(5). DOI:10.1002/ecs2.1213
- Hop, H.**, Kovaltchouk, N.A., Wiencke, C. 2016. [Distribution of macroalgae in Kongsfjorden, Svalbard](#). Polar Biology. DOI:10.1007/s00300-016-2048-1
- Hunt, G.L., Drinkwater, K.F., Arrigo, K., Berge, J., Daly, K.L., Danielson, S., Daase, M., **Hop, H.**, Isla, E., Karnovsky, N., Laidre, K., Mueter, F.J., Murphy, E.J., Renaud, P.E., Smith, W.O., Trathan, P., Turner, J., Wolf-Gladrow, D. 2016. [Advection in polar and sub-polar environments: Impacts on high latitude marine ecosystems](#). Progress in Oceanography 149. DOI:10.1016/j.pocean.2016.10.004
- Høyvik Hilde, C., Pélabon, C., Guéry, L., **Gabrielsen, G.W.**, **Descamps, S.** 2016. [Mind the wind: microclimate effects on incubation effort of an arctic seabird](#). Ecology and Evolution 6(7): 1914–1921. DOI:10.1002/ece3.1988
- Johansson, A.M., **King, J.**, Doulgeris, A.P., **Gerland, S.**, Singha, S., **Spreen, G.**, Busche, T. 2016. [Combined observations of Arctic sea ice with near-coincident colocated X-band, C-band, and L-band SAR satellite remote sensing and helicopter-borne measurements](#). Journal of Geophysical Research: Oceans. DOI:10.1002/2016JC012273
- de Jong, M.F., **de Steur, L.** 2016. [Strong winter cooling over the Irminger Sea in winter 2014–2015, exceptional deep convection, and the emergence of anomalously low SST](#). Geophysical Research Letters 43. DOI:10.1002/2016GL069596
- Kaleschke, L., Tian-Kunze, X., Maaß, N., Beitsch, A., Wernecke, A., Miernecki, M., Müller, G., Fock, B.H., Gierisch, A.M.U., Schlünzen, K.H., Pohlmann, T., Dobrynin, M., Hendricks, S., Asseng, J., Gerdes, R., Jochmann, P., Reimer, N., Holfort, J., Melsheimer, C., Heygster, G., **Spreen, G.**, **Gerland, S.**, **King, J.**, Skou, N., Søbjaerg, S.S., Haas, C., Richter, F., Casal, T. 2016. [SMOS sea ice product: Operational application and validation in the Barents Sea marginal ice zone](#). Remote Sensing of Environment. DOI:10.1016/j.rse.2016.03.009
- Kennicutt, M.C., Kim, Y.D., Rogan-Finnemore, M., Anandakrishnan, S., Chown, S.L., Colwell, S., Cowan, D., Escutia, C., Frenot, Y., Hall, J., Liggett, D., McDonald, A.J., Nixdorf, U., Siegert, M.J., Storey, J., Wåhlin, A., Weatherwax, A., Wilson, G.S., Wilson, T., Wooding, R., Ackley, S., Biebow, N., Blankenship, D., Bo, S., Baeseman, J., Cárdenas, C.A., Cassano, J., Danhong, C., Dañobeitia, J., Francis, J., **Guldahl, J.E.**, Hashida, G., Corbalán, L.J., Klepikov, A., Lee, J., Leppe, M., Lijun, F., López-Martínez, J., Memolli, M., Motoyoshi, Y., Bueno, R.M., Negrete, J., Cárdenas, M.A.O., Silva, M.P., Ramos-García, S., Sala, H., Shin, H., Shijie, X., Shiraishi, K., Stockings, T., Trotter, S., Vaughan, D.G., De Menezes, J.V.D.U., Vlasich, V., Weijia, Q., **Winther, J.-G.**, Miller, H., Rintoul, S., Yang, H. 2016. [Delivering 21st century Antarctic and Southern Ocean science](#). Antarctic Science 28(6): 407–423. DOI:10.1017/S0954102016000481
- Kern, S., **Rösel, A.**, Pedersen, L.T., Ivanova, N., Saldo, R., Tonboe, R.T. 2016. [The impact of melt ponds on summertime microwave brightness temperatures and sea-ice concentrations](#). The Cryosphere: 1–54. DOI:10.5194/tc-10-2217-2016
- Koenig, Z., Provost, C., Villaceros-Robineau, N., Sennéchal, N., **Meyer, A.** 2016. [Winter ocean-ice interactions under thin sea ice observed by IAOOS platforms during N-ICE2015: Salty surface mixed layer and active basal melt](#). Journal of Geophysical Research: Oceans 121. DOI:10.1002/2016JC012195
- Köhler, A., Nuth, C., **Kohler, J.**, Berthier, E., Weidle, C., Schweitzer, J. 2016. [A fifteen-year record of frontal glacier ablation rates estimated from seismic data](#). Geophysical Research Letters. DOI:10.1002/2016GL070589
- Kovacs, K.M.**, Lemons, P., **Lydersen, C.** 2016. [Walrus in a time of climate change](#). Bulletin America Meteorological Society. 136–137 pp. Krumpfen, T., Gerdes, R., Haas, C., Hendricks, S., Herber, A., Selyuzhenok, V., Smedsrud, L., **Spreen, G.** 2016. [Recent summer sea ice thickness surveys in Fram Strait and associated ice volume fluxes](#). The Cryosphere 10: 523–534. DOI:10.5194/tc-10-523-2016
- Kuijper, D.P.J., Sahlén, E., Elmhagen, B., Chamaillé-Jammes, S., Sand, H., **Lone, K.**, Cromsigt, J.P.G.M. 2016. [Paws without claws? Ecological effects of large carnivores in anthropogenic landscapes](#). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 283. DOI:10.1098/rspb.2016.1625
- Lindqvist, C., Roy, T., **Lydersen, C.**, **Kovacs, K.M.**, Aars, J., Wiig, Ø., Bachmann, L. 2016. [Genetic diversity of historical Atlantic walrus \(\*Odobenus rosmarus rosmarus\*\) from Bjørnøya and Håøya \(Tusenøyanne\), Svalbard, Norway](#). BMC Research Notes 9: 1–8. DOI:10.1186/s13104-016-1907-8
- Lowther, A.D.**, **Lydersen, C.**, **Kovacs, K.M.** 2016. [The seasonal evolution of shelf water masses around Bouvetøya, a sub-Antarctic island in the mid-Atlantic sector of the Southern Ocean, determined](#)

from an instrumented southern elephant seal. *Polar Research* 35. DOI:10.3402/polar.v35.28278

Lozier, M.S., Bacon, S., Bower, A.S., Cunningham, S.A., de Jong, M.F., **de Steur, L.**, deYoung, B., Fischer, J., Gary, S.F., Greenan, B.J.W., Heimbach, P., Holliday, N.P., Houpert, L., Inall, M.E., Johns, W.E., Johnson, H.L., Karstensen, J., Li, F., Lin, X., Mackay, N., Marshall, D.P., Mercier, H., Myers, P.G., Pickart, R.S., Pillar, H.R., Straneo, F., Thierry, V., Weller, R.A., Williams, R.G., Wilson, C., Yang, J., Zhao, J., Zika, J.D. 2016. *Overturning in the Subpolar North Atlantic Program: a new international ocean observing system*. Bulletin of the American Meteorological Society 0(0). DOI:10.1175/BAMS-D-16-0057.1

**Lucia, M., Strøm, H.**, Bustamante, P., **Gabrielsen, G.W.** 2016. *Trace Element Concentrations in Relation to the Trophic Behaviour of Endangered Ivory Gulls (*Pagophila eburnea*) During Their Stay at a Breeding Site in Svalbard*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 71. DOI:10.1007/s00244-016-0320-6

**Lucia, M., Strøm, H.**, Bustamante, P., Herzke, D., **Gabrielsen, G.W.** 2016. *Contamination of ivory gulls (*Pagophila eburnea*) at four colonies in Svalbard in relation to their trophic behaviour*. *Polar Biology*. DOI:10.1007/s00300-016-2018-7

**Lydersen, C.**, Fisk, A.T., **Kovacs, K.M.** 2016. *A review of Greenland shark (*Somniosus microcephalus*) studies in the Kongsfjorden area, Svalbard Norway*. *Polar Biology* 39. DOI:10.1007/s00300-016-1949-3

Majaneva, S., **Hamon, G.**, Fugmann, G., Lisowska, M., Baeseman, J. 2016. *Where are they now? - A case study of the impact of international travel support for early career Arctic researchers*. *Polar Science*. DOI:10.1016/j.polar.2016.06.001

Marchenko, S., Pohjola, V.A., Pettersson, R., Van Pelt, W.J.J., Vega, C.P., Machguth, H., Bøggild, C.E., **Isaksson, E.** 2016. *A plot-scale study of firm stratigraphy at Lomonosovfonna, Svalbard, using ice cores, borehole video and GPR surveys in 2012–14*. *Journal of Glaciology*: 1–12. DOI:10.1017/jog.2016.118

**Merkel, B.**, Phillips, R.A., **Descamps, S.**, Yoccoz, N.G., Moe, B., **Strøm, H.** 2016. *A probabilistic algorithm to process geolocation data*. *Movement Ecology* 4. DOI:10.1186/s40462-016-0091-8

Möller, M., Obleitner, F., Reijmer, C.H., Pohjola, V.A., **Kohler, J.**, Głowacki, P. 2016. *Adjustment of regional climate model output for modeling the climatic mass balance of all glaciers on Svalbard*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 121. DOI: 10.1002/2015JD024380

Niemandt, C., **Kovacs, K.M.**, **Lydersen, C.**, Dyer, B.M., Isaksen, K., Hofmeyr, G.J.G., Mehlum, F., Bruyn, P.J.N.d. 2016. *Chinstrap and macaroni penguin diet and demography at Nyrøysa, Bouvetøya*. *Antarctic Science* 28: 91–100. DOI:10.1017/S0954102015000504

Nyhus, E.S., Lindqvist, C., **Kovacs, K.**, **Lydersen, C.**, Wiig, Ø., Bachmann, L. 2016. *Mitogenomes of contemporary Spitsbergen stock bowhead whales (*Balaena mysticetus*)*. *Mitochondrial DNA Part B* 1. DOI:10.1080/23802359.2016.1258345

Oliveira, A.P., Coutinho, T.P., Cabeçadas, G., Brogueira, M.J., Coca, J., Ramos, M., Calado, G., **Duarte, P.** 2016. *Primary production enhancement in a shallow seamount (Gorringe — Northeast Atlantic)*. *Journal of Marine Systems* 164. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2016.07.012

**Olsen, L.M.**, Hernández, K.L., Van Ardelan, M., Iriarte, J.L., Bizsel, K.C., Olsen, Y. 2016. *Responses in the bacterial community structure to waste nutrients from aquaculture: an in situ*

*microcosm experiment in a Chilean fjord*. *Aquaculture Environment Interactions*. DOI:10.3354/aei00212

Paar, M., Voronkov, A., **Hop, H.**, Brey, T., Bartsch, I., Schwanitz, M., Wiencke, C., Lebreton, B., Asmus, R., Asmus, H. 2016. *Temporal shift in biomass and production of macrozoobenthos in the macroalgal belt at Hansneset, Kongsfjorden, after 15 years*. *Polar Biology*: 1–12. DOI:10.1007/s00300-015-1760-6

**Pavlov, A.K.**, Stedmon, C.A., Semushin, A.V., Martma, T., Ivanov, B.V., Kowalczyk, P., **Granskog, M.A.** 2016. *Linkages between the circulation and distribution of dissolved organic matter in the White Sea, Arctic Ocean*. *Continental Shelf Research* 119. 13 pp. DOI:10.1016/j.csr.2016.03.004

Ramos, M., Bertocci, I., Tempera, F., Calado, G., Albuquerque, M., **Duarte, P.** 2016. *Patterns in megabenthic assemblages on a seamount summit (Ormonde Peak, Gorringe Bank, Northeast Atlantic)*. *Marine Ecology*. DOI:10.1111/maec.12353

**Randelhoff, A.**, Fer, I., **Sundfjord, A.**, Tremblay, J.-É., Reigstad, M. 2016. *Vertical fluxes of nitrate in the seasonal nitracline of the Atlantic sector of the Arctic Ocean*. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 121: 5282–5295. DOI:10.1002/2016JC011779

**Randelhoff, A.**, Guthrie, J.D. 2016. *Regional patterns in current and future export production in the central Arctic Ocean quantified from nitrate fluxes*. *Geophysical Research Letters*. DOI:10.1002/2016GL070252

Ressel, R., Singha, S., Lehner, S., **Rösel, A.**, **Spreen, G.** 2016. *Investigation into Different Polarimetric Features for Sea Ice Classification Using X-Band Synthetic Aperture Radar*. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 9(7): 3131–3143. DOI:10.1109/JSTARS.2016.2539501

Roca-Martí, M., Puigcorbó, V., Rutgers van der Loeff, M.M., Katlein, C., **Fernández-Méndez, M.**, Peeken, I., Masqué, P. 2016. *Carbon export fluxes and export efficiency in the central Arctic during the record sea-ice minimum in 2012: a joint <sup>234</sup>Th/<sup>238</sup>U and <sup>210</sup>Po/<sup>210</sup>Pb study*. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 121. DOI:10.1002/2016JC011816

**Routti, H.**, **Andersen, M.S.**, **Fuglei, E.**, Polder, A., Yoccoz, N.G. 2016. *Concentrations and patterns of hydroxylated polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from Svalbard*. *Environmental Pollution* 216. DOI:10.1016/j.envpol.2016.05.056

**Routti, H.**, **Gabrielsen, G.W.**, Herzke, D., **Kovacs, K.M.**, **Lydersen, C.** 2016. *Spatial and temporal trends in perfluoroalkyl substances (PFASs) in ringed seals (*Pusa hispida*) from Svalbard*. *Environmental Pollution* 214. DOI:10.1016/j.envpol.2016.04.016

**Routti, H.**, Lille-Langoy, R., Berg, M.K., Fink, T., Harju, M., Kristiansen, K., Rostkowski, P., Rusten, M., Sylte, I., Oygarden, L., Goksoyr, A. 2016. *Environmental Chemicals Modulate Polar Bear (*Ursus maritimus*) Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma (PPARG) and Adipogenesis in Vitro*. *Environmental Science & Technology* 50(19): 10708–10720. DOI:10.1021/acs.est.6b03020

Salonen, S., Saarinen, J., **Miettinen, A.**, Hirvas, H., Usoltseva, M., Fortelius, M., Sorsa, M. 2016. *The northernmost discovery of a Miocene proboscidean bone in Europe*. *Palaeogeography*,



Palaeoclimatology, Palaeoecology 454. DOI:[10.1016/j.palaeo.2016.04.034](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.04.034)

Scheffers, B.R., De Meester, L., Bridge, T.C.L., Hoffmann, A.A., Pandolfi, J.M., Corlett, R.T., Butchart, S.H.M., Pearce-Kelly, P., **Kovacs, K.M.**, Dudgeon, D., Pacifici, M., Rondinini, C., Foden, W.B., Martin, T.G., Mora, C., Bickford, D., Watson, J.E.M. 2016. [The broad footprint of climate change from genes to biomes to people](#). Science 354. DOI:[10.1126/science.aaf7671](https://doi.org/10.1126/science.aaf7671)

Sejrup, H.P., Seppä, H., McKay, N.P., Kaufman, D.S., Geirsdóttir, Á., de Vernal, A., Renssen, H., **Husum, K.**, Jennings, A., Andrews, J.T. 2016. [North Atlantic-Fennoscandian Holocene climate trends and mechanisms](#). Quaternary Science Reviews. DOI:[10.1016/j.quascirev.2016.06.005](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.06.005)

Sletten, S., **Bourgeon, S.**, Bårdsen, B.-J., Herzke, D., Criscuolo, F., Massemin, S., Zahn, S., Johnsen, T.V., Bustnes, J.O. 2016. [Organohalogenated contaminants in white-tailed eagle \(\*Haliaeetus albicilla\*\) nestlings: An assessment of relationships to immunoglobulin levels, telomeres and oxidative stress](#). Science of The Total Environment 539: 337–349. DOI:[10.1016/j.scitotenv.2015.08.123](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.123)

Soininen, E.M., **Fuglei, E.**, **Pedersen, Å.Ø.** 2016. [Complementary use of density estimates and hunting statistics: different sides of the same story?](#) European Journal of Wildlife Research 62. DOI:[10.1007/s10344-016-0987-z](https://doi.org/10.1007/s10344-016-0987-z)

Spencer, N.C., Gilchrist, H.G., **Strøm, H.**, Allard, K.A., Mallory, M.L. 2016. [Key winter habitat of the ivory gull \*Pagophila eburnea\* in the Canadian Arctic](#). Endangered Species Research 31. DOI:[10.3354/esr00747](https://doi.org/10.3354/esr00747)

Spolaor, A., Opel, T., McConnell, J.R., Maselli, O.J., **Spreen, G.**, Varin, C., Kirchgeorg, T., Fritzsche, D., Saiz-Lopez, A., Vallelonga, P. 2016. [Halogen-based reconstruction of Russian Arctic sea ice area from the Akademii Nauk ice core \(Severnaya Zemlya\)](#). The Cryosphere 10(1): 245–256. DOI:[10.5194/tc-10-245-2016](https://doi.org/10.5194/tc-10-245-2016)

**Tarroux, A.**, **Lowther, A.D.**, **Lydersen, C.**, **Kovacs, K.M.** 2016. [Temporal shift in the isotopic niche of female Antarctic fur seals from Bouvetøya](#). Polar Research 35. DOI:[10.3402/polar.v35.31335](https://doi.org/10.3402/polar.v35.31335)

**Tarroux, A.**, Weimerskirch, H., Wang, S.-H., Bromwich, D.H., Cherel, Y., Kato, A., Ropert-Coudert, Y., Varpe, Ø., Yoccoz, N.G., **Descamps, S.** 2016. [Flexible flight response to challenging wind conditions in a commuting Antarctic seabird: do you catch the drift?](#) Animal Behaviour 113: 99–112. DOI:[10.1016/j.anbehav.2015.12.021](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.12.021)

**Tartu, S.**, Bourgeon, S., Aars, J., Andersen, M., Ehrich, D., Thiemann, G.W., Welker, J.M., **Routti, H.** 2016. [Geographical Area and Life History Traits Influence Diet in an Arctic Marine Predator](#). Plos One 11. DOI:[10.1371/journal.pone.0155980](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155980)

Taskjelle, T., **Hudson, S.R.**, **Granskog, M.A.**, Nicolaus, M., Lei, R., **Gerland, S.**, Stamnes, J.J., Hamre, B. 2016. [Spectral albedo and transmittance of thin young Arctic sea ice](#). Journal of Geophysical Research: Oceans 121. DOI:[10.1002/2015JC011254](https://doi.org/10.1002/2015JC011254)

**Thor, P.**, **Bailey, A.**, Halsband, C., Guscetti, E., Gorokhova, E., **Fransson, A.**, Ianora, A. (ed.) 2016. [Seawater pH Predicted for the Year 2100 Affects the Metabolic Response to Feeding in Copepodites of the Arctic Copepod \*Calanus glacialis\*](#). Plos One 11. DOI:[10.1371/journal.pone.0168735](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168735)

Våge, K., Pickart, R.S., **Pavlov, V.**, Lin, P., Torres, D.J., Ingvaldsen, R., **Sundfjord, A.**, Proshutinsky, A. 2016. [The Atlantic Water boundary current in the Nansen Basin: Transport](#)

[and mechanisms of lateral exchange](#). Journal of Geophysical Research: Oceans. DOI:[10.1002/2016JC011715](https://doi.org/10.1002/2016JC011715)

Van Pelt, W.J.J., **Kohler, J.**, Liston, G.E., Hagen, J.O., Luks, B., Reijmer, C.H., Pohjola, V.A. 2016. [Multidecadal climate and seasonal snow conditions in Svalbard](#). Journal of Geophysical Research: Earth Surface 121. DOI:[10.1002/2016JF003999](https://doi.org/10.1002/2016JF003999)

Vega, C.P., Pohjola, V.A., Beaudon, E., Claremar, B., van Pelt, W.J.J., Pettersson, R., **Isaksson, E.**, Martma, T., Schwikowski, M., Bøggild, C.E. 2016. [A synthetic ice core approach to estimate ion relocation in an ice field site experiencing periodical melt: a case study on Lomonosovfonna, Svalbard](#). The Cryosphere 10. DOI:[10.5194/tc-10-961-2016](https://doi.org/10.5194/tc-10-961-2016)

Vega, C.P., Schlosser, E., **Divine, D.**, **Kohler, J.**, Martma, T., Eichler, A., Schwikowski, M., **Isaksson, E.** 2016. [Surface mass balance and water stable isotopes derived from firn cores on three ice rises, Fimbul Ice Shelf, Antarctica](#). The Cryosphere 10. DOI:[10.5194/tc-10-2763-2016](https://doi.org/10.5194/tc-10-2763-2016)

**Vihtakari, M.**, Ambrose, W.G., Renaud, P.E., Locke, W.L., Carroll, M.L., Berge, J., Clarke, L.J., Cottier, F., **Hop, H.** 2016. [A key to the past? Element ratios as environmental proxies in two Arctic bivalves](#). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 465. DOI:[10.1016/j.palaeo.2016.10.020](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.10.020)

**Vihtakari, M.**, Havenhand, J., Renaud, P.E., Hendriks, I.E. 2016. [Variable Individual- and Population- Level Responses to Ocean Acidification](#). Frontiers in Marine Science 3. DOI:[10.3389/fmars.2016.00051](https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00051)

**Vihtakari, M.**, Renaud, P.E., Clarke, L.J., Whitehouse, M.J., **Hop, H.**, Carroll, M.L., Ambrose, W.G. 2016. [Decoding the oxygen isotope signal for seasonal growth patterns in Arctic bivalves](#). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 446. DOI:[10.1016/j.palaeo.2016.01.008](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.01.008)

Voronkov, A., **Hop, H.**, Gulliksen, B. 2016. [Zoobenthic communities on hard-bottom habitats in Kongsfjorden, Svalbard](#). Polar Biology. DOI:[10.1007/s00300-016-1935-9](https://doi.org/10.1007/s00300-016-1935-9)

**Wang, C.**, **Granskog, M.A.**, **Hudson, S.R.**, **Gerland, S.**, **Pavlov, A.K.**, Perovich, D.K., Nicolaus, M. 2016. [Atmospheric conditions in the central Arctic Ocean through the melt seasons of 2012 and 2013: Impact on surface conditions and solar energy deposition into the ice-ocean system](#). Journal of Geophysical Research: Atmospheres 121. DOI:[10.1002/2015JD023712](https://doi.org/10.1002/2015JD023712)

Wang, Y., Ding, M., van Wessem, J.M., Schlosser, E., Altnau, S., van den Broeke, M.R., Lenaerts, J.T.M., Thomas, E.R., **Isaksson, E.**, Wang, J., Sun, W. 2016. [A Comparison of Antarctic Ice Sheet Surface Mass Balance from Atmospheric Climate Models and In Situ Observations](#). Journal of Climate 29. DOI:[10.1175/JCLI-D-15-0642.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0642.1)

Werner, K., Fritz, M., Morata, N., Keil, K., **Pavlov, A.**, Peeken, I., Nikolopoulos, A., Findlay, H.S., Kędra, M., Majaneva, S., Renner, A., Hendriks, S., Jacquot, M., O'Regan, M., Sampei, M., Wegner, C., Nicolaus, M. 2016. [Arctic in Rapid Transition: Priorities for the future of marine and coastal research in the Arctic](#). Polar Science. DOI:[10.1016/j.polar.2016.04.005](https://doi.org/10.1016/j.polar.2016.04.005)

Wiencke, C., **Hop, H.** 2016. [Ecosystem Kongsfjorden: new views after more than a decade of research](#). Polar Biology 39. DOI:[10.1007/s00300-016-2032-9](https://doi.org/10.1007/s00300-016-2032-9)

Yasunaka, S., Murata, A., Watanabe, E., Chierici, M., **Fransson, A.**, van Heuven, S., Hoppema, M.,

Ishii, M., Johannessen, T., Kosugi, N., Lauvset, S.K., Mathis, J.T., Nishino, S., Omar, A.M., Olsen, A., Sasano, D., Takahashi, T., Wanninkhof, R. 2016. [Mapping of the air–sea CO2 flux in the Arctic Ocean and its adjacent seas: Basin-wide distribution and seasonal to interannual variability](#). Polar Science: doi: 10.1016/j.polar.2016.03.006. 12 pp.DOI:10.1016/j.polar.2016.03.006

## Artikkel i oppslagsverk / *Encyclopaedic article*

**Miettinen, A.** 2016. [Diatoms](#). IN: Encyclopedia of marine geosciences / ed. J. Harff et al. Springer. DOI:10.1007/978-94-007-6644-0\_54-2

## Rapporter/Reports

**Ask, A., Gabrielsen, G.W.,** Anker-Nilssen, T., Herzke, D., Trevaail, A., van Franeker, J. 2016. [Contaminants in northern fulmars \(\*Fulmarus glacialis\*\) exposed to plastic](#). (TemaNord; 2016:543). DOI:10.6027/TN2016-543

**Lucia, M., Gabrielsen, G.W.,** Herzke, D., Christensen, G. 2016. [Screening of UV chemicals, bisphenols and siloxanes in the Arctic](#). (Norsk Polarinstitutt. Kortrapport; 39).

McBride, M.M. (ed.), **Hansen, J.R. (ed.)**, Korneev, O. (ed.), Titov, O. (ed.), Tchernova, J. 2016. [Joint Norwegian-Russian environmental status 2013. Report on the Barents Sea Ecosystem. Part II – Complete Report](#). (IMR/PINRO Joint Report Series; 2016:2).

**Pedersen, C.A.** (ed.). 2016. [Report from the 12th Ny-Ålesund Seminar, Tromsø, Norway, 23-25 September 2015](#). (Norsk Polarinstitutt. Kortrapport; 36).

**Quillfeldt, C.H.v., Øseth, E.** (eds.). 2016. [Klimaendringer på Svalbard - Effekter på naturmangfold og konsekvenser for den fremtidige naturforvaltningen](#). (Norsk Polarinstitutt. Kortrapport; 42).

**Øseth, E.,** Jørgensen, L.L., Renaud, P.E., Andrade, H. 2016. [Benthos vulnerability to bottom trawling](#). (Norsk Polarinstitutt. Kortrapport; 37).

## Doktoravhandling / *Ph.D.*

**Blanchet, M.-A.** 2016. At-sea behaviour of the world's northernmost harbour seal (*Phoca vitulina*) population in a changing Arctic. UiT, The Arctic University of Norway. Dissertation defended April 15<sup>th</sup>.

## Formidling / *Popular science*

Salonen, S.J., Saarinen, J., **Miettinen, A.**, Hirvas, H., Usoltseva, M., Fortelius, M., Simonsuuri-Sorsa, M. 2016. [Pieni pala tertiääriä: Suomenselän löytö on Suomen toistaiseksi vanhin nisäkäsfossiili](#). Geologi 68(4): 120–130.

**Steen, H., Granskog, M.A.,** Hoag, H. (ed.) 2016. [Following Sea Ice From Dark Winter to Sunny Spring](#). Arctic Deeply, March 3rd.

**Steen, H., Guldahl, J.E., Granskog, M.** 2016. [Hvordan å fryse inn en båt: RV Lance som forskningsplattform i drivisen i Polhavet](#). Polarboken 2015-2016: 5-9.

**Winther, J-G.** 2016. Arktisk kraftsentrum (kronikk). Nordlys: 19. mars.

**Winther, J-G.** 2016. Det meste er hav (kronikk). Aftenposten: 30. april.

**Winther, J-G.** 2016. Havets århundre (kronikk). Nordlys: 4. juni.

**Winther, J-G.** 2016. Kina ser mot havet (kronikk). Dagens næringsliv: 21. desember.

**Winther, J-G.** 2016. Klima kan gi kraftløft (kronikk). Dagens næringsliv: 22. februar.

**Winther, J-G.** 2016. Nei til en marin ulvedebatt (kronikk). Nordlys: 23. desember.

**Winther, J-G.** 2016. Utsikt mot nord (kronikk). Nordlys: 1. september.

**Winther, J-G. & Jaklin, G.S.** 2016. Future change is revealed in the Arctic. Arctic Deeply. April 8<sup>th</sup>.

**Winther, J-G. & Jaklin, G.S.** 2016. The Arctic Basin: a challenging shipping lane. Adjacent government. February: 194-5.

**Winther, J-G. & Mathisen, S.** 2016. SnowHow (kronikk). Nordlys: 20. januar.

**Winther, J-G. & Mikelborg, Ø.** 2016. Polarskipet Kronprins Haakon (kronikk). Nordlys: 14. mai.

**Winther, J-G., Gerland, S., Gabrielsen, G.W., Moholdt, G. & Sundfjord, A.** 2016. Klimaendringer i Arktis. Naturen 140(5): 202-218.





Den norske forskningsstasjonen Troll i Dronning Maud Land, Antarktis. / *The Norwegian research station Troll in Dronning Maud Land, Antarctica.*  
Foto / Photo: Kenichi Matsuoka, NP / NPI

# ÅRSMELDING *ANNUAL REPORT* 2016

**Norsk Polarinstitutt**, Framsenteret, 9296 Tromsø  
**Norwegian Polar Institute**, Fram Centre, NO-9296 Tromsø, Norway

Svalbard:  
**Norsk Polarinstitutt**, 9171 Longyearbyen  
**Norwegian Polar Institute**, NO-9171 Longyearbyen, Norway

Tel.: +47 77 75 05 00  
[www.npolar.no](http://www.npolar.no), [post@npolar.no](mailto:post@npolar.no), [sales@npolar.no](mailto:sales@npolar.no)