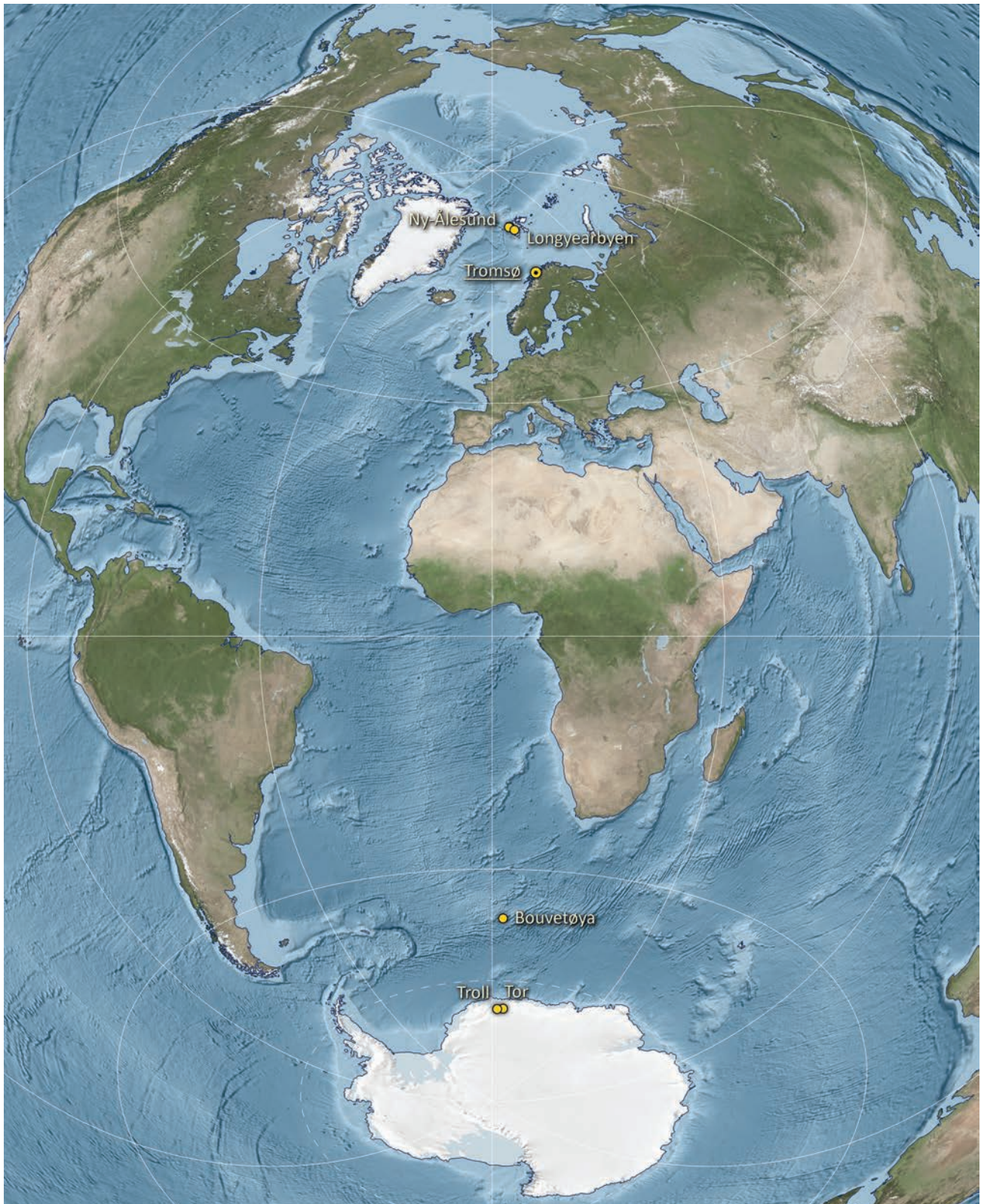


ÅRSMELDING ANNUAL REPORT 2019

NORSK POLARINSTITUTT NORWEGIAN POLAR INSTITUTE



Norsk Polarinstitutt i verden / Norwegian Polar Institute in the world



Norsk Polarinstitutt holder til i Framsenetret i Tromsø – et nettverk av 20 institusjoner med kunnskap om nordområdene. Instituttet har i tillegg medarbeidere stasjonerte i Ny-Ålesund og Longyearbyen på Svalbard og på Trollstasjonen i Dronning Maud Land i Antarktis. *The Norwegian 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 in Ny-Ålesund and Longyearbyen in Svalbard, and at the Troll Research Station in Dronning Maud Land in Antarctica.* Kart/Map: Anders Skoglund, NP/NPI

Innhold • Contents

Side • Page

Forord	4
Mandat og finansiering	5
Forvaltningsmyndighet	5
Organisasjon og ledelse	6
Økonomi	6
Forvaltning, rådgivning og forskning	7
Logistikk og infrastruktur	25
Markeringer og hendelser	27
Artikler • <i>Articles</i>	
Antarktistraktaten 60 år	30
<i>Celebrating 60 years of the Antarctic Treaty</i>	32
FF Kronprins Haakon på førstereis til Kong Håkon VII Hav	34
<i>The RV Kronprins Haakon on its maiden voyage to the Kong Håkon VII Hav</i>	36
På tokt i nordlige havområder	38
<i>On a research cruise in northern waters</i>	40
Ny-Ålesund forskningsstasjon – ny rolle for Norsk Polarinstitut	42
<i>Ny-Ålesund Research Station – a new role for the Norwegian Polar Institute</i>	44
<i>Annual Report 2019</i> (in English)	46
Utgivelser • <i>Publications</i> • Fagfellevurderte artikler • <i>Peer-reviewed journal papers</i>	65

Norsk Polarinstitut 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 Polarinstitut 2020, Framsenteret, Postboks 6606, Langnes, 9296 Tromsø. www.npolar.no

Ansvarlig redaktør / *Chief editor:*

Anja Kristine Salo, NP / NPI

Redaktører / *Editors:*

Gunn Sissel Jaklin & Elin Vinje Jenssen, NP / NPI

Grafisk design og illustrasjoner / *Graphic design and illustrations:*

Jan Roald, NP / NPI

Forsidefoto / *Front cover photo:*

Rudi Caeyers, NP / NPI

Trykk / *Print:*

Bodoni AS

Norsk Polarinstitutt tok betydelige utviklingssteg faglig og organisatorisk i 2019. For første gang gjennomførte instituttet en større ekspedisjon for miljøkartlegging i Sørishavet – med det nye forskningsskipet FF Kronprins Haakon til havområdene utenfor Dronning Maud Land i Antarktis.



Toktet med FF Kronprins Haakon ble gjennomført sammen med blant andre Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen, og en stor mengde data fra observasjoner, oseanografiske målinger og prøver av bunnfauna, plankton, fisk, sjøfugl og sel og hval ble innhentet. Ekspedisjonen ble vellykket på tross av til dels vanskelige isforhold.

FF Kronprins Haakon har vist seg å være en stabil og solid plattform med gode is- og sjøegenskaper, og med topp moderne og høyteknologisk utstyr som åpner for marine økosystemundersøkelser av lite undersøkte polare havområder som vi ikke har studert tidligere.

Antarktisekspedisjonen ble avsluttet med anløp i Oslo, og 29. mai ble skipet og resultatene vist frem for Kongen og Kronprinsen.

Et annet gledelig resultat av årets arbeid var at det samlede faglige grunnlaget fra Faglig Forum for norske havområder ble lagt frem på en stor høringskonferanse i Tromsø under instituttets ledelse. Konferansen markerte avslutningen på en omfattende aktivitet der Norsk Polarinstitutt sammen med de andre aktørene

i Faglig Forum har sammenstilt ny kunnskap om økosystemene i våre havområder, og hvordan de påvirkes av klimatiske endringer, naturlige svingninger og ulike menneskelige aktiviteter som offshore, olje- og gassaktivitet, fiskerier og skipsfart. På bakgrunn av dette vil Regjeringen legge frem en revidert forvaltningsplan for Barentshavet i 2020 og oppdatere forvaltningsplanene for Norskehavet og Nordsjøen/Skagerak.

I løpet av vinteren 2019 ble de nye forsknings- og rådgivningsprogrammene for Norsk Polarinstitutt satt ut i livet gjennom et meget godt samarbeid mellom program-, avdelings- og seksjonslederne. Vertsapsrollen for Ny-Ålesund forskningsstasjon er en ny og betydelig oppgave for Norsk Polarinstitutt. Rollen innebærer blant annet implementering av den nye forskningsstrategien for Ny-Ålesund forskningsstasjon. Gjennom året var samarbeidet med Kings Bay A/S, som har eier- og driftsansvaret for Ny-Ålesund forskningsstasjon, nært og godt.

Norsk Polarinstitutt leverer forskning på direkte bestilling fra Klima- og miljødepartementet, og på prosjekter finansiert av Norges Forskningsråd, Framsenter samarbeidet, EUs rammeprogram og andre kilder. En publiseringsanalyse av instituttets forskning i årene 2015–2018 viste at forskningen ved Norsk Polarinstitutt er omfattende og har meget høy kvalitet. Analysen ble foretatt av NIFU. Målt i publiseringspoeng pr. faglig årsverk leverte instituttet blant de beste av klima- og miljøinstituttene, andelen av publikasjoner i nivå 2-tidsskrift var på høyde med de beste universitetsmiljøene (> 30%), og instituttets forskere ble sitert mer enn 50 prosent over verdensgjennomsnittet innen respektive fagfelt.

Norsk Polarinstitutt er en av de største aktørene ved Framsenteret i Tromsø. Framsenter samarbeidet fikk en faglig og organisatorisk evaluering i første halvdel av 2019. Evalueringen konkluderte med at samarbeidet leverte omfattende, god og relevant forskning. Samtidig ga evalueringspanelet råd om betydelige forbedringer og anbefalte å utvikle en strammere styringsstruktur og en tydelig visjon og strategi i årene som kommer. De ulike flaggskipene, som er kjernen i det faglige samarbeidet, fikk også råd om hvordan de bør innrettes for å levere bedre fremover.

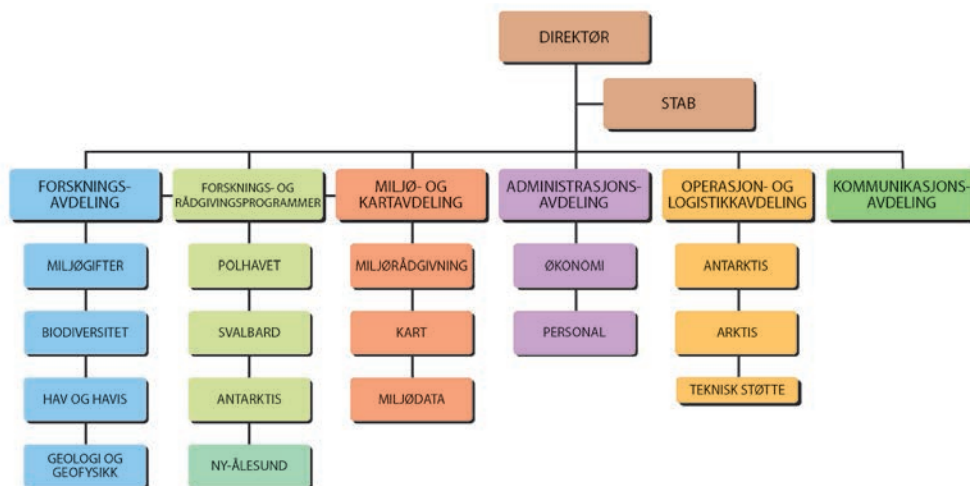
I løpet av året ble det stadig klarere at det var utfordringer knyttet til det operasjonelle og økonomiske grunnlaget for driften av Trollstasjonen i Antarktis. Dette skyldes et etterslep i kostnadene knyttet til driften av stasjonen på grunn av en svakere krone og dyrere drifts- og logistikkgifter i et internasjonalt marked. Stasjonen har dessuten betydelig behov for vedlikehold og oppgradering. Det har vært god dialog med Klima- og Miljødepartementet om utfordringene med Trollstasjonen.

Medarbeiderne i Norsk Polarinstitutt takkes for stort engasjement og meget god innsats i 2019. Mange av oppgavene som har vært løst, hadde ikke latt seg gjøre uten nært og godt samarbeid med en rekke aktører i inn- og utland.

Ole Arve Misund

Direktør

A handwritten signature in blue ink that reads "Ole Arve Misund".



Mandat og finansiering

Norsk Polarinstittutt er et direktorat under Klima- og miljødepartementet som 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 Polarinstittuttet, gjennom for eksempel undersøkelser av isbjørn ved Svalbard, isjerneboringer i Arktis og Antarktis og målinger av havis i Polhavet. Instituttet utstyrer og organiserer også store ekspedisjoner. Klima- og miljødepartementet gir rammer og oppdrag for virksomheten, i samråd med de øvrige miljømyndighetene. Norsk Polarinstittutt skal bidra til klima- og miljøpolitikken på områdene naturmangfold, forurensning, klima og polarområdene. I tillegg har instituttet oppdrag med finansiering bl.a. gjennom andre departementer, andre miljøinstitusjoner, forskningsinstitusjoner, Norges forskningsråd og EU.

Polarinstittuttet representerer Norge i flere internasjonale fora og har samarbeid med en rekke forskningsinstitutter verden over. I Ny-Ålesund på Svalbard skal instituttet utøve norsk vertskap og har ansvar for å følge opp forskningsstrategien utarbeidet av Norges Forskningsråd. Resultater fra instituttets forsknings- og overvåkingsprosjekter formidles til statsforvaltningen, samarbeidspartnere, internasjonale forvaltningsprosesser, fagmiljøer, skoleverket og allmennheten. Utstillinger, bøker, rapporter og et vitenskapelig, fagfelleverdert tidsskrift, Polar Research, produseres og utgis av instituttet.

Polarinstittuttet 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 21 institusjoner med kunnskap om nord- og polarområdene. Instituttet har i tillegg medarbeidere stasjonert i Ny-Ålesund og Longyearbyen på Svalbard og på Trollstasjonen i Dronning Maud Land i Antarktis.

Forvaltningsmyndighet

Norsk Polarinstittutt har forvaltningsmyndighet i henhold til forskrift av 26. april 2013 nr. 412 om miljøvern og sikkerhet i Antarktis (Antarktisforskriften). Gjennom denne forskriften oppfyller Norge sine forpliktelser etter miljøprotokollen under Antarktistrakten om å ha et slikt regelverk. Forskriften stiller strenge krav til miljø sikkerhet og sikkerhet for liv og helse ved aktiviteter i Antarktis. Polarinstittuttet har myndighet til å pålegge endringer i, utsette eller forby aktiviteter hvis de er i strid med regelverket. I tillegg skal instituttet føre tilsyn med at regelverket overholdes, og i desember 2019 utførte Norsk Polarinstittutt tilsyn på et av Hurtigrutens skip til Antarktis.

For Bouvetøya gjelder egne forskrifter. Norsk Polarinstittutt er delegert myndighet fra Klima- og miljødepartementet til å gi tillatelse til bruk av terrenggående kjøretøyer og landing med luftfartøy, og til å dispensere fra andre bestemmelser i forbindelse med forskning eller andre, særlige tiltak. Antall saker instituttet har behandlet etter disse forskriftene i løpet av året var noe lavere enn tidligere år.

Som aktiv bidragsyter i prosesser og diskusjoner nasjonalt og internasjonalt i nord og i sør, er Polarinstittuttet med på å videreutvikle og fastsette nye virkemidler, basert på ny kunnskap og generell politikktutvikling. Norsk Polarinstittutt har ikke forvaltningsmyndighet i nord.

Organisasjon og ledelse

Norsk Polarinstitutt hadde 168 ansatte fra 21 nasjoner ved utgangen av 2019.

Ledelsen besto av direktør Ole Arve Misund, avdelingsdirektør for administrasjon/assisterende direktør Geir Andersen, forskningsdirektør Nalân Koç, avdelingsdirektør for miljø og kart Ingrid Berthinussen, avdelingsdirektør for operasjon og logistikk John E. Guldahl, kommunikasjonsdirektør Gunn Sissel Jaklin (til 1. desember, deretter Anja Salo) og internasjonal direktør Kim Holmén.

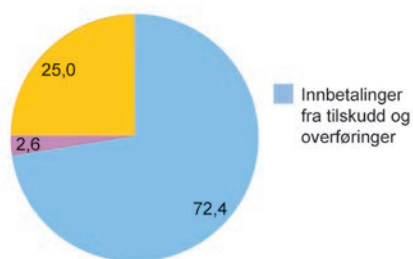
Økonomi

Oversikten viser fordelingen av Norsk Polarinstituttts inntekter i 2019 som var på 100,2 millioner kroner. Innbetalinger fra tilskudd og overføringer utgjør den største andelen på 72,4 %. Inntektene viser en netto reduksjon fra 2018 til 2019 på 1,6 millioner kroner, noe som i stor grad tilskrives lavere innbetalinger fra andre statlige virksomheter. Lønn og sosiale utgifter utgjorde 42 % av driftsutgiftene i 2019, kr. 904 616 per årsverk. Tallet inkluderer alle utgifter til lønn som arbeidsgiveravgift, overtid og reisetid.

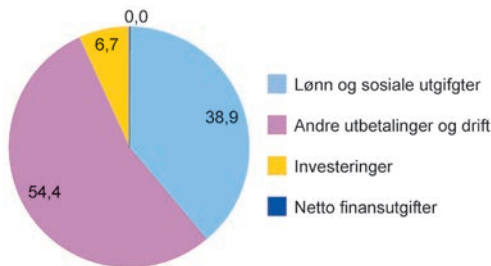
Nøkkeltall	2018	2019
Antall årsverk	162	155
Tildeling driftsutgifter post 01-50 jfr. tildelingsbrev	313 277 000	323 915 000
Regnskapsførte driftsutgifter post 01-50	329 536 495	322 487 660
Lønnsandel av driftsutgifter	142 338 139	140 215 590
Lønnsutgifter pr. årsverk	878 630	904 616
Lønnsandel i %	43 %	42 %
Samlede inntekter post 01-50 jfr. tildelingsbrev	85 238 000	87 272 000
Regnskapsførte samlede inntekter post 01-99	101 726 140	100 159 795

Bevilgning jfr. tildelingsbrev kap. 1471/4471

Inntekter og innbetalinger 2019 i %



Utgifter og utbetalinger 2019 i %



Forvaltning, rådgivning og forskning

Økologisk tilstand i Barentshavet og på Svalbard

I 2017 leverte et ekspertpanel forslag til fagsystem for fastsetting av god økologisk tilstand for Barentshavet og Svalbard, og tre arbeidsgrupper arbeidet deretter med testing av og forslag til protokoll for systemet. I år ble det levert en rapport med en marin og en terrestrisk del, der forskere fra Norsk Polarinstitutt bidro.

Instituttet deltok i to arbeidsgrupper som testet ut metode på arktisk del av Barentshavet og arktisk tundra. Gruppene benyttet samme tilnærming: Fagpanelprotokollen, som ikke krever tallfestede referanse- eller grenseverdier. En annen gruppe testet ut indeksprotokoll som metode. Norsk Polarinstitutt mener at fagprotokollmetoden er den beste for fagsystemet fordi det er vanskelig å fastsette en referansetilstand generelt og spesielt i et arktisk miljø i stor endring hvor det er lite data.

Forvaltningsplan for helhetlig havforvaltning

Arbeidet i år gikk ut på å ferdigstille det faglige grunnlaget for å revidere forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og å oppdatere forvaltningsplanene for Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak. I sekretariatet bidro Norsk Polarinstitutt til å ferdigstille [alle rapporter](#) gitt ut av Faglig forum, og instituttet ledet arbeidet med enkelte rapporter og bidro til andre.

Det ble spesielt arbeidet med særlig verdifulle og sårbare områder (SVO). En anbefaling om arealavgrensning av SVO *Havområdene rundt Svalbard* ble levert til Faglig forum, som støttet denne. Avgrensningen legger 100 km brede soner rundt viktige, pelagisk beitende sjøfuglkolonier og inkluderer stedegne marine pattedyrs arealbruk og særlig viktige miljøverdier på Spitsbergenbanken.

Den sårbare iskantsonen

Avgrensningen av iskantsonen som et særlig verdifullt og sårbart område må ta hensyn til sonens dynamiske natur. Norsk Polarinstitutt mener at grensene for området som iskantsonen kan bevege seg innenfor bør settes der det kan forekomme havis i april måned, med grunnlag i satellittobservert isutbredelse gjennom 30-årsperioden 1988–2017.

Det er imidlertid forskjellige syn i Faglig forum på om det skal benyttes 30 prosent (som tidligere) eller 0,5 prosent isfrekvens som grense for området hvor iskantsonen som SVO beveger seg innenfor. En avgrensning ved 0,5 prosent isfrekvens betyr at SVO-et vil omfatte havområder der det sjelden har forekommet havis i den siste 30-årsperioden.

Miljøsamarbeid

Norsk Polarinstituttet ledet i 2019 flere prosjekter under det norsk-russiske miljøvernssamarbeidet: HAV-1 Konsept for forvaltningsplan for Barentshavet, HAV-2 Barentsportal – miljødataportal for Barentshavet og HAV-3 Økosystembasert overvåking i Barentshavet. Polarinstituttet ledet The International Council for the Exploration of the Sea (ICES)-workshopen *Ecological valuing of areas in the Barents Sea* med representanter fra sentrale forvaltning- og forskningsmiljø i Russland og Norge. Rapporten fra workshopen gir faglige råd om identifisering av miljøverdier og særlig verdifulle områder, et rammeverk for lagring og visualisering av data og en plattform for videre samarbeid.

Polarinstituttet deltok også i mange nasjonale og internasjonale prosesser, som programstyrene for [MAREANO-programmet](#) og [SEAPOP](#), Framsenter-flaggskipene, Sirkumpolart og bilateralt havmiljøarbeid knyttet til Arktisk råd ([AMAP](#), [CAFF](#) og [PAME](#)) og International Union for Conservation of Nature) Climate Change Specialist Group ([IUCN](#)).

Marine verneområder i Arktis

De samme kriteriene legges til grunn for etablering av marine verneområder (MPA-er) som for etablering av særlige verdifulle og sårbare områder (SVO-er) nasjonalt. Norsk Polarinstitutt bidro med kunnskap om marine verneområder gjennom arbeid i ekspertgruppen PAME Intercessional Expert Group for a Pan-Arctic Network of Marine Protected Areas. Instituttet deltok også i WWFs arktiske prosjekt for marine verneområder og ga spesielt råd om hvordan primærproduksjon kan inkluderes og behandles i verneområdene.



Polartorsken er en av de mest sentrale fiskeartene i Barentshavet og er mat til annen fisk, fugl og sjøpattedyr. Havisen er et viktig leveområde for polartorsken. *Polar cod is one of the most central fish species in the Barents Sea and is food for other fish, birds and marine mammals. Sea ice is an important habitat for polar cod.* Foto/Photo: Peter Leopold, NP/NPI



Ærfugl med kyllinger i Longyearbyen. Eider and chicks in Longyearbyen. Foto/Photo: Siri Uldal, NP/NPI

China Council

Norsk Polarinstitutt deltar i China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED). Dette er et internasjonalt råd som gjennomfører policystudier og gir råd til kinesiske myndigheter på høyeste nivå om miljø- og utviklingsspørsmål. Fagdirektør Jan-Gunnar Winther ved Norsk Polarinstitutt er medlem av rådet.

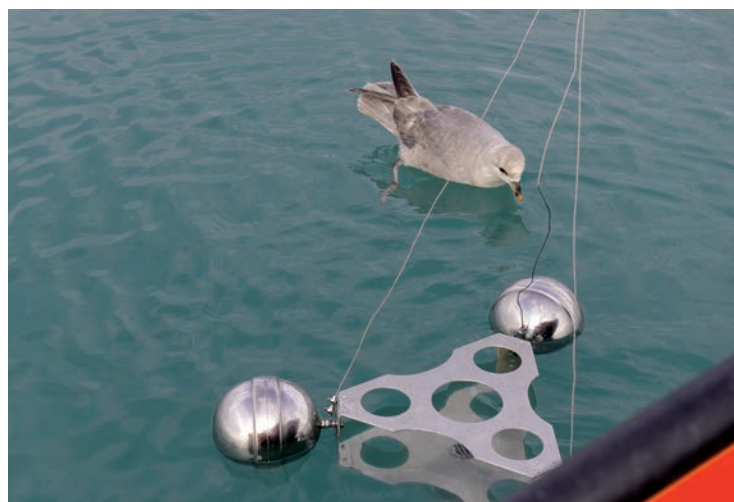
På initiativ fra Norge er det etablert en egen arbeidsgruppe for globale havspørsmål under China Council. Norsk Polarinstitutt deltar sentralt i ledelse og koordinering av dette arbeidet, da dette vil kunne bidra til mer oppmerksomhet om de store, globale havutfordringene og til å oppnå våre nasjonale mål for marine økosystem og økosystemtjenester. Erfaringene fra den norske havforvaltningen er viktige å bygge på i dette arbeidet. I år har det særlig vært diskusjoner og anbefalinger knyttet til havforurensning og grønne, maritime operasjoner, og en tilsvarende prosess for energiforsyning og mineralutvinning ble startet opp.

Effekter av havforsuring

Det treårige programmet (2018–2020), Havforsuring – drivere og effekter på arktiske marine organismer og økosystemer går i regi av Framsenterets flaggskip Havforsuring. Utviklingen av biologiske effektindikatorer for havforsuring skjer i et samarbeidsprosjekt med flere nasjonale deltakere (Havforskningsinstituttet, UiT-Norges arktiske universitet og NIVA/Akvaplan-niva) samt internasjonale institusjoner.

Vingesneglen kruttåte (*Limacina helicina*) er blitt anbefalt som en indikatorart fordi den har kalkskall som er utsatt for erosjon ved havforsuring. Polarinstituttets forskere og samarbeidspartnere undersøkte tykkelse, tilstand og tetthet av kalkskallet. Prøver fra havmiljøet rundt Svalbard og i Framstredet de siste ni årene ble brukt for å bestemme

hvordan endringer i kjemi påvirker dette. Kunnskap om den kjemiske tilstanden i leveområdene og livshistorien til vingesnegl vil forbedre bruken av denne som indikatorart. Havforsuring kan være skadelig også for arter uten kalkskall. Undersøkelser av flere krepsdyrarter ble gjort for å finne ut hvilke bestander og områder som er mest følsomme for endringer i pH. Effekter av havforsuring ble også undersøkt hos bunndyr. Resultatene ble presentert i flere internasjonale publikasjoner og på konferanser. Norsk Polarinstitutt deltar aktivt med sin kunnskap i ekspertgrupper og rådgivende grupper.



I Kongsfjorden på Svalbard ble det gjort undersøkelser for å se på forekomst av mikroplast i havvann. Surveys were carried out in Kongsfjorden, Svalbard, to look at the prevalence of microplastics in ocean water. Foto/Photo: Geir Wing Gabrielsen, NP/NPI



En isbjørn fotografert under forskningstokt i Framstredet høsten 2019. *A polar bear photographed during a research cruise in Framstredet in the autumn of 2019.* Foto/Photo: Jean Negrel, NP/NPI

Marine pattedyr i is

Alle tilgjengelige sporsingsdatasett for is-assosierte marine pattedyr fra Barentsregionen for perioden 2005 til 2018 ble samlet inn, inkludert data fra internasjonale og nasjonale partnere. Utbredelsen til disse dyrene i iskantsonen ble analysert sammen med andre miljøvariabler (overflatetemperatur, havdyp o. a.) og resultatene skal publiseres. De første analysene for grønlandshval fra Spitsbergenbestanden er ferdige. Denne truede bestanden viser seg å være mye tettere knyttet til havis enn andre bestander og tilbringer storparten av sin årssyklus innenfor iskantsonen. Det meste av året finnes de i isdekte farvann over store havdyp, men trekker inn på sokkelområdene sensommers. De finner åpne områder innenfor iskanten i områder med 90-100% isdekke.

Seismikk og hval

Norsk Polarinstittutt har utvidet sitt nettverk av passive, akustiske sensorer i det nordvestlige Barentshavet med to nye loggere plassert på instrumenttrigge via Arven etter Nansen-programmet. Instituttet fortsetter å overvåke utbredelsen av lydsensitive, marine pattedyr i iskantsonen. Eksempelvis påviste [Ahonon et al. 2019](#) at narhval er til stede året rundt i dype isdekte farvann i Framstredet, og ikke som i arktiske områder der de oppholder seg i mer kystnære, isfrie områder om sommeren. Det betyr at to av de tre is-assosierte arktiske hvalene i Barentsregionen er avhengige av is hele året rundt. Det finnes altså ingen årstid hvor seismiske undersøkelser nær iskanten kan gjøres på en «trygg» måte for disse hvalartene.

Plast i det arktiske havmiljøet

Instituttet videreførte arbeidet med overvåking og utvikling av ny kunnskap om marin forøpling og mikroplast

i havet med prøvetaking, metodeutvikling og deltakelse i internasjonale forum for utvikling av overvåking. I 2019 ble det publisert to artikler om plast, en litteraturoversikt om mikroplast i ferskvannsfisk og en artikkel om metoder for kartlegging av mikroplast i vev fra marine organismer. Instituttet leder Framsenterets forskningsprogram Plast i Arktis, og har særlig innsats mot metodikk for å kartlegge mikroplast i miljøet og å overvåke mikroplast i sedimenter, havvann, snø, is og biota.

Under det norsk-russiske miljøvernssamarbeidet (HAV-5) arbeider Polarinstittuttet sammen med Havforskningsinstituttet og russiske aktører med en rapport om marin forøpling og mikroplast i sjøen og på strendene rundt Barentshavet. I desember 2019 var det møte i Goa med Indias polarinstittutt for å utveksle kunnskap om plast i Arktis og Antarktis og se på samarbeid om overvåking og forskning i det marine naturmiljøet. Norsk Polarinstittutt bidro også til arbeidet i AMAPs ekspertgruppe (Microplastic and Litter Expert Group) for utvikling av et overvåkingsprogram for plast i det marine miljøet.

Miljøgifter og effekter på miljø og dyr i Arktis

Instituttet har prioritert nye miljøgifter i biota fra Arktis og effektene av miljøgifter på høyere dyr. På oppdrag fra AMAP ble det publisert en litteraturoversikt om effektene av miljøgifter på arktiske dyr og fisk, og på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet en om effektene på isbjørn. I tillegg publiserte Polarinstittuttet 10 vitenskapelige artikler om miljøgifteffekter på sjøfugl (storjo, polarmåke og krykkje) og marine pattedyr (isbjørn, fjellrev og hvalross).

I AMAPs ekspertgrupper bidro fagfolk fra instituttet med kunnskap om nivåer av kvikksølv, miljøgifter og effekter av miljøgifter, og sammenhengen mellom miljøgifter og klimaeendringer. Norsk Polarinstittutt leverte også i 2019 prøver



til Miljøprøvebanken fra sjøfugler, marine pattedyr og den marine næringskjeden. Arbeidet med kartlegging av nye miljøgifter fra næringskjeden og sjøfugl og marine pattedyr i Arktis gjennomføres på oppdrag fra Miljødirektoratet og i nært samarbeid med NIVA og NILU. Analysene viser tilstedeværelse av siloksaner, klorparafiner, løsemidler, fluorforbindelser, pesticider og flammehemmere. Dette ble presentert i en rapport i 2019 og vil inngå i evalueringsarbeidet for Stockholmkonvensjonen.

Miljøgiftstudiene på isbjørn under det norsk-russiske miljø-samarbeidet (HAV-3) viser at pelagisk isbjørn fra Barentshavet er utsatt for høyere nivåer av organiske forurensende stoffer enn kyst-isbjørn som holder seg nær Svalbard. Dette kan blant annet skyldes at pelagisk isbjørn har høyere energikrav og dermed spiser flere marine byttedyr enn kyst-bjørnene. I tillegg spiser de en høyere andel byttedyr som de fanger i iskantsonen og byttedyr nærmere kilder og transportveier for forurensning. I 2019 ble det også undersøkt trender og bakenforliggende årsaker til forskjeller i konsentrasjon av kvikksølv i isbjørn fra Barentshavet og russisk del av Arktis.

Prosesser som påvirker oppvarming i Arktis og Antarktis

Norsk Polarinstituttets forskning om klimautviklingen var fokusert på havis og isbreer med kalvende fronter i fjordene rundt Svalbard – bruk av nye observasjonsmetoder, lange dataserier og modeller. Det var kraftig oppvarming i fjordene vest på Svalbard som påvirker økosystemet og samfunnet direkte, samt tilbakekoblinger til klima, og åtte artikler om dette ble publisert i 2019.

I havområdene rundt Svalbard leder og deltar Norsk Polarinstitutt i en rekke prosjekter. En artikkel om stor-

skala vekselvirkninger mellom is og atmosfære beskriver hvilken effekt stormer har på havisens utvikling om vinteren. Stormene begrenser isveksten om vinteren og gir varige endringer av isdekket som kan påvirke de fysiske og økologiske systemene i måneder etter at de har passert over et område. Forskere fra instituttet var med på å skrive rapporten [Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation](#), som skal gi basisinformasjon til bruk i klimatilpasning på Svalbard. Den inkluderer beskrivelser av historisk klimautvikling og framskrivinger for atmosfære, hydrosfære, kryosfære og hav.

Polarinstituttet har jobbet med å forbedre overvåkingen av meteorologi og stråling på Troll i Antarktis for å forstå hvordan området påvirkes av globale oppvarming, og dette arbeidet videreføres.

Historisk klima i nord og sør

I prosjektet Arven etter Nansen leder Norsk Polarinstitutt paleoklima-arbeidet, som skal etablere referanseverdier og undersøke de viktigste driverne av naturlige variasjoner i havis og atlantisk vann i Barentshavet de siste 12 000 årene. De første resultatene viser hvordan biomarkører for havis øker mot nord, og at en ny biomarkør muligens kan brukes til å rekonstruere planktonoppblomstringer om våren.

Norge og India samarbeidet i prosjektet [OCTEL](#) (Ocean-sea-ice-atmosphere teleconnections between the Southern Ocean and North Atlantic during the Holocene) som ble avsluttet i 2019. Prosjektet undersøkte gjensidig påvirkning mellom hav, is og atmosfære, og hvordan koblinger mellom den nordlige og sørlige halvkule virket inn på klimaet de siste 12 000 årene, særlig de siste 2000. Forskerne fant at overflatetemperaturer i Sørishavet først var lave, så ble det varmere og stabile forhold mellom 12000 og 9000 år



Bøylepingviner på isen. Gjennom deltakelse i Antarktistraktatsystemet bidro Polarinstituttet til flere beslutninger om forvaltningen i Antarktis. *Gentoo penguins on the ice. Through its participation in the Antarctic Treaty system, the Institute contributed to several knowledge-based decision-making processes linked to the management of Antarctica.* Foto/Photo: Audun Narvestad, NP/NPI



Reinsdyrbestanden på Svalbard har økt de senere år, men låste beiter fordi våt mark fryser til is om vinteren skaper problemer for dyrene. *The reindeer population in Svalbard has increased in recent years, but grazing land freezing to ice during the winter is causing problems for the animals.* Foto/Photo: Overvåknings-kamera/Security camera, NP/NPI

siden, og deretter kom en langsom avkjøling med større variasjon for 8700 til 1000 år siden – noe forskjøvet i tid mellom halvkulene. Hovedårsakene er høyere solenergi for 9000 år siden kombinert med endringer i hav- og luftsirkulasjon. Rekonstruksjon av overflatetemperaturer og havisdekke i Krossfjorden på Svalbard de siste 60 årene viste en gjennomsnittlig oppvarming på 0,6° C og reduksjon av havisdekket. Det kan se ut som at oppvarmingen av overflatevannmassene i Krossfjorden heller skyldes økt CO₂-påvirkning og hav-atmosfære-interaksjon enn økende påvirkning av atlantiske vannmasser.

Klimakunnskap

Polarinstituttet bidro i 2019 til viktige prosesser ledet av FNs klimapanel (IPCC) på flere nivå: medforfatterskap på Special report on Ocean and Cryosphere, hovedforfatter-skap på IPCCs sjette hovedrapport (AR6) og fagfellevurdering av spesialrapportene [Global Warming of 1.5°C](#) og [Ocean and Cryosphere in a Changing Climate](#).

På leting etter verdens eldste is

[Beyond EPICA – Oldest Ice \(BE-OI\)](#) har som mål å finne 1,5 millioner gammel is fra Øst-Antarktis som kan fortelle om klimaet og sammenhengen mellom klimagasser og temperatur. Målet i første fase var å finne den mest egnede lokaliteten, og på innlandsisen identifiserte [Sutter et al. \(2019\)](#) flere regioner som kan inneholde så gammel is. Studien er et viktig bidrag til prosjektet som er finansiert av EU, og hvor Norsk Polarinstitutt er en av tolv europeiske partnerne. Instituttet bidro i første med innsamling av isradardata og forskjellige typer snøstudier for validering av satellittdata.

Ny-Ålesund

Forskningsstrategien for Ny-Ålesund ble lagt frem i slutten av mai 2019, og Norsk Polarinstitutt startet oppdraget med å sette den ut i livet. Sammen med Norges forskningsråd og Svalbard Science Forum arrangerte Norsk Polarinstitutt *Svalbard Science Conference* i Oslo i november 2019. I for-

lengelsen av konferansen ble oppfølging av forskningsstrategien presentert for og diskutert med øvrige NySMAC-aktører.

Instituttet hadde høy tilstedeværelse i Ny-Ålesund. Flere faste forskere utvidet sine feltopphold i Ny-Ålesund, i tillegg til de syv ansatte. Den faglige innsatsen i 2019 var også høy, og som tidligere konsentrert om lange tidsserier. Forskerne har ansvar for datainnsamling til tidsserier for sjøfugl, miljøgifter i sjøfugl og sjøfuglegg, Kongsfjord-transektet (oseanografiske og biologiske data, fastis), rein og rev, vegetasjon, stråling, snø og massebalanse for fire isbreer nær Ny-Ålesund. Arbeidet bidrar til overvåkningstidsseriene i MOSJ-systemet, COAT Svalbard og SIOS. Flere av tidsseriene fra Ny-Ålesund og Kongsfjorden innen atmosfæriske forhold, havis, hydrografi, planteplankton og dyreplankton ble publisert i boken *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard* (Hop & Wiencke 2019). I 2019 ble det også etablert en plankton-tidsserie med ukentlig prøvetaking fra april til september på i Kongsfjorden.

[Bischof et al. \(2019\)](#) identifiserte kunnskapshull og forskningsprioriteter knyttet til økologiske og adaptive responser på endringer i arktiske økosystem. Dette forventes å stimulere til ny internasjonal og flerfaglig forskning. Instituttets forskere er aktive bidragsyttere til de fire [Ny-Ålesund flaggskip](#)-nettverkene, i samarbeid med internasjonale aktører som har aktivitet i Ny-Ålesund-området.

Ny kunnskap om habitatbruk hos isavhengige arter

Både forsknings- og prosessarbeid har bidratt til å øke kunnskapen om klimaendringenes effekt på habitatbruken til isavhengige arter. Funn fra det sirkumpolare Arktis ble oppsummert av Norsk Polarinstitutt forskere i FNs klimapantels kryosfærerapport i september.

Våren 2019 ble globale forskningsprosjekter om isbjørn og klimaendringer gjennomgått på et internasjonalt isbjørnmøte i Lyngen. En plan for fremtidige undersøkelser av habitatendringer og andre klimarelaterte responser hos isbjørn ble laget. Polarinstituttet har en av to ledere og tre medlemmer i IUCN Polar Bear Specialist Group, og har deltatt i arbeidet med å videreutvikle terminologi for nye status- og trendvurderinger som ble publisert i gruppens statusstabell i september 2019. Instituttet deltar i arbeidsgruppen som jobber med konflikter mellom mennesker og isbjørn.

Norsk Polarinstitutt arrangerte et arbeidsmøte med tittelen «Listen, Connect and Conserve» i tilknytning til verdenskongressen for marine pattedyr i Barcelona i desember. Formålet var å lansere en ny sirkumpolar metadatabase og tilhørende interaktive kart for å fremme miljøvennlige, bilige, internasjonale studier av isavhengige marine pattedyr ved bruk av passive akustiske overvåkningsmetoder. CAFF skal publisere kartverktøyet og metadata på nett.

Utbredelse av fjordis på Svalbard

Norsk Polarinstitutt overvåker havisen flere steder på Svalbard med tykkelsesmålinger av snø og is, foto og

satellittbilder. Utbredelsen av fjordis i Kongsfjorden overvåkes med direkte observasjoner fra Zeppelinfjellet, i tillegg til bilder fra fly og satellitt. [Pavlova et al. \(2019\)](#) viste at det er mindre is i Kongsfjorden nå en tidligere, og at isen er mye tynnere. Dataene tyder på at en stor endring i fjordisen skjedde rundt 2006.

Ny kunnskap om klimaendringers effekter

Modeller og satellittmålinger viser at isbreene på Svalbard mister mer is gjennom smelting og kalving enn de vinner gjennom nedbør som snø. Tapet av isbremasse og -areal endrer landskapet og bidrar til havnivåstigning. Varmere somre og en forlengelse av smeltesesongen i de kommende tiårene vil trolig fortsette å drive fram økt smelting og tilbakevekning av isbreer.

Havet og kystvannet ved Svalbard har de senere årene vært varmere enn tidligere. I august ble det gjort målinger av bl.a. temperatur og turbulent blanding i indre del av Kongsfjorden, nær fronten av Kronebreen. Store deler av vannsøylen hadde en temperatur rundt 6°C, og det var lett å se at brefronten smeltet raskt. Et modellstudium viste at fjordsirkulasjonen i Kongsfjorden vil bli vesentlig svekket når brefrontene etter hvert trekker seg tilbake så langt at de ligger på land ([Torsvik et al. 2019](#)). Da vil også den havdrevne delen av smeltingen avta, slik at tilbakevekningshastigheten isolert sett vil avta.

Nedbør skaper problemer for reinsdyr

Før århundreskiftet var landskapet og beiteområdene for reinsdyr nediset i tre av fire år, mens senere har dette forekommet hvert år ([Peeters et al. 2019](#)). Låste beiter på grunn av is reduserer vinteroverlevelsen for svalbardrein. Regnet vinteren 2018–19 gjorde at store deler av tundraen ble islagt og forårsaket sannsynligvis den høyeste dødeligheten av reinsdyr noen gang. På grunn av liten tilgang på mat gjennom vinteren var kroppsvektene lave, og få simler var drektige. Vegetasjonsovervåkingen viste store vinterskader, særlig på vedaktige planter som reinrose. Reinsdyrene klarte å kompensere for tapt beite ved å spise tang der det var mulig ([Hansen et al. 2019](#)).

I tidligere tider ble reinsdyrene på Svalbard kraftig desimert av fangstfolk og utryddet i enkelte områder. Dette førte til at Svalbardreinen ble vernet i 1925. Bestanden har sakte, men sikkert bygget seg opp og er nå beregnet til ca. 22 000 dyr. Dette er omtrent en fordobling av bestanden siden 1980-tallet ([Le Moullec et al. 2019](#)).

Arktisk råd

Norsk Polarinstitutt deltok med eksperter i flere Arktisk råd-prosjekter i regi av AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) i 2019, om forurensing og klimaendringer, kartlegging av kvikksølv, marin mikroplast og forsøpling og klima, meteorologi og økologi. Etter SWIPA-rapporten (Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic, publisert i 2017 og [oppdatert i 2019](#)) kom en fagfelleurdert publikasjon om kunnskaps- og observasjonshull om havis i Arktis ([Gerland et al. 2019](#)).

Polarinstituttet deltok i AMAP-arbeidsgruppens norske delegasjon, og avdelingsdirektøren for Miljø- og kartavdelingen var styreleder i AMAPs stiftelsesstyre. Instituttets forskere og rådgivere bidro til arbeidet med nasjonal gjennomgang av AMAP-produkter, deltok i flere av AMAPs ekspertgrupper, leverte data til AMAPs arbeid og bidro til artikler. Instituttet deltok også med flere eksperter i Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) sine styrende



En krykkje slippes fri etter kodemerking under feltarbeid på Grumant på Svalbard. A kittiwake is free after code tagging during field work at Grumant in Svalbard. Foto/Photo: Siri Uldal, NP/NPI

organer, faggrupper og med vitenskapelige artikler – inkludert den norske delegasjonen til CAFF-styret, ledelse av ringselettnettverket og storkobbprosjektet. Instituttet deltar også aktivt i Protection of the Marine Environment (PAME), bl.a. ved deltakelse i ekspertgrupper og bidrag til rapporter.

Norsk–russisk miljøsam arbeid

Norsk Polarinstitutt ledet i 2019 følgende prosjekter under den norsk–russiske miljøvernkommisjonens arbeidsprogram 2019–2021: HAV-1 Konsept for forvaltningsplan for Barentshavet, HAV-2 Barentsportal – miljødataportal for Barentshavet og HAV-3 Økosystembasert overvåking i Barentshavet. Instituttet deltar også i prosjektene HAV-5 Marin forsøpling og mikroplast i Barentshavet, BIO-1 Populasjoner av sjøfugl og BIO-3 Populasjoner av marine pattedyr.

Polarinstituttet leder arbeidet med utarbeiding og publisering av miljøstatus for Barentshavet (HAV-2). Utvalgte økosystemkomponenter blir oppdatert i samarbeid med Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR) under ICES. I HAV-2 oppdaterte WGIBAR utvalgte økosystemkomponenter i [Barentsportal](#) som et ledd i en årlig oppdatering av en felles norsk–russisk miljøstatus for Barentshavet. Kart som visuali-



En snøpetrell på Svarhamaren, det eneste verneområdet i Antarktis der Norge er ansvarlig. *A snow petrel at Svarthamaren, the only protected area in Antarctica for which Norway is responsible.*
Foto/Photo: Sebastien Decamps, NP/NPI

serer endringer i habitat for isbjørn i Barentshavet ble også oppdatert, og Norsk Polarinstittutt fikk produsert tre kortfilmer. [Filmene](#) presenterer den bilaterale aktiviteten innenfor havmiljøsamarbeidet. I HAV-3 er det gjennomført flere prosjekter innenfor temaene forurensning, sårbare og truede arter og isavhengige sjøpattedyr. Prosjektene styrker kunnskapsgrunnlaget innenfor disse områdene og videreutvikler metoder for samordnet økosystembasert miljøovervåking i Barentshavet.

Den utryddingstruede grønlandshvalen

I et Arktisk råd-prosjekt om grønlandshval brukes data fra satellittsensere på individer fra Spitsbergen-bestanden for å få informasjon om kjerneområder og sesongmessige vandringer til denne sjeldne hvalarten. Vevsprøver for genetiske undersøkelser av bestandstilhørighet og spekkprøver for analyser av forurensningsstoffer skal også samles inn. Feltarbeidet i 2019 foregikk på et oseanografisk tokt med FF Kronprins Haakon i Framstredet i september. Det ble kun merket og tatt prøver fra én grønlandshval. Tre andre individer ble observert, men lot seg ikke merke da de dykket. Siden 2017 har unike data om grønlandshval gitt et nytt bilde av denne antatt nesten utryddede bestanden. Tellinger gir anslag på over 300 dyr i et område i drivisen nord for Svalbard.

Mer kunnskap om hvalross

I hvalrossprosjektet samles informasjon om utbredelse, vandringer og respons på ulike ytre påvirkninger (isforhold, skipstrafikk etc.) i russiske og norske havområder. Det er satt ut 40 GPS-loggere på Svalbard og 18 i

Petsjorahavet som kan logge data i minst fem år. Dataene vil gi ny innsikt i habitatbruk og hvordan enkeltindivider takler f.eks. årstidsvariasjon i isforhold. I 2019 kom nye data på seks av de sju nedlastingsstasjonene. Mobile nedlastingsstasjoner på turistbåter observerte ingen hvalross i år, og det kom ingen data fra russiske kolleger på Vajgatsjøya i Petsjorahavet da isforholdene gjorde at dyrene ikke brukte tidligere års liggeplasser. Polarinstittuttet har så langt sporingsdata fra 33 individer fra Svalbardområdet hvorav flere datasett har en varighet på over fire år. Det er gitt ut sju publikasjoner (fire i løpet av 2019) basert på materiale samlet inn fra hvalross, med støtte fra den norsk-russiske miljøkommisjonen.

Isbjørn i norsk-russisk Arktis

Arbeidet med isbjørn under HAV-3 er konsentrert om ynglehstudier og demografi. Modeller benytter topografi og værddata for å peke ut fordelingen av egnede områder for isbjørnhi -områder med god snøopplagring som er nødvendige for reproduksjon. Himodellering ble fullført for hele Frans Josefs land, og dataene tilgjengeliggjøres for russiske kolleger. Ved fangst av isbjørn tas mål og vekt av dyrene og kondisjon (fettmengde) regnes ut. Kondisjon er viktig for overlevelse og reproduksjon. Data om kondisjon og ungeproduksjon ble samlet inn i april 2019 som en del av instituttets langtidspåprogram for isbjørnovervåking. Hiposisjoner for 13 binner med GPS-halsbånd denne vinteren brukes til å evaluere himodellene. Kameraer som ble satt ut ved to hi våren 2019 samler også inn data. Både kondisjon og andel binner med ett-åringer våren 2019 ligger innenfor det vanlige. Data finnes i www.mosj.no.

Ekspertnettverk om sjøfugl

Populasjoner av sjøfugl (BIO-1) omfattet i 2019 felles norsk-russisk bestandstelling av ismåke som er del av en internasjonal bestandstelling i 2019 for Canada, Grønland, Svalbard og Russland etter initiativ fra CAFF og Arktisk råd, ledet av Norge ved Norsk Polarinstittutt. I juni og juli 2019 ble alle kjente hekkeplasser på Svalbard besøkt (ca. 80), og åtte nye kolonier ble dokumentert. Tellingen dokumenterte en hekkebestand på ca. 1200 par, noe som antyder en nedgang i hekkebestanden på Svalbard på 3 % pr. år i perioden 2006–2019. Samarbeidet om sjøfugl er organisert som et ekspertnettverk som møtes årlig, annet hvert år på norsk og russisk side. Samarbeidet hadde 30-års jubileum i 2019. Nettverket har utviklet to databaser som ble oppdatert gjennom 2019: en over russisk sjøfugllitteratur (som ikke er tilgjengelig utenfor Russland) og en over alle sjøfuglkolonier i Kvitsjøen, Barents- og Karahavet.

Sammenstilling av kunnskap

I mai 2019 leverte Norsk Polarinstittutt en kunnskapssammenstilling i forbindelse med utvidelse av Nordenskiöld Land nasjonalpark. Van Mijenfjorden er en fjord med naturlig beskyttende øyer utenfor og med flere isbreer som ender i fjorden. Rapporten sammenstilte den kunnskap som finnes om isforholdene i fjordene på Vest-Spitsbergen generelt, og i Van Mijenfjorden og Van Keulenfjorden spesielt. Kunnskap om pattedyr, sjøfugl og vegetasjon som avhenger av fjordisen og/eller er sårbare for økt menneskelig aktivitet ble også presentert.

Ny kunnskap om økosystemene i Sørishavet

Norsk Polarinstittutt gjennomførte i perioden februar-april 2019 et tokt med FF Kronprins Haakon til havet og kysten utenfor Dronning Maud Land. Hovedmålet var å skaffe



kunnskap fra området øst for nullmeridianen til og med Astridryggen på 13°Ø. Med på toktet var forskere fra Norsk Polarinstitutt, Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU, Universitetet i Pretoria og Southern Ocean Carbon & Climate Observatory i Sør-Afrika. Toktet vil bidra med ny kunnskap fra denne lite undersøkte regionen i årene som kommer. En overraskende oppdagelse var en tidligere udokumentert algeoppblomstring i et stort område (100 x 400 km) med havdyp over 3000 m. Oppblomstringen hadde en ekstremt høy planktonbiomasse til å være om høsten og tiltrakk seg store mengder krill, sjøfugl og hval.

Økosystembasert marin forvaltning i Antarktis

Norsk Polarinstitutt bidrar til grunnlaget for en økosystembasert marin forvaltning i Antarktis. Instituttet deltar i møter under Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) og har deltatt i den faglige utviklingen av en «feedback management»-tilnærming i forvaltningen av krillfiskeriene i Sørishavet. Instituttet ledet utformingen og presentasjonen av et nytt økosystembasert forvaltningssystem for krillfiskeriene som resulterte i at Norge nå har en ledende rolle i utviklingen av dette nye forvaltningssystemet for krill. I tillegg er Norge ledende i utviklingen av en ny arbeidsgruppe i SCAR, Functional Responses and Antarctic Predator Prey Ecology, som er et flernasjonalt vitenskapelig samarbeid for å utvikle nye overvåkningsmetoder for økosystembasert forvaltning.

Som ledd i arbeidet med «feedback-management» gjennomførte Norsk Polarinstitutt feltstudier under Havforskningsinstituttets krilltokt til Antarktishalvøya for å se på krillpredatorers (sel og pingvin) arealmessige dynamikk. Dette ble gjort for å forstå og redusere risikoen for at fiske skal påvirke krillbestandene på en måte som igjen påvirker de krillavhengige predatorer negativt.

Innenfor rammen av partsmøtene til Antarktistraktaten og miljøkomiteen har instituttet bidratt til å løfte diskusjoner knyttet til koblingene mellom hav og land og behovet for å se forvaltningsregimene i sammenheng.

Marine verneområder i Antarktis

Norsk Polarinstitutt er faglig rådgiver i diskusjoner om forslag til etableringer av marine verneområder (MPA) i Antarktis, og instituttet er ansvarlig for å gjøre det faglige grunnarbeidet for den østlige delen av et eventuelt MPA.



Antarktispelssel kan tilpasse seg og spise mer fisk der det er mindre tilgang på krill. *Antarctic fur seal can adapt and eat more fish where less krill are available.* Foto/Photo: Audun Narvestad; NP/NPI

Polarinstituttet arrangerte en internasjonal workshop om Maud Area Assessment-prosjektet i Tromsø i mai hvor formålet var å sikre oversikt over og tilgang til relevant data, samt starte arbeidet med å identifisere beste og mest hensiktsmessige tilnærming for modellering og analyser.

Kunnskapsbaserte beslutninger for Antarktis

Gjennom deltakelse i Antarktistraktatsystemet bidro Polarinstituttet til flere kunnskapsbaserte beslutningsprosesser knyttet til forvaltningen av Antarktis. Instituttet var ansvarlig for utarbeidelsen av et antall forvaltnings- og policyrettede dokumenter og forslag til årets miljøkomitemøte (CEP) og traktatmøte (ATCM). Blant disse kan nevnes at Norge la i miljøkomiteen fram et forslag til retningslinjer for listing av verneområder og at den justerte forvaltningsplanen for Svarthamaren – det ene verneområdet i Antarktis der Norge er ansvarlig – ble godkjent. Norsk Polarinstitutt har ansvar for overvåking av sjøfugl i dette området. Norge fremmet to forslag for å redusere risiko knyttet til flytrafikk i Antarktis, der det ble vedtatt videre arbeid med kommunikasjonsrutiner. Det var enighet om behovet for videre diskusjoner om nasjonal godkjenning av operatører, som ble pekt på i det andre forslaget.

Polarinstituttet var også aktivt involvert i utarbeidelsen av dokumenter om kulturminne, Antarctic Environments Portal og oppdatert forvaltningsplan og kart for Deception Island. Alle dokumenter til møtet i CEP og ATCM finnes [her](#). Instituttet deltar i den norske delegasjonen til traktatmøtet og Ellen Øseth er norsk representant i miljøkomiteen. Fra og med møtet i 2019 er det Birgit Njåstad i Norsk Polarinstitutt som leder miljøkomiteen. Direktør Ole Arve Misund er norsk delegat i Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) og instituttet representerer Norge i alle de faste arbeidsgruppene i vitenskapskomiteen SCAR.

Helhetlig forvaltning av miljøverdier for Antarktis

Norsk Polarinstitutt bidrar til å forberede grunnlaget for helhetlig forvaltning av miljøverdiene knyttet til det antarktiske kontinentet, blant annet gjennom prosesser for å ivareta økosystem og økosystemtjenester. Instituttet deltok aktivt i CEPs undergruppe for klima som har overordnet ansvar for CEPs klimahandlingsplan. I tillegg deltar Polarinstituttet i mange relevante prosesser og grupper, som SCAR Life Science Group, Physical Group, Geoscience Group, Data Management, Geographic Information, SOOS Committee (Southern Ocean Observing System) og Special Working Group DML.

Samarbeid med Sør-Afrika

Norsk Polarinstitutt var tungt involvert i planlegging og gjennomføring av et bilateralt seminar med det sør-afrikanske antarktismiljøet i desember i Cape Town. Hovedmålet var å få oversikt over hverandres antarktiskforskning, identifisere fellesområder og etablere formell kontakt om framtidig samarbeid på ulike nivåer. Seminaret var vellykket med god og bred deltakelse fra relevante miljøer.

Polarinstituttets miljøovervåking

Norsk Polarinstituttets overvåkningsprogrammer bidrar med kunnskap til økosystemovervåking; i nord til MOSJ, helhetlig havforvaltning, miljøsamarbeidet med Russland og AMAP og i sør til CCAMLR. I 2019 ble det samlet inn data for en mengde komponenter. Data samlet fra marint miljø omfattet oseanografi (vanntemperatur, saltholdighet, vann-



kjemi, havstrømmer), havnivå, havis (tykkelse, utbredelse), planteplankton, dyreplankton, [hvalross](#), marine pattedyr (observasjonsprogram og akustisk overvåking av hvaler, sel og støy), sjøfugler (regulær overvåking av bestandsutvikling, demografi og næringsvalg, inklusive SEAPOP – [havhest](#), [ærfugl](#), [storjo](#), [krykkje](#), [polarmåke](#), [ismåke](#), [lomvi](#), [polarlomvi](#) og [alkekonge](#)), [isbjørn](#), oseanografiske overvåkingsserier under Fimbulisen i Antarktis, sjøfugler i Svarthamaren (regulær overvåking av bestandsutvikling, demografi og næringsvalg) og antarktispetrell. Data fra terrestrisk miljø omfattet [svalbardrein](#), [fjellrev](#), [svalbardrype](#) og vegetasjon.

Forskning for bærekraftig forvaltning av Barentshavet

Formålet med prosjektet [Arven etter Nansen](#) er å finne ut hva som skjer når havisen smelter og det nordlige Barentshavet åpner seg. Fisk og næringer trekker nordover til et havområde man vet relativt lite om. I 2019 ble tre vellykkede tokt, gjennomført – ett ledet av Norsk Polarinstitutt. Kunnskapen som skaffes i Arven etter Nansen-prosjektet er viktig for å sikre en langsiktig og bærekraftig forvaltning av Barentshavet i årene framover. Prosjektet skal gå fram til 2023, ledes av UiT Norges arktiske universitet med bileddelse av Norsk Polarinstitutt og Universitetet i Bergen, og har deltakere fra ti norske institutter og universiteter.

Observasjoner av arktisk tundra

[Klimaøkologisk Observasjonssystem for Arktisk Tundra - COAT](#) er et langsiktig økosystembasert overvåkningsprogram som setter søkelys på to drivere av økosystemendringer: klima og forvaltning. I løpet av 2016–2020 etableres forskningsinfrastruktur for adaptiv økosystem-

overvåking på Svalbard. Naturovervåkingen på Svalbard integreres med nye tidsserier, og den økologiske overvåkingen samordnes med overvåking av klima. Det ble gitt tillatelse til å sette opp tre fullskala meteorologiske stasjoner på Nordenskiöld Land, mens det ikke ble gitt tillatelse i verneområdene, noe som reduserer COAT-prosjektets evne til å nå målene. Etablering av felt-lokaliteter (45 målestasjoner for vegetasjon, beitedyr og is-skader pr 2019), utvikling av nye metoder (bl.a. drone, kamerastasjoner og lyttstasjoner for rype) og innkjøp av utstyr går etter planen.

Sjøfugler i nord

I forskningsprogrammet [SEATRACK](#) kartlegges norske sjøfuglers arealbruk utenfor hekkesesongen, og samtidig følges bestander fra våre naboland som kommer inn i norske havområder. Første fase ble avsluttet i 2018, men med støtte fra Klima- og miljødepartementet, Kystverket og Norsk Olje og Gass sammen med åtte operatørselskaper ble programmet videreført for 2019 til 2022. I denne fasen omfattes også kolonier i Irland, Vest-Scottland, Grønland og Canada, slik at alle landene rundt Nordøst-Atlanteren nå deltar i samarbeidet. 2019-sesongen var vellykket, og over 2000 lysloggere ble satt ut i nærmere 40 kolonier fra Novaja Semlja i nordøst til Newfoundland i sørvest. I 2019 ble det også satt loggere på unger av flere arter for å kartlegge de unge fuglenes trekkruter og vinterområder før de rekrutteres inn i den voksne hekkebestanden. Analyse av bevegelsesdata fra lysloggere er komplisert, og SEATRACK-prosjektet har laget en manual for analyse av slike data ([Lisovski et al. 2019](#)). SEATRACKs første doktorgrad, en avhandling om migrasjon hos lomvi og polarlomvi i Nordøst-Atlanteren, ble avlagt i mai.



En flokk hvithvaler dykker foran Nordenskiöldbreen på Svalbard. Her foretar de vanligvis korte og grunne dykk etter mat om sommeren. *A pod of beluga whales dives in front of the Nordenskiöld glacier in Svalbard. Here, they usually make short and shallow dives for food during the summer.* Foto/Photo: Ann Kristin Balto, NP/INP

Naturmangfold

Polarinstituttets innsats på naturmangfold gjøres ved omfattende demografiske studier, sporings- og atferdsstudier, flytelling, genetiske og andre økologiske studier av utvalgte arter og eksperimenter og metodisk utvikling. Slik bidrar instituttet til kunnskap om viktige leveområder for arktiske nøkkelarter og om effekter av klimaendringer og andre menneskeskapte forstyrrelser som kan utgjøre farer for det biologiske mangfoldet. Forskingen på biologisk mangfold i polarområdene i 2019 var rettet mot prioriterte områder som konsekvensene av klimaendringer på karak-terarter for Svalbardregionen.

Færre isbjørninger

Isutbredelsen i Arktis blir stadig mindre. I en del områder smelter også tidevannsbreer, eller trekker seg gradvis inn på land. Disse endringene påvirker utsatte årsklasser av dyr på ulik måte. Hos isbjørnbinner fra Svalbard, som ble fanget mellom 1992 og 2017 ([Folio et al. 2019](#)), fant man at kullstørrelsen hos yngre mødre ble redusert fra to til en unge i snitt i løpet av april. Ungekullene til eldre binner hadde mye bedre overlevelse. Store kull (tre unger) fant man stort sett bare hos ekstra store binner.

Ringsel vil ha isdekke

Sesongvis habitatbruk hos ringsel fra Barentshavbestanden ble modellert ved bruk av sporingsdata ([Lone et al. 2019](#)). Analyser viser at ringselene foretrekker å oppholde seg i områder med 50 % isdekke. Høyere iskonsentrasjoner (80-100%) har mellom 1,4 og 2,2 ganger større sjanse for å bli valgt enn lavere iskonsentrasjoner og åpent vann. Dette habitatet utenskjærs har gradvis flyttet seg nordover med klimaendringene de seinere tiårene. For ringselen vil dette antakelig få negative effekter fordi lengre vandringsveier gir økt energiforbruk.

Klimaendringer kan gi økt konkurranse for sel

Klimaendringene har ført til stor og rask reduksjon av habitatene for isavhengige seler på Svalbard. ([Hamilton et al. 2019](#)) så på mulig overlappende områdebruk og artsspesifikk adferd hos ringsel og storkobbe. Ringselene tilbrakte mesteparten av tiden nær brefronter, mens storkobbene oppholdt seg i grunne, kystnære områder noe lengre unna brefrontene. Framtidige endringer i det arktiske miljøet kan føre til endringer i utbredelse og antall og i dietten til de to selartene, med potensial for mer overlappende områdebruk og konkurranse mellomartene.

I en annen studie dokumenterte [Hamilton et al. \(2019\)](#) atferdsmessig utvikling hos storkobber gjennom første leveår. Ungene oppholder seg mesteparten av tiden i grunne, kystnære områder med middels iskonsentrasjon i de årstidene hvor man har is, tidlig vinter og vår. Storkobbeungene var fysiologisk og atferdsmessig godt utviklet når de var rundt to måneder gamle, men viste enda ikke den individuelle spesialiseringen som finnes hos voksne individer.

Hval endrer beiteområder

Hvithvalene på Svalbard tilbringer sommermånedene nær kysten hvor de foretar mest korte og grunne dykk ([Vacquie-Garcia et al. 2019](#)). Flesteparten av de dykkene som sannsynligvis er etter mat, foregår foran isbrefronter. Om vinteren presses hvalene bort fra kysten av isen. De dykker da dypere og spiser antakelig byttedyr som står nær bunnen. Reduksjon i antall isbreer som kalver i havet og andre

endringer i det kystnære marine miljøet på Svalbard kan ha negative konsekvenser for denne hvalbestanden. Ulike arter responderer ulikt på endringer i miljøet. [Hamilton et al. \(2019b\)](#) undersøkte responsen hos ringsel og hvithval på økende innstrømming av Atlanterhavsvann i fjordene på vestsiden av Svalbard. Etter en periode med store miljøendringer som startet i 2006, tilbringer nå ringselene betydelig mer tid ved brefrontene, hvor det fortsatt er mer arktiske forhold. Hvithvalene bruker nå mindre tid ved brefrontene og finner heller mat i andre områder, sannsynligvis på nye byttedyr som er kommet inn med Atlanterhavsvann.

Akustisk overvåking

Passiv akustisk overvåking (PAM) av lyder fra ulike marine pattedyr er en kostnadseffektiv metode for å identifisere viktige leveområder og å studere dyrenes atferd på avstand. [Ahonen et al. \(2019\)](#) brukte metoden til å studere narhval i Framstredet. Vokalisering og ekkolokalisering viste at denne hvalarten oppholder seg i dette området året rundt. Dette er uvanlig, fordi andre bestander av narhval vandrer mellom kystnære, isfrie områder om sommeren og islagte havområder om vinteren.

Ny oversikt om spekkhoggere

[Jourdain et al. \(2019\)](#) publiserte den første, omfattende litteraturoversikten om spekkhoggere i Nord-Atlanteren siden 1998. Her ble fordeling, mengde, vandringsmønster, genetisk struktur, akustikk, populasjonsparametere og trusler mot bestanden rapportert.

Håkjerring bruker luktesansen

Hos brusfisker er variasjoner i hjernestørrelse og hjernens regioner ofte relatert til primærhabitat eller spesifikke atferdsmønstre. [Yopak et al. \(2019\)](#) har sett på organiseringen av hjernen til håkjerring. Resultatene viser at håkjerringene orienterer seg mer etter lukter enn synsinntrykk, selv om de er toppredatorer i arktiske farvann.

Sjøfugl som bioindikator

Sjøfugl brukes ofte som bioindikatorer for havmiljøet fordi man forutsetter at endringer i sjøfuglpopulasjoner er drevet av endringer i hva de spiser. [Hovinen et al. \(2019\)](#) testet denne hypotesen på fire sjøfuglarter på Svalbard og fant at endringer i sammensetningen av byttedyr utenfor hekkeseongen til dels kan forklare endringer i hekkesuksess hos sjøfugl på Svalbard. Egnetheten som bioindikator er avhengig av hvor direkte sammenhengen er mellom byttetilgang og hekkesuksess. I dette tilfellet må vi forstå bedre hvilke andre faktorer som også kan påvirke hekkesuksessen før vi kan si om den kan tjene som bioindikator.

Arktiske sjøfuglers reproduksjon

Responsen til arktiske sjøfugler på en tidligere vår er avhengig av havområde og beitestrategier. Overflatebeite-ende sjøfugl i Stillehavet har i løpet av de siste 35 årene skjøvet sin reproduksjon frem i tid, mens dykkende arter har vist meget stabil reproduktiv timing både i Stillehavet og Atlanterhavet ([Descamps et al. 2019](#)). I det nordøstlige Atlanterhavet er polarlomvienes og lomvienes ankomst til koloniene skjøvet fram med to uker over ti år. Tidspunktet for eggleggingen er likevel uendret ([Merkel et al. 2019](#)). Dette resultatet viser at visse deler av sjøfuglenes hekkefenologi varierer med endringer i miljøet.

Isfritt Polhavet

Polhavet vil sannsynligvis ikke ha isdekke om sommeren i 2050, og det vil ha store økologiske konsekvenser. I en studie av arktiske fuglearter ([Claribaux et al. 2019](#)) ble det funnet at 29 arter vil kunne etablere et transpolart trekk og overvintrere i det nordlige Stillehavet i stedet for Atlanterhavet, mens det er mulig at 24 arter vil forbli i hekkeområdet hele året igjennom.

Fordeler og utfordringer for hvitkinngåsa

[Layton-Matthews et al. \(2019\)](#) analyserte 28 år med individbaserte data om reproduktive stadier og aldersspesifikke overlevelsesrater for en bestand av migrerende, høyarktiske hvitkinngjess som hekker ved Ny-Ålesund og overvintrer i Skottland. De fant at klimaendringene så langt har hatt både positive og negative virkninger for gjessene. De positive er økt eggproduksjon og klekkesuksess etter tidligere start på våren og varmere somre på Svalbard og økt vinteroverlevelse som skyldes mildere vintre i Skottland. De negative virkningene er at færre kyllinger ble flygedyktige som følge av mer fjellrev på Svalbard (en indirekte klimaeffekt). Til sammen gir dette en netto nulleffekt. Hvis gåsebestandene i Arktis skal reguleres på en bærekraftig måte, må både direkte og indirekte effekter av klimaendringene fra Europa til Arktis tas med i beregningen. Det er ikke bare klimaet som påvirker gjessene. Fjellreven tar mange egg, kyllinger og voksne kortnebbgås. Reirene til yngre og mer uerfarne foreldre og dårlige reirlokalteter med lang vei til spiseplassene i flate skråninger var mest utsatt ([Anderson et al. 2019](#)).

Trusler mot fjellrev

Fjellrev kan tilbakelegge store avstander og har stor spredningsevne. Et sporingsstudium viste at en ung fjellrevtispe vandret 3506 km på drivisen fra Svalbard helt til Ellesmereøya i Canada på 76 dager ([Fuglei & Tarroux 2019](#)). Om havisen minker ytterligere, kan det få store konsekvenser for fjellrevpopulasjonen fordi det vil hemme genetisk flyt og reetablering av lokalt utdødde bestander.

Fjellrev på Svalbard er bærere av adenovirus type 1. Viruset er helt unik og skiller seg fra virus som i dag smitter villlevende rovdyr og hunder og forårsaker hepatitt. Det er behov for mer oppmerksomhet om genetiske forskjeller i virus som sirkulerer i rovdyr og som kan overføres til hund og redusere effektiviteten til eksisterende vaksiner ([Balboni et al. 2019](#)). Fjellrev er ikke bare bærer av virus, men også innvollparasitter. Fra tidligere vet vi at de er bærere av en parasitt som har østmarkmusa som mellomvert. [Myskova et al. \(2019\)](#) undersøkte avføring fra fjellrev og fant seks ubeskrevne parasitter hvorav kun én også fantes i østmarkmus. Det er ikke kjent om nyoppdagelsene skyldes migrasjon av individer fra andre populasjoner eller ikke.

Kvikksølvnivået i fjellrev fra Svalbard økte i perioden 1997–2014 ([Hallanger et al. 2019](#)). Fjellrever med marin diett hadde høyere verdier enn individer som har levd inne på land og spist reinsdyrkadavre.

Sykloner påvirker fugl

På midlere breddegrader påvirker ekstratropiske sykloner (ETS) lokale forhold i vær og marine omgivelser. En studie av [Guéry et al. \(2019\)](#) viste at variasjoner i vinter-ETS kan påvirke overlevelsen hos ærfugl fra Canada, fastlands-Norge og Svalbard. Som biprodukt av dette arbeidet kom en metodebeskrivelse for bruk variabler som ikke er uavhengige ([Guéry et al. 2019b](#)).



Fjellsmelle er vanlig på Svalbard. Modeller viser at noen plante-grupper øker i mengde ved varmere levevilkår. *Moss campion is common in Svalbard. Models show that some groups of plants increase in number in warmer conditions.* Foto/Photo: Øystein Overrein, NP/NPI

Strategi for klekking

Samtidig klekking hos byttedyrarter forklares ofte med at de overrasker predatoren slik at predatoren blir mindre effektiv, og hvert enkelt avkom får større sannsynlighet for overlevelse. I en studie fant [Descamps \(2019\)](#) at antarktispetreller som bare har én spesialisert predator, klekker veldig synkront, mens krykkje og polarlomvi i Arktis, som har mange generalistpredatorer, har mindre klekking på samme tid. Overvåking av sjøfuglkoloniene i Svarthamaren i Antarktis over tid har gitt mulighet til å studere en rekke forhold som er knyttet til klimaendringene. [Descamps \(2019\)](#) benyttet bl.a. data herfra i denne studien.

Biologisk mangfold, flora og klima

Det biologiske mangfoldet av beitedyr kan overordnet forklares både av beite, predatorer og vær. En sirkumpolar studie bekrefter viktigheten av å studere og overvåke beitedyr, vegetasjon, rovdyr og klima samtidig ([Speed et al. 2019](#)). I en annen sirkumpolar studie, gjennomført av «Conservation of Arctic Flora and Fauna» (CAFF), kommer det fram at overvåkingsdata og eksperimentelle oppvarmingsstudier viser ulike resultater for plantenes mengde og fenologi ([Bjorkman et al. 2019](#)). Det vanligste resultatet var ingen endring over tid, mens noen plantegrupper (urteplanter, graminoider, busker) økte i mengde under eksperimentell oppvarming. Det er også påvist et regime-skifte i kryosfæren parallelt med klimaendringene. Modeller av bakkeis på tundraen antyder at isfrie vintre praktisk talt ikke har forekommet siden 1998, mens det tidligere (1957–1998) forekom slike vintre hvert 3–4 år ([Peeters et al. 2019](#)).

Trusler mot sjøfugl

[Rodriguez et al. \(2019\)](#) presenterte en gjennomgang av de viktigste årsakene til bestandsnedgang blant lirer og petreller, noen av de mest truede familiene av sjøfugl. Seks globale trusler mot denne sårbare gruppen av sjøfugler blir identifisert, nemlig introduserte arter, overfiske, bifangst i kommersielt fiskeri, lysforurensning, klimaendringer og havforsuring.



Mer atlantisk vann i Polhavet øker produksjonen

En studie av vannmasser og plankton fra Rijpfjorden ([Hop et al. 2019a](#)) over sokkelen og kontinentalskråningen til Polhavet viste at atlantisk vann dominerer over kontinentalskråningen og av og til kommer inn over sokkelen. Forholdet mellom atlantehavsvann og smeltevann påvirker den kjemiske balansen i området. Under slike forhold foregikk veksten til planteplanktonet nær grensen til det eufotiske dypet (med nok lys for fotosyntese), hvor algene fremdeles hadde tilgang til næringsstoffer. Fortsatt klimaoppvarming forventes å øke andelen boreale arter og pelagisk produksjon i Polhavet. Under «Norwegian Young Sea ICE Expedition ([N-ICE2015](#))» ble genetiske data samlet fra overflaten og ned til 250 meter under havisen i perioden mars til juni. Resultatene viste at prokaryoter knyttet til den biogeokjemiske nitrogensyklusen er mer vanlige når det er lite lys om vinteren og/eller under tykt snødekke. Totalt ble mer enn 1200 arter av prokaryoter identifisert. Denne studien viste et høyt mikrobielt mangfold på sen vinter og tidlig vår ([de Sousa et al. 2019](#)).

Alger under isen

Isalger er viktige økosystemkomponenter i Polhavet, og våroppblomstringen er en kritisk del av den årlige produksjonssyklusen. Da forskningsskipet Lance og N-ICE2015-prosjektet nærmet seg iskanten på våren, fant [Olsen et al. \(2019\)](#) en oppblomstring av den fototrofiske ciliaten *Mesodinium rubrum* på undersiden av nydannet drivis. Når havis fryser, frigjøres det salt. Det salte vannet er tyngre enn det arktiske vannet og synker. Det erstattes av vann fra dypere vannlag, noe som ga vilkår for oppblomstringen under isen.

Alger endrer pigmentene dels for å beskytte seg mot skadelig sollys og dels for å kunne fotosyntetisere maksimalt. Alger som lever under bar is har god tilgang på lys, mens de under snødekt is må tilpasse pigmenteringen slik at de kan ta opp nok sollys. [Kauko et al. \(2019\)](#) beskrev hvordan algene tilpasser pigmenteringen sin for å kunne utnytte sollyset best mulig. Polisen er i ferd med å endre seg, og det går mot et system med mer snø på isen og dermed mindre lystilgang for algene ([N-ICE2015](#)).

Algeoppblomstringer spiller en sentral rolle i økologien og biogeokjemien i alle vannforekomster fra små dammer til havet ([Assmy et al. 2019](#)). Variasjoner fra år til år i våroppblomstringene av planteplankton i Kongsfjorden er hovedsakelig avhengige av mengde og dybde av atlantiske vannmasser i fjorden, havisforhold og smeltevannsavrenning fra breer om sommeren ([Hegseth et al. 2019](#)).

Økosystemet i Kongsfjorden endres

Oppstrømning av ferskvann fra breelvene under Kronebreen på Svalbard fører med seg store mengder næringsrikt bunnvann til overflaten og gir økte konsentrasjoner av ammonium, nitrat og til dels silisium i indre deler av fjorden. Mengden oppløst uorganisk nitrogen som brennervannet transporterer til overflaten er nok til å øke primærproduksjonen i Kongsfjorden ([Hallbach et al. 2019](#)). På grunn av innsig av varmere vann med atlantiske planktonarter og fisk vil økosystemet i Kongsfjorden endre seg. Dyreplanktonets sammensetning gjenspeiler forholdet mellom arktiske og atlantiske vannmasser i fjorden og endres med økende temperatur og minkende havis ([Hop et al. 2019b](#)). Langtidsdata (1996–2016) viser at noen atlantiske arter har blitt mer vanlige i Kongsfjorden. Dette kan skyl-



Isalger trenger lys for å leve, men må også beskytte seg mot sterkt sollys. *Ice algae need light to survive, but must also protect themselves from excessively bright sunlight.*
Foto/Photo: Pernilla Carlsson, NP/NPI

des høyere temperaturer og at biomassen av dyreplankton har økt. Data fra Norsk Polarinstitutt sine lange tidsserier benyttes i modellering for å vise endringer i økosystemets struktur og funksjon knyttet til klimavariasjoner og oppvarming i Arktis. Rigger med sensorer og vitenskapelige instrumenter ([Hop et al. 2019c](#)) bidrar med data om fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Arktiske marine næringskjeder kan tilpasse seg

Modellstudiet til [Griffith et al. \(2019\)](#) viste at arktiske, marine næringskjeder kan hente seg inn igjen etter å ha vært negativt påvirket av klimaendringer i en varmeperiode fra 2006 til 2008, og at de vil kunne tilpasse seg endringene. Dette er lovende for marine økosystemer, men samtidig må det understrekes at studiet kun dekket en tidsperiode på 12 år. Utviklingen må derfor følges nøye i tiden som kommer. Det er utfordrende å modellere en fjord som Kongsfjorden, hvor det varme atlantiske vannet blandes med kaldt ferskvann og som har forskjellige mengder med oppløst uorganisk materiale. [Duarte et al. \(2019\)](#) utviklet en fjordmodell for framtidsscenarioer med endrede klimatiske og fysiske forhold. Assmy et al. 2019

Få arter av tang og tare

Makroalger som tang og tare er en viktig økologisk komponent i Kongsfjorden. Diversitetsdata for makroalger ble presentert i [Fredriksen et al. \(2019\)](#) og sammenliknet med data fra hele Svalbard. Totalt har 197 arter av makroalger blitt observert på Svalbard, 84 av dem i Kongsfjorden. Bøntiske diatomer koloniserer store deler av Kongsfjorden i høye tettheter. Totalt har 69 arter blitt identifisert, som er relativt få sammenliknet med andre grunne bløtbunnsområder i varmere regioner.

Planteplankton i islagt hav i Antarktis

Polynyaer – åpne områder i isen – er viktig for produksjonen av planteplankton i ellers islagte havområder. [Moreau et al. \(2019\)](#) viste at havissmelting og oppstrømning av vann fra dypet kunne forklare planteplanktonproduksjonen i tre antarktiske polynya. Disse resultatene er viktige, siden det forventes at klimaendringene vil påvirke havisdekket med konsekvenser for produksjonen og dermed karbonets sporten i det antarktiske økosystemet.



Fjernmåling ved hjelp av marine dyr

Bruk av fjernmåling på marine dyr kan forbedre overvåkingen av en rekke essensielle, oseanografiske variabler. [Harcourt et al. \(2019\)](#) ga en oversikt over forskjellige telemetrisystemer og pekte ut fremtidige veivalg. Metoden har et enormt potensial for å samle inn nye, biotiske og abiotiske data til oseanografiske observasjonssystemer og forbedre forvaltningen av våre havområder. Slike telemetriobservasjoner brukes i observasjonsprogrammet Southern Ocean Observing System (SOOS). [Newman et al. \(2019\)](#) beskrev SOOS vurdering av framskrittene innen observasjonsevne i Sørishavet det siste tiåret.

Antarktispelsel tilpasser seg

[Cleary et al. \(2019\)](#) studerte genetiske prøver fra antarktispelsel i de åtte største, subantarktiske koloniene og fant en lokal, predator-drevet naturlig utvelgelse. Resultatene indikerte at seler som har tilpasset seg overflod av krill har mindre evne til å ta til seg fisk som næring enn de som har tilpasset seg områder med begrenset krilltilgang. Lokal, genetisk tilpasning til spesifikke næringsregimer har betydning for forvaltningen av antarktispelsel.

Økosystem i Antarktis

Overvåking og modellering av økosystemene i Antarktis er spesielt utfordrende på grunn av vanskelig tilgjengelighet. [D'Ovidio et al. \(2019\)](#) diskuterte mulighetene som den nye SWOT-satellitten (Surface Water and Ocean Topography) vil gi for klima- og økosystemstudier. I Sørishavet vil SWOT blant annet gi bedre muligheter til å studere samspillet mellom kryosfæren (isbremmene, isfjellene og havisen) og det åpne havet.

Isbjørn utsettes for miljøgifter

Isbjørn er en av de arktiske dyreartene som er utsatt for de høyeste nivåene av langtransporterte miljøgifter som akkumuleres i den marine næringskjeden. Miljøgifter er i dag en av de største truslene mot isbjørnbestanden, etter klimaendringene. [Routti et al. 2019](#) gir en oppsummering av kunnskapsstatus for eksponering, spredning, nedbrytning og potensielle helseeffekter av miljøgifter hos isbjørn. Persistente organiske miljøgifter, som er regulert gjennom Stockholmkonvensjonen, utgjør fortsatt den største delen av miljøgiftbelastningen. Nivåene av de fleste regulerte stoffene har gått ned over tid, men ikke over hele Arktis. Miljøgifter påvirker skjoldbruskkjertelhormoner, lipidmetabolisme, hjernekjemi og immunsystem hos isbjørner fra ulike deler av Arktis. Lengre isfrie sommersesonger og økt sesongvariasjon i isutbredelsen fører til lengre fasteperioder for isbjørn. En labstudie ([Routti et al. 2019](#)) viste at eksponeringen for miljøgifter kan påvirke energibalansen hos isbjørn, for eksempel hvordan fett forbrennes. Studien bidrar til å forstå hvordan miljøgifter kan påvirke dyrenes helse og energitilstand.

Til tross for at det meste av Arktis ligger langt fra industrielle områder, er mange menneskeskapt kjemikalier funnet i høye konsentrasjoner i rovdyr i Arktis. [Lippold et al 2019](#) undersøkte om persistente organiske miljøgifter (POPs) i isbjørn er påvirket av variasjon i kroppskondisjon og diett. Resultatene tyder på at isbjørnen nå spiser mindre av marine byttedyr høyt oppe i næringskjeden enn før. Nivåer av noen stoffer har gått ned eller vært stabile, mens plantevernmidlene DDE og HCB som gikk ned fram til 2012 har siden økt betydelig. Studien tilfører ny kunnskap om hvordan utslipp og klimarelaterte endringer i diett og kroppskondisjon påvirker trenden for miljøgifter i en arktisk topp-predator.



Pannekakeis dannet i havet nord for Svalbard i november 2019. *Pancake ice formed in the sea north of Svalbard in November 2019.*
Foto/Photo: Hege Holen Paulsrud, NP/NPI



Hvalrossens helse

Høye nivåer av miljøgifter kan føre til helseeffekter som endringer i hormonsystemet og nedsatt immunforsvar. [Routti et al. \(2019\)](#) belyste en sammenheng mellom miljøgiftkonsentrasjon og markører for hormon- og immunsystemer hos hvalross fra Svalbard. Resultatene tyder på at endringer i hormon- og immunsystemene er koplet til miljøgiftnivået, men konsekvensene er ikke kjent. I tidligere studier av hvalross fra Svalbard fant man svært høye nivåer av miljøgifter hos enkelte individer, og man antok at dette kunne være fordi disse individene spiste sel istedenfor den vanlige kosten av muslinger. For å undersøke dette så [Scotter et al. \(2019\)](#) på stabile isotoper hos voksne hanner som spiste muslinger. Den store variasjonen i PCB- og pesticid-nivåene kan være knyttet til stor variasjon av disse stoffene på havbunnen, eller mellom arter på samme trofiske nivå. Studiene har gitt ny kunnskap om eksponering av miljøgifter og helse hos hvalross i området rundt Svalbard.



Forskere fant at hvalrossens helse blir påvirket av miljøgifter. *Scientists found that the health of walrus is affected by environmental toxins.* Foto/Photo: Nick Cobbing, NP/NPI

Miljøgifter hos fugl i Arktis

Studier av fluorerte miljøgifter (PFAS) og oksidativ status hos krykkjer på Svalbard viser en sammenheng mellom oksidative skader og langkjedete fluorforbindelser ([Constantini et al. 2019](#)). Teist som overvintrer på Svalbard har samme miljøgiftbelastning som krykkjer og polarlomvier som trekker fra Svalbardområdet om vinteren ([Eckbo et al. 2019](#)). Teist med lavere kroppsvekt hadde høyere miljøgiftbelastning og kortere livslengde enn de med høyere vekt. En sammenstilling av miljøgiftnivået hos storjo fra seks kolonier i Nord-Atlanteren viste stor variasjon mellom de ulike områdene ([Leat et al. 2019](#)). Trofisk nivå og diett forklarer i hovedsak forskjellen. Persistente organiske miljøgifter (POPer) og fluorforbindelser (PFAS) akkumuleres også i terrestre fuglearter på Svalbard ([Warner et al. 2019](#)), og her er bosettingene hovedkilden. Egg fra snøpurv er en god indikator for å bestemme eksponeringen for miljøgifter i det terreste naturmiljøet.

Miljøgifter kommer med havstrømmer

Organofosfor-flammehemmere (PFRs) og non-target screening av persistente, bioakkumulerende og toksiske (PBT) miljøgifter ble undersøkt i havvann i Arktis ([Gao et al. 2019](#)). Funn av flere forbindelser viser at disse miljøgiftene transporteres med havstrømmer til Arktis. I en undersøkelse av spretthaler (Collemboler) som lever under fuglefjell på Svalbard ble det funnet at miljøgifter fra avføringen til sjøfuglene påvirker jordbunnen, vegetasjonen og spretthalene ([Kristiansen et al. 2019](#)). Mens jord og vegetasjon viser høy konsentrasjon av miljøgifter nær fuglefjellet, viste ikke

spretthalene noen forskjell i belastning knyttet miljøgiftkonsentrasjonen i jord og vegetasjon.

Metabolisme hos sjøfugler

En studie av basal metabolisme hos sjøfugler ([Ellis og Gabrielsen 2019](#)) viste det ikke er noen rytmeforskjell mellom dag og natt hos arktiske sjøfugler. Dette er viktig kunnskap når en bruker basal metabolisme i kalkulering av daglig energiforbruk. I fremtidige energistudier av frittlevende sjøfugler blir det derfor viktig å ta hensyn til sesong når energiforbruk beregnes.

Mikroplast i biota

Det er stor mangel på metoder for å bestemme innholdet av mikroplast i biota. En ny protokoll for enzymatisk ekstraksjon av mikroplast i vev fra skjell er utviklet av [Von Friesen et al. 2019](#), og en slik metode er å anbefale i fremtidige mikroplaststudier. Snøprøver fra en isbre på Svalbard viste at det ikke er noen enkel sammenheng mellom konsentrasjonen av de forskjellige PCB-komponentene i kilden og hva som finnes i snøprøvene ([Bartlett et al., 2019](#)).

Klima, hav og havis

Norsk Polarinstitutt driver omfattende overvåking for å dokumentere trender og variabilitet i klimasystemet, og prosess-studier for å forstå mer om drivkrefter, effekter og tilbakekoblinger mellom dem. I Arktis jobber instituttet spesielt med massebalanse for isbreer, snødekke og atmosfæriske prosesser på Svalbard, og med havis, oseanografi og biogeokjemi i de tilgrensende kyst- og havområdene (det nordlige Barentshavet, Framstredet, Nansenbassenget).

Klimasystemet i Kongsfjorden

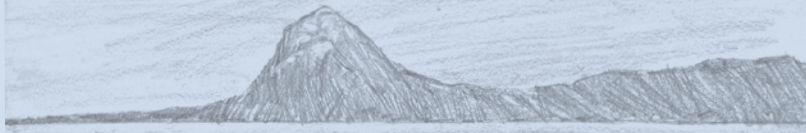
Norsk Polarinstitutt overvåker av is i Kongsfjorden startet i 2003. [Pavlova et al. 2019](#) oppsummerte resultater om fjordisens endringer fra 2003 til 2016. Selv om det var variasjon mellom enkeltår, var det en klar reduksjon i isutbredelse, istykkelse og snøtykkelse i Kongsfjorden. Dette reduserer selenes mulighet til å bruke isen til jakt og hvile, noe som igjen har medført at isbjørnene endret adferd. [Tverberg et al. \(2019\)](#) analyserte mer enn 20 år med data om temperatur, saltinnhold og strøm i Kongsfjorden. Innhold og fordeling av varmt atlantisk vann i fjorden varierte sterkt. I takt med økende temperaturer og minkende isdekke har mer varmt vann strømmet inn i de øvre vannlagene.

Alger trenger sollys

Sollys er avgjørende for alger. I Kongsfjorden avgjør fjordisen, snømengden på isen og transport av sedimenter fra breelvene innerst i fjorden hvor mye lys som når ned til algene. [Pavlov et al. \(2019\)](#) sammenfattet studier fra Kongsfjorden. Fjordisens tilbakegang har økt tilgangen på sollys og gjort at den nå reguleres av brevann rikt på sedimenter. Innerst i Kongsfjorden er det i praksis lite lys tilgjengelig for fotosyntese.

Framstredet

Måleserier som dekker hele årssyklusen av innstrømming av varmt og næringsrikt, atlantisk vann gjennom Framstredet, havområdet mellom Svalbard og Grønland, og inn i Polhavet nordøst for Svalbard har for første gang gjort det mulig å kvantifisere hvor mye av dette vannet som faktisk kommer inn. [Perez-Hernandez et al. 2019](#) dokumenterte også at transporten er omtrent dobbelt så stor høst/vinter som vår/sommer. Sammenstilling av data fra flere



Kronebreen kalver i Kongsfjorden, Svalbard. *The Kronebreen calves in Kongsfjorden, Svalbard.* Foto/Photo: Geir Wing Gabrielsen, NP/NPI

forskningstokt i sommersesongen har gitt et mer detaljert bilde av hvor denne innstrømmingen skjer ([Menze et al. 2019](#)). En modellstudie viste hvordan varierende stabilitet og strømstyrke i Framstredet styrer hvor mye av strømmen som kommer helt inn i Polhavet ([Crews et al. 2019](#)).

I en oversiktsartikkel beskrev [Lee et al. \(2019\)](#) hva som er nødvendig for å etablere en arktisk komponent i et globalt havobservasjonssystem. Oversikten viste hva det er relevant å overvåke i det marine, arktiske systemet, og eksempler på eksisterende, regionale overvåkingssystemer. Ett av dem, Norsk Polarinstitutt instrumentoppsett for ulike automatiske målinger i Framstredet, er internasjonalt kjent som «Fram Strait Arctic Outflow Observatory».

Optiske målinger i Framstredet vest for Svalbard viste at fytoplankton er den biologiske enkeltfaktoren som mest påvirker de optiske egenskapene til vannmassene der (refleksjon, refordeling og opptak av stråling) ([Kowalczuk et al. 2019](#)).

Målinger fra skip kan vildele

[Miller et al. \(2019\)](#) fant at skipsbaserte målinger av karbondioksid bidrar til en overvurdering av opptaket av karbondioksid i kystnære farvann i Arktis. Dette skyldes at vanninntaket på fartøyene ikke er helt i overflaten. Dermed kan havets evne til å ta opp karbondioksid fra atmosfæren ofte bli overvurdert.

Fjordvann og CO₂

[Ericson et al. \(2019\)](#) fant – fra observasjoner mellom 2015 og 2017 – at variasjonen i CO₂ i overflaten i Adventfjorden, Svalbard, i størst grad skyldes biologisk aktivitet gjennom en sesong. Endringer i vanntemperatur er nest viktigste faktor. Variasjon i fjordvannets opptak av CO₂ er forskjellig, og arktisk vann tok opp mer CO₂ enn atlantisk vann.

En sesongstudie av [Ericson et al. \(2019\)](#) i Tempelfjorden, Svalbard, viste at en fjerdedel av CO₂-opptaket fra luften henger sammen med ferskere smeltevann i overflaten. [Chierici et al. \(2019\)](#) studerte prosesser knyttet til

CO₂-omsetning i Polhavet. Atlantisk vann som kommer til Framstredet og området nord for Svalbard tar netto opp atmosfærisk CO₂, delvis på grunn av oppløsning av kalk og planteplanktonproduksjon.

Karbon i havet

Det europeiske forskningsinfrastrukturnettverket «Integrated Carbon Observing System» (ICOS) skal bidra med høykvalitetsobservasjoner og dataprodukt for karbon. [Steinhoff et al. \(2019\)](#) beskrev den marine delen, ICOS-Oceans.

Polhavet og havstormer

[Østerhus et al. \(2019\)](#) ga en første, heldekkende observasjonsbasert oversikt over vannmassetransporten mellom Polhavet og tilgrensende områder. Den er viktig for blant annet validering av modeller. [Graham et al. \(2019\)](#) viste at stormer over isdekt hav om vinteren bringer med seg varmere luft og skyer som til sammen hindrer effektiv isfrysing. Men flere stormer vil øke snømengden slik at det dannes noe tykkere is på grunn av frysing av overvann. Nettoeffekten av flere vinterstormer er likevel at isen blir tynnere.

Beste datasett

[Wang et al. \(2019\)](#) har undersøkt hvordan datasett fra mye brukte klimaprodukter stemmer overens med hverandre og med data fra målebøyer på drivende isflak i Arktis. Det kan være betydelige forskjeller mellom ulike reanalyser og direkte målinger. Arbeidet gir et bedre grunnlag for å velge beste tilgjengelige datasett for ulike formål.

Kunnskap om havis

[Gerland et al. \(2019\)](#) ga en oppdatert oversikt over kunnskaps- og observasjonshull knyttet til havis i Arktis. Det finnes få observasjoner fra vinteren og lite data om snø- og havistykkelse fra det sentrale Polhavet. Publikasjonen er en direkte oppfølging av SWIPA-rapporten som ble utgitt av AMAP i 2017. Havisen i Arktis i 2018 og utviklingen



Kart for Troll-stasjonen og flyplassområdet ble oppdatert i 2019. *Maps for the Troll station and the airport area were updated in 2019.*
Foto/Photo: Sven Lidström, NP/NPI

over tid ble omtalt i en omfattende publikasjon om årlig status for verdens klima ([Perovich et al. 2019](#)). Trendene er negative for isutbredelsen i Arktis både vinter og sommer. [Semmling et al. \(2019\)](#) utviklet et nytt, skipsbasert oppsett for å innhente informasjon om lokal havisdekning ved å analysere reflekterte signaler fra navigasjonssatellitter (GPS og andre). Resultatene viser at det kan lønne seg å prøve ut nye metoder for å kartlegge havisstatus i polarområdene. Videreutvikling av metodene for å tolke satellittdata forbedrer datagrunnlaget for forvaltning av nordområdene.

Bedre metodikk for fiskeriforvaltning

Økosystembasert fiskeriforvaltning tar hensyn til endringer i det fysiske miljøet og interaksjoner mellom økosystemets elementer, inkludert menneskers bruk. [Schmidt et al. \(2019\)](#) viste hvordan man kan beskrive og tallfeste status og trender for økosystemkomponentene ved hjelp av observasjoner og modelleringsplattformer.

Referanse for havet i Antarktis

En oversiktsartikkel av [Vernet et al. \(2019\)](#) sammenfattet eksisterende kunnskap innen geologi, oseanografi, is, kjemi og biologi og fremtidige utfordringer ved forståelsen av Weddellvirvelen, en stor og betydningsfull havprosess i Weddellhavet og havområdene utenfor Dronning Maud Land. Kunnskapssammenstillingen anses som en viktig referanse for framtidig forskning og forvaltning i Sørishavet.

Verdens beste satellittbildekart

Stasjonskartet for Troll og flyplassområdet ble oppdatert etter feltmålinger i 2017–2018-sesongen. Polarinstituttet etablerte en produksjonsløype for satellittbildekartlegging av Dronning Maud Land. Norsk Polarinstituttets satellittbildekart over Fimbulheimen som ble kåret til beste kart i Norge i 2018, vant førstepris på årets store internasjonale

kartografikonferanse (ICA) i Tokyo i 2019, i konkurranse med 200 bidrag.

Instituttets bidrag til SCAR/SCAGIs flyoperasjonskartserie ble ajourført og oppdatert i løpet av høsten. Kartserien er viktig for sikre flyoperasjoner i Antarktis.

Svalbards isbreer mister masse

Glasiologiske studier på Svalbard undersøker massebalanse til flere isbreer [som inngår i MOSJ](#), og studier av snø og iskjerner. Massen av breene i Kongsfjorden har variert de siste ti årene (2008–2018), med noen svært negative år med tap av masse og et sjeldent positivt år i 2014 da breene vokste på grunn av snøfall om sommeren. Snøens hvite overflate reflekterer mer av varmen fra sola og gir mindre smelting. I 2016 var massebalansen rekordlav for de små breene på Brøggerhalvøya – den mest negative i Polarinstituttets 50 år lange tidsserie. Resultatene i [Deschamps-Berger et al. \(2019\)](#) tyder på en svak nedgang i isstrømmen fra kalvingsfronten på tidevannsbreen Kronebreen i Kongsfjorden, men feilmarginene er store.

Modellert massebalanse for breene på Svalbard fra 1957 til 2018 viser negativ balanse med negativ trend. Den første snøen kommer senere på høsten, mens starten for snøsmeltingen er uforandret ([Van Pelt et al. 2019](#)). [Massebalansemålinger på Austfonna](#) viste at 2018 var det tredje mest negative året siden målingene startet i 2004. Ismassen som smeltet bort om sommeren var omtrent dobbelt så stor som tilgangen av snø om vinteren.

Viktig å overvåke isbreer i hele Arktis

[Pramanik et al. \(2019\)](#) sammenlignet snømålinger fra automatiske værstasjoner på to isbreer nordvest på Svalbard for å identifisere hendelser med snøakkumulasjon. Tidspunkt og snømengde ble sammenholdt med data fra Ny-Ålesund



og med storskala modelldata. Resultatene antydnet at sistnevnte kan brukes til å simulere individuelle snøakkumulasjon på breene, noe som er nyttig for modellering av massebalansen.

[Wouters et al. \(2019\)](#) brukte gravimetrisatellitten GRACE til å beregne masseendringen til alle verdens isbreer mellom 2002 og 2016, unntatt de på Grønland og i Antarktis. De fant at tapet av is for breene på Svalbard utgjør ca. 4% av de globale endringene, som til sammen bidrar med 8 mm per år til stigningen i det globale havnivået. Endringene varierer over tid, og utviklingen er lik russisk Arktis, men stikk motsatt av Grønland og kanadisk Arktis. Dette skyldes storskala variasjoner i atmosfæresirkulasjonen og viser viktigheten av å langtidsovervåke breendringene over hele Arktis.

I Hornsund sør på Svalbard viste måledata at brefrontene trekker seg betydelig mer tilbake ([Arntsen et al. 2019](#)). I det «varme» året 2013–14 trakk brefrontene seg tilbake 10 ganger så mye som i det «kalde» året 2010–11.

Miljøgifter i snø

Breer akkumulerer nedbør i form av snø. Med nedbøren kommer også miljøgiftene som er i atmosfæren. [Herman-son et al. \(2019\)](#) målte PCB i snø deponert på fire isbreer på Svalbard i 2013–14. Resultatene viser at det er mye PCB i atmosfæren sammenlignet med tidligere data, til tross for begrensninger i bruk av PCB.

Temperatur i fjorder på Svalbard

Kongsfjorden inneholder et naturlig klimaarkiv, og data herfra kan brukes til å etablere naturlige grunnlinjeverdier for arktiske klima- og miljøendringer bakover i tid. Rekonstruksjoner viser at atlantisk vann strømmet inn i fjorden for 12 000 år siden, og at vannet var like varmt da som nå. Temperaturen ble gradvis lavere fram til dette århundret, da den steg igjen. Slike klimaendringer kan føre til endring av den biologiske produksjonen og økt transport av løsmasser fra land til hav. Det er viktig å kvantifisere effekten av dette på det marine miljøet ([Husum et al. 2019](#)). Rekonstruksjon av overflatevannmasser i Kongsfjorden viser en oppvarming på 0,6 °C og mindre havis de siste 60 årene. Resultatene kan tyde på at oppvarmingen av overflatevannmassene i Krossfjorden ikke skyldes økt påvirkning av atlantiske vannmasser, men økt påvirkning fra CO₂ og endringer i hav-atmosfære-interaksjonene ([Guruvayoorapan et al. 2019](#)).

Sot kan endre smelting

[Boy et al. \(2019\)](#) ga et omfattende sammendrag av hva som er oppnådd i prosjektet The Nordic Centre of Excellence Cryosphere-Atmosphere Interactions in a Changing Arctic Climate (CRAICC). Norsk Polarinstitutt bidro med rekonstruksjon av sot fra iskjerner fra Svalbard for å forstå omfanget og betydningen av variasjoner i sot sammenliknet med historiske verdier. Resultatene viste at kunnskapen fortsatt er for begrenset til å få sikre estimater for hvordan framtidig sot på overflaten vil endre refleksjonen av solenergien.



Isbremmer i Antarktis kan smelte fra undersiden, når oppvarmet overflatevann kommer inn under isen. Dette bildet er fra Fimbulisen i Dronning Maud Land. *Ice shelves in Antarctica can melt from underneath, when warmer surface water flows beneath the ice. This photograph is from the Fimbulisen Ice Shelf in Dronning Maud Land.*

Foto/Photo: Stein Tronstad/NP/NPI

Måling av værdata

[Graham et al. \(2019a\)](#) brukte observasjoner fra værballonger sluppet ut i 2017 til å evaluere flere globale værdata-produkter. Alle gir stort sett gode data, med noen få kjente unntak. Det nyeste produktet er mest pålitelig. [Graham et al. \(2019b\)](#) brukte atmosfæriske målinger fra Polhavet fra første halvår 2015 for å se hvor pålitelige seks forskjellige, globale atmosfæriske dataprodukter er i dette området. De fant stort sett gode resultater for de mest brukte verdiene som temperatur, vind og lufttrykk, men pekte på en del problemer som krever forsiktighet hos brukerne.

Historisk klimakunnskap

[Oksman et al. \(2019\)](#) presenterte fordelingskart, optimale temperaturer og temperaturintervaller for kiselalger som hørte til det nordatlantiske kalibreringsdatasettet for kiselalger. Alle algene viste et tydelig forhold til havoverflatetemperaturene i august. [Belt et al. \(2019\)](#) viste at vår-oppblomstringen av planteplankton kan rekonstrueres. Denne kunnskapen vil bidra til bedre forståelse av forholdet mellom den marine næringskjeden og variasjoner i havisdekket. [Caricchi et al. \(2019\)](#) viste at endringer i jordas magnetfelt kan brukes til å tidfeste marine tidsserier basert på rekonstruksjon av havtemperaturer og havis fra Svalbard. Dette brukes i klimaprognoiser.

Havbunnen gjenspeiler hvilke vannmasser som påvirker brefronten. [Howe et al. \(2019\)](#) beskrev hvordan havbunnen er dominert av sedimenter smeltet ut av breen foran de brefrontene som er påvirket av varmt vann fra det åpne havet og mye smeltevann. Havbunnen foran de andre brefrontene, uten varmere vannmasser, er mer direkte påvirket av breens egne bevegelser. Dette kan vi bruke til å forstå hvordan brefrontene og det marine bunnmiljøet vil endre seg i framtiden.

Jordas største vannreservoar

Glasiologisk forskning i Antarktis omfatter kystnære områder med isbremmer og iskoller, og studier av iskjerner



og innsjøer under iskapen. Ifølge FNs klimapanel (IPCC) utgjør innlandsisens endringer i Antarktis en av de store usikkerhetene i den globale havnivåstigningen. Innlandsisen er det største reservoaret av ferskvann på jorda og har potensial til å øke det globale havnivået med ca 58 m hvis den smelter helt. Radarmålinger fra isbremmen Jotneisen i Dronning Maud Land ([Sun et al. \(2019\)](#)) viste at issmeltingen mer enn 300 m under havoverflaten er kontrollert av samspillet mellom kraftige tidevannsbølger og lagdelingen i det åpne havet langs kysten. Effekten tyder på at sterkere lagdeling i havet i et framtidig klima kan øke smeltingen av isbrevene langs Dronning Maud Land året rundt.

Spesialbygd radar fant svar

Den marine smeltingen av isbremer i Antarktis ble undersøkt med spesialbygde radarsystem i det norsk-indiske forskningsprosjektet MADICE. [Lindbäck et al. \(2019\)](#) fant at smeltingen under Nivlisen i Dronning Maud Land er moderat (ca. 0,8 meter per år). Størst smelting ble målt nær fronten i sommerperioder med lite havis og mye vind, noe som sannsynligvis skyldes at oppvarmet overflatevann blir presset inn under isbremmen i perioder med mye vind. Dette viser at isbrevene i regionen påvirkes direkte av hav- og klimaforholdene ved kysten, og at dette igjen kan påvirke stabiliteten til innlandsisen i Antarktis. Data fra flybåret radar ble brukt av [Diez et al. \(2019\)](#) til å kartlegge fire store innsjøer under Recoveryreen i Øst-Antarktis. To av innsjøene er tørre, mens de andre to inneholder vann. [Kassab et al. \(2019\)](#) var blant de første til å publisere data fra bakkegjennomtrengende radar som viser struktur og evolusjon av et stort område med blåismorener.

Kartverktøy for Svalbard

I den topografiske hovedkartserien for Svalbard (S100) ble kartbladene A5-Magdalenefjorden, A6-Krossfjorden, B5-Woodfjorden, E1-Sjuøyane, E2-Nordenskiöldland og E3-Rippfjorden ferdigstilt i digital og trykt utgave. Ortofoto og nye terrengmodeller produseres fortløpende i kartkonstruksjonsprosessen og blir publisert digitalt i «Toposvalbard». I 2019 ble Andrée land, Albert I Land, Haakon VII Land, Sabine Land og Bünsow Land produsert og utgitt.

[Toposvalbard](#) ble oppdatert og forbedret med nye funksjoner og kartdata. Dybde data fra Kartverket/EMODnet ble integrert i terrengkartlagene. Gamle flybilder ble gjort tilgjengelig, og bildeserien fra 1956 ble ferdig registrert. Toposvalbard har blitt det foretrukne arbeidsverktøyet i forbindelse med søk- og redningsaksjoner på Svalbard.

Andre digitale karttjenester oppdateres etter hvert som nye data ferdigstilles og er grunnlaget for alle andres kartverktøy på Svalbard. Polarinstituttet laget ferdig oversiktskart og turistkart i målestokk 1:1 000 000 og et vintersatellittbildekart over Svalbard, og instituttet begynte med temakartlegging ved hjelp av droner.

Geologisk kartlegging på Svalbard

[Piepjohn et al. \(2019\)](#) studerte og kartla et nettverk av forkastninger knyttet til Lomfjorden forkastningssone, som gir et viktig bidrag til den geologiske kartleggingen av Svalbard. Radiometrisk datering av magmatiske bergarter i Ny-Friesland i [Bazarnik et al. \(2019\)](#) ga aldre på henholdsvis 1761 ± 4 og 1373 ± 4 millioner år. Disse nye aldersdata er viktig for paleogeografisk rekonstruksjon av landområder i prekambrisk tid og underbygger teorien om at berggrunnen på Svalbard og Grønland kan korreleres med hensyn til geologisk utviklingshistorie. Norsk Polarinstitutt publiserte en oppdatert versjon av et [geologisk kart for Svalbard](#)

beregnet for bruk i felt med GPS og mobiltelefon/nettbrett. En digital versjon av det berggrunnegeologiske kartet over [Dronning Maud Land](#) ble gjort tilgjengelig gjennom instituttets karttjenester på nett.

Nesten tre tusen geologiske steinprøver

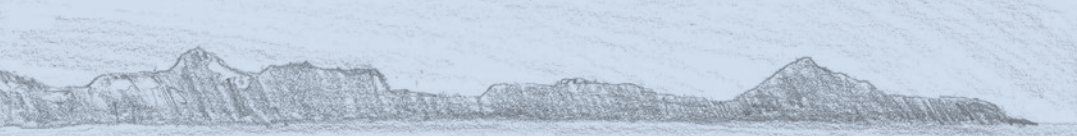
Polarinstituttet jobbet videre med arkivet for geologisk prøvemateriale innsamlet under forskningsekspedisjoner til Arktis og Antarktis. Arbeidet med å katalogisere instituttets store steinsamling startet i 2017. Pr i dag er over 2700 prøver katalogisert i en database som inneholder tilgjengelig og relevant informasjon om hver enkelt prøve. Spesielt materiale fra Antarktis har stor vitenskapelig verdi siden ekspedisjoner til denne delen av verden er ekstremt ressurskrevende. [Databasen er tilgjengelig](#) via data.npolar.no. I 2019 ble det lånt ut et stort prøvesett til et prosjekt ved NGU hvor man måler såkalte petrofysiske egenskaper ved prøver i et område på Nordaustlandet.

Quantarctica

Quantarctica er en samling basiskart og utvalgte vitenskapelige geodata for Antarktis. Pakken er gratis, utviklet av Norsk Polarinstitutt, og anbefalt av SCAR. Tredje versjon ble tilgjengelig i 2018, og i 2019 ble det arbeidet med en oppdatering før neste SCAR-konferanse i 2020. Det er samarbeid med en rekke datatilbydere som ønsker å gjøre sine tema- eller regionspesifikke data "Quantarctica-vennlige" for at brukere skal kunne integrere dem i sine egne datapakker.

Dataforvaltning

Norsk Polarinstitutt er det sentrale datasenteret for miljøkunnskap om polarområdene og gjør egne miljø- og forskningsdata tilgjengelige gjennom maskinlesbare tjenester, kartløsninger, visualiseringer og datakatalog. Dette skjer via <https://data.npolar.no> og <https://geodata.npolar.no>. Datasenteret forvalter nå 398 datasett, og 207 er tilgjengelige for direkte nedlasting eller utlesing. Geodata viderefremmes gjennom Geonorge, og forsknings- og overvåkingsdata gjennom nasjonale fellesløsninger som NMDC («Norwegian Marine Data Centre»), Nordatanet og SIOS dataportal. Instituttets datakatalog blir dessuten høstet av internasjonale datakataloger. Temadata på kart formidles til brukerne gjennom <https://svalbardkartet.npolar.no>. Dataserien for isfrekvens i Barentshavet ble oppdatert med nye data fram til 2017, og et nytt informasjonssystem for isforhold rundt Svalbard er under utvikling.



Logistikk og infrastruktur

Støtte til overvåkning og forskning

I 2019 ga Norsk Polarinstittutt forskningsstøtte til en rekke prosjekter og samarbeidspartnere i Arktis, som tilsvarte mer enn 850 felt- og tokt døgn. Av disse ble om lag 130 felt- og tokt døgn utført av eksterne aktører og samarbeidspartnere. Instituttet bisto med flere båttransporter i Isfjorden og Kongsfjorden på Svalbard, og holdt feltkurs med opplæring i ferdsl, sikkerhet og miljø.

Fyrtjenesten

På oppdrag fra Kystverket utfører Norsk Polarinstittutt oppgaver innen fyr- og merketjeneste på Svalbard. Av større oppgaver i 2019 ble to aerolys montert i Rijpfjorden og på Kongsøya og batteripakkene på resterende fyr oppdatert. Båken på Moffen ble malt. Kystvakten ga støtte til årets fyrtjeneste og utsettingstoktet rundt Svalbard.

FF Kronprins Haakon

Forskningskipet Kronprins Haakon gjennomførte 10 tokt i 2019, fordelt mellom Havforskningsinstituttet, UiT – Norges arktiske universitet og Norsk Polarinstittutt.

Da skipet befant seg omtrent 83 grader nord under UiTs tokt i Arktis i juli, oppsto en lekkasje i babord propellhus. Det endte med at toktet ble avbrutt, og FF Kronprins Haakon satt i tørrdokk ved verksted i Harstad der skaden ble utbedret. Allerede 1. august var skipet klar for nytt tokt.

Ny-Ålesund forskningsstasjon

Norsk Polarinstittutt driver Sverdrup og Zeppelinobservatoriet i Ny-Ålesund forskningsstasjon. Sverdrup er vertskapsbygg for forskere fra alle norske institusjoner og forskere fra utenlandske institusjoner som ikke har egne langtidsprogram på stedet. Polarinstittuttet driver måleserier for cirka 30 nasjonale og internasjonale institusjoner på Zeppelinobservatoriet og ved Sverdrup. I 2019 hadde Sverdrup 3976 forsker døgn, en økning på ca. 15 % fra 2018. Forskere fra norske institusjoner (inkl. Polarinstittuttet) sto for 69 % av forsker døgnene ved Sverdrup, og Polarinstittuttet alene for 25 % av disse. Til sammen utgjorde det 984 forsker døgn, noe som er en økning på 42 % fra 2018.

Teknisk støtte

Gjennom 2019 ga Polarinstittuttet teknisk støtte til flere forskningsprosjekter, inkludert tokt med FF Kronprins Haakon i Sørishavet, Framstredet og det storstilte tyske innfrysingsprosjektet MOSAiC. Videre utviklet instituttets ansatte instrumenter for prøvetaking under is og strømmålinger – med de utfordringer det er å få disse til å fungere i ekstreme forhold med lave temperaturer og høye trykk. Mange timer med planlegging, innkjøp av instrumenter og spesialutstyr, montering, programmering og utsetting av instrumenttrigger i sjøen ligger bak før et instrument kan tas i bruk. I løpet av året var instituttet også engasjert i bygging av en is-gjennomtrengende radar til The National Centre for Polar and Ocean Research i India.



Overvintringsteamet på Troll trente på breferdsl og redning på Svalbard før de reiste til Antarktis i november. Troll wintering team trained on Svalbard glaciers before travelling to Antarctica in November. Foto/Photo: Sven Lindström, NP/NPI



Forskningsstøtte i Antarktis

I den antarktiske sommersesongen 2019, fra januar til tidlig mars, var det 42 forskerdøgn på forskningsstasjonen Troll, alle representert ved eksterne parter. Det ble gitt støtte til Fimbulisprosjektet gjennom avlesning av instrumenter og utskifting av batterier på Fimbulisen. Norsk institutt for luftforskning (NILU) utførte vanlig vedlikehold på sine instrumenter og målekampanjer, med støtte fra Polarinstittutts personell på Troll. På høsten ble det gitt sikkerhetsopplæring og logistikk/proviant-støtte til ICEBIRD-prosjektet på feltstasjonen Tor. UNIS-personell var på Troll i regi av prosjektet BIOICE, og disse fikk støtte i form av kost og losji, opplæring og utleie av kjøretøy. I november og desember 2019 var det 150 forskerdøgn på Troll og Tor, fordelt på 122 interne og 28 eksterne. Gjennom hele året ga Norsk Polarinstittutts personell på Troll teknisk støtte til Universitet i Oslos forskningsprosjekt på sørlyset.

Fartøyløstikk i Antarktis

DROMSHIP er et norsk initiativ der flere lands operatører deler fartøy og kostnader for forsyning av stasjoner i Dronning Maud Land. Norsk Polarinstittutt har en rammeavtale med Royal Arctic Line som driver fartøyet Mary Arctica. Logistikktoktet forsyner Troll-stasjonen hvert år med proviant, drivstoff, forbruksmateriell, bygningsmaterialer m.m. Totalt ble det i 2019 fraktet inn 1050 tonn og 79 containere, mens det ble fraktet ut 56 tonn og 11 containere. Lossingen av Mary Arctica tok hele 17 dager på grunn utfordrende isforhold, inkludert landtransporten Troll-Sledeneset-Troll.

Drift av Troll

Trollstasjonen i Dronning Maud Land har et overvintringsteam på seks personer som driver stasjonen og infrastruktur for forskning og for KSAT fra tidlig i mars til i november. På sørsommeren øker antallet personer til mellom 30 og 50 på grunn av gjesteforskere, økt vedlikehold og logistikkoppgaver. I perioder med stor trafikk kan antallet komme opp i 80. Til sommerdriften 2019 brukte Polarinstittuttet 2479 dagsverk. Sommersesongen 2018–2019 ble avsluttet 11. mars, mens sesongen 2019–2020 startet opp 16. november. Totalt var det rundt 3721 overnatningsdøgn i sommersesongen 2019, og under selve overvintringen var det 1494 overnatningsdøgn.

I 2019 ble det etablert rørgate til sanitæranlegget i brakkeriggen Blåbo, som har soverom og oppholdsrom. Dette ble ikke påkoblet på grunn av manglende kapasitet i rensaneanlegget. Andre oppgaver var ombygging av stasjonen og annen infrastruktur, blant annet etablering av flere kontorplasser. Området rundt Troll ble ryddet og restrukturert, og nødstasjonen ble flyttet til en mer egnet plass. Kraftstasjonen fikk nye tavler. Et voldsomt uvær i slutten av mai forårsaket store skader på rørgata til Blåbo, meteorologisk utstyr og antenner til samband. Det gjorde også stor skade på lagerfasiliteter på isen utenfor Troll.

Troll ligger i innlandet, og i løpet av året ble det gjennomført 11 transporttraverser tur/retur Troll – Sledeneset, som er ved kysten. Traversene varer vanligvis fem dager. Et nytt kjøretøy ble testet og er forventet å effektivisere traversene og minske påvirkningen på miljøet. Det ble oppdaget bevegelser og større sprekker på isbremmen i nærheten av Sledeneset, og tiltak ble gjort. Depotet for mellomlagring av containere ble etablert i trygg avstand på innlandssiden.

Gjestedøgn fra utenlandske institutter

En måte å øke både nasjonal og internasjonal aktivitet på Troll, er å forbedre infrastrukturen. Norsk Polarinstittutt arbeider med å utvikle stasjonen som plattform for nasjonal og internasjonal forskning. I 2019 ble det levert en infrastrukturensøknad til Forskningsrådet som fikk god karakter, men ikke finansiering. Det jobbes videre for å få midler, da det vil bidra til å gjøre Troll til en attraktiv forskningsplattform for flere brukere. Årets innledende sørsommersesong (2018–19) hadde færre internasjonale forskningsdøgn enn året før (20 mot 138), noe som skyldes mer en ujevn forespørsel enn en faktisk nedadgående trend.

Flyoperasjoner til Troll

I 2019 gjennomførte Polarinstittuttet 12 flyvninger Cape Town – Troll Airfield – Cape Town, med 151 passasjerer pluss last. Flystripa var operativ tre uker lengre enn vanlig, fordi KSAT hadde behov for en noe lengre sesong. I løpet av året var det 20 kontinentale flyginger med fly og helikopter via Troll Airfield til andre steder i Antarktis.

Vedlikehold og oppgradering av flystripen fortsatte i 2019. Sandhull skaper store problemer på isen, og det pågår et kontinuerlig arbeid med å fjerne sandhull og reparere rullebanen, basert på en masteroppgave fra NTNU om isstyrke etter reparasjon. I desember 2019 begynte to forskere fra UNIS en studie av sandhull på Troll i prosjektet BIOICE, og samme måned ble det observert smelting av isen ved Troll Airfield for første gang. I den varmeste perioden må derfor flystripa dekkes med et tykt lag snø for å holde lav nok temperatur, da sandhullene er vanskelig å fjerne. Snøen må så fjernes og flystripen prepareres før interkontinentale fly kan lande. Rullebanen ble GPS-innmålt i november 2019. Det var også i år samarbeid med Avinor som sendte personell til Troll fra lufthavnen i Longyearbyen om sommeren, for å gi opplæring i brannvern og drift av Troll Airfield.



MS *Mary Arctica* i Antarktis. Skipet frakter forsyninger til forskningsstasjoner i Dronning Maud Land. *MS Mary Arctica in Antarctica. The ship transports supplies to research stations in Dronning Maud Land.* Foto/Photo: Thomas Dretvik, NP/NPI



Markeringer og hendelser

Kongen besøkte FF Kronprins Haakon

I juni ble FF Kronprins Haakon presentert i Oslo. HM Kong Harald og HKH Kronprins Haakon besøkte skipet og fikk omvisning om bord, med informasjon om det nylig gjennomførte økosystemtoktet i Sørishavet. Også politikere, byråkrater og ansatte i Forskningsrådet fikk omvisning om bord. FF Kronprins Haakon ble døpt i Tromsø 17. november 2018 av prinsesse Ingrid Alexandra, med Kronprinsen til stede. I Oslo fikk Kongen besøke skipet for første gang.

Framsenteret

Norsk Polarinstitutt arbeider aktivt for å bidra til Framsenterets vekst og utvikling. Instituttet er største eier i Framsenteret AS med en eierandel på 41%. I 2019 ble arbeidet i senteret evaluert av Forskningsrådet. På bakgrunn av denne startet Klima- og miljødepartementet en prosess med å vurdere organisatorisk struktur og ledelse av Framsenteret. Det er seks flaggskip i Framsenteretsamarbeidet. Polarinstituttet leder to av disse, Polhavet og Havforsuring, og er også en del av lederteamet i flaggskipet MIKON. Videre ledes den nye satsningen Plast i Arktis av Norsk Polarinstitutt. Instituttets forskere deltar aktivt i alle flaggskipene og de nyeste forskningsresultatene formidles blant annet gjennom [Fram forum](#), nettsidene og Forskningsdagene med «Fritt fram» (åpen dag).



Da FF Kronprins Haakon ble vist fram i Oslo, møttes også Jan-Gunnar Winther (Polarinstituttets direktør 2005–2017), Gunn Sissel Jaklin (kommunikasjonsdirektør 1997–2019), Olav Orheim (direktør 1993–2005) og Ole Arve Misund (direktør fra 2017). *Jan-Gunnar Winther (Director of the Polar Institute 2005–2017), Gunn Sissel Jaklin (communications director 1997–2019), Olav Orheim (director 1993–2005) and Ole Arve Misund (director from 2017) met on board the RV Kronprins Haakon in Oslo.* Foto/Photo: Stig Mathisen, NP/NPI



Direktør Ole Arve Misund informerte HM Kong Harald og HKH Kronprins Haakon om forskningsaktiviteten da FF Kronprins Haakon lå til kai i Oslo i juni. *Director Ole Arve Misund informed HM King Harald and HRH Crown Prince Haakon of the research activity when RV Kronprins Haakon was docked in Oslo in June.* Foto/Photo: Kjartan Mæstad, HI/IMR



Ny organisering av Polarinstituttet

Norsk Polarinstituttets virksomhet er rettet inn mot å styrke kunnskapsgrunnet innen områder der miljøforvaltningen har et direkte forvaltningsansvar i nord- og polarområdene, eller har en helt sentral pådriverrolle i nasjonale og internasjonale prosesser, spesifikt innenfor områdene naturmangfold, miljøgifter og klima. Fra 2019 ble instituttets kunnskapsinnhenting organisert gjennom fire geografisk definerte programmer. Målet er å sy sammen forskningen og rådgivningsaktiviteten for å sikre at instituttet fortsatt leverer relevant forskning og rådgivning av høy faglig kvalitet i tråd med styrings-signalerne. Polarinstituttet skal ha koordinerte forsknings- og rådgivningsaktiviteter av høy kvalitet på alle etterspurte og relevante fagområder, og aktiviteten skal forankres i instituttets verdier: troverdig, målrettet, kvalitetsbevisst og framtidsrettet.

Programplaner som prioriterer innsatsen under hvert av programmene ble ferdigstilt høsten 2019. Svalbardprogrammet, Polhavprogrammet og Antarktisprogrammet skal gjennom overvåking, forskning og utredninger produsere data og kunnskap for å gi råd til forvaltningen. Programmene skal framskaffe forskningsbasert kunnskap om framtidig utvikling i områdene og bruke kunnskapen som grunnlag for råd til myndighetene, til bruk i nasjonal forvaltning og internasjonale avtaler. Kunnskapen skal formidles i vitenskapelige fora og til allmenheten. Ny Ålesund-programmet har ansvar for å utøve vertskapsrollen og å implementere forskningsstrategien for forskningsstasjonen. Programmet skal dessuten legge til rette for at instituttet leverer relevant forskning og rådgivning.

Fjellrev sørget for rekord i mediedekning

Det var full innsats i instituttets formidlingsaktivitet i 2019. Norsk og internasjonal presse hadde flere innslag om forskjellige tema, inkludert en lengre reportasje på NRK Dagsrevyen der instituttets forskere og indiske kolleger samarbeidet om forskning på smelting av isbremmen i Antarktis. I juni publiserte instituttets fagfelleverderte tidsskrift *Polar Research* artikkelen [Arctic fox dispersal from Svalbard to Canada: one female's long run across sea ice](#) om en polarrev som satte rekord da den vandret over is og land fra Svalbard til Canada. Artikkelen ble lastet ned nesten 7000 ganger og saken ble dekket av norsk og internasjonal media i et omfang som instituttet aldri har opplevd tidligere; omkring 250 artikler eller nyhetsinnslag ble publisert i 25 land – inkludert i kanaler som CNN News, The Guardian, BBC World, Al Jazeera og andre fra land som India, Hellas, Russland og Filippinene. I Norge var saken omtalt av blant annet forskning.no, NRK, Nettavisen og VG.

Nytt observatorium i Ny-Ålesund

En delegasjon fra Japan, med parlamentarikere i spissen, åpnet i september det japanske polarinstituttets nye observatorium i Kings Bay Veksthus i Ny-Ålesund forskningsstasjon. Til stede var også representanter fra Utenriksdepartementet, Kings Bay AS og Norsk Polarinstitutt. Norsk Polarinstitutt har oppgaven med å iverksette forskningsstrategien og å være norsk vertskap i Ny-Ålesund. Senere på høsten fornyet Polarinstituttet samarbeidsavtalen med det japanske polarinstituttet under en markering i Tokyo.



Polarinstituttets ansatte i Longyearbyen sommeren 2019. *The Polar Institute's employees in Longyearbyen in the summer of 2019.* Fra venstre/From left: Materialforvalter /logistics manager Jarl G. Pedersen, materialtekniker /logistics technician Jim Robert Johansen, forsker / research scientist Åshild Ønvik Pedersen, forskningsingeniør /research engineer Rupert Krapp, seksjonsleder /section manager Geir Ove Aspnes, internasjonal direktør /International Director Kim Holmén, adm. konsulent /management consultant Inger-Sofia Mercadal, materialtekniker /logistics technician Audun Gjerland og/and materialforvalter /logistics manager Christian Zoelly. Andre rekke bakerst, materialtekniker /logistics technician Jørn Dybdahl, materialforvalter /logistics manager Einar Eliassen, materialtekniker /logistics technician Jim Johansen. Forskningsingeniør /Research engineer Stein Tore Pedersen. Foto/Photo: Elin Vinje Jenssen, NP/NPI

25 år for Polarinstituttet i Tromsø

I 2019 var det 25 år siden Norsk Polarinstitutt flyttet fra Oslo til Tromsø, noe som ble markert på høsten. Direktør Ole Arve Misund inviterte de ansatte som hadde arbeidet ved instituttet i 25 år eller mer til festmiddag på Framsenteret med taler, gaver og mimring. Noen var forhindret fra å møte, blant dem materialforvalter Jarl G. Pedersen som er den som har lengst fartstid fra instituttet med hele 32 år. Det ble egen markering for han senere på høsten.

Pris til nettsiden

I april ble Norsk Polarinstituttets nye nettside npolar.no relansert med ny struktur og meny, og oppdatert innhold. Det fikk også nytt design. På høsten fikk nettstedet bronseplass i Farmandprisens vurdering av offentlige nettsteder. Nettstedet er i sin helhet utviklet ved instituttet.

Antarktistraktaten 60 år

I desember feiret Antarktistraktaten 60-årsjubileum, og Norsk Polarinstitutt markerte dette gjennom tilbakeblikk i sosiale medier hver uke gjennom året. Instituttet laget en Antarktis-utstilling som ble åpnet på Framsenteret. Utstillingen gir innblikk i norsk forskningsaktivitet i Antarktis fra 1800-tallet fram til i dag og planlegges vist forskjellige steder i Norge og i utlandet i 2020. Under Forskningsdage-ene ble Norsk Polarinstituttets bibliotek omgjort til «Antarktison», med ulike aktiviteter for store og små.

Arven etter Nansen

Polarinstituttet er tungt inne i både ledelsen og i forskningen i det store nasjonale prosjektet «Arven etter Nansen» og deltok i 2019 aktivt i formidling fra prosjektet. På «Arven etter Nansen»s mørketidstokt til det nordlige Barentshavet – ledet av Polarinstituttet – var det en



journalist og en kunstner om bord. Journalisten lagde flere reportasjer som ble publisert i Nordlys under og etter tallet. Kunstneren blogget underveis, og mye av innholdet ble publisert på «Arven etter Nansen» sine plattformer og delt i Norsk Polarinstitutt sine sosiale medier.

90 nye stedsnavn på Svalbard

Det myldrer av underfundige stedsnavn på Svalbard, og svært mange av dem gjenspeiler internasjonal tilstedeværelse og virke på øyene gjennom flere hundre år, som Magdalenefjorden og Italiaodden. I 2019 ble over 90 nye stedsnavn festet til Svalbardkartet, etter at Polarinstituttet ved Navnekomiteen gikk offentlig ut og ønsket forslag til navn på navnløse steder på Svalbard. Over 300 forslag kom inn, blant dem Grønstrømpeneset, Bjørnungen og Dommaren, som heretter blir å se på kart over Svalbard.



Kartograf Oddveig Ørvoll viser frem et av kartene fra Svalbard som i 2019 fikk flere nye stedsnavn. *Cartographer Oddveig Ørvoll shows one of the maps of Svalbard which in 2019 were added several new place names were added in 2019.* Foto/Photo: Elin Vinje Jenssen, NP/NPI

Videoer og foredrag

Norsk Polarinstitutt laget tre korte informasjonsvideoer som fremmer det norsk-russiske havmiljøsamarbeidet og brukes i presentasjoner, på nett og i sosiale medier. Gjennom året arrangerte instituttet åpne fredagsforedrag om et bredt utvalg tema fra polarområdene, i tillegg til Polar bokkaffe der gjester forteller om en polarbok.

Forskningskip fast i isen

I september forlot den tyske isbryteren Polarstern Tromsø med retning Sibir der skipet ble frosset fast i isen for å drifte i ett år i regi av MOSAiC-ekspedisjonen, under ledelse av tyske Alfred Wegener Institute (AWI). MOSAiC regnes som den største og dyreste forskningsekspedisjonen til Arktis noensinne. Data som samles inn skal brukes for å lage prognoser for klodens klima, og særskilt for havisdekket i Arktis. Flere hundre forskere fra 70 forskningsinstitusjoner i 19 land er involvert. Fra Norge deltar forskere fra blant annet Nansensenteret, NTNU, Universitetet i Bergen, UiT-Norges arktiske universitet og Norsk Polarinstitutt.

FNs klimapanel: Ny rapport om hav og is

I september lanserte klimapanelet til [FN \(IPCC\) sin spesialrapport om hav og is](#). Spesialrapporten ga en oppdatert kunnskapsstatus for emner som havnivåstigning, ismelting, økosystemendringer og havforsuring. Den klare konklusjonen er at endringene allerede er i gang og går raskere enn mange av klodens klimaforskere har trodd tidligere. Norsk Polarinstitutt forsker Kit M. Kovacs var en av medforfatterne. Kovacs bidro med faglig gjennomgang av forskning som viser koplinger mellom klimaendringer og marine pattedyr i Arktis.



Kit M. Kovacs (nærmest) er medforfatter i FN klimapanelens rapport om hav og is som kom ut høsten 2019. På bildet speider Kovacs etter hval under forskningstokt i Framstredet. Kit M. Kovacs (closest) is co-author of the UN Intergovernmental Panel on Climate Change's report on the ocean and cryosphere, which was published in 2019. In the photo, Kovacs looks out for whales during a research expedition in the Fram Strait. Foto/Photo: Ann Kristin Balto, NP/NPI

Antarktistraktaten 60 år

Av programleder Birgit Njåstad og seniorrådgiver Astrid C. Høgestøl, Norsk Polarinstitutt

Den 1. desember 2019 fylte Antarktistraktaten 60 år. Dagen ble markert i mange land, også her i Norge. Norsk Polarinstitutt markerte jubileet på flere vis, blant annet med åpningen av en ny utstilling i Tromsø som gir innblikk i norsk forskningsaktivitet i Antarktis fra 1800-tallet og fram til i dag.

Antarktistraktaten er verdt å feire. Da traktaten ble signert etablerte den en ny tidsalder for det store hvite kontinentet i sør. Antarktis hadde frem til da vært et ingenmannsland der de territoriale kravene som var fremsatt manglet internasjonal støtte. Antarktistraktaten sørget for at kontinentet i ettertid ble forvaltet gjennom et internasjonalt samarbeidsorgan som åpnet for et enestående vitenskapelig samarbeid og samarbeid om å bevare det unike naturmiljøet i sør.

Gjennom flere tiår med politiske svingninger og konfliktflater i samtlige verdensdeler har Antarktistraktaten de siste 60 årene bidratt til et stabil og fredelig internasjonalt samstemt forvaltning av dette helt spesielle kontinentet.

Traktaten blir til

Et omfattende vitenskapelig samarbeidet mellom de tolv landene som var aktive i Antarktis under det internasjonale geofysiske år (IGY) i 1957/1958 la grunnlaget for traktaten, i en tid med kalde fronter i den globale politikken.

Landene ønsket å fortsette samarbeidet om den vitenskapelige utforskningen av Antarktis også etter IGY. Dette la grunnlaget for etableringen av den internasjonale vitenskapskomiteen for Antarktis – Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR). Myndighetene i de aktuelle landene fikk med dette også mulighet til å forhandle om å bruke vitenskap som forankringspunkt for den fremtidige forvaltningen av Antarktis, og slik ble Antarktistraktaten til, med fred og vitenskap som hjørnesteiner.

Gjennom inngåelse av traktaten ble partene enige om å være uenige om territoriale krav så lenge traktaten er i kraft.



Under Polaråret i 1957-58 deltok Norge med en treårig vitenskapelig ekspedisjon til Antarktis. Basen ble plassert på Märtha Kyst i Dronning Maud Land og fikk navnet Norway Station. *During the Polar Year of 1957-58 Norway participated in a three-year scientific expedition to Antarctica. The base was located on Märtha Kyst in Dronning Maud Land and was named Norway Station. Foto/Photo: Sigurd Helle, NP/NPI*

Over 80 prosent av verdens befolkning er med

Traktaten, som trådte i kraft i 1961, tiltres av alle land som er medlemmer av FN. Det skilles mellom såkalte konsultative og ikke-konsultative parter. Det er de konsultative partene som har beslutningsmakt, og alle vedtak fattes ved samstemmighet. Ikke-konsultative parter kan oppnå konsultativ status dersom de viser særlig interesse for Antarktis ved å drive betydelig vitenskapelig forskningsvirksomhet der. Skillet mellom konsultative og ikke-konsultative parter er satt for å sikre at det er de land som har interesser i og faktisk kjennskap til Antarktis som skal fatte beslutninger som kan være av vidtrekkende betydning for kontinentets fremtid.

Ved utgangen av 2019 hadde traktaten 29 konsultative parter, og alt i alt telte antall kontraherende parter til traktaten 53 land. Møtene under Antarktistraktaten foregår årlig, og planleggingen og gjennomføringen av møtene går på omgang blant de konsultative partene. Sist gang møtet ble holdt i Norge var i 1998, da i Tromsø.

Naturvern, fred og vitenskap

I tillegg til selve traktaten ble partene enige om en konvensjon for bevaring av seler i Antarktis (CCAS) i 1972 og en konvensjon for bevaring av marine levende ressurser i Antarktis (CCAMLR) i 1980. I dag har Norge og 35 andre parter undertegnet CCAMLR, som legger rammene for fiskeriforvaltningen i Sørishavet. Sammen med Antarktistrakten utgjør CCAS og CCAMLR en del av Antarktistraktatsystemet.

I 1991 undertegnet traktatpartene Protokoll om miljøvern til Antarktistraktaten (Miljøprotokollen). Miljøprotokollen forplikter partene til en omfattende bevaring av miljøet i Antarktis og beslektede og avhengige økosystemer, og utpeker Antarktis til et verneområde som skal være viet fred og vitenskap. Protokollen inneholder en rekke regler om miljøvernssamarbeidet i Antarktis.

ANTARKTISTRAKTATENS SENTRALE ARTIKLER

- Antarktis skal kun benyttes til fredelige formål. All militærvirksomhet er forbudt (I).
- Det er forbudt med kjernefysiske sprengninger og lagring av radioaktivt avfall (V).
- Alle stasjoner og alt utstyr kan inspiseres av utpekte observatører (VII).
- Antarktistraktaten «fryser» territoriale krav så lenge traktaten er i kraft, og ingen nye krav eller utvidelser av krav kan fremmes (IV).
- Frihet for vitenskapelig forskning i Antarktis er et grunnleggende prinsipp (II).
- Internasjonalt samarbeid innen vitenskapelig forskning skal fremmes (III).



Flaggene fra de tolv nasjonene som forhandlet frem og signerte Antarktistraktaten i 1959 vaier i vinden på Sørpolen. *The flags of the original 12 Antarctic Treaty signatory nations waving in the wind on the South Pole.* Foto/Photo: Stein Tronstad, NP/NPI

I forbindelse med at protokollen trådte i kraft, ble det etablert en egen miljøvernkomité (CEP) som gir miljøfaglige, vitenskapelige og tekniske råd, og utformer anbefalinger til traktatpartene i forbindelse med gjennomføringen av miljøprotokollen. Miljøvern ble med dette en tredje hjørnestein i Antarktistraktatsamarbeidet – i tillegg til fred og vitenskap.

Norge spilte en aktiv rolle ved utarbeidelsen av Miljøprotokollen. Det første møtet i komiteen fant sted i Tromsø da traktatpartene hadde sitt møte der i 1998. Norge, gjennom daværende direktør ved Norsk Polarinstittutt, Olav Orheim, hadde også formannskapet i CEP de første årene. Norge var med det sentral i å legge grunnlaget for den faglig uavhengige rollen miljøvernkomiteén fortsatt har i antarktistraktatsamarbeidet.

Maudheimekspedisjonen

I perioden frem mot fastsettelsen av Antarktistraktaten var Norsk Polarinstittutt et viktig instrument for å sikre Norges rolle i utarbeidelse og deltakelse i Antarktistraktaten fra første dag. Rett etter andre verdenskrig, da det var stor usikkerhet knyttet til håndtering av de ulike kravene i Antarktis og den fremtidige forvaltningen av kontinentet, ble det besluttet at Norges Svalbards- og Ishavsundersøkelser skulle bli til Norsk Polarinstittutt og med det øke sitt geografiske ansvarsområde til også å omfatte polarområdene i sør. Dette synliggjorde tydelig Norges interesse og intensjoner i Antarktis.

Norge deltok på den britisk-svensk-norske Maudheimekspedisjonen i 1947-49, da med Norsk Polarinstittutt som den utøvende norske aktøren. Denne ekspedisjonen, som var den første virkelig internasjonale vitenskapelige ekspedisjon til Antarktis, ble planlagt under ledelse av Harald U. Sverdrup og gjennomført med John Gæver som ekspedisjonsleder, begge fra Norsk Polarinstittutt.

Ekspedisjonen ble en pionerekspedisjon som pekte fremover mot IGY, som igjen var et forskningsløft som det var åpenbart viktig for Norge å delta i for å vise sin fortsatte interesse i sitt territorialkrav.

Under IGY ble Norsk Polarinstittutt ansvarlig for Norges bidrag i sør, gjennom opprettelsen av og det vitenskapelige arbeidet ut fra «Norway Station» (1956–60) i Dronning Maud Land. All denne innsatsen gjorde at Norge hadde en posisjon og rett til å være med i forhandlingene da man valgte å sette seg til bordet for å finne en løsning på «Antarktisproblemet».

Forskning og rådgivning

Etter fastsettelsen av Antarktistraktaten har Norsk Polarinstittutt sin rolle fortsatt vært sentral for Norge i Antarktistraktatsamarbeidet. Inngangsbilletten til Antarktistraktaten er aktivt og vedvarende forskningsinteresse. Norsk Polarinstittutt har vært avgjørende for å opprettholde og synliggjøre den norske vitenskapelige interessen i Antarktis, både gjennom etablering og drift av forskningsstasjonen Troll og gjennom det viktige og sentrale forskningsaktiviteten som instituttet har gjennomført i Antarktis over de siste 60 årene. Den foreløpig siste brikken i dette bildet kom på plass da Norsk Polarinstittutt opprettet et eget Antarktisprogram samme år som traktaten rundet 60 år.

Antarktisprogrammets formål er å legge til rette for at Norsk Polarinstittutt leverer relevant forskning og rådgivning av høy faglig kvalitet til rett tid om geologien, klimaet, naturen, økosystemene og miljøutviklingen i Antarktis. Programmet skal også bidra til at kunnskapen brukes som grunnlag for myndighetenes deltakelse i prosesser og diskusjoner i Antarktistraktatsystemet. I det internasjonale bildet bidrar Norsk Polarinstittutt aktivt i å ivareta Norges deltakelse i SCAR, som fremdeles er en nøkkelorganisasjon i det vitenskapelige samarbeidet i Antarktis.

Internasjonalt samarbeid

Norsk Polarinstittutt er fast med i de norske delegasjonene til antarktistraktatmøtene som rådgiver på faglige og policyrettede saker, så vel som til de årlige møtene under CCAMLR. Polarinstittuttet har en særdeles sentral rolle i miljøkomiteen CEP, hvor instituttet representerer Norge og har ansvaret for det norske engasjementet. I jubileumsåret 2019 ble undertegnede (Birgit Njåstad) den andre norske formannen og den første kvinnelige leder av CEP.

En sentral og viktig del av traktatsamarbeidet er landenes implementering av miljøprotokollens bestemmelser gjennom nasjonalt regelverk. I Norge er det gjennomført med Forskrift om miljø og sikkerhet i Antarktis. Det er Norsk Polarinstittutt som er ansvarlig myndighet etter forskriften, og dermed saksbehandler meldinger og søknader knyttet til norsk aktivitet i Antarktis.

Kort sagt: Da man i 1959 etablerte Antarktis som «vitenskapens kontinent» skjov man potensielle konflikter og uenigheter i bakgrunnen og har gjennom 60 år med skiftende globale politiske forhold hatt et vellykket internasjonalt samarbeid. Traktaten står fortsatt sterkt og vil fortsette å utgjøre rammen for forvaltningen av kontinentet i sør. Norsk Polarinstittutt har og vil fortsette å understøtte dette viktige samarbeidet inn i fremtiden.

Celebrating 60 years of the Antarctic Treaty

By programme leader Birgit Njåstad and senior advisor Astrid C. Høgestøl, Norwegian Polar Institute

The Antarctic Treaty celebrated its 60th anniversary on 1 December 2019. The day was marked in many countries, including Norway. The Norwegian Polar Institute marked the anniversary in a number of ways, including the opening of a new exhibition in Tromsø which gives an insight into Norwegian research carried out in Antarctica from the 19th century to the present day.

The Antarctic Treaty is worth celebrating. When the Treaty was signed, it marked the beginning of a new era for the great white continent in the South. Antarctica had previously been a no man's land where the territorial claims that had been put forward lacked international support. The Antarctic Treaty ensured that the continent would subsequently be managed through an international cooperative body which facilitated unprecedented scientific collaboration and cooperation to preserve the unique natural environment in the South.

Through decades of global political fluctuations and conflict, the Antarctic Treaty has helped to ensure the stable and peaceful internationally coordinated management of this very special continent for the past 60 years.

The Treaty is born

A comprehensive scientific cooperation between the twelve countries active in Antarctica during the International Geophysical Year (IGY) in 1957/1958 laid the foundations for the treaty, at a time of cold fronts in global politics.

The countries wanted to continue their cooperation regarding the scientific exploration of Antarctica after IGY. This laid the foundations for the establishment of the international scientific committee for Antarctica – the Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR). The authorities in the countries concerned were also given the opportunity to negotiate over the use of science as an anchor point in the future management of Antarctica, and so the Antarctic Treaty was born, with peace and science as cornerstones.

KEY ARTICLES OF TREATY THE ANTARCTIC

- Antarctica is only to be used for peaceful purposes. All military activities are prohibited (I).
- Nuclear detonations and radioactive waste storage are prohibited (V).
- All stations and equipment can be inspected by designated observers (VII).
- The Antarctic Treaty “freezes” territorial claims for as long as the Treaty remains in force, and no new claims or extensions to claims may be put forward (IV).
- Freedom of scientific research in Antarctica is a fundamental principle (II).
- International cooperation in scientific research must be promoted (III).

Through the establishment of the Treaty, the parties agreed to disagree over territorial claims for as long as the Treaty remains in force.

Over 80 percent of the world's population is behind the Treaty

The Treaty, which came into force in 1961, has been acceded to by every country which is a member of the United Nations. A distinction is made between ‘consultative’ and ‘non-consultative’ parties. Consultative parties have decision-making powers and all resolutions are adopted through unanimous agreement. Non-consultative parties can achieve consultative status if they show particular interest in Antarctica by conducting significant scientific research there. The distinction between consultative and non-consultative parties has been made to ensure that it is the countries that have an interest in and an actual understanding of Antarctica which make decisions which could be of far-reaching importance to the future of the continent.

By the end of 2019, the Treaty had 29 consultative parties, and a total of 53 countries had signed up to the Treaty as a contractual party. Meetings under the Antarctic Treaty are held annually, and the consultative parties take it in turns to plan and hold the meetings. The last time a meeting was held in Norway was in 1998, in Tromsø.

Nature conservation, peace and science

In addition to the Treaty itself, the parties agreed on a Convention for the Conservation of Seals in Antarctica (CCAS) in 1972 and a Convention for the Conservation of Marine Living Resources in Antarctica (CCAMLR) in 1980. Today, Norway and 35 other parties have signed the CCAMLR, which sets out the framework for the management of fisheries in the Southern Ocean. Together with the Antarctic Treaty, CCAS and CCAMLR form part of the Antarctic Treaty system.

In 1991, the parties to the Treaty signed the Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty (the Environmental Protocol). The Environmental Protocol commits the parties to comprehensive conservation of the environment in Antarctica and related and dependent ecosystems, and designates Antarctica as a protected area devoted to peace and science. The protocol sets out a number of rules concerning cooperation relating to environmental protection in Antarctica.

In connection with the entry into force of the protocol, a special environmental protection committee (CEP) was also established, which provides environmental, scientific and technical advice, and draws up recommendations to the parties to the Treaty relating to the implementation of the Environmental Protocol. Through this, environmental protection became a third cornerstone of the Antarctic Treaty cooperation – alongside peace and science.

Norway played an active role in the preparation of the Environmental Protocol. The first meeting of the committee took place in Tromsø, when the Treaty parties held their meeting there in 1998. Norway, through the then director of the Norwegian Polar Institute Olav Orheim, also held the presidency of CEP for the first few years. As a result,

Norway was instrumental in laying the groundwork for the independent scientific role of the Environmental Protection Committee in the Antarctic Treaty cooperation.

The Maudheim Expedition

During the period leading up to the establishment of the Antarctic Treaty, the Norwegian Polar Institute was an important instrument for securing Norway's role in the preparation and participation of the Antarctic Treaty from the very beginning. Immediately after World War II, when there was considerable uncertainty over the handling of the various claims being put forward concerning Antarctica and the future management of the continent, it was decided that Norway's Svalbard and Arctic surveys would become the Norwegian Polar Institute and thereby expand their geographical area of responsibility to include the polar regions in the South. This highlighted Norway's interests and intentions in Antarctica.

Norway took part in the British-Swedish-Norwegian Maudheim Expedition in 1947-49, with the Norwegian Polar Institute acting as the executive Norwegian participant. This expedition, the first truly international scientific expedition to Antarctica, was planned under the direction of Harald U. Sverdrup and carried out with John Gæver as expedition leader, both from the Norwegian Polar Institute.

The expedition became a pioneering expedition which pointed the way forward to IGY, which in turn provided a boost to research which Norway had to participate in to show its continuing interest in its territorial claims.

During IGY, the Norwegian Polar Institute was responsible for Norway's contribution in the South through the establishment and subsequent scientific work carried out from "Norway Station" (1956-60) in Dronning Maud Land. All this effort meant that Norway had both a position and a right to be part of the negotiations when it was time to sit around the table to discuss a solution to the "Antarctic problem".

Research and advice

Since the establishment of the Antarctic Treaty, the role of the Norwegian Polar Institute has continued to be pivotal to Norway in the Antarctic Treaty cooperation. The price of admission to the Antarctic Treaty is active and sustained research interest. The Norwegian Polar Institute has been crucial in maintaining and highlighting Norway's scientific interest in Antarctica, both through the establishment and

operation of the Troll research station and through the pivotal research that the institute has carried out in Antarctica over the past 60 years. The final piece in this jigsaw in the story so far fell into place when the Norwegian Polar Institute established its own Antarctic programme in the year in which the Treaty celebrated its 60th anniversary.

The aim of the Antarctic Programme is to help the Norwegian Polar Institute to deliver timely, high-quality and relevant research and advice concerning the geology, climate, nature, ecosystems and environmental trends in Antarctica. The programme will also contribute to the application of knowledge as a basis for the authorities' participation in processes and discussions in the Antarctic Treaty system. At international level, the Norwegian Polar Institute actively contributes to safeguarding Norway's participation in SCAR, which remains a key organisation in scientific cooperation in Antarctica.

International cooperation

The Norwegian Polar Institute is a regular participant in Norwegian delegations to Antarctic Treaty meetings as an adviser on scientific and policy-related issues, as well as in annual meetings under CCAMLR. The Norwegian Polar Institute thus has a particularly pivotal role in the CEP environment committee, with the institute representing Norway and being responsible for Norway's involvement. During the anniversary year of 2019, the undersigned (Birgit Njåstad) became the second Norwegian chair and the first female chair of CEP.

A pivotal part of the Treaty cooperation is the countries' implementation of the Environmental Protocol's provisions through national regulations. In Norway, this has been addressed through the Regulations relating to the protection of the environment and safety in Antarctica. The Norwegian Polar Institute is the competent authority according to the Regulations, and is therefore responsible for processing notifications and applications concerning Norwegian activity in Antarctica.

In short: In 1959, when Antarctica was established as the "continent of science", potential conflicts and disputes were pushed into the background, leading to successful international cooperation through 60 years of political fluctuations. The Treaty remains strong and will continue to provide the framework for the management of the continent in the South. The Norwegian Polar Institute has and will continue to support this vital cooperation into the future.

Antarktisutstillingen ble åpnet før jul, og kan sees i foajeen i Framsenteret i Tromsø. *The Antarctic Exhibition was opened before Christmas and visitors can see it in the foyer of the Fram Centre in Tromsø. Foto/ Photo: Ann Kristin Balto, NP/NPI*



FF Kronprins Haakon på førstereis til Kong Håkon VII Hav

Av toktleder/programleder Harald Steen, havforsker Laura de Steur og programleder Birgit Njåstad, Norsk Polarinstittut



FF Kronprins Haakon på tokt i Sørishavet. RV Kronprins Haakon during the cruise in the Southern Ocean. Foto/Photo: Rudi Caeyers, NP/NPI

Kong Håkon VII Hav er havområdet utenfor kysten av Dronning Maud Land i Antarktis. Fra slutten av 1800-tallet og frem til siste del av 1960-tallet drev nordmenn hvalfangst her, men etter at det ble slutt på hvalfangsten, har Norge gradvis erstattet tilstedeværelsen med forsknings-aktivitet og kartlegging.

Norges interesser som kravshaver i Dronning Maud Land betinger at vi skal bidra til at havområdene utenfor forvaltes på en god måte og innenfor rammen av det internasjonale antarktistraktatsamarbeidet. Men skal vi gjøre dette arbeidet på en best mulig måte må vi ha bred kunnskap om naturen i sør, inklusiv det nærliggende havområdet Kong Håkon VII Hav.

Sørishavet under lupen

I dag finnes det derimot lite kunnskap om havet utenfor Dronning Maud Land, og det hersker flere spørsmål enn svar. I 2019 dro Norsk Polarinstittut på forskningstokt med forskningsskipet Kronprins Haakon til Kong Håkon VII Hav. Målet var å samle inn kunnskap om de fysiske, biologiske og klimatiske forholdene som former, preger og driver økosystemet, og påvirker alt fra planteplankton til blåhval. Toktet ble ledet av Polarinstittutet, og foregikk i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og Norges tekniske naturvitenskapelige universitet, i tillegg til University of Pretoria og Southern Ocean Carbon & Climate Observatory i Sør-Afrika.

Bakteppet for toktet var sammensatt; vi trenger mer kunnskap om havmiljøet i sør, samtidig som internasjonale diskusjoner om forvaltningen av havområdene i Antarktis er aktualisert, i takt med de pågående klimaendringene. For Norge sin del er det viktig å være en aktiv og tilstedeværende aktør i det internasjonale forskning- og forvaltningsarbeidet i Antarktis.

Stormfull overfart

Forskningstoktet til Kong Håkon VII Hav startet den 28. februar 2019 i Punta Arenas i Chile, og etter elleve dagers overfart i tidvis stormfull sjø kom vi frem til studieområdet.

Vel fremme i studieområdet satte vi straks i gang med forskningen, og vi rettet blikket spesielt mot antarktispetreller. Disse sjøfuglene søker etter mat i akkurat dette havområdet, men vi vet ikke helt hvorfor de trekker hit, noe som vi akter å undersøke videre. På jakt etter svarene krysset vi videre studieområdet mot Astridryggen (en undersjøisk rygg) for å studere havstrømmer, planteplankton og krill, og som kan ha betydning for petrellenes dragning hit. Vi registrerte krill og fisk i vannsøylen ved hjelp av sonar, og vi kartla havets bevegelser og havbunnen.

Algeoppblomstringer

Satellittbilder tyder på at det finnes algeoppblomstringer i den sentrale delen av Kong Håkon VII Hav. Hvorfor dette skjer i åpent hav, i stedet for langs kysten hvor det er mer næringsstoffer, og hvorfor det begynner ganske sent i sesongen i stedet for tidlig, ønsket vi å finne ut.

For å finne et godt egnet studieområde fulgte algeforskeren med på satellittbilder som viser hvor det til enhver tid foregår algeoppblomstringer. Til vår store glede var det en stor algeoppblomstring akkurat der hvor antarktispetrellene oppholdt seg i store mengder.

CTD-stasjon og glider

Vel inne i algeoppblomstringen tok vi en CTD-stasjon og satte ut en glider, for å samle inn data. En CTD-stasjon består i at vi måler saltholdighet og temperaturer i havet ved å senke instrumentet gjennom vannsøylen. Med dette instrumentet kunne vi også ta vannprøver, som ga svar om alger, vannets kjemisk sammensetting og havforsuring.

Med glideren tok vi CTD og vannkjemiske målinger. Glider er en farkost som er ca 1,5 meter lang og beveger seg opp og ned i vannmassene ved at den gjør seg lettere eller tyngre enn vannet. Når den synker eller stiger så beveger glideren seg framover og på veien måler den flere vannkjemiske parametere.

Yrende dyreliv i dype havområder

To uker senere, på tilbakevegen fra Astridryggen og mens vi seilte gjennom den marginale iskantsonen, krysset vi igjen området med algeoppblomstringen. Vi observerte da at det vrimlet av liv med store krillforekomster i dette dype havområdet, vi så mange petreller i lufta og rundt 80 hval ble observert på noen korte ettermiddagstimer.

Observasjonen av det yrende dyrelivet hvor havet var 4000 meter dypt var uventet. Dette er viktig siden det forteller oss at det er ikke bare grunne områder, som til nå har vært i fokus for forvaltningen, men også de dype havområdene må sees på.

Astridryggen

Noen dagsreiser øst for hvor vi fant algeoppblomstringen og den stor ansamlingen av fugler og hval startet, ligger Astridryggen. Astridryggen strekker seg ca 400 km ut i fra Antarktiskontinentet, innerst er det bare ca 200 meter dypt og lengre ut der vi skulle jobbe er det ca 1500 m dypt, og selv om dette er ganske dypt så er det likevel en del liv på bunnen, og vi hadde som mål å undersøke dette nærmere.

Undervannsfarkosten Ægir

Men hvordan studere livet i dypet? I noen utvalgte intensive studieområder kartla vi havbunnen med topp moderne sonarer, vi tok CTD-stasjoner og trålet etter fisk. Men vi benyttet også et undervannsfarkost, en såkalt ROV (Remote Operated Vehicle) ved navn Ægir 6000.

Ægir 6000 er høyteknologisk utstyrt og er nok mange teknofiler sin drøm. Ægir har flere HD-kameraer, manipulatorarmer, sugepumpe, kjerneprøvetaker og en skuff for å samle organismer som skal bringes opp fra dypet.

Livet i dypet «minutt for minutt»

Mens Ægir «jobbet» i dypet fulgte forskerne ferden ombord via video. Var det noe vi ønsket å se nærmere på, ba vi operatøren rette kameraet spesielt mot dette, enten det var en sjøilje, blekksprut eller noe annet. Var organismen spesielt interessant så ba vi operatørene å plukke den opp med manipulatorarmen og legge det i skuffen slik at vi fikk det om bord i skipet for nærmere undersøkelse og artsbestemmelse. Opptakene fra bunnen ble hele tiden strømmet over videoanlegget på skipet slik at også øvrige deltakere på toktet fikk en «Astridryggen minutt for minutt»-reportasje.

Vi satte også ut line og trålte havbunnen for å få med oss organismer som ikke ble fanget opp av kamera. Trålene ga oss prøvemateriell som nå er lagret ved Universitetsmuseet i Bergen. På lina fikk vi isfisk og isgalt, men ingen antarktisk tannfisk som vi håpet på. Vi fikk også en ca 20 m lang stålwire på lina, noe som fortalte oss at søppel ender også her i sør på havets bunn.

Traff på tykk is

Vi ønsket å studere grunnere havområder inne ved isbremen og satte baugen sørover. Vi jobbet oss gjennom stadig tyngre is. På ca 1000 m (S -68,9 Ø11,7) lagde vi et nytt inten-

sivt studieområde. Forskningen gikk i henhold til planen, men vi måtte manøvrere rundt et 40 km langt ugjennomtrengelig isflak som drev med ca 0,4 km/t. Dette virker ikke veldig fort når vi tusler på tur med en fart på ca 3-4 km/t, men når det som kommer drivende er et stort «landområde» (det var kun sammenfrosset drivis og kan omslutte båten og fryse deg fast, blir det hele mer alvorlig.

Iskart er dynamiske

Vi er vant til kart der en stein, en holme eller øy er på samme plassen dag etter dag. Iskart er derimot dynamiske fordi isen er i stadig bevegelse.

Under toktet hadde vi gode iskart, men til vår irritasjon beveget det store isflaket seg ca 8 km i døgnet, og de mindre flakene noe fortere. Og siden vi ønsket å studere grunnere havområder som til dels bestemte hvor vi skulle jobbe, voldte isen oss etter hvert store problemer. Vi forsøkte å gå gjennom isen, bak og foran det store flaket, men uten hell. Vi ville jo inn til selve isbremen, men akk nei, det gikk ikke denne gangen.

Havobservatorium

Høsten sør på kloden var på anmarsj, og tilfrysingen godt i gang. Vi rakk imidlertid å sette ut et havobservatorium på S -69 Ø 10,7 som skal stå i to år og måle oseanografiske og biologiske parametere. Den lytter også etter hval. Inne i drivisen så vi lite hval, men desto mer av keiser- og adeliepingviner.

Sakte men sikkert tettet isen seg til og skipperen besluttet å gå nordover mot åpnere farvann. Dagen derpå var vi i iskantsonen, med sitt «yrende» liv. Vi gikk langs iskanten, tok prøver og registrerte, og forsøkte å nå isbremen litt lengre vest, men denne gangen også uten hell. På det sydligste punktet satte vi ut et nytt havobservatorium.

Maud Rise – en undersjøisk vulkan

Ca 230 nautiske mil nord for algeoppblomstringsområdet ligger Maud Rise (S -65.2 Ø 2.5). Maud Rise er en gammel undersjøisk vulkan som er ca 1000-1500 meter dyp. I noen vintre lager den et stort åpent havområde i isen (polynia), som skyldes et spesielt havstrømsmønster. Vår interesse var vannmassene og havbunnen.

Vi kjørte to intensive studieområder på oppstrøms- og nedstrøms side av Maud Rise for å kartlegge dyrene på bunnen. Et av målene med toktet var å lære mer om antarktisk tannfisk og bidra til mer kunnskap om artens oppvekstområder. Mellom de to intensive områdene, som begge ga verdifull innsikt i livet på bunnen, satte vi ut lina. Vi hadde finslipt teknikken og spenningen var stor da vi begynte å dra lina opp på dekk. Langt der nede kom det til syne noe digert som så ut til å vokse når det nærmet seg overflaten, og som viste seg å være en tannfisk. Tilsammen fikk vi fire store tannfisker, den største målte 170 cm og veide 52 kilo.

Oppsummering

Toktet ga oss bedre detaljkunnskap om hva som finnes av bunnorganismer, havstrømmene, fordeling av jern og havforsuring, fyto- og zooplankton og toppredatorer i et fra før lite undersøkt havområde. Samlet sett gir undersøkelsene oss i bedre stand til å avgrense økoregioner som igjen er grunnstammen for pågående internasjonale diskusjoner og vurderinger rundt forvaltning, vern og bruk av miljøverdier og -ressurser i Kong Håkon VII Hav.

The RV *Kronprins Haakon* on its maiden voyage to Kong Håkon VII Hav

By research cruise leader and programme leader Harald Steen, oceanographer Laura de Steur and programme leader Birgit Njåstad, Norwegian Polar Institute

Kong Håkon VII Hav is the marine area off the coast of Dronning Maud Land in Antarctica. From the late 19th century through until the late 1960s, Norwegians were whaling here, but since the end of whaling, Norway has gradually switched to conducting research and mapping in this region. Norway's interests as a result of its claim to Dronning Maud Land are dependent on us helping to ensure that the coastal waters are managed appropriately and in a way which is within the framework of the international Antarctic Treaty cooperation. However, if we are to do this in the best possible way, we must have a broad understanding of the natural environment in the South, including the nearby waters of Kong Håkon VII Hav.

The Southern Ocean under the magnifying glass

However, at present, we know little about the ocean off Dronning Maud Land, and there are more questions than answers. In 2019, the Norwegian Polar Institute carried out a research cruise to the Kong Håkon VII Hav using the research vessel *Kronprins Haakon*. The aim was to collect data about the physical, biological and climatic conditions which shape, characterise and drive the ecosystem, impacting on everything from phytoplankton to blue whales. The cruise was led by the Norwegian Polar Institute and took place in collaboration with the Institute of Marine Research, the University of Bergen, the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), the University of Pretoria and the Southern Ocean Carbon & Climate Observatory in South Africa.

The backdrop to the expedition was complex; we needed to improve our understanding of the marine environment in the South, while continuing climate change has moved international discussions concerning management of the marine areas of the Antarctic to the top of the agenda. As far as Norway is concerned, it is important to be an active and present operator in the international research and management work in Antarctica.

Stormy crossing

The research cruise to Kong Håkon VII Hav began on 28 February 2019 in Punta Arenas in Chile, and we finally arrived in the study area (map) after an eleven-days crossing in what at times were stormy seas.

Once we had arrived in the study area, we immediately got under way with our research, with a particular focus on Antarctic petrels. These seabirds hunt for food in these waters, but we do not know precisely why they go there and this was one aspect which we intended to investigate further. In search of the answers, we crossed the study area towards Astridryggen (an underwater ridge) in order to study ocean currents, phytoplankton and krill, which could be one reason why the petrels come to this area. We recorded krill and fish in the water column using sonar, and we mapped the ocean's movements and the seabed.

Algal blooms

Satellite images indicate the presence of algal blooms in the central part of Kong Håkon VII Hav. We wanted to find out why this occurs in the open sea, rather than along the coast

where there are more nutrients, and why it starts relatively late in the season instead of earlier. In order to find a suitable study area, the algae researcher monitored satellite images showing where algal blooms were occurring at any one time. To our great delight, there was a large algal bloom at precisely the location where the Antarctic petrels were gathering in large numbers.

CTD station and glider

Once inside the algal bloom, we took a CTD station and released a glider to collect data. A CTD station measures salinity and ocean temperatures by lowering the instrument down through the water column. We can also use this instrument to take water samples, which gave us answers concerning the algae, the chemical composition of the water and ocean acidification.

Using the glider, we took CTD and water chemistry measurements. A glider is a 1.5m-long vessel which moves up and down in the water column by making itself lighter or heavier than the water. When it sinks or rises, the glider moves forward and measures numerous water chemical parameters as it does so.

Teeming wildlife in deep ocean areas

Two weeks later, on the way back from Astridryggen and as we sailed through the marginal ice zone, we again crossed the area with the algal bloom. This time, it was apparent that it was teeming with life, with large krill aggregations in this deep ocean area. We saw many petrels in the air and around 80 whales were observed in a few short afternoon hours.

The sight of teeming wildlife where the ocean was 4,000 metres deep was unexpected. This is important because it tells us that it is not just shallow areas, which have so far been the focus of management, but also deep ocean areas that must be considered.

Astridryggen

A few days' sail east of where we found the algal bloom and the large accumulation of birds and whales started, lies Astridryggen. This ridge extends about 400km out from the Antarctic continent. At its innermost reaches, it is only approximately 200 metres deep, while further out where we were to work, it is approximately 1500 metres deep. Even though this is relatively deep, there is quite a lot of life on the bottom, which we intended to study in more detail.

The underwater vessel Ægir

How can we study life in the depths? In a number of selected intensive study areas, we mapped the seabed using state-of-the-art sonar, used CTD stations and trawled for fish. However, we also used an underwater vessel, known as a Remote Operated Vehicle (ROV) by the name of Ægir 6000. Ægir 6000 is equipped with all manner of advanced technology and is a technophile's dream. Ægir has several high-definition cameras, manipulator arms, a suction pump, core sampler and a drawer for collecting organisms to be brought up from the depths.

Life in the deep “minute by minute”

While Ægir was “working” in the depths, the researchers followed the vessel’s progress onboard via a video link. If we wanted to look at something in particular more closely, we asked the operator to point the camera specifically at it, whether it was a sea lily, a squid or anything else. If the organism was particularly interesting, we would ask the operators to pick it up using the manipulator arm and place it in the drawer, so that we could bring it back to the ship for closer inspection and species determination. The recordings from the bottom were continually streamed via the video system on the ship, so that other participants on the expedition also got an “Astridryggen minute by minute” report.

We also set out a line and trawled the seabed to catch organisms that had not been caught by the camera. The trawls gave us samples which have now been placed in store at the University Museum in Bergen. On the line, we caught notothenioidei and Antarctic toothfish, but no Patagonian toothfish which we hoped for. We also got a 20-metre long steel wire on the line, indicating that rubbish also ends up here in the South at the bottom of the ocean.

Encountered thick ice

We wanted to study shallower marine areas in by the ice shelf, so we headed south. We worked our way through increasingly dense ice. At approximately 1000 m (S -68.9 E 11.7), we established a new intensive study area. The research proceeded as planned, but we had to manoeuvre around a 40-km long impenetrable ice floe which was drifting at a rate of about 0.4 km/h. This may not seem very fast when we can manage around 3-4 km/h, but when what comes drifting towards you is an extensive “land area” (frozen drift ice), which can surround and freeze-in a vessel, it all becomes that much more serious).

Ice maps are dynamic

We are accustomed to looking at maps where a rock, an islet or an island is in the same place day after day. However, ice maps are dynamic because the ice is constantly moving. During the expedition, we had good ice maps, but to our irritation, the large ice floe moved at a rate of about 8 km a day, the smaller flakes slightly faster. Because we wanted to study shallower waters which partly determined where we would work, the ice gradually began to cause us some major headaches. We tried to go through the ice and then behind and in front of the large flake, but without success. We wanted to get to the ice shelf itself, but alas, it wasn’t to be this time.

Ocean Observatory

The southern autumn was approaching and freezing was well underway. However, we managed to set out an ocean observatory at S -69 E 10.7, which will be left in-situ for two years to measure oceanographic and biological parameters. It will also listen for whales. Once inside the drift ice, we saw few whales, but many emperor and Adélie penguins.

Slowly but surely, the ice closed in and the captain decided to head north towards more open waters. The following day, we were in the marginal ice zone, with its “teeming” life. We followed the ice margin and took samples and measurements. We tried to reach the ice shelf a little further west, but once again without success. At the southernmost point, we put out a new ocean observatory.

Maud Rise – an underwater volcano

Approximately 230 nautical miles north of the area where the algal bloom had been lies Maud Rise (S -65.2 E 2.5). Maud Rise is an ancient underwater volcano which is situated at a depth of approximately 1000-1500 metres. In some winters, it creates an extensive area of open ocean in the ice (polynia), which is caused by an unusual pattern of ocean currents. The focus of our attention was the water bodies and the seabed.

We established two intensive study areas on the upstream and downstream sides of Maud Rise in order to map the fauna on the seabed. One of the aims of the cruise was to learn more about the Antarctic toothfish and the nursery grounds of the species. We set out a line between the two intensive areas, both of which provided valuable insight into life on the seabed. We had fine-tuned the technique and there was considerable excitement when we began to bring the line onto the deck. From the depths emerged something huge which seemed to grow as it approached the surface. It turned out to be an Antarctic toothfish. In total, we caught four large Antarctic toothfish, the largest measuring 170 cm and weighing 52 kilogramme.

Summary

The cruise gave us a more detailed knowledge of bottom organisms, ocean currents, the distribution of iron and ocean acidification, phytoplankton and zooplankton and apex predators in an ocean area which had previously been little studied. In conclusion, the investigations we carried out have better enabled us to delimit eco-regions, which in turn has provided us with the necessary foundations for the ongoing international discussions and evaluations relating to the management, protection and use of environmental values and resources in Kong Håkon VII Hav.



Toktleder Harald Steen (med gul hjelm) studerer fangst fra dypet. Cruise leader Harald Steen (with yellow helmet) study catch from the deep. Photo/Photo: Rudi Caeyers, NP/NPI

På tokt i nordlige havområder

Havforsker og programleder Arild Sundfjord og havforsker Laura de Steur, Norsk Polarinstitutt

I 2019 ledet Norsk Polarinstitutt to tokt i nordlige havområder. Norges nye isgående forskningsskip FF Kronprins Haakon ble benyttet under begge toktene. Tokt 1 foregikk tidlig på høsten og utførte langtidsmålinger av hav- og havis i Framstredet. Tokt 2 håndterte et stort antall instrumenttrigget i det nordlige Barentshavet i regi av Arven etter Nansen-prosjektet i tillegg til studier på kontinentalsokkelskråningen mot Polhavet som del av prosjektene A-TWAIN og SIOS-inflow.

Her beskriver vi hovedaktivitetene til toktene, og gir eksempler på hvordan det nye fartøyet kan brukes til å skaffe nøkkeldata om klima- og miljøutviklingen i våre nordligste havområder.

Framstredet

Framstredet er havområdet som ligger mellom Grønland og Svalbard. Stredet er ca. 300 km bredt og omtrent halvparten utgjør kontinentalsokkel til Øst-Grønland. Videre er Framstredet det området hvor det er størst utveksling av forskjellige vannmasser mellom Polhavet og havområdene lengre sør, og det eneste stedet hvor det skjer utskiftning av dyper vannmasser med Polhavet.

I det østlige Framstredet fører Vest-Spitsbergenstrømmen varmt og salt vann mot nord, mens Øst-Grønlandstrømmen transporterer kaldt og relativt ferskt polarvann og havis mot sør i det vestlige Framstredet. Sammen bidrar disse strømmene til den globale havsirkulasjon som er drevet av forskjeller i temperatur og saltinnhold.

Siden 1990 har Norsk Polarinstitutt gjort målinger i det vestlige Framstredet. Hvert år gjennomfører instituttet et tokt som tar opp og setter ut instrumenttrigget på ca 79°N.



Toktleder Laura de Steur og overingeniør Jan Are Jacobsen i arbeid med instrumentkalibrering på isen under toktet til Framstredet. Expedition leader Laura de Steur and chief engineer Jan Are Jacobsen calibrating instruments on the ice during the expedition to the Fram Strait. Foto/Photo: Lawrence Hislop, NP/NPI

Toktene foregår når havisutbredelsen er på sitt minimum i slutten av august til midten av september.

Selv om havisutbredelsen er minst i september transporterer Øst-Grønlandstrømmen mye is sørover. Eksporten av havis via Framstredet utgjør så mye som 90 prosent av den totale mengden havis som forlater Polhavet, og for å operere effektivt og sikkert i et slikt farvann trengs et fartøy med skikkelig kapasitet til å gå i is, som Kronprins Haakon.

Riggene i Framstredet måler først og fremst strøm, saltinnhold, temperatur og istykkelse. Instrumentene måler i intervaller fra hvert femte minutt til hver time, avhengig av batteri- og lagringskapasitet. De siste ti årene har riggene også hatt hvaldopptakere som registrerer narhval og grønlandshval som holder til i disse farvannene som er preget av lite kommersiell aktivitet.

Under toktene måles også temperatur og saltinnhold på en rekke stasjoner tvers over Framstredet med en såkalt CTD. CTD-en sitter på en ramme med flasker som henter vann fra forskjellige dyp. Vannet blir deretter analysert for å undersøke kjemiske egenskaper som karbon- og oksygeninnhold, forskjellige isotopverdier og næringsstoffer. I tillegg jobber forskere på havisen for å måle istykkelse og for å ta iskjerner for å analysere saltinnhold og alle de ovennevnte kjemiske egenskaper.

Andre gode forskningsegenskaper med FF Kronprins Haakon er en 3 x 4 meter stor moon pool, et hull midt i skipet hvor CTD eller annet utstyr kan senkes ned og dermed unngå å bli tatt av drivisen på utsida av skroget.

Kronprins Haakon har også et stort helikopterdekk og -hangar. Helikopter er allerede blitt brukt til å kartlegge tilstedeværelse og oppførsel til grønlandshval og finnhval som holder til i delvis isdekkede områder i Framstredet og på Grønlandssokkelen, og for å måle havis-karakteristikk.

Prosjektet "Arctic Outflow Observatory" er en sentral komponent i Polarinstituttets Polhavprogram, som finansierer tokt, rigger og teknisk personell. I tillegg trengs det betydelige eksterne midler for å vedlikeholde og erstatte instrumenter, introdusere ny teknologi, prosessere og analysere data og samarbeide med øvrige forskere for å øke forståelsen av hele systemet.

Hovedmål for prosjektet i Framstredet er å samle inn data til tidsserier av nøkkelparametere i havet og overvåke eksporten fra Polhavet gjennom Framstredet for å fange opp variasjoner og trender, som bidrar til forståelse av klimaendringenes betydning for hav, havis og havforsuring. Noen av elementene som har blitt studert i senere år er reduksjon i havistrykkelse, variasjon i ferskvanninnhold og hvor ferskvannet stammer fra (de sibirske elver, gjennom Beringstredet fra Stillehavet eller smeltevann fra havisen), effekter av ferskvanninnhold på havsirkulasjon og ventilering av dyphavet, regional utvikling i havforsuring og endringer i havtemperatur som har betydning for smelting av tidevannsbreer på Øst-Grønland.

I 2019 fikk prosjektet "Freshwater export in an era of Arctic Ocean Freshening and sea ice decline, 2019–2022 (FreshARC)" finansiering av Norges forskningsråd til å opparbeide en ensartet tidsserie av ferskvann- og haviseksport gjennom Framstredet i perioden 1990–2020. En slik 30-årig tidsserie vil gi oss en forståelse av hvordan



Mørket skapte vansker med å ta opp rigger, men forskerne og teknikerne klarte det likevel. *The darkness made it difficult to pick up rigs, but the scientists and technicians managed to retrieve them.* Foto/Photo: Hege Holen Paulsrud, NP/NPI

klimaendringer påvirker eksporten av ferskvann og havis fra Polhavet, og undersøke om det er blitt økning (gjennom mer ferskvann) eller minking (gjennom mindre havis) av ferskvann.

Det nordlige Barentshavet

I det nordlige Barentshavet og området nord for Svalbard har vi de siste tiårene sett økende temperaturer og redusert havisdekke. Ved å studere endringene her kan vi også forstå mer om hvordan andre deler av Polhavet vil endre seg i de kommende tiårene, med fortsatt global oppvarming og minkende isdekke. I «Arven etter Nansen» er det satt ut en rekke instrumenttrigget i det nordlige Barentshavet. Disse er plassert på steder hvor vi antar at det kan være innstrømning av vannmasser som stammer fra Atlanterhavet, både fra sør og fra nord. Instrumenttriggete måler salt, temperatur, næringsinnhold, klorofyll, oksygen, stråling, pCO₂ og isstykkelser.

Riggene måler hele året og gir oss ny kunnskap om årssyklusen i området, som er et viktig supplement og bakteppe for de mer omfattende målingene som gjøres under de ulike toktene i prosjektet ellers.

Prosjektene A-TWAIN og SIOS-infranor har lignende rigger som dekker den atlantiske strømmen som følger kontinentalsokkelskråningen nord for Svalbard og videre inn i Polhavet. Her har det stått rigger siden 2012 og vi har etter hvert fått god forståelse av sesongsyklus og variasjon mellom år med både mye og lite havisdekke. Etter hvert som denne tidsserien blir lengre kan vi si noe om eventuelle trender over tid.

For å spare toktid og logistikk for prosjektene ble det bestemt å ha et felles tokt. Toktet foregikk i november, som er noe senere på året enn man kunne ønsket seg, fordi mørke, kulde og isdekke gir visse utfordringer når man skal ta opp og sette ut instrumenttrigget i havet. Mer om dette senere.

Novembertoktet startet i Longyearbyen og gikk først sørøst forbi Sørkapp. I grunnområdet øst for Storfjordrenna er det sterk tidevannsstrøm, og i deler av året kan varmt vann fra sørvest blandes opp og fordeles videre inn i Barentshavet. Her tok vi opp en rigg som hadde ett år med data ombord, og satte ut igjen riggen for å dekke ett år til. Denne riggen var like utenfor iskanten og enkel å få opp. Litt lenger øst ble en autonom måleplattform – en glider – satt ut for å gjøre målinger gjennom Polarfronten på vinteren. Neste rigg sto like nord for Høpendjupet, som er den dypeste passasjen mellom det atlantiskdominerte sørlige Barentshavet og den kaldere nordlige delen. Også her var instrumenttrigget like utenfor iskanten.

Deretter seilte vi nordover og inn i isen. De neste riggene hadde mye instrumentering, men det gikk likevel bra å få dem opp, og så sette dem ut igjen. Til sammen ble det satt ut fem rigger for «Arven etter Nansen»-prosjektet i området sør og sørvest for Kvitøya, der innstrømning av vannmasser og is fra nord finner sted.

I den første tida av toktet var det noen timer med skumringslys i sør midt på dagen, men når vi dro lenger mot nord og passerte midten av november ble det etter hvert helt mørkt med unntak av lys fra nymånen, stjerner og skipets egne lykter.

Over sokkelskråningen, nord for Kvitøya, tok vi opp og satte ut flere rigger, som alle gjør målinger i den sterke atlantiske strømmen som følger topografien østover. Disse måler strøm, hydrografi, biogeokjemi og biologi-akustikk, for å nevne noe. Toktet var det siste i dette området i 2019, og vi tok også opp rigger på oppdrag for internasjonale samarbeidspartnere. Fremover vil vi samarbeide med flere av disse institusjonene i analysene av måledata. I tillegg til riggarbeidet tok vi profiler av hydrografi og vannprøver for ulike analyser, samt isobservasjoner. Datamaterialet som vi samlet inn skal nå opparbeides, behandles, analyseres og etterhvert publiseres for å gi ny kunnskap om dette området av Barentshavet.

Erfaringer med FF Kronprins Haakon

De første ordinære toktene med det nye fartøyet har vært svært spennende. Vi har fått teste fartøyet i tykk is, og erfart at det gir oss muligheter til å gjøre tverrfaglige undersøkelser som tidligere ikke har vært mulig. I tillegg har skipet fasiliteter til å gjøre de undersøkelsene vi har behov for i åpent vann, som tråling etter fisk, bunndyr og plankton, samt et mannskap som står på døgnnet rundt for å bistå forskerne i gjøremål. Videre er skipet utstyrt med en rekke laboratorier som gjør det mulig å gjennomføre et stort utvalg av målinger i felt. Her er prøvene ferske og reflekterer de virkelige forholdene i havet. God plass i laboratoriene gjør det mulig for 30 forskere å jobbe samtidig. Vår erfaring er at «Kronprins Haakon» er et unikt redskap for å finne svar på kritiske spørsmål om miljø, ressurser og den nåværende og fremtidige tilstanden for livet i havet.

On a research cruise in northern waters

Oceanographer and programme leader Arild Sundfjord and oceanographer Laura de Steur, Norwegian Polar Institute

In 2019, the Norwegian Polar Institute led two research cruises to northern waters. Norway's new icebreaking research vessel *Kronprins Haakon* was used on both cruises. The first cruise took place in early autumn and took long-term measurements of the ocean and sea ice in the Fram Strait. The second cruise related to a large number of instrument rigs in the northern Barents Sea under the auspices of the Nansen Legacy project, in addition to studies on the continental shelf slope towards the Arctic Ocean as part of the A-TWAIN and SIOS-inflow projects.

In this article, we describe the main activities carried out during the cruises, and give examples of how the new vessel can be used to acquire key data on climate and environmental developments in our northernmost marine areas.

The Fram Strait

The Fram Strait is the marine area situated between Greenland and Svalbard. The strait is about 300km wide and about half makes up the continental shelf of East Greenland. The Fram Strait is also the area where the exchange of different water bodies between the Arctic Ocean and the marine areas further south is at its greatest, and the only place where replacement of deeper water bodies with the Arctic Ocean occurs.

In the eastern part of the Fram Strait, the West Spitsbergen Current carries warm, saline water northwards, while the East Greenland Current transports cold and relatively fresh polar water and sea ice southwards in the western part of the Fram Strait. Together, these currents contribute to global oceanic circulation driven by differences in temperature and salinity.

The Norwegian Polar Institute has been taking measurements in the western Fram Strait since 1990. Every year, the institute organises a cruise to retrieve and set out instrument rigs at a latitude of approximately 79°N. The cruises take place when the sea ice distribution is at its minimum in late August to mid-September.

Although the sea ice is at its minimum extent in September, the East Greenland Current still transports a lot of ice southwards. The export of sea ice via the Fram Strait accounts for as much as 90 percent of the total volume of sea ice leaving the Arctic Ocean, and to operate efficiently and safely in such waters, a vessel with icebreaking characteristics like the RV *Kronprins Haakon* is essential.

The rigs in the Fram Strait primarily measure current, salinity, temperature and ice thickness. The instruments take measurements at intervals of between five minutes and an hour, depending on their battery and storage capacity. For the past ten years, the rigs have also been equipped with whale sound recorders, which record the narwhals and bowhead whales that inhabit these waters, which see little commercial activity.

During the cruises, temperature and salinity are also measured at a number of stations across the Fram Strait using an oceanography instrument known as a 'CTD'. The CTD is secured to a frame with bottles which collect water samples from different depths. The water samples are then analysed for chemical properties such as carbon and oxygen concentration, isotope values and nutrients. Scientists are also working on the sea ice to measure ice thickness and take ice

cores to analyse for salinity and all the chemical properties referred to above.

Other good research characteristics of the *Kronprins Haakon* are a 3 x 4-metre "moon pool", a hole in the centre of the ship through which CTD and other equipment can be lowered in order to protect it from the drift ice on the outside of the hull.

Kronprins Haakon also has a large helicopter deck and hangar. Helicopters have already been used to map the presence and behaviour of bowhead whales and fin whales which inhabit partially ice-covered areas in the Fram Strait and on the Greenland shelf, and to measure the characteristics of the sea ice.

The Arctic Outflow Observatory project is a key component of the Norwegian Polar Institute's Arctic Ocean programme, which funds research cruises, rigs and technical personnel. In addition, considerable external funding is required to maintain and replace instruments, introduce new technology, process and analyse data, and collaborate with other researchers in order to improve our understanding of the entire system.

The primary objective of the project being carried out in the Fram Strait is to acquire data for time series of key parameters in the ocean and to monitor export from the Arctic Ocean through the Fram Strait in order to identify variations and trends, which will contribute to our understanding of the impact of climate change on the oceans, sea ice and ocean acidification. Some of the elements that have been studied in recent years include reductions in sea ice thicknesses, variations in freshwater content and the origin of the fresh water (the Siberian rivers, through the Bering Strait from the Pacific Ocean or meltwater from the sea ice), effects of freshwater content on ocean circulation and venting of the deep ocean, regional developments in ocean acidification and changes in ocean temperature which have implications for melting tidewater glaciers in East Greenland.

In 2019, the project entitled Freshwater export in an era of Arctic Ocean Freshening and sea ice decline, 2019–2022 (FreshARC) was awarded funding by the Research Council of Norway to develop a uniform time series of freshwater and sea ice exports through the Fram Strait during the period 1990 to 2020. This 30-year time series will enable us to understand how climate change is impacting on the export of freshwater and sea ice from the Arctic Ocean, and to investigate whether there has been an increase (through more freshwater) or decrease (through less sea ice) in the volume of fresh water.

The northern Barents Sea

In the northern Barents Sea and the area north of Svalbard, we have witnessed rising temperatures and reductions in sea ice cover in recent decades. Studying the changes taking place in these areas also enables us to understand more about how other parts of the Arctic Ocean will change over the coming decades, with further global warming and decreasing ice cover. In The Nansen Legacy project, a number of instrument rigs have been set out in the northern Barents Sea. These instrument rigs are located in places where we believe there may be inflow of water bodies originating from the Atlantic Ocean, both from the south and from

the north. The rigs measure salinity, temperature, nutrient concentrations, chlorophyll, oxygen, radiation, pCO₂ and ice thickness.

The rigs take measurements all year round and give us new data concerning the annual cycle in the region, providing an important supplement and backdrop to the more extensive measurements which are taken during the various other research cruises which take place.

The A-TWAIN and SIOS-infranor projects have similar rigs covering the Atlantic current which follows the continental shelf slope north of Svalbard and on into the Arctic Ocean. There have been rigs here since 2012 and we have gradually built up a good understanding of the seasonal cycle and fluctuations between years under conditions with both extensive and little sea ice cover. As this time series lengthens, we will become increasingly able to identify trends over time.

In order to save on cruise time and reduce the logistics for the projects, it was decided to organise a joint research cruise. The cruise took place in November, later in the year than would be ideal, because darkness, low temperatures and ice cover present challenges when recording and setting out instrument rigs in the ocean. More on this later.

The November cruise began in Longyearbyen and first sailed southeast past Sørkapp. In the shallow area east of Storfjordrenna, there are strong tidal currents, and at certain times in the year, warm water from the southwest can become mixed in and transported on into the Barents Sea. In this area, we picked up a rig which had a year's worth of data onboard, and released the rig again to record for a further year. This rig was just offshore of the ice margin and easy to recover. Slightly further east, an autonomous measuring platform – known as a 'glider' – was set out to take measurements through the Polar Front during the winter. The next rig was situated just north of Hopendjupet, which is the deepest passage between the Atlantic-dominated southern Barents Sea and the colder northern part. This instrument rig was also situated just offshore of the ice margin.

We then sailed northwards into the ice. The next rigs were equipped with a lot of instrumentation, but it was still possible to recover them and then release them again.

A total of five rigs were deployed for the Nansen Legacy project in the area south and southwest of Kvitøya, where the inflow of water bodies and ice from the north occurs.

During the early part of the cruise, there were a few hours of twilight in the south in the middle of the day, but as we headed further north and passed mid-November, it eventually became completely dark except for light from the new moon, the stars and the vessel's own lights.

Over the shelf slope, north of Kvitøya, we picked up and released several rigs, all of which are used to take measurements in the strong Atlantic current which follows the topography eastwards. These rigs measure current, hydrography, biogeochemistry and biology-acoustics, to mention a few parameters. The cruise was the last to be carried out in this area in 2019, and we also recovered rigs on behalf of a number of international partners. Going forward, we will analyse the measurement data in partnership with many of these institutions. In addition to the rig work, we took profiles of hydrography and water samples for various analyses, as well as ice observations. The data we acquired will now be prepared, processed, analysed and gradually published in order to provide new knowledge about this area of the Barents Sea.

Experiences with the RV *Kronprins Haakon*

It has been very exciting to take part in the first ordinary research cruises carried out using the new vessel. We were able to test the vessel in thick ice, and found that it enables us to carry out multidisciplinary investigations which were not previously possible. The vessel also has facilities which enable us to carry out the investigations we need in open water, such as trawling for fish, bottom fauna and plankton, as well as a crew which is available 24 hours a day to assist the scientists with miscellaneous tasks. The vessel is also equipped with numerous laboratories which enable a wide range of measurements to be taken in the field. Here, the samples are fresh and reflect the actual conditions in the ocean. There is plenty of space in the laboratories, enabling 30 researchers to work simultaneously. We have found *Kronprins Haakon* to be a unique tool for finding answers to critical questions concerning the environment, resources and the current and future state of life in the ocean.



FF Kronprins Haakon omringet av pannekakeis under høsten tokt til det nordlige Barentshavet. RV Kronprins Haakon surrounded by pancake ice during the autumn cruise to the northern Barents Sea. Foto/Photo: Hege Holen Paulsrud, NP/NPI

Ny-Ålesund forskningsstasjon – ny rolle for Norsk Polarinstitutt

Av programleder Geir Gotaas og forskningskoordinator Christina Alsvik Pedersen, Norsk Polarinstitutt



Nye instrumenter fraktes opp til Zeppelinstasjonen ved Ny-Ålesund med gondol. *New instruments are being transported to the Zeppelin station in Ny-Ålesund by gondola. Foto/Photo: Helge T. Markussen, NP/NPI*

Ny-Ålesund – fra gruvedrift...

Ny-Ålesunds historie på Svalbard kan litt forenklet deles i to klart adskilte epoker; de første knappe 50 årene dominert av gruvedrift (med spektakulære tillegg av polare ekspedisjoner) som tok ugjenkallelig slutt på dramatisk vis med den siste av mange ulykker i 1962 og regjeringen Gerhardsens avgang, og de neste drøye 50 årene med forskning og miljøovervåking som eneste grunnlag for virksomhet.

... til forskning og miljøovervåking

Starten på forskningsæraen i Ny-Ålesund kom i 1964 med etablering av en sivil norsk telemetristasjon som hadde som oppgave å laste ned data fra satellitter skutt opp av den europeiske romfartsorganisasjonen ESRO (European Space Research Organisation) – forløperen til dagens European Space Agency (ESA). Allerede i 1968 var Norsk Polarinstitutt på plass i Ny-Ålesund, og siden da har instituttet hatt helårlig aktivitet i Ny-Ålesund.

Norsk infrastruktur, forskning og miljøovervåking...

Kings Bay AS, et selskap som er heleid av Klima- og miljødepartementet, er grunneier, drifter infrastruktur og leverer alle nødvendige tjenester i Ny-Ålesund. Denne tunge, langsiktige investeringen fra norske myndigheters side er

helt avgjørende for at norske og utenlandske aktører kan drive forskning og miljøovervåking av global betydning med utgangspunkt i Ny-Ålesund, resten av Brøggerhalvøya og Kongsfjorden. Tilsvarende har Norsk Polarinstitutt, Norsk institutt for luftforskning og Kartverket stått for tunge investeringer i infrastruktur og drift i Ny-Ålesund, og på den måten vært ryggraden i den faglige aktiviteten i Ny-Ålesund siden midt på 1960-tallet.

... og internasjonalt samarbeid

Med disse langsiktige norske investeringene som fundament har også andre land investert betydelig i både forsker-tid, utstyr og infrastruktur i Ny-Ålesund. I dag driver et 20-tall institusjoner langsiktig forskning og miljøovervåking i Ny-Ålesund, omtrent halvparten av dem leier bygg hos Kings Bay AS, og flere av dem har i dag helårlig tilstedeværelse i Ny-Ålesund. Dette mangfoldige forskersamfunnet gir unike muligheter for samarbeid, og mye av dette skjer i en semi-formell ramme gjennom forskningsflaggskip som dekker temaene atmosfære, glasiologi, terrestrisk økologi og det marine system. Verdien av et slikt internasjonalt, tverrfaglig samarbeid, og den koordineringa som skjer gjennom flaggskipene, illustreres f.eks. gjennom utgivelsen av boka *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard*. Over 562 sider, og med bidrag fra 73 forfattere fra til sammen 35 institusjoner i 11 land, gir boka en detaljert statusrapport for alle økologisk viktige aspekt ved Kongsfjorden.

Samarbeidet som denne boka er et utmerket eksempel på, er avgjørende for å løse tverrfaglige miljø- og klimaspørsmål, og det gir også et enestående utgangspunkt for å utvikle sterke søknader som svar på utlysinger fra f.eks. EUs rammeprogram.

Flaggskipene er også viktige arenaer for diskusjoner av faglige prioriteringer og for diskusjoner av hvilken forskningsinfrastruktur som bør utvikles for å lykkes med det faglige arbeidet. På et overordnet nivå er det forskningsstrategien for Ny-Ålesund, utviklet av Norges forskningsråd på vegne av norske myndigheter, som legger rammene for virksomheten i og utviklinga av Ny-Ålesund.

Forskningsstrategi for Ny-Ålesund forskningsstasjon i dag...

Forskningsstrategien gir uttrykk for Norges overordnede ambisjon for Ny-Ålesund forskningsstasjon, nemlig at det skal være "the foremost research station for Arctic natural sciences". Nettopp de elementene som er nevnt over – unik tilgjengelighet, godt utbygd forskningsinfrastruktur, fremragende koordinering, samarbeid og informasjonsutveksling, trekkes frem som suksessfaktorer dersom ambisjonen skal oppfylles.

Strategien er svært viktig for Norsk Polarinstitutt også ut over at den støtter opp om den faglige aktiviteten instituttet har drevet siden 1968. I dokumentet får Norsk Polarinstitutt ansvar for å ivareta Norges vertskapsrolle i Ny-Ålesund, og for oppfølging og implementering av forskningsstrategien. Det siste elementet er tett koblet opp mot en rekke konkrete aksjonspunkt i strategien, som dekker alt fra forskningskvalitet til kunnskapsformidling.

For å kunne fylle vertskapsrollen og implementere strategien har Norsk Polarinstitutt tatt to konkrete grep: I forbindelse med innføring av programorganisering i instituttet ble det opprettet et eget program for Ny-Ålesund, og instituttet har opprettet ei stilling som forskningskoordinator i Ny-Ålesund – altså ei ny stilling i tillegg til de øvrige

seks åremålsstillingene. Som et siste grep er det øremerket midler til forskerstillinger som er tett koblet opp mot forskningsflaggskipene i Ny-Ålesund. Disse midlene vil bidra til at Norsk Polarinstitutt kan ta en enda mer aktiv rolle for å øke samarbeidet på tvers av institusjoner og nasjoner, også i den fremtidige dialogen om forskningsfaglige prioriteringer og infrastrukturprioriteringer i Ny-Ålesund.

... og i framtida

Samspillet mellom norsk tilrettelegging, norsk og internasjonal aktiv og langsiktig faglig aktivitet og en unik tilgjengelighet til et høy-arktisk område, gjør Ny-Ålesund til en unik forskningsstasjon i global sammenheng, bl.a. som kilde for miljødata. Gjennom Norges forskningsråds strategi for Ny-Ålesund er rammeverket på plass for at disse unike kvalitetene kan utvikles og utnyttes enda bedre i kommende år. Gjennom de organisatoriske tiltakene Norsk Polarinstitutt har gjennomført vil vi også i årene som kommer være en sentral aktør i arbeidet med å oppfylle ambisjonene i strategien for Ny-Ålesund forskningsstasjon

Fra det helt store til det helt lille

Selv om Ny-Ålesund er særlig viktig på grunn av de lange tidsseriene og den kunnskapen vi gjennom det får om de globale utviklingstrekk, så er det ikke bare de "store" utfordringene som skaper oppmerksomhet. Det mest medieomtalteprosjektet til Norsk Polarinstitutt i 2019 var "verdens lengst-spaserende polarrev" - utstyrt med GPS i Krossfjorden, og sporet via isen nord for Grønland og videre til Ellsmere-øya i Nord-Canada. Artikkelen om reven, som første gang ble publisert i Polar Research, ble lastet ned nesten 7000 ganger og saken ble dekket av norsk og internasjonal media i et omfang som instituttet aldri har opplevd tidligere; omkring 250 artikler eller nyhetsinnslag i 25 land – inkludert i kanaler som CNN News, The Guardian, BBC World, Al Jazeera og andre fra land som India, Hellas, Russland og Filipinene.



Forskere i arbeid på isen i Kongsfjorden. *Scientists at work on the ice in Kongsfjorden.* Foto/Photo: Helge T. Markussen, NP/NPI

Ny-Ålesund Research Station – a new role for the Norwegian Polar Institute

By programme leader Geir Gotaas and research coordinator Christina Alsvik Pedersen, Norwegian Polar Institute

Ny-Ålesund – from mining...

In somewhat simplified terms, the history of Ny-Ålesund in Svalbard can be divided into two distinct eras; the first 50 years or so were dominated by mining (with the spectacular additions of polar expeditions). This era ended dramatically with the last of many accidents in 1962 and the end of the Gerhardsen government, with the next 50 years revolving around research and environmental monitoring.

... to research and environmental monitoring

The start of the research era in Ny-Ålesund came in 1964 with the establishment of a Norwegian civilian telemetry station which was tasked with downloading data from satellites launched by the European Space Research Organisation (ESRO) – the forerunner of today's European Space Agency (ESA). The Norwegian Polar Institute established itself in Ny-Ålesund way back in 1968, and the institute has been active year-round in Ny-Ålesund ever since.

Norwegian infrastructure, research and environmental monitoring...

Kings Bay AS, a company which is wholly owned by the Norwegian Ministry of Climate and Environment, is the landowner and operates infrastructure and provides all essential services in Ny-Ålesund. This substantial long-term investment on the part of the Norwegian authorities is essential for Norwegian and foreign operators to conduct research and environmental monitoring of global importance based around Ny-Ålesund, the rest of Brøggerhalvøya and Kongsfjorden. Similarly, the Norwegian Polar Institute, the Norwegian Institute for Air Research and the Norwegian Mapping Authority have been responsible for substantial investments in infrastructure and operations in Ny-Ålesund, and have therefore been the backbone of scientific activity in Ny-Ålesund since the mid-1960s.

... and international cooperation

With these long-term Norwegian investments as a foundation, other countries have also invested heavily in research time, equipment and infrastructure in Ny-Ålesund. Today, around 20 institutions are involved in long-term research and environmental monitoring in and around Ny-Ålesund, about half of them leasing buildings from Kings Bay AS and many now with a year-round presence in Ny-Ålesund. This diverse research community provides unique opportunities for collaboration, much of which takes place in a semi-formal framework through research flagships covering the themes of atmosphere, glaciology, terrestrial ecology and the marine system. The value of such international, multidisciplinary cooperation, and the coordination that takes place through the flagships is for example illustrated through the publication of the book entitled *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard*. Over 562 pages long and with contributions from 73 authors from a total of 35 institutions spanning 11 countries, the book provides a detailed status report on all ecologically important aspects of Kongsfjorden.

The collaboration of which this book is an excellent example is essential for overcoming interdisciplinary environmental and climate challenges, and it also provides an excellent foundation on which to develop strong applications in response to the announcements from the EU framework programme, for example.

The flagships are also important arenas for discussion concerning scientific priorities and the research infrastructure that should be developed further in order to ensure the success of the scientific work. At overarching level, it is the research strategy for Ny-Ålesund, developed by the Research Council of Norway on behalf of the Norwegian authorities, which establishes the framework for the activities and development taking place in and around Ny-Ålesund.

Research strategy for Ny-Ålesund Research Station today...

The research strategy is an indication of Norway's overarching ambition for Ny-Ålesund Research Station, i.e. that it should be "*the foremost research station for Arctic natural sciences*". The very elements referred to above – unique accessibility, well-developed research infrastructure, outstanding coordination, collaboration and information exchange, have been identified as key factors for success if this ambition is to be fulfilled.

The strategy is vital for the Norwegian Polar Institute, over and above the fact that it has underpinned the scientific work of the institute since 1968. In the document, the Norwegian Polar Institute is responsible for performing Norway's role as host in Ny-Ålesund, and for following up and implementing the research strategy. The latter element is closely linked to a number of specific action points in the strategy, covering everything from research quality to knowledge dissemination.

In order to perform the role of host and implement the strategy, the Norwegian Polar Institute has taken two concrete steps: In connection with the implementation of the programme-based organisation within the institute, a separate programme was established for Ny-Ålesund, and the institute has established a position of research coordinator at Ny-Ålesund – i.e. a new position in addition to the other fixed-term positions. As a final step, funding has been earmarked for research positions which are closely linked to the research flagships in Ny-Ålesund. This funding will help the Norwegian Polar Institute to play an even more active role in increasing cooperation across institutions and nations, including in the future dialogue concerning research and infrastructure priorities in Ny-Ålesund.

... and in the future

The interaction between Norwegian facilitation, Norwegian and international active and long-term scientific activity and unique access to a High-Arctic region makes Ny-Ålesund a unique research station in a global context,

particularly as a source of environmental data. Through the Research Council of Norway's strategy for Ny-Ålesund, the framework is in place to allow these unique qualities to be developed and utilised even better over the coming years. Through the organisational measures that the Norwegian Polar Institute has implemented, we will also be a key player in the work to fulfil the ambitions of the strategy for Ny-Ålesund Research Station.

From the very big to the very small

Although Ny-Ålesund is particularly important because of the long time series and the knowledge concerning global developments that we have built up through it, it is not only the "big" challenges that attract attention. The

Norwegian Polar Institute project which attracted the most attention in the media during 2019 was "an epic 3,500 km trek by an Arctic fox" which had been fitted with a GPS collar in Krossfjorden, and tracked across the ice sheet north of Greenland and on to Ellsmere Island in northern Canada. The article about the fox, which was first published in Polar Research, was downloaded almost 7,000 times and the event was covered by Norwegian and international media to an extent that the institute has never witnessed before. About 250 articles or news stories were published in 25 countries, including via channels such as CNN News, The Guardian, BBC World, Al Jazeera and others from countries such as India, Greece, Russia and the Philippines.



Byste av polarfareren Roald Amundsen utenfor Sverdrup-bygget i Ny-Ålesund en værhard vinterdag. Bust of polar explorer Roald Amundsen outside the Sverdrup building in Ny-Ålesund on a harsh winter's day. Foto/Photo: Jon Leithe, NP/NPI

The Norwegian Polar Institute took a number of significant steps forward both professionally and organisationally in 2019. For the first time ever, the Institute carried out a major expedition involving the environmental mapping of the Southern Ocean using the new RV *Kronprins Haakon* in the waters off Dronning Maud Land. The expedition was carried out in partnership with the Institute of Marine Research, the University of Bergen and others, and a considerable amount of data was collected from observations, oceanographic surveys and samples of bottom fauna, plankton, fish, seabirds, seals and whales. The expedition was a great success despite some difficult ice conditions.

RV *Kronprins Haakon* proved to be a stable and solid platform with excellent handling characteristics in both ice and open water, and the vessel's state-of-the-art instrumentation opens up the possibility of marine ecosystem surveys in remote polar marine areas which we have not previously been able to study. The Antarctic expedition was rounded off with a visit to Oslo, and on 29 May, the vessel and the results from the expedition were presented to the King and Crown Prince.

Another pleasing outcome of this year's work was that the combined scientific basis from the Expert Forum for Norwegian Marine Areas (Faglig Forum for norske havområder) was presented at a major consultation conference in Tromsø organised by the Norwegian Polar Institute. The conference marked the conclusion of a major initiative where the Institute, in partnership with the other participants in the Expert Forum, collated new information about the ecosystems in our marine areas and the way in which they are affected by climatic change, natural fluctuations and various human activities such as offshore oil and gas operations, fisheries and shipping. On the basis of this, the Norwegian Government will present a revised management plan for the Barents Sea in 2020 and update the management plans for the Norwegian Sea and the North Sea/Skagerrak.

During the winter of 2019, the new research and consultancy programmes for the Norwegian Polar Institute were launched through an excellent collaboration between the programme, department and section leaders. The role of host for Ny-Ålesund Research Station is an important new task for the Norwegian Polar Institute. Amongst other things, this role involves implementing the new research strategy for Ny-Ålesund Research Station. The close and successful partnership with Kings Bay A/S, which owns and operates Ny-Ålesund Research Station, continued throughout the year.

The Norwegian Polar Institute conducts research which is commissioned directly by the Ministry of Climate and Environment, and as part of projects funded by the Research Council of Norway, the Fram Centre cooperation, the EU's framework programme and other sources. An analysis of the Institute's research publications 2015–2018 showed that the research conducted by the Norwegian Polar Institute is both extensive and of very high quality. The analysis was conducted by NIFU. Measured in terms of publication points per scientific full-time equivalent, the Institute was one of the best-performing climate and environment institutes; the proportion of publications in "level 2 periodicals" (highly prestigious publication channels) was on a par with the best universities (>30%) and the Institute's research scientists were cited more than 50% above the global average within their respective fields.

The Institute is one of the largest operators in the Fram Centre cooperation in Tromsø. This cooperation underwent a professional and organisational evaluation during the first six months of 2019. The evaluation concluded that the cooperation was delivering high-quality, comprehensive and relevant research. The evaluation panel also provided advice concerning significant improvements and recommended that tighter management structure and a clear vision and strategy be developed in the years to come. The various flagships, which are at the heart of the scientific collaboration, were also given advice on how they should be organised in order to improve their deliveries in the future.

During the year, it became increasingly clear that there were challenges linked to the operational and financial basis for the operation of Troll Research Station in Antarctica. This is due to a lag in costs linked to the operation of the station as a result of the weaker Norwegian krone and higher operating and logistical costs in an international market. The station is also in need of extensive maintenance and upgrading. There has been a positive dialogue with the Ministry of Climate and Environment concerning the challenges associated with the Troll Research Station.

I would like to take this opportunity to thank the staff of the Norwegian Polar Institute for their dedication and hard work during 2019. Much of what has been achieved would not have been possible without a close and successful cooperation with many operators both in Norway and abroad.

Ole Arve Misund

Director



Mandate and Financing

The Norwegian Polar Institute is a directorate under the Ministry of Climate and Environment which carries out scientific research 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 the Antarctic. Climate, pollutants, biodiversity and geological and topographic mapping are important tasks for the Norwegian Polar 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 Norwegian 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. The Ministry defines the scope and remit of the Institute, in consultation with the other environmental authorities. The Institute will contribute to climate and environmental policy within the areas of biodiversity, pollution, climate and the polar regions. In addition, the Institute undertakes tasks financed by other ministries, other environmental authorities, other research institutes, the Research Council of Norway, and the European Union.

The Institute represents Norway in several international forums and collaborates with research institutes all around the world. In Ny-Ålesund in Svalbard, the Institute will perform the role of Norwegian host and is responsible for following up the research strategy that was developed by the Research Council of Norway. The results of the Institute's research and monitoring projects are submitted to Norway's central administration, research partners, international management processes, expert groups, schools and the general public. The Institute produces and publishes exhibitions, books, reports and the peer-reviewed scientific journal *Polar Research*.

The Institute can trace its origin back to the scientific expeditions to Svalbard in 1906–1907 that led directly to the founding of the Institute in 1928. The Institute is based in Tromsø at the Fram Centre, a network of 21 institutions with specialist knowledge concerning the High North and polar regions. In addition, the Institute has staff at offices in Ny-Ålesund and Longyearbyen in Svalbard, and at the Troll Research Station in Dronning Maud Land in the Antarctic.

The Norwegian Polar Institute's revenues in 2019 amounted to NOK 100.2 million. Payments received from grants and transfers account for the largest share of 72.4%. Revenues show a net decrease from 2018 to 2019 of NOK 1.6 million, primarily as a result of lower payments from other state-owned enterprises. Salaries and social welfare expenses accounted for 42% of operating expenses in 2019, equivalent to NOK 904,616 per full-time equivalent. The figure includes all expenses for salaries such as employer's National Insurance contributions, overtime and travel time.

Administrative authority

The Institute has administrative authority in accordance with Regulation No. 412 of 26 April 2013 relating to the protection of the environment and safety in the Antarctic (the Antarctica Regulations). Through this Regulation, Norway fulfils its obligation to have such regulations in accordance with the Environmental Protocol under the Antarctic Treaty. The Regulation lays down strict requirements regarding environmental safety and the protection of life and health in connection with activities in Antarctica. The Norwegian Polar Institute has the power to order changes to, suspend or prohibit activities that are in breach of the regulations. The Institute is also responsible for overseeing compliance with the regulations, and in December 2019 the Institute carried out supervision on one of Hurtigruten's ships to Antarctica.

Separate regulations apply to Bouvet Island. The Institute has authority delegated by the Ministry of Climate and Environment to grant permission for the use of off-road vehicles and aircraft landings, and to grant dispensation from other provisions for the purposes of research or other special activities. The number of cases that the Institute has dealt with under these regulations during the year was somewhat lower than in previous years.

As an active contributor to processes and discussions at national and international levels in both the North and South, the Norwegian Polar Institute is involved in further developing and defining new instruments on the basis of new knowledge and general policy development. The Institute has no administrative authority in the North.

Organisation and leadership

At the end of 2019, the Institute had 168 employees from 21 nations and 155 full-time equivalents.

The management consisted of Director Ole Arve Misund, Deputy Director of Administration/Deputy Director Geir Andersen, Director of Research Nalân Koç, Deputy Director of Environmental Management and Mapping Ingrid Berthinussen, Deputy Director of Operations and Logistics John E. Guldahl, Director of Communications Gunn Sissel Jaklin (until 1 December, then Anja Salo) and International Director Kim Holmén.

Administration, consultancy and research

Good ecological status in the Barents Sea and Svalbard

In 2017, an expert panel submitted proposals for a scientific system for determining a good ecological status in the Barents Sea and Svalbard, and three working groups then worked on testing and proposals for a protocol for the system. This year, a report was submitted with a marine and a terrestrial section, with contributions from researchers from the Institute.

The Institute participated in two working groups which tested the method on the Arctic part of the Barents Sea and the Arctic tundra. The groups used the same approach: The scientific panel protocol, which does not require quantified reference or limit values. Another group tested an index protocol as a method. The Norwegian Polar Institute believes that the scientific protocol method is the best method for the system because it is difficult to determine a reference status generally, particularly in an Arctic environment which is experiencing rapid change for which little data is available.

Management plan for holistic marine management

This year, the work centred on completing the scientific basis for revising the management plan for the Barents Sea and the marine areas off Lofoten and updating the management plans for the Norwegian Sea and the North Sea/Skagerrak. In the secretariat, the Norwegian Polar Institute helped to finalise [all reports](#) published by the Expert Forum, and the Institute led the work relating to certain reports and contributed to others.

A focus was placed on particularly valuable and vulnerable areas. Recommendations concerning the areal demarcation of particularly vulnerable and vulnerable areas, the marine areas around Svalbard, was submitted to the Expert Forum, which supported the recommendations. The demarcation establishes 100km-wide zones around key pelagic grazing seabird colonies and includes the area use of indigenous marine mammals and particularly important environmental values on Spitsbergen Bank.

The vulnerable marginal ice zone

The demarcation of the marginal ice zone as a particularly valuable and vulnerable area must take into account the dynamic nature of this zone. The Norwegian Polar Institute believes that the boundaries of the area within which the marginal ice zone can move should be set where sea ice may occur during April, based on satellite-observed ice distribution during the 30-year period from 1988 to 2017. However, there are differing views within the Expert Forum on whether to use 30% (as previously) or 0.5% ice frequency as the boundary for the area of the marginal ice zone within which the particularly vulnerable and vulnerable areas move. Establishing the demarcation at 0.5% ice frequency would mean that the particularly vulnerable and vulnerable area would cover marine areas where sea ice has rarely occurred during the past 30 years.

The Arctic Council

The Norwegian Polar Institute participated through experts in many Arctic Council projects under the auspices of the Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) in

2019, on pollution and climate change, mercury mapping, marine microplastics and littering and climate, meteorology and ecology. The SWIPA report (Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic, published in 2017 and [updated in 2019](#)) was followed by a peer-reviewed publication on knowledge and observation gaps concerning sea ice in the Arctic ([Gerland et al. 2019](#)).

The Norwegian Polar Institute participated in the AMAP working group's Norwegian delegation, and the director of the Environmental Management and Mapping Department was chair of the AMAP foundation board. The Institute's researchers and advisors contributed to the national review of AMAP products, participated in several of AMAP's expert groups, provided data for AMAP's work and contributed to articles. The Institute also participated through several experts in the Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF)'s governing bodies, expert groups and through scientific articles – including the Norwegian delegation to the CAFF board, management of ringed seal network and the bearded seal project. The Institute also participated in Protection of the Marine Environment (PAME)'s expert groups and contributed to reports.

International representation

In 2019, the Norwegian Polar Institute also participated in many national and international processes, such as the programme boards for the [MAREANO programme](#) and [SEAPOP](#), the Fram Centre flagships, the circumpolar and bilateral marine environment work linked to the Arctic Council ([AMAP](#), [CAFF](#) and [PAME](#)) and the International Union for Conservation of Nature) Climate Change Specialist Group ([IUCN](#)).

Marine protected areas in the Arctic

The same criteria are used for establishing marine protected areas (MPAs) as for the establishment of particularly valuable and vulnerable areas at national level. The Norwegian Polar Institute contributed knowledge regarding marine protected areas through its work in the PAME Intercessional Expert Group for a Pan-Arctic Network of Marine Protected Areas. The Institute also participated in WWF's Arctic project for marine protected areas and provided special advice concerning how primary production can be included and treated in protected areas.

China Council

The Norwegian Polar Institute is participating in the China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED). This is an international council which conducts policy studies and advises the Chinese authorities at the highest level on environmental and development issues. Jan-Gunnar Winther, Specialist Director of the Norwegian Polar Institute, is a member of the council.

On the initiative of Norway, a special working group on global marine issues has been established under the China Council. The Norwegian Polar Institute plays a key role in the management and coordination of this work, as it will help to raise awareness of the major, global marine challenges and achieve our national goals regarding marine ecosystems and ecosystem services. It will be important to build on the experience gained through Norway's management of the ocean environment. This year, discussions and recommendations particularly revolved around marine

pollution and “green maritime operations”, and a similar process was initiated concerning energy supply and mineral extraction.

Norwegian–Russian environmental cooperation

In 2019, the Norwegian Polar Institute led the following projects under the Joint Norwegian–Russian Commission on Environmental Protection’s programme of work for the period 2019–2021: HAV-1 Concept for a management plan for the Barents Sea, HAV-2 Barents Portal – environmental data portal for the Barents Sea, and HAV-3 Ecosystem-based monitoring in the Barents Sea. The Institute is also participating in the projects HAV-5 Marine littering and microplastics in the Barents Sea, BIO-1 Seabird populations, and BIO-3 Marine mammal populations. The Institute led the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) workshop Ecological valuing of areas in the Barents Sea with representatives from key management and research communities in Russia and Norway. The report from the workshop provides both expert advice and a platform for further cooperation.

The Norwegian Polar Institute is leading the work relating to the preparation and publication of an environmental status for the Barents Sea (HAV-2). Certain selected ecosystem components are being updated in collaboration with the Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR) under ICES. As part of HAV-2, WGIBAR updated ecosystem components in the [Barents Portal](#) as part of a joint Norwegian-Russian environmental status for the Barents Sea. Maps visualising changes in polar bear habitats in the Barents Sea were also updated, and the Norwegian Polar Institute produced three short films. [The films](#) present the bilateral marine environment work that is being carried out. Under HAV-3, a number of projects were carried out within the fields of pollution, vulnerable and endangered species and ice-dependent marine mammals. The projects strengthen the knowledge base and further develop methods for coordinated ecosystem-based environmental monitoring in the Barents Sea.

Effects of ocean acidification

The three-year programme (2018–2020), Ocean acidification – drivers and effects on Arctic marine organisms and ecosystems, is being carried out under the auspices of the Fram Centre’s flagship Ocean Acidification. The development of biological effect indicators for ocean acidification is being carried out in a collaborative project involving a number of national participants (Institute of Marine Research, UiT – Arctic University of Norway and NIVA/Akvaplan-niva), as well as various international institutions.

The sea butterfly *Limacina helicina* has been recommended as an indicator species because it has a calcified shell which is vulnerable to erosion by ocean acidification. The Norwegian Polar Institute’s scientists and partners studied the thickness, condition and density of the shells of this species. Samples from the marine environment around Svalbard and in the Fram Strait taken over the last nine years were used to determine how changes in chemistry are impacting on this parameter. Knowledge of the chemical conditions in the habitats and the life history of the sea butterfly will help to improve the use of this animal as an indicator species. Ocean acidification can also be harmful to species which do not have a calcified shell. Surveys of a number of species of crustacean were carried out to determine which populations and areas are most sensitive to changes in pH. Effects of ocean acidification were also studied in benthic animals.

The results were presented in a number of international publications and at conferences. The Norwegian Polar Institute is actively contributing its knowledge in expert groups and advisory groups.

Marine mammals in ice

All available tracking data sets for ice-associated marine mammals from the Barents region during the period 2005–2018 were collated, including data from international and national partners. The distribution of these animals in the marginal ice zone was analysed, along with other environmental variables (surface temperature, sea depth, etc.), and the results will be published. The first analyses for bowhead whales from the Spitsbergen population have now been completed. It has become apparent that this endangered population is more closely linked to sea ice than other populations and spends most of its annual cycle within the marginal ice zone. For most of the year, this population is found in ice-covered waters above deep ocean areas, but migrate to the shelf areas in late summer. They find open areas within the marginal ice in areas with 90-100% ice cover.

Seismics and whales

The Norwegian Polar Institute has expanded its network of passive acoustic sensors in the northwestern Barents Sea through the addition of two new data loggers located on instrument rigs via the Nansen Legacy programme. The Institute is continuing to monitor the distribution of sound-sensitive marine mammals in the marginal ice zone. [Ahonen et al. 2019](#) showed that narwhals are present year-round in deep ice-covered waters in the Fram Strait, and not as in other Arctic areas where they are tend to live in more coastal, ice-free areas during the summer. This means that two of the three ice-associated arctic whales in the Barents region depend on ice all year round. There is therefore no season during which seismic surveys near the marginal ice can be carried out in a way which is “safe” for these whale species.

Plastics in the Arctic marine environment

The Institute continued the work relating to the monitoring and development of new knowledge concerning marine littering and microplastics in the ocean through sampling, method development and participation in international forums for the development of monitoring. 2019 saw the publication of two articles on plastics, a literature overview on microplastics in freshwater fish and an article on methods for mapping microplastics in marine organisms. The Institute is leading the Fram Centre’s research programme Plastic in the Arctic, and is particularly contributing to methodologies for the mapping of microplastics in the environment and the monitoring of microplastics in sediments, ocean water, snow, ice and biota.

Under the Norwegian–Russian environmental protection cooperation (HAV-5), the Norwegian Polar Institute is working with the Institute of Marine Research and Russian stakeholders to produce a report on marine littering and microplastics in the ocean and on the beaches around the Barents Sea. In December 2019, a meeting took place in Goa with India’s National Centre for Polar and Ocean Research in order to exchange knowledge concerning plastic in the Arctic and Antarctic and to consider cooperation concerning monitoring and research in the marine natural environment. The Norwegian Polar Institute also contributed to the work of AMAP’s expert group (Microplastic

and Litter Expert Group) to develop a plastic monitoring programme in the marine environment.

Pollutants and effects on the environment and animals in the Arctic

The Institute has prioritised new pollutants in biota from the Arctic and the effects of pollutants on higher animals. A literature overview on the effects of pollutants on Arctic animals and fish was published on behalf of AMAP, while another literature overview on the effects on polar bears was published on behalf of the Ministry of Climate and Environment. In addition, the Norwegian Polar Institute published ten scientific articles on the effects of pollutants on seabirds (great skua, glaucous gull and kittiwake) and marine mammals (polar bears, Arctic foxes and walrus).

In AMAP's expert groups, experts from the Institute contributed knowledge concerning levels of mercury, pollutants and the effects of pollutants, and the links between pollutants and climate change. In 2019, the Norwegian Polar Institute also submitted samples to the Environmental Specimen Bank from seabirds, marine mammals and the marine food chain. The mapping of new pollutants from the food chain and seabirds and marine mammals in the Arctic is being carried out on behalf of the Norwegian Environment Agency in cooperation with NIVA and NILU. The analyses indicate the presence of siloxanes, chlorinated paraffins, solvents, perfluorinated compounds, pesticides and flame retardants. This was presented in a report in 2019 and will form part of the evaluation work for the Stockholm Convention.

Processes affecting warming in the Arctic and Antarctic

The Norwegian Polar Institute's research on climate change was focused on sea ice and glaciers with calving fronts in the fjords around Svalbard – the use of new observation methods, long data series and models. There was strong warming in the fjords in the west of Svalbard which is directly affecting the ecosystem and the community, and eight articles on this were published in 2019.

The Norwegian Polar Institute is leading and participating in a number of projects being carried out in the waters around Svalbard. An article on large-scale interactions between ice and atmosphere describes the effects of storms on sea ice development during the winter. The storms limit ice growth and cause lasting changes to the ice cover, which can affect the physical and ecological systems for months afterwards. Researchers from the Institute co-authored the report [Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation](#), which will provide information for use in climate adaptation in Svalbard. It includes descriptions of historical climate development and projections for the atmosphere, hydrosphere, cryosphere and ocean.

The Norwegian Polar Institute has been working to improve the monitoring of meteorology and radiation at Troll in Antarctica in order to understand how the area is being affected by global warming, and this work is continuing.

Historical climate in the North and South

Through the Nansen Legacy project, the Norwegian Polar Institute is leading the paleoclimate work, which aims to establish reference values and examine the main drivers of natural fluctuations in sea ice and Atlantic waters in the Barents Sea over the past 12,000 years. The early results show

how biomarkers for sea ice increase towards the north, and that a new biomarker could possibly be used to reconstruct plankton blooms during the spring.

Norway and India collaborated on the [OCTEL](#) (Ocean-sea-ice-atmosphere teleconnections between the Southern Ocean and North Atlantic during the Holocene) project, which was concluded in 2019. The project studied the mutual impact between oceans, ice and atmosphere, and how links between the northern and southern hemispheres have influenced the climate over the past 12,000 years, particularly during the past 2,000 years. The researchers found that surface temperatures in the Southern Ocean were initially low. This was followed by a period of warmer and stable conditions between 12,000 and 9,000 years ago, and then a period of slow cooling with greater variation 8,700 to 1,000 years ago – offset temporally between the two hemispheres. The main reasons are higher solar energy levels 9,000 years ago, combined with changes in ocean and air circulation. A reconstruction of surface temperatures and sea ice cover in Krossfjorden in Svalbard over the past 60 years showed an average warming of 0.6°C and a reduction in sea ice cover. It may be that the warming of the surface water masses in Krossfjorden is caused by a stronger influence from CO₂ and ocean-atmosphere interaction, rather than an increasing influence from Atlantic water masses.

United Nations International Panel on Climate Change (IPCC)

In 2019, the Norwegian Polar Institute contributed to important processes led by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) on a number of levels: co-authorship of the Special report on Ocean and Cryosphere, lead authors on the IPCC's sixth major report (AR6) and a peer review of the special reports [Global Warming of 1.5°C](#) and [Ocean and Cryosphere in a Changing Climate](#).

Ny-Ålesund

The research strategy for Ny-Ålesund was presented at the end of May 2019, and the Norwegian Polar Institute began the task of implementing it. Together with the Research Council of Norway and the Svalbard Science Forum, the Norwegian Polar Institute organised the Svalbard Science Conference in Oslo in November 2019. As an extension to the conference, follow-up of the research strategy was presented to and discussed with other NySMAC stakeholders.

The Institute had a strong presence in Ny-Ålesund. A number of permanent researchers extended their field stays in Ny-Ålesund, in addition to the seven employees. The level of scientific contributions was again high in 2019 and – as before – concentrated on long time series. The research scientists are responsible for data acquisition concerning the time series for seabirds, pollutants in seabirds and seabird eggs, the Kongsfjorden transect (oceanographic and biological data, fast ice), reindeer and foxes, vegetation, radiation, snow, and the mass balance of four glaciers in the Ny-Ålesund area. This work is contributing to the monitoring time series in the MOSJ system, COAT Svalbard and SIOS. Several of the time series from Ny-Ålesund and Kongsfjorden concerning atmospheric conditions, sea ice, hydrography, phytoplankton and zooplankton were published in the book *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard* (Hop & Wiencke 2019). In 2019, a plankton time series was also established, with weekly sampling in Kongsfjorden from April to September.

[Bischof et al. \(2019\)](#) identified knowledge gaps and research

priorities linked to ecological and adaptive responses to changes in Arctic ecosystems. This is expected to stimulate new international and multidisciplinary research. The Institute's research scientists are active contributors to the four [Ny-Ålesund flagship](#) networks, in cooperation with international stakeholders who are active in the Ny-Ålesund area.

New knowledge concerning habitat use amongst ice-dependent species

Both research and process work have helped to improve our understanding of the effects of climate change on habitat use amongst ice-dependent species. Findings from the circumpolar Arctic were summarised by the Norwegian Polar Institute's research scientists in the UN Climate Panel's Cryosphere Report in September.

In spring 2019, global research projects concerning polar bears and climate change were reviewed at an international polar bear meeting in Lyngen. A plan was drawn up for future studies of habitat changes and other climate-related responses amongst polar bears. The Norwegian Polar Institute provides one of two chairs and three members of the IUCN Polar Bear Specialist Group, and has participated in the work to further develop terminology for new status and trend assessments, which was published in the group's status table in September 2019. The Institute is participating in the working group which is looking at conflicts between humans and polar bears.

The Norwegian Polar Institute arranged a working meeting entitled Listen, Connect and Conserve in conjunction with the World Marine Mammal Congress in Barcelona in December. The aim was to launch a new circumpolar metadatabase and associated interactive maps to promote environmentally friendly, low-cost, international studies of ice-dependent marine mammals using passive acoustic monitoring methods. CAFF will publish the mapping tool and metadata online.

Status of the monitoring of fjord ice distribution in Svalbard

The Norwegian Polar Institute monitors sea ice in a number of locations in Svalbard through thickness measurements of snow and ice, photographs and satellite images. The distribution of fjord ice in Kongsfjorden is monitored via direct observations from Zeppelinfjellet mountain, in addition to images from aircraft and satellite. [Pavlova et al. \(2019\)](#) showed that there is less ice in Kongsfjorden now than in the past, and that the ice is much thinner. The data suggest that a major change in the fjord ice occurred around 2006.

New understanding of the effects of climate change

Models and satellite measurements show that the glaciers in Svalbard are losing more ice through melting and calving than they gain through precipitation in the form of snow. The loss of glacier mass and area is changing the landscape and contributing to sea level rise. Warmer summers and lengthening of the melting season over the coming decades are likely to continue to drive increased melting and retreat of glaciers.

The ocean and coastal waters around Svalbard have been warmer in recent years than in the past. In August, measurements were taken of temperature and turbulent mixing in the inner part of Kongsfjorden, near the front of Kronebre-

en. Much of the water column had a temperature around 6°C, and it was clearly apparent that the glacier front was melting rapidly. A model study showed that fjord circulation in Kongsfjorden will be significantly impaired when the glacier fronts eventually retreat so far that they are situated on land ([Torsvik et al. 2019](#)). The ocean-driven part of the melting process will then also decrease, causing the rate of retreat to decrease.

Precipitation is creating problems for reindeer

Before the turn of the century, the landscape and grazing pastures of reindeer were ice-covered in three out of every four years, but this freezing has occurred every year in more recent times ([Peeters et al. 2019](#)). Locked pasture caused by the presence of ice reduces the winter survival rate of Svalbard reindeer. Rain during the winter of 2018–19 caused much of the tundra to become ice-covered, resulting in what was probably the highest ever mortality rate amongst reindeer. Due to limited access to food throughout the winter, body weights were low and few females were pregnant. Vegetation monitoring indicated substantial damage during the winter, particularly on woody plants such as mountain avens. The reindeer managed to compensate for lost grazing by eating seaweed where possible ([Hansen et al. 2019](#)).

In the past, reindeer in Svalbard have been severely decimated by hunters and have even been eradicated in some areas. This led to the protection of Svalbard reindeer in 1925. Since then, the population has recovered slowly but surely and is now estimated at about 22,000 individuals. This represents a doubling of the population since the 1980s ([Le Moullec et al. 2019](#)).

The endangered bowhead whale

In an Arctic Council project concerning the bowhead whale, data from satellite transmitters placed on individuals from the Spitsbergen population is being used to obtain information on the core areas and seasonal migrations of this rare species of whale. Tissue samples for genetic surveys of population affiliation and blubber samples for analysis of pollutants are also being collected. The fieldwork in 2019 was carried out on an oceanographic expedition using *FF Kronprins Haakon* in the Fram Strait in September. Samples from just a single bowhead whale were taken and marked. Three other individuals were observed. Since 2017, unique data on bowhead whales have enabled a completely new picture to be built up of this population, which is believed to be almost extinct. Counts indicate an estimated 300 animals in one area in the drift ice north of Svalbard.

More knowledge about walrus

In the walrus project, information is being collected concerning distribution, migration and responses to various external influences (ice conditions, shipping traffic, etc.) in Russian and Norwegian waters. There are 40 GPS data loggers in Svalbard and 18 in the Pechora Sea, which can log data for at least five years. The data will provide new insight into habitat use and how individuals cope with seasonal fluctuations in ice conditions. In 2019, new data was obtained from six of the seven downloading stations. Mobile downloading stations on tourist boats did not observe any walrus this year, and no data was received from Russian counterparts on Vaygach Island in the Pechora Sea, as the ice conditions meant that the animals did not use the haul-out sites of previous years. So far, the Norwegian Polar Institute has tracking data from 33 individuals in the

Annual Report

Svalbard area, with many data sets covering a period of more than four years. Seven publications have been published (four during 2019) based on material collected from walrus, with the support of the Joint Norwegian-Russian Commission on Environmental Protection.

Polar bears in the Norwegian–Russian Arctic

The work relating to polar bears under HAV-3 is concentrating on maternity den studies and demographics. Models use topography and meteorological data to determine the distribution of suitable areas for polar bear dens – areas with sufficient snow accumulation, which is essential for reproduction. Den modelling was completed for the whole of Franz Josef Land, and the data have been made available to Russian colleagues. When polar bears are caught, the dimensions and weight of the animals are measured and their condition (body fat) is determined. Condition is important for survival and reproduction, and data were collected in April 2019 as part of the Norwegian Polar Institute's long-term polar bear monitoring programme. Den locations for 13 females fitted with a GPS collar this winter are being used to evaluate the den models. Cameras deployed at two dens in spring 2019 are also collecting data. Both condition and the proportion of females with one-year-olds in spring 2019 lie within the usual range. Data are available at www.mosj.no.

Pollutant studies on polar bears under the Norwegian-Russian Environmental Cooperation (HAV-3) indicate that pelagic polar bears from the Barents Sea are exposed to higher levels of organic pollutants than coastal polar bears near Svalbard. This may partly be due to the fact that pelagic polar bears have higher energy requirements and thus eat more marine prey than coastal bears. They also eat more prey which they catch in the marginal ice zone, along with prey closer to pollutant sources and transport routes. During 2019, a study was also carried out concerning trends and reasons for differences in mercury concentrations in polar bears from the Barents Sea and the Russian part of the Arctic.

Seabird expert network

In 2019, seabird populations (BIO-1) included a joint Norwegian-Russian population census of ivory gulls, which forms part of an international population census conducted in 2019 for Canada, Greenland, Svalbard and Russia on the initiative of CAFF and the Arctic Council, led by the Norwegian Polar Institute on behalf of Norway. In June and July 2019, all known nesting sites in Svalbard were visited (approx. 80), and eight new colonies were documented. The census documented a breeding population of about 1200 pairs, suggesting a decrease in the breeding population in Svalbard of 3% per year between 2006 and 2019. The seabird cooperation is organised in the form of an expert network which meets annually, every other year on the Norwegian and Russian sides. The collaboration celebrated its 30th anniversary in 2019. The network has developed two databases which were updated throughout 2019: one covering Russian seabird literature (which is not available outside Russia) and one covering all seabird colonies in the White Sea, Barents Sea and Kara Sea.

Knowledge base

In May 2019, the Norwegian Polar Institute submitted a knowledge base in connection with the expansion of Nordenskiöld Land National Park. Van Mijenfjorden is a fjord which has naturally protective islands offshore and

several glaciers which terminate in the fjord. The report compiled the knowledge which is available concerning ice conditions in the fjords of West Spitsbergen in general, and in Van Mijenfjorden and Van Keulenfjorden in particular. Data concerning mammals, seabirds and vegetation which depend on the fjord ice and/or is vulnerable to increased human activity were also presented.

New information about ecosystems in the Southern Ocean

During the period February–April 2019, the Norwegian Polar Institute carried out an expedition using *FF Kronprins Haakon* to the sea and the coast off Dronning Maud Land. The main aim was to acquire data from the area east of the prime meridian up to and including Astridryggen at 13°E. On the expedition were researchers from the Norwegian Polar Institute, Institute of Marine Research, University of Bergen, Norwegian University of Science and Technology NTNU, University of Pretoria and the Southern Ocean Carbon & Climate Observatory in South Africa. The expedition will provide new knowledge concerning this little-studied region in the years to come. One surprising discovery was a previously undocumented algal bloom covering an extensive area (100 x 400 km) with ocean depths of in excess of 3000 m. The bloom had an extremely high plankton biomass for the autumn and attracted large amounts of krill, seabirds and whales.

Ecosystem-based marine management in Antarctica

The Norwegian Polar Institute is contributing to the basis for ecosystem-based marine management in Antarctica. The Institute takes part in meetings of the Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR) and has participated in the professional development of a feedback management approach to the management of krill fisheries in the Southern Ocean. The Institute led the design and presentation of a new ecosystem-based management system for krill fisheries which resulted in Norway now having a leading role in the development of this new krill management system. In addition, Norway is leading the development of a new working group in SCAR, Functional Responses and Antarctic Predator Prey Ecology, a multinational scientific collaboration to develop new monitoring methods for ecosystem-based management.

As part of the work on feedback management, the Norwegian Polar Institute conducted field studies during the Institute of Marine Research's krill expedition to the Antarctic Peninsula to look at the area dynamics of krill predators (seals and penguins). This was done in order to understand and reduce the risk of fishing impacting on krill populations in a way which in turn negatively impacts on krill-dependent predators.

Within the framework of the meetings relating to the Antarctic Treaty and the environmental committee, the Institute has helped to drive forward discussions relating to the links between the ocean and the land and the need to view management regimes in context.

Marine protected areas in the Antarctic

The Norwegian Polar Institute acts as a scientific adviser in discussions concerning proposals for the establishment of marine protected areas (MPA) in Antarctica, and the Institute is responsible for the scientific groundwork for

the eastern part of a potential MPA. The Institute organised an international workshop on the Maud Area Assessment project in Tromsø in May, where the aim was to obtain an overview of and access to relevant data, and to start the work to identify the best and most appropriate approach to modelling and analysis.

Knowledge-based decisions for Antarctica

Through its participation in the Antarctic Treaty System, the Institute contributed to several knowledge-based decision-making processes linked to the management of Antarctica. The Institute was responsible for the preparation of a number of management and policy-oriented documents and proposals for this year's environmental committee meeting (CEP) and treaty meeting (ATCM). In particular, Norway presented a proposal for guidelines for the listing of protected areas to the environmental committee, and the revised management plan for Svarthamaren – the one protected area in Antarctica for which Norway is responsible – was approved. The Norwegian Polar Institute is responsible for monitoring seabirds here. Norway put forward two proposals to reduce risks linked to air traffic in Antarctica. Further work on communication procedures was approved. Agreement was reached regarding the continuation of discussions concerning the national approval of operators, which was referred to in the second proposal.

The Institute was also actively involved in the preparation of documents on cultural heritage, the Antarctic Environments Portal and the updated management plan and maps for Deception Island. Documents for the meetings of CEP and ATCM can be found [here](#). The Institute is participating in the Norwegian delegation to the treaty meeting and Ellen Øseth is the Norwegian representative on the environment committee. Since the 2019 meeting, Birgit Njåstad of the Norwegian Polar Institute has been chair of the environment committee. Director Ole Arve Misund is the Norwegian delegate on the Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), and the Institute represents Norway in all of the permanent working groups of the scientific committee SCAR.

Holistic management of environmental values for Antarctica

The Norwegian Polar Institute is helping to lay the foundations for the holistic management of the environmental values associated with the Antarctic continent, partly through processes for safeguarding ecosystems and ecosystem services. The Institute actively participated in CEP's subgroup on climate, which has overall responsibility for CEP's climate action plan. The Institute is also participating in many processes and groups, such as SCAR Life Science Group, Physical Group, Geoscience Group, Data Management, Geographic Information, SOOS Committee (Southern Ocean Observing System) and Special Working Group DML.

Cooperation with South Africa

The Norwegian Polar Institute was heavily involved in the planning and implementation of a bilateral seminar with the South African Antarctic community in Cape Town in December. The main aim was to obtain an overview of each other's Antarctic research, identify common areas and establish formal contact concerning cooperation at various levels. The seminar was a success, with strong and broad participation from relevant stakeholders.

The Norwegian Polar Institute's environmental monitoring

The Institute's monitoring programmes contribute knowledge to ecosystem monitoring; in the North to MOSJ, holistic sea management, the environmental cooperation with Russia and AMAP, and in the South to CCAMLR. In 2019, data was obtained for many components. Data collected from the marine environment included oceanography (water temperature, salinity, water chemistry, ocean currents), sea level, sea ice (thickness, distribution), phytoplankton, zooplankton, [walrus](#), marine mammals (observation programme and acoustic monitoring of whales, seals and noise), seabirds (regular monitoring of population development, demographics and nutrient choices, including SEAPOP – [fulmar](#), [eider](#), [great skua](#), [kittiwake](#), [glaucous gull](#), [ivory gull](#), [common murre](#), [thick-billed guillemot](#) and [little auk](#)), [polar bear](#), oceanographic monitoring series under the Fimbul Ice Shelf in Antarctica, seabirds in Svarthamaren (regular monitoring of population development, demographics and nutrient choices) and Antarctic petrel. Data from the terrestrial environment included Svalbard reindeer, Arctic fox, Svalbard rock ptarmigan and vegetation.

Research into sustainable management of the Barents Sea

The aim of [The Nansen Legacy](#) project is to find out what happens when the sea ice melts and the northern Barents Sea opens up. Fish and industries are moving northwards to a marine area about which relatively little is known. During 2019, three successful expeditions were carried out – one led by the Norwegian Polar Institute. The data acquired during the Nansen Legacy project will be important in securing the long-term and sustainable management of the Barents Sea in the years ahead. The project will continue until 2023 and is led by UiT – The Arctic University of Norway, assisted by the Norwegian Polar Institute and the University of Bergen. The project has participants from ten Norwegian institutes and universities.

Observations of Arctic tundra

[Climate-ecological Observatory for Arctic Tundra – COAT](#) is a long-term ecosystem-based monitoring programme which is focussing on two drivers of ecosystem changes: climate and management. During the period 2016 to 2020, research infrastructure will be established for adaptive ecosystem monitoring in Svalbard. Current environmental monitoring in Svalbard will be integrated with new time series, and ecological monitoring will be coordinated with climate monitoring. Three meteorological stations were erected in Nordenskiöld Land, but no permits were granted in the protected areas, compromising the ability of the project to achieve its goals. The establishment of field sites (45 measuring stations for vegetation, grazing animals and ice damage as of 2019), development of new methods (including drones, camera stations and listening stations for ptarmigan) and procurement of equipment are proceeding as planned.

Seabirds in the North

The [SEATRACK](#) research programme is mapping area use by Norwegian seabirds outside the breeding season, and monitoring populations from our neighbouring countries which enter Norwegian marine areas. The first phase of this programme was completed in 2018, but with the support

of the Ministry of Climate and Environment, the Norwegian Coastal Administration and Norwegian Oil & Gas, along with eight operator companies, the programme was extended from 2019 through to 2022. Colonies in Ireland, Western Scotland, Greenland and Canada have now also been included, meaning that all the countries around the Northeast Atlantic are participating in the cooperation. The 2019 season proved to be a success, and over 2,000 light loggers were deployed in almost 40 colonies from Novaya Zemlya to Newfoundland. Loggers were also fitted to the cubs of several species to map migratory routes and wintering areas before they are recruited into the adult breeding population. Analysing tracking data from light loggers is a complicated process, and the SEATRACK project has produced a manual for analysing such data ([Lisovski et al. 2019](#)). SEATRACK's first PhD, a thesis on migration amongst common murre and thick-billed guillemot in the Northeast Atlantic, was completed in May.

Biodiversity

The Norwegian Polar Institute's work relating to biodiversity includes extensive demographic studies, tracking and behavioural studies, aerial counts, genetic and other ecological studies of selected species and experiments and methodological development. In this way, the Institute is helping to increase our understanding of important habitats of key Arctic species and the effects of climate change and other man-made disturbances that could pose a danger to biodiversity. The biodiversity research in the polar regions in 2019 was aimed at priority areas such as the impact of climate change on index species for the Svalbard region.

Fewer polar bear cubs

The ice in the Arctic is constantly shrinking. In some areas, tidal glaciers are also melting or gradually retreating onto land. These changes are affecting exposed year-classes of animals in different ways. Amongst female polar bears from Svalbard captured between 1992 and 2017 ([Folio et al. 2019](#)), it was found that the average litter size amongst younger mothers decreased from two to one young during April. The young litters of older females had much better survival rates. Only particularly large females had large litters (three cubs).

Ringed seals want ice cover

The seasonal habitat use of ringed seals from the Barents Sea population was modelled using tracking data ([Lone et al. 2019](#)). Analyses show that ringed seals prefer areas with 50% ice cover. Areas with higher ice concentrations (80-100%) are between 1.4 and 2.2 times more likely to be selected than areas with lower ice concentrations and open water. This offshore habitat has gradually moved north as a result of climate change in recent decades. For the ringed seal, this will probably have a negative impact because longer migration routes increase energy consumption.

Climate change could increase competition for seals

Climate change has resulted in a rapid reduction in the habitats for ice-dependent seals in Svalbard. [Hamilton et al. \(2019\)](#) looked at possible overlapping area use and species-specific behaviour amongst ringed seal and bearded seal. Ringed seals spent most of their time near glacier fronts, while bearded seals stayed in shallow coastal areas slightly further away from the glacier fronts. Future changes in the Arctic environment may lead to changes

in distribution and number and in the diet of the two seal species, with the potential for more overlapping area use and resultant competition between species.

In another study, [Hamilton et al. \(2019\)](#) documented behavioural development in bearded seal during the first year of their life. The cubs spend most of their time in shallow, coastal areas with medium ice concentrations during the seasons when ice is present, i.e. early winter and spring. The bearded seal were physiologically and behaviourally well-developed when they were around two months old, but did not yet display the individual specialisation found amongst adult individuals.

Whales change feeding grounds

The beluga whales of Svalbard spend the summer months near the coast, where they mostly make short and shallow dives ([Vacquié-Garcia et al. 2019](#)). Most of the dives that are likely to be for food take place in front of glacier fronts. During the winter, the whales are forced away from the coast by the ice. They then make deeper dives during which they are believed to eat prey close to the bottom. A decrease in the number of glaciers calving into the sea and other changes in the coastal marine environment around Svalbard could have negative consequences for this whale population. Different species respond differently to changes in the environment. [Hamilton et al. \(2019b\)](#) studied the impact on ringed seal and beluga whale as a result of the increasing inflow of Atlantic water into the fjords on the western side of Svalbard. Following a period of major environmental change which began in 2006, ringed seal are now spending significantly more time around the glacier fronts, where the conditions are still more Arctic in nature. Beluga whales are now spending less time around the glacier fronts and finding their food elsewhere instead, probably new prey which has been transported in with the Atlantic water.

Acoustic monitoring

Passive acoustic monitoring (PAM) of sounds from various marine mammals is a cost-effective method for identifying important habitats and studying animal behaviour remotely. [Ahoen et al \(2019\)](#) used the method to study narwhal in the Fram Strait. Vocalisation and echolocation showed that this whale species resides in this area all year round. This is unusual, because other populations of narwhal migrate between coastal, ice-free areas in the summer and ice-covered marine areas in the winter.

New overview of orca

[Jourdain et al. \(2019\)](#) published the first comprehensive literature overview concerning orca in the North Atlantic since 1998. The overview included distribution, quantity, migration patterns, genetic structure, acoustics, population parameters and threats to the population.

Greenland shark use their sense of smell

Amongst cartilaginous fish, variations in brain size and the brain's regions are often related to primary habitat or specific behavioural patterns. [Yopak et al. \(2019\)](#) have looked at the organisation of the brains of Greenland shark. The results show that Greenland sharks orient themselves more by smells than visual impressions, even though they are the top predators in Arctic waters.

Seabirds as a bioindicator

Seabirds are often used as bioindicators for the marine environment because it is assumed that changes in seabird populations are driven by changes in what they eat. [Hovinen et al. \(2019\)](#) tested this hypothesis on four seabird species in Svalbard and found that changes in the composition of prey outside the breeding season may partly explain changes in breeding success amongst seabirds in Svalbard. The suitability of seabirds as a bioindicator depends on how direct the link is between access to prey and breeding success. The other factors which could also affect breeding success must be better understood before a conclusion can be drawn regarding the suitability of seabirds as a bioindicator.

Arctic seabird reproduction

The response of Arctic seabirds to a previous spring depends on the marine area and grazing strategies. Over the past 35 years, surface-grazing seabirds in the Pacific Ocean have begun reproducing earlier, while the timing of reproduction amongst diving species has remained very stable in both the Pacific Ocean and the Atlantic Ocean ([Descamps et al. 2019](#)). In the Northeast Atlantic, thick-billed guillemot and common murre now arrive at their colonies two weeks earlier than they did ten years ago. However, the timing of egg-laying remains unchanged ([Merkel et al. 2019](#)). These results show that some aspects of the breeding phenology of seabirds vary with changes in the environment.

Ice-free Arctic Ocean

The Arctic Ocean is unlikely to have ice cover in the summer of 2050, with major ecological consequences as a result. A study of Arctic bird species ([Claribaux et al. 2019](#)) found that 29 species will be able to establish a transpolar migration route and overwinter in the Northern Pacific Ocean instead of the Atlantic Ocean, while it is possible that 24 species will remain in the breeding area all year round.

Benefits and challenges for barnacle geese

[Layton-Matthews et al. \(2019\)](#) analysed 28 years of individual-based data concerning reproductive stages and age-specific survival rates for migrating High Arctic barnacle geese which breed around Ny-Ålesund and overwinter in Scotland. They found that climate change has so far had both positive and negative effects for the geese. The positive effects are increased egg production and hatching success rates following an earlier start in the spring and warmer summers in Svalbard and higher winter survival rates due to milder winters in Scotland. The negative effect is that fewer chicks fledged as a result of an increase in the number of arctic foxes in Svalbard (an indirect climate effect). Combined, these factors result in a net zero effect. If the goose populations of the Arctic are to be regulated in a sustainable way, both direct and indirect effects of climate change from Europe to the Arctic must be taken into account. However, it is not just climate that affects the geese. Arctic fox take many eggs, chicks and adult pink-footed geese. The nests of younger and more inexperienced parents and poor nesting sites a long way from the feeding grounds on flat slopes were most at risk ([Anderson et al. 2019](#)).

Threats to Arctic foxes

Arctic foxes can travel great distances and disperse widely. A tracking study showed that one young Arctic fox travelled 3,506 km on the drift ice from Svalbard all the way to Ellesmere Island in Canada in 76 days ([Fuglei & Tarroux 2019](#)). Further shrinking of the sea ice could have major

consequences for the Arctic fox population, because it will inhibit genetic flow and the re-establishment of locally extinct populations.

Arctic foxes in Svalbard are carriers of adenovirus type 1. The virus is entirely unique and differs from other viruses which infect wild predators and dogs and cause hepatitis today. A stronger focus is needed on genetic differences in viruses which circulate amongst predators and can be transmitted to dogs and reduce the effectiveness of existing vaccines ([Balboni et al. 2019](#)). Arctic foxes are carriers not only of viruses, but also of intestinal parasites. We already knew that they carry a parasite that uses the sibling vole as an intermediate host. [Myskova et al. \(2019\)](#) studied the stools of Arctic foxes and found six previously undescribed parasites, only one of which was also found in sibling vole. It is not known whether this is due to the migration of individuals from other populations.

Mercury levels in Arctic foxes from Svalbard increased between 1997 and 2014 ([Hallanger et al. 2019](#)). Arctic foxes with a marine diet had higher levels than individuals which lived on land and ate reindeer carcasses.

Cyclones affect birds

At milder latitudes, extratropical cyclones (ETC) affect local conditions in weather and marine environments. A study by [Guéry et al. \(2019\)](#) showed that variations in winter ETC can affect the survival rates of eiders from Canada, mainland Norway and Svalbard. A by-product of this work was a method description for use with variables that are not independent ([Guéry et al. 2019b](#)).

Hatching strategy

Simultaneous hatching amongst prey species is often explained by the effect of surprise on predators, making the predators less effective and increasing the chances of each offspring surviving. In one study, [Descamps \(2019\)](#) found that Antarctic petrels which have only one specialised predator hatch very synchronously, while kittiwakes and thick-billed guillemot in the Arctic, which have many generalist predators, are less likely to hatch simultaneously. Monitoring of the seabird colonies on Svarthamaren in Antarctica over time has provided an opportunity to study a wide variety of factors linked to climate change. [Descamps \(2019\)](#) used data from Svarthamaren and elsewhere in this study.

Biodiversity, flora and climate

Biodiversity amongst grazing animals can generally be explained by grazing, predators and weather. A circumpolar study confirms the importance of studying and monitoring grazing animals, vegetation, predators and climate concurrently ([Speed et al. 2019](#)). In another circumpolar study, conducted by the Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), monitoring data and experimental warming studies produced different results regarding the numbers and phenology of plants ([Bjorkman et al. 2019](#)). The most common outcome was no change over time, while some plant groups (herbaceous plants, graminoids and shrubs) increased in numbers during experimental warming. Models of ground ice in the tundra suggest that there have been virtually no ice-free winters since 1998, while previously (1957–1998) such winters occurred every three to four years ([Peeters et al. 2019](#)).

Threats to seabirds

[Rodriguez et al. \(2019\)](#) presented a review of the primary causes of population decline among shearwaters and petrels, some of the most endangered families of seabirds. Six global threats to this vulnerable group of seabirds are identified, namely introduced species, overfishing, bycatches in commercial fisheries, light pollution, climate change and ocean acidification.

More Atlantic water in the Arctic Ocean increases production

A study of water bodies and plankton from Rippfjorden ([Hop et al. 2019a](#)) across the shelf and the continental slope of the Arctic Ocean showed that Atlantic water dominates across the continental slope and occasionally comes in over the shelf. The relationship between Atlantic water and meltwater affects the chemical balance in the area. Under such conditions, phytoplankton growth occurred close to the boundary to the euphotic depth (where there is enough light for photosynthesis), where the algae still had access to nutrients. Further climate warming is expected to increase the proportion of boreal species and pelagic production in the Arctic Ocean. During the Norwegian Young Sea ICE Expedition ([N-ICE2015](#)), genetic data were collected from the surface down to a depth of 250 metres below the sea ice during the period March to June. This study showed a high level of microbial diversity in late winter and early spring ([de Sousa et al. 2019](#)).

Algae beneath the ice

Ice algae are important ecosystem components in the Arctic Ocean, and the spring algal bloom is a critical part of the annual production cycle. When the research ship *Lance* and the N-ICE2015 project approached the margin of the ice in the spring, [Olsen et al \(2019\) encountered](#) a bloom of the phototrophic ciliate *Mesodinium rubrum* on the underside of newly formed drift ice. When sea ice freezes, salt is released. The saline water is heavier than the Arctic water and sinks. It is replaced by water from deeper layers of water, which provided the right conditions for the bloom to form beneath the ice.

Algae adjust their pigmentation, partly to protect themselves from harmful sunlight and partly so that they can absorb enough sunlight and photosynthesize optimally. [Kauko et al \(2019\)](#) described how the algae adjust their pigmentation. There is a trend towards a system with more snow on the ice and thus reduced access to light for the algae (N-ICE2015). Algal blooms play a pivotal role in the ecology and biogeochemistry of all water bodies from small ponds to the oceans ([Assmy et al. 2019](#)). Annual fluctuations in the spring bloom of phytoplankton in Kongsfjorden mainly depend on the volume and depth of Atlantic water masses in the fjord, sea ice conditions and meltwater runoff from glaciers during the summer ([Hegseth et al. 2019](#)).

The fjord ice, the volume of snow on the ice and the transport of sediments from the glacial rivers in the innermost part of the fjord determine how much light reaches down to the algae. Pavlov et al. (2019) summarised studies which show that the retreat of the ice has increased the supply of sunlight, with the result that it is now regulated by glacial water rich in sediments.

The Kongsfjorden ecosystem is changing

The upwelling of freshwater from the glacial rivers beneath Kronebreen in Svalbard brings large volumes of nutri-

ent-rich bottom water to the surface and increases concentrations of ammonium, nitrate and to some extent silicon in the inner parts of the fjord. The amount of dissolved inorganic nitrogen which is transported to the surface in the glacial water is sufficient to increase primary production in Kongsfjorden ([Hallbach et al. 2019](#)). The ecosystem in Kongsfjorden is set to change as a result of the inflow of warmer water carrying Atlantic plankton species and fish. The composition of the zooplankton reflects the relationship between Arctic and Atlantic water masses in the fjord and changes with rising temperature and decreasing sea ice ([Hop et al. 2019b](#)). Long-term data (1996–2016) shows that some Atlantic species have become more common in Kongsfjorden. This may be due to higher temperatures and an increase in the biomass of zooplankton. Data from the Norwegian Polar Institute's long-term data series is used in modelling to show changes in the structure and function of the ecosystem linked to climatic fluctuations and warming in the Arctic. Rigs with sensors and scientific instruments ([Hop et al. 2019c](#)) provide data on the physical, chemical and biological conditions.

Arctic marine food chains can adapt

[Griffith et al. \(2019\)](#) showed that Arctic marine food chains were able to recover after being adversely affected by climate change during a warm period from 2006 to 2008, and that they will be able to adapt to the changes. This is promising for marine ecosystems, although it must be stressed that the study only covered a period of 12 years. Developments must therefore be closely monitored in the future. It is a challenge to model a fjord like Kongsfjorden, where the warm Atlantic water mixes with cold freshwater and contains different quantities of dissolved inorganic material. [Duarte et al \(2019\)](#) developed a fjord model for future scenarios involving changing climatic and physical conditions.

Few species of seaweed and kelp

Macroalgae such as seaweed and kelp are an important ecological component in Kongsfjorden. Diversity data for macroalgae were presented in [Fredriksen et al. \(2019\)](#) and compared with data from all over Svalbard. A total of 197 species of macroalgae have been observed in Svalbard, 84 of them in Kongsfjorden. Benthic diatoms colonise much of Kongsfjorden in high densities. A total of 69 species have been identified, which is a relatively low figure compared with other shallow soft-bottom areas in warmer regions.

Phytoplankton in ice-covered seas in Antarctica

Polynyas – areas of persistent open water in the ice – are important for the production of phytoplankton in otherwise ice-covered marine areas. [Moreau et al. \(2019\)](#) showed that sea ice melting and the upwelling of water from deeper depths could explain the phytoplankton production in three Antarctic polynyas. These results are important, because climate change is expected to affect the sea ice cover, with consequences for production and thus carbon exports in the Antarctic ecosystem.

Remote sensing with the aid of marine animals

Use of the remote sensing of marine animals can improve the monitoring of many essential oceanographic variables. [Harcourt et al. \(2019\)](#) presented an overview of various telemetry systems and identified possible ways forward. The method has enormous potential regarding the collection of

new, biotic and abiotic data for oceanographic observation systems and improving the management of our ocean areas. Such telemetry observations are used in the Southern Ocean Observing System (SOOS) observation programme. [Newman et al. \(2019\)](#) described SOOS's assessment of the progress made in the observation programme during the past decade.

Antarctic fur seals are adapting

[Cleary et al. \(2019\)](#) studied genetic samples from Antarctic fur seals in the eight largest sub-Antarctic colonies and found a local, predator-driven natural selection. The results indicated that seals that have adapted to the abundance of krill are less able to feed on fish than those that have adapted to areas with limited access to krill. Local genetic adaptation to specific nutrient regimes has implications for the management of Antarctic fur seal.

Antarctic ecosystem

Monitoring and modelling of ecosystems in the Antarctic is particularly challenging due to the difficult access to the region. [D'Ovidio et al. \(2019\)](#) discussed the possibilities that the new Surface Water and Ocean Topography (SWOT) satellite will present for climate and ecosystem studies. In the Southern Ocean, SWOT will, for example, provide more opportunity to study the interaction between the cryosphere (ice shelves, icebergs and sea ice) and the open ocean.

Polar bears exposed to pollutants

Polar bears are amongst the Arctic animal species which are exposed to the highest levels of long-range pollutants accumulating in the marine food chain. Today, pollutants are one of the biggest threats to polar bear populations, after climate change. [Routti et al. 2019](#) presented a knowledge status regarding exposure, dispersion, degradation and potential health effects of pollutants in polar bears. Persistent organic pollutants, regulated through the Stockholm Convention, still account for the highest proportion of the pollutant load. Concentrations of most substances have decreased over time, but not throughout the Arctic. Pollutants affect thyroid hormones, lipid metabolism, brain chemistry and the immune system in polar bears. Longer ice-free summer seasons and greater seasonal fluctuation in ice distribution are leading to longer periods of fasting for the animals. A laboratory study ([Routti et al. 2019](#)) showed that exposure to pollutants can affect the energy balance of polar bears, including how fat is burned. The study helps us to understand how pollutants can affect the health and energy state of animals.

Even though most of the Arctic is situated far from any industrial areas, many man-made chemicals are found in high concentrations in predators in the Arctic. [Lippold et al 2019](#) studied whether persistent organic pollutants (POPs) in polar bears are affected by variations in body condition and diet. The results suggest that polar bears now eat less marine prey high up in the food chain than previously. Concentrations of some substances have decreased or remained stable, while concentrations of the pesticides DDE and HCB decreased through to 2012. The study adds new knowledge concerning how emissions and climate-related changes in diet and body condition are affecting the trend as regards pollutants in a top Arctic predator.

Walrus health

High concentrations of pollutants can lead to health effects such as changes in the endocrine system and impaired im-

mune system. [Routti et al. \(2019\)](#) highlighted a link between pollutant concentration and the endocrine and immune systems in walrus from Svalbard. The results suggest that changes in these systems are linked to concentrations of pollutants, but the consequences are as yet unknown. In previous studies of walrus from Svalbard, very high levels of pollutants were found in some individuals. This could be because they were eating seals instead of their normal diet of clams. To investigate this, [Scotter et al. \(2019\)](#) looked at stable isotopes in adult males which ate clams. The wide variation in PCB and pesticide levels may be linked to substantial variations in these substances on the seabed, or between species at the same trophic level.

Pollutants in birds in the Arctic

Studies of kittiwakes in Svalbard show a link between oxidative damage and long-chain perfluorinated compounds ([Constantini et al. 2019](#)). Black guillemot overwintering in Svalbard have the same pollutant levels as kittiwakes and Brünnich's guillemot which migrate from the Svalbard area during the winter ([Eckbo et al 2019](#)). A compilation of pollutant levels amongst great skua from six colonies in the North Atlantic showed considerable variation between the areas ([Leat et al. 2019](#)), mainly explained by trophic level and diet. Persistent organic pollutants (POPs) and perfluorinated compounds (PFAS) also accumulate in terrestrial bird species in Svalbard ([Warner et al 2019](#)), where settlements constitute the main source.

Pollutants brought by ocean currents

Organophosphorus flame retardants (PFRs) and the screening of persistent, bioaccumulating and toxic (PBT) pollutants were studied in ocean water in the Arctic ([Gao et al. 2019](#)). The findings for numerous compounds show that these pollutants are transported to the Arctic by ocean currents. In a study of springtails (Collembola) which live under bird cliffs in Svalbard, pollutants from the faeces of seabirds were found to affect the soil, vegetation and springtails ([Kristiansen et al. 2019](#)). While soil and vegetation show high concentrations of pollutants near the bird cliff, the springtails showed no difference in pollution levels associated with the pollutants in soil and vegetation.

Metabolism in seabirds

A study of metabolism in seabirds ([Ellis and Gabrielsen 2019](#)) showed there is no difference in rhythm between day and night amongst Arctic seabirds. This is an important consideration when using the basal metabolic rate to calculate daily energy consumption. In future energy studies of wild seabirds, it is therefore important to take into account the season when calculating energy consumption.

Microplastics in biota

Very few methods are available for determining the content of microplastics in biota. A new protocol for the enzymatic extraction of microplastics in the tissue of shells was developed by [Von Friesen et al 2019](#), which is recommended for use in future microplastic studies. Snow samples from a glacier in Svalbard indicated that there is no simple correlation between concentrations of different PCB components in the source and what is found in the snow samples ([Bartlett et al., 2019](#)).

Climate, sea and sea ice

The Norwegian Polar Institute is conducting extensive monitoring to document trends and variability in the

climate system, and carrying out process studies to increase our understanding of driving forces, effects and feedback between them. In the Arctic, the Institute is particularly looking at mass balances for glaciers, snow cover and atmospheric processes in Svalbard, and sea ice, oceanography and biogeochemistry in the adjacent coastal and marine areas (the northern Barents Sea, the Fram Strait and the Nansen Basin).

The climate system in Kongsfjorden

The Norwegian Polar Institute began monitoring ice in Kongsfjorden in 2003. [Pavlova et al. 2019](#) summarises the results concerning changes in fjord ice from 2003 to 2016. Although there was some fluctuation between individual years, there was a marked reduction in ice distribution, ice thickness and snow thickness in Kongsfjorden. This reduced the ability of seals to use the ice for hunting and resting, which in turn caused the polar bears to change their behaviour. [Tverberg et al. \(2019\)](#) analysed more than 20 years of data on temperature, salinity and currents in Kongsfjorden. The composition and distribution of warm Atlantic water in the fjord varied considerably. As temperatures have risen and ice cover decreased, more warm water has flowed into the upper layers of the water.

The Fram Strait

Measurement series covering the entire annual cycle of inflow of warm, nutrient-rich Atlantic water through the Fram Strait, the marine area between Svalbard and Greenland, and into the Arctic Ocean northeast of Svalbard have made it possible to quantify how much of this water actually enters the Arctic Ocean. [Perez-Hernandez et al. 2019](#) also documented that the volume of water transported during the autumn/winter is about twice that during the spring/summer. Compiling data from a number of research expeditions during the summer season has provided a more detailed picture of where this inflow is occurring ([Menze et al. 2019](#)). A modelling study showed how varying stability and current strength in the Fram Strait determines how much of the current actually enters the Arctic Ocean ([Crews et al. 2019](#)).

In a review article, [Lee et al. \(2019\)](#) described what is needed to establish an Arctic component in a global ocean observation system. The review showed what it is relevant to monitor in the marine Arctic system, and gave examples of existing regional monitoring systems. One of them, the Norwegian Polar Institute's instrument setup for various automatic measurements in the Fram Strait, is known internationally as the Fram Strait Arctic Outflow Observatory.

Optical measurements taken in the Fram Strait west of Svalbard showed that phytoplankton is the single biological factor which most affects the optical properties of the water masses there (reflection, redistribution and absorption of radiation) ([Kowalczyk et al. 2019](#)).

Measurements taken from ships can be misleading

[Møller et al. \(2019\)](#) found that ship-based measurements of carbon dioxide contribute to an overestimation of the absorption of carbon dioxide in Arctic coastal waters. This is because the water intake on the vessels is not precisely at the surface. As a result, the ability of the ocean to absorb carbon dioxide from the atmosphere can often be overestimated.

Fjord water and CO₂

[Ericson et al. \(2019\)](#) studied observations made during the period 2015 to 2017 and found that CO₂ variations at the surface in Adventfjorden, Svalbard, are largely due to biological activity during a season. Changes in water temperature are the second most important factor. The variation in the absorption of CO₂ by fjord water is different, and Arctic water absorbed more CO₂ than Atlantic water.

A seasonal study by [Ericson et al. \(2019\)](#) in Tempelfjorden, Svalbard, showed that a quarter of CO₂ absorption from the atmosphere is linked to the presence of fresher meltwater at the surface. [Chierici et al. \(2019\)](#) studied processes relating to CO₂ turnover in the Arctic Ocean. In net terms, Atlantic water flowing into the Fram Strait and the area north of Svalbard absorbs atmospheric CO₂, partly due to the dissolution of lime and phytoplankton production.

Carbon in the ocean

The European Research Infrastructure Network Integrated Carbon Observing System (ICOS) will provide high-quality observations and data products concerning carbon. [Steinhoff et al. \(2019\)](#) described the marine component, ICOS-Oceans.

The Arctic Ocean and ocean storms

[Østerhus et al. \(2019\)](#) presented an initial, comprehensive observation-based overview of the water mass transport between the Arctic Ocean and adjacent areas. This overview is important in enabling the validation of models, amongst other things. [Graham et al. \(2019\)](#) showed that storms over ice-covered ocean during the winter carry warmer air and clouds which, when combined, prevent effective ice freezing. However, more frequent storms will increase the volume of snow, causing thicker ice to form as a result of the freezing of surface water. Nevertheless, the net effect of more frequent winter storms will be a thinning of the ice.

Best datasets

[Wang et al. \(2019\)](#) studied how data sets from widely used climate products correspond both with each other and with data from measuring buoys on drifting ice floes in the Arctic. There may be significant differences between different reanalyses and direct measurements. This work will provide a better basis for choosing the best available data sets for different purposes.

Knowledge concerning sea ice

[Gerland et al. \(2019\)](#) presented an updated review of gaps in our knowledge and observations relating to sea ice in the Arctic. Few observations are available from winter and little data is available concerning snow and sea ice thickness from the central Arctic Ocean. The publication is a follow-up to the SWIPA report published by AMAP in 2017. The Arctic sea ice in 2018 and its development over time was featured in a comprehensive publication on the annual status of the world's climate ([Perovich et al. 2019](#)). The trend in the distribution of Arctic ice is negative during both the winter and summer.

[Semmling et al. \(2019\)](#) developed a new ship-based method for gathering information on local sea ice cover by analysing reflected signals from navigation satellites (GPS and others). The results indicate that it may be beneficial to try out new methods for mapping sea ice status in the polar

regions. Further development of the methods for interpreting satellite data is improving the quality of the underlying data which is used in the management of the High North.

Improved methodology for fisheries management

Ecosystem-based fisheries management takes account of changes in the physical environment and interactions between ecosystem elements, including human use. [Schmidt et al. \(2019\)](#) showed how to better describe and quantify the status and trends of ecosystem components using observations and modelling platforms.

Reference for the ocean in Antarctica

A review article by [Vernet et al. \(2019\)](#) summarised existing knowledge concerning geology, oceanography, ice, chemistry and biology and future challenges in understanding the Weddell vortex, a large and important ocean process in the Weddell Sea and the marine areas off Dronning Maud Land. The summary is considered to be an important reference for future research and management in the Southern Ocean.

Svalbard's glaciers are losing mass

Glaciological studies in Svalbard are studying the mass balance of several glaciers [included in MOSJ](#), and studies of snow and ice cores. The mass of the Kongsfjorden glaciers has varied over the past ten years (2008–2018), with some very negative years with a decrease in mass and a rare positive year in 2014, when the glaciers grew due to snowfall in the summer. The white surface of the snow reflects more of the sun's heat, causing melting to decrease. In 2016, the mass balance reached a record low for the small glaciers on Brøggerhalvøya peninsula, the most negative in this 50-year long time series. The results described in [Deschamps-Berger et al. \(2019\)](#) suggest a slight decrease in the ice flow from the calving front of the Kronebreen tidal glacier in Kongsfjorden, but there is a wide margin of error.

The modelled mass balance for the glaciers in Svalbard during the period 1957 to 2018 shows a negative balance with a negative trend. The first snow is falling later in the autumn, but the timing of the onset of snowmelt remains unchanged ([Van Pelt et al. 2019](#)). [Mass balance measurements taken at Austfonna](#) showed that 2018 was the third most negative year since the measurements began in 2004. The mass of ice that melted during the summer was about twice that of the snow added during the winter.

Important to monitor glaciers throughout the Arctic

[Pramanik et al. \(2019\)](#) compared snow measurements from automatic weather stations on two glaciers in northwest Svalbard in order to identify events with snow accumulation. Data concerning the timing and volumes of snow were combined with data from Ny-Alesund and large-scale model data. The results suggest that the latter could be used to simulate individual snow accumulation on the glaciers, which is useful for modelling the mass balance.

[Wouters et al. \(2019\)](#) used the gravimetry satellite GRACE to calculate the change in mass of all the world's glaciers between 2002 and 2016, except those in Greenland and Antarctica. They found that the loss of ice from the glaciers in Svalbard accounts for about 4% of the total global change, which collectively contributes 8 mm per year to the rise in

global sea levels. The changes fluctuate over time, and the trend is similar to that in the Russian Arctic, but the opposite of that in Greenland and the Canadian Arctic. This is due to large-scale fluctuations in atmospheric circulation and indicates the importance of the long-term monitoring of glacier changes throughout the Arctic.

In Hornsund in the south of Svalbard, measurements indicated that the glacier fronts are retreating significantly faster ([Arntsen et al., 2019](#)). During the "warm" year of 2013–14, the glacier fronts retreated ten times faster than during the "cold" year of 2010–11.

Pollutants in snow

Glaciers accumulate precipitation in the form of snow. With the precipitation comes the pollutants that are present in the atmosphere. [Hermanson et al \(2019\)](#) measured PCB concentrations in snow deposited on four glaciers in Svalbard in 2013–14. The results show that high concentrations of PCB are present in the atmosphere compared with previous data, despite restrictions being imposed on the use of PCBs.

Temperature in fjords in Svalbard

Kongsfjorden contains a natural climate archive, and data from this can be used to establish natural baseline values for Arctic climate and environmental changes in the past. Reconstructions show that Atlantic water flowed into the fjord 12,000 years ago, and that the water was as warm as it is now. The temperature dropped through to this century, when it began to rise again. Such climate change can lead to a change in biological production and increase the transport of unconsolidated sediments from land into the sea. It is important to quantify the effect of this on the marine environment ([Husum et al. 2019](#)). Reconstruction of surface water masses in Kongsfjorden shows a warming of 0.6°C and a reduction in sea ice over the past 60 years. The results may indicate that the warming of these water masses in Kongsfjorden is not due to an increase in the influence of Atlantic water masses, but a stronger influence from CO₂ and changes in ocean-atmosphere interactions ([Guruvayoorappan et al. 2019](#)).

Soot can impact on melting

[Boy et al. \(2019\)](#) presented a comprehensive summary of achievements in the project Nordic Centre of Excellence CRAICC (Cryosphere–Atmosphere Interactions in a Changing Arctic Climate). The Norwegian Polar Institute contributed to the reconstruction of soot from ice cores from Svalbard in order to understand the extent and importance of variations in soot compared with historical values. The results showed that we still do not know enough to produce reliable estimates of how future soot on the surface will alter the reflection of solar energy.

Measuring weather data

[Graham et al. \(2019a\)](#) used observations from weather balloons released in 2017 to evaluate more global meteorological data products. All are providing data which are generally of good quality, with a few notable exceptions. The latest product is the most reliable. [Graham et al. \(2019b\)](#) used atmospheric measurements from the Arctic Ocean from the first half of 2015 to assess the reliability of six different global atmospheric data products in this area. They found mostly good results for the most commonly used values such as temperature, wind and air pressure, but identified some problems which require caution on the part of users.

Climate knowledge from the marine environment

[Oksman et al. \(2019\)](#) presented distribution maps, optimal temperatures and temperature ranges for diatoms belonging to the North Atlantic calibration data set for diatoms. All the diatoms showed a clear relationship to surface sea temperatures in August. [Belt et al. \(2019\)](#) showed that the spring phytoplankton bloom can be reconstructed. This knowledge will contribute to a better understanding of the relationship between the marine food chain and fluctuations in the sea ice sheet. [Caricchi et al. \(2019\)](#) showed that changes in the Earth's magnetic field can be used to date marine time series based on a reconstruction of ocean temperatures and sea ice from Svalbard. This is used in climate forecasts.

The seabed reflects the water masses which are impacting on the glacier front. [Howe et al. \(2019\)](#) described how the seabed is dominated by sediments released during melting at the glacier fronts which have been affected by warm water from the open ocean and large volumes of meltwater. The seabed in front of the other glacier fronts, without warmer water masses, is more directly affected by the glacier's own movements. We can use this information to understand how the glacier fronts and the marine bottom environment will change in the future.

Earth's largest water reservoir

The glaciological projects being carried out in Antarctica include studies of coastal areas with ice shelves and ice rises, and ice cores and lakes beneath the ice cap. According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the changes taking place in Antarctica represent one of the major uncertainties in global sea level rise. The inland ice is the Earth's largest freshwater reservoir and could increase global sea levels by about 58 m if it were to melt completely. Radar measurements from the Jotneisen ice shelf in Dronning Maud Land ([Sun et al. \(2019\)](#)) showed that ice melting more than 300 m below sea level is controlled by powerful tidal waves and the stratification in the open ocean along the coast. The effect indicates that stronger stratification in the ocean in a future climate could increase the melting of the ice shelves along Dronning Maud Land all year round.

Searching for the world's oldest ice

[Beyond EPICA - Oldest Ice \(BE-OI\)](#) aims to find 1.5 million year-old ice from East Antarctica which can reveal information about the climate and the link between greenhouse gases and temperature. The goal of the first phase was to identify the most suitable site, and [Sutter et al. \(2019\)](#) identified several areas on the inland ice which could contain such ice. The study represents an important contribution to the EU-funded project which is being carried out by the Norwegian Polar Institute and 11 other European partners. The Institute initially contributed through the collection of ice radar data and various types of snow studies for the validation of satellite data.

Purpose-built radar finds the answers

The marine melting of ice shelves in Antarctica was studied using a purpose-built radar system as part of the Norwegian-Indian research project MADICE. [Lindbäck et al. \(2019\)](#) found that the rate of melting beneath Nivlisen in Dronning Maud Land is moderate (about 0.8 metres per year). The highest melting rate was measured near the front during

summer periods with little sea ice and high winds, which is probably due to warmer surface water being pushed beneath the ice shelf during periods of strong winds. This indicates that the ice shelves in the region are directly affected by the ocean and climate conditions along the coast, and that in turn this can affect the stability of the Antarctic ice sheet. Data from airborne radar was used by [Diez et al. \(2019\)](#) to survey four large lakes under the Recovery Glacier in East Antarctica. Two of the lakes are dry, while the other two contain water. [Kassab et al. \(2019\)](#) were amongst the first to publish data from ground penetrating radar showing the structure and evolution of an extensive area of blue-ice moraines.

Geological mapping of Svalbard

[Piepjohn et al. \(2019\)](#) studied and mapped a network of faults linked to the Lomfjorden fault zone, which represents an important contribution to the geological mapping of Svalbard. Radiometric dating of magmatic rocks in Ny-Friesland in [Bazarnik et al. \(2019\)](#) produced ages of 1761 ±4 and 1373 ±4 million years respectively. This new age data is important for palaeogeographical reconstructions of land areas in Pre-Cambrian times and supports the theory that the bedrock in Svalbard and Greenland is linked to the geological history of development. The Norwegian Polar Institute published an updated version of a [geological map of Svalbard](#) which is intended for use in the field with GPS and mobile phone/tablet. A digital version of the bedrock geological map of [Dronning Maud Land](#) was made available through the Institute's online map service.

Almost three thousand geological rock samples

The Norwegian Polar Institute continued to develop the archive of geological samples collected during research expeditions to the Arctic and Antarctic. More than 2,700 samples have now been catalogued in a database along with information on each sample. The samples from Antarctica in particular are of considerable scientific value because expeditions to this part of the world are extremely resource-intensive. [The database is available](#) via [data.npolar.no](#). In 2019, a large sample set was loaned to a project being carried out by the Geological Survey of Norway (NGU), which is measuring the petrophysical properties of samples collected in an area of Nordaustlandet.

Quantarctica

Quantarctica is a collection of base maps and selected scientific geodata concerning Antarctica. The package developed by the Norwegian Polar Institute is available free of charge and is recommended by SCAR. The third version was released in 2018 and an update was implemented in 2019, ahead of the next SCAR conference in 2020. Collaboration is taking place with many data providers which are seeking to make their theme- or region-specific data "Quantarctica-friendly", so that users can integrate it into their own data packages.

Map tools for Svalbard

In the main topographic map series for Svalbard (S100), map sheets A5-Magdalenefjorden, A6-Krossfjorden, B5-Woodfjorden, E1-Sjuøyane, E2-Nordenskiöldland and E3-Rippfjorden were completed in both digital and printed editions. Orthophotographs and topographic models are produced on an ongoing basis as part of the map production process and published digitally in the interactive topographical map of Svalbard TopoSvalbard. During 2019,

Andrée land, Albert I Land, Haakon VII Land, Sabine Land and Bünsow Land were produced and released.

[Toposvalbard](#) was updated and improved with new features and map data. Bathymetric data from the Norwegian Mapping Authority/EMODnet was integrated into the terrain map layers. Old aerial images were made available, and registration of the 1956 photograph series was completed. Toposvalbard has become the preferred tool for use in search and rescue missions in Svalbard.

Other digital map services are updated as new data are completed and form the basis for all other mapping tools in Svalbard. The Norwegian Polar Institute produced an overview map and a tourist map at a scale of 1:1,000,000 and a winter satellite image map of Svalbard, and the Institute began thematic mapping using drones.

The world's best satellite image map

The station map for Troll and the airstrip area was updated following field surveys during the 2017–2018 season. The Norwegian Polar Institute established a production cycle for the mapping of Dronning Maud Land using satellite imagery. The Institute's satellite image map of Fimbulheimen, which was voted best map in Norway in 2018, won first prize at this year's major international cartographic conference (ICA) in Tokyo in 2019, in competition with 200 entries.

The Institute's contribution to SCAR/SCAGE's air operations map series was updated during the autumn. This map series is important for ensuring safe air operations in Antarctica.

Data management

The Norwegian Polar Institute is the central data centre for environmental knowledge and information concerning the polar regions and make its own environmental and research data accessible for use via machine-readable services (APIs), map solutions, visualisations and data directories. This takes place via <https://data.npolar.no> and <https://geodata.npolar.no>. The data centre manages 398 data sets, of which 207 are available for direct downloading or reading. Geodata is disseminated through Geonorge, and research and monitoring data through national joint solutions such as the Norwegian Marine Data Centre (NMDC), Norddata-net and the SIOS data portal. The Institute's data directory is also harvested by international data directories. Thematic data on maps are disseminated to users via <https://svalbardkartet.npolar.no>. The data series for ice frequency in the Barents Sea was updated with new data through to 2017, and a new information system for ice conditions around Svalbard is being developed.

Logistics and infrastructure

Support for monitoring and research

In 2019, the Norwegian Polar Institute provided research support to many projects and collaboration partners in the Arctic corresponding to more than 850 field and expedition days. Of these, about 130 field and expedition days were carried out by external operators and partners. The Institute assisted by providing boat transport on numerous occasions in Isfjorden and Kongsfjorden in Svalbard, and held field training courses in travel, safety and the environment.

The Lighthouse Service

On behalf of the Norwegian Coastal Administration, the Norwegian Polar Institute performs tasks relating to lighthouse and marking services in Svalbard. Of the major tasks performed in 2019, two aerobeacons were installed in Rijpfjorden and on Kongsøya, and the battery packs on remaining lighthouses were updated. The beacon at Moffen was painted. The Norwegian Coastal Administration provided support for this year's lighthouse service and the deployment expedition around Svalbard.

RV *Kronprins Haakon*

The research vessel *Kronprins Haakon* successfully completed ten voyages during 2019, split between the Institute of Marine Research, UiT – The Arctic University of Norway and the Norwegian Polar Institute.

When the ship was at a latitude of approximately 83°N during UiT's expedition in the Arctic in July, a leak occurred in the port propeller housing. This resulted in the expedition being terminated, and *RV Kronprins Haakon* was placed in dry dock at a shipyard in Harstad, where the damage was repaired. The ship was already ready for another voyage on 1 August.

Ny-Ålesund Research Station

The Norwegian Polar Institute operates Sverdrup Station and the Zeppelin Observatory as part of the Ny-Ålesund Research Station. Sverdrup is the host building for research scientists from all Norwegian institutions, as well as research scientists from foreign institutions which do not have their own long-term programmes in the region. The Norwegian Polar Institute operates measurement series for approximately 30 national and international institutions at the Zeppelin Observatory and at Sverdrup. In 2019, Sverdrup had 3,976 research days, an increase of approximately 15% over 2018. Research scientists from Norwegian institutions (including the Norwegian Polar Institute) accounted for 69% of the research days at Sverdrup, and the Institute alone accounted for 25% of these. A total of 984 research days were carried out, an increase of 42% over 2018.

Technical support

Throughout 2019, the Norwegian Polar Institute provided technical support for many research projects, including expeditions using *FF Kronprins Haakon* in the Southern Ocean and the Fram Strait, and the major German polar expedition, MOSAiC. The Institute's staff also developed instruments for sample collection under ice and current measurements – with all the associated challenges of getting such instruments to work in extreme conditions with low temperatures and high pressures. The purchase of instru-

Annual Report

ments and specialist equipment along with many hours of planning, assembly, programming and deployment of instrument rigs in the ocean are necessary before an instrument can be used in the field. During the year, the Institute was also engaged in the construction of an ice-penetrating radar for the National Centre for Polar and Ocean Research in India.

Research support in Antarctica

During the 2019 Antarctic summer season, from January to early March, there were 42 research days at Troll Research Station, all represented by external parties. Support for the Fimbul Ice Shelf project was provided through the reading of instruments and the replacement of batteries on the Fimbul Ice Shelf. The Norwegian Institute for Air Research (NILU) carried out normal maintenance on its instruments and measurement programmes, with support from the Norwegian Polar Institute's personnel at Troll. In the autumn, safety training and logistics/provisioning support was provided for the ICEBIRD project at the Tor field station. UNIS personnel were at Troll as part of the BIOICE project and received support in the form of board and lodging, training and vehicle rental. During November and December 2019, there were 150 research days at Troll and Tor, split between 122 internal and 28 external days. Throughout the year, the Norwegian Polar Institute's personnel at Troll provided technical support to the University of Oslo's research project on the Southern Lights.

Management of Troll

Troll station in Dronning Maud Land has a six-person overwintering team which operates the station and infrastructure for research and for KSAT from early March until November. During the southern summer, the number of people increases to between 30 and 50 due to the arrival of guest research scientists, increased maintenance and logistical tasks. At particularly busy times, this number can reach 80. For the 2019 summer operation, the Norwegian Polar Institute used 2,479 full-time equivalents. The 2018–2019 summer season ended on 11 March, and the 2019–2020 began on 16 November. A total of 3,721 overnight stays took place during the 2019 summer season, while there were 1,494 overnight stays during the winter.

In 2019, a pipeline was laid to connect the sanitation facility in the Blåbo building, which has bedrooms and a living area. This pipeline was not connected due to a shortage of capacity at the treatment plant. Other tasks included rebuilding of the station and other infrastructure, including the establishment of several office spaces. The area around Troll was cleared and restructured, and the emergency station was moved to a more suitable location. New electrical panels were installed in the power station. A violent storm at the end of May caused substantial damage to the pipeline to Blåbo, meteorological equipment and antennas for communication. It also caused considerable damage to storage facilities on the ice outside Troll.

Troll is located inland, and a total of 11 return transport traverses were carried out from Troll to Sledeneset, which is situated on the coast, during the year. The traverses usually take five days to complete. A new vehicle was tested which is expected to accelerate the traverses and reduce their environmental impact. Movement and major cracks were detected on the ice shelf near Sledeneset, and appropriate measures were implemented. The depot for the temporary storage of containers was established at a safe distance on the inland side.

Guest days from foreign institutes

One way of increasing both national and international activity at Troll is to improve the infrastructure. The Norwegian Polar Institute is working to develop the station as a platform for national and international research. In 2019, an infrastructure application was submitted to the Research Council of Norway which was awarded a good grade, but did not receive funding. Further efforts are being made to obtain funding, as the project will help to make Troll an attractive research platform for more users. This year's initial southern summer season (2018–19) saw fewer international research days than the previous year (20 against 138), which is due more to uneven demand than any actual downturn.

Vessel logistics in Antarctica

DROMSHIP is a Norwegian initiative where a number of countries share vessels and costs for provisioning stations in Dronning Maud Land. The Norwegian Polar Institute has a framework agreement with Royal Arctic Line, which operates the vessel *Mary Arctica*. Every year, the logistics expedition supplies Troll Station with provisions, fuel, consumables, building materials etc. In 2019, a total of 1,050 tonnes and 79 containers were transported to the station, while 56 tonnes and 11 containers were transported out. The unloading of *Mary Arctica* took a total of 17 days due to challenging ice conditions, including the land transport from Troll–Sledeneset–Troll.

Air operations to Troll

During 2019, the Norwegian Polar Institute successfully completed 12 flights from Cape Town – Troll Airfield – Cape Town, with 151 passengers plus cargo onboard. The airstrip was operational for three weeks longer than usual, because KSAT needed a slightly longer season. During the year, a total of 20 continental flights were carried out by aircraft and helicopters via Troll Airfield to other locations in Antarctica. Maintenance and upgrading of the airstrip continued in 2019. Sandy hollows cause major problems on the ice, and continuous work is needed to eliminate sandy hollows and repair the runway in order to keep the airstrip operational. This work is based on a Master's thesis from NTNU on ice strength following repairs. In December 2019, two research scientists from UNIS began a study of sandy hollows at Troll under the BIOICE project. During the same month, melting of the ice was observed at Troll Airfield for the first time. During the warmest period, the airstrip must therefore be covered with a thick layer of snow to keep the temperature sufficiently low, as the sandy hollows are difficult to eliminate. The snow must then be removed and the airstrip prepared before intercontinental aircraft can land. As part of the effort to smooth out uneven areas on the runway itself, it was surveyed using GPS in November 2019. During the summer, personnel were once again sent to Troll from Longyearbyen Airport as part of a collaboration with Avinor in order to provide training in fire safety and the operation of Troll Airfield.

Special occasions and events

Fram Centre

The Norwegian Polar Institute is actively working to contribute to the Fram Centre's growth and development. The Institute is the largest shareholder in Framsenderet AS, with a 41% stake. In 2019, the work at the centre was evaluated by the Research Council of Norway. Against the background of this, the Ministry of Climate and Environment initiated a process of assessing the organisational structure and management of the Fram Centre. There are six flagships in the Fram Centre cooperation. The Institute leads two of these, Arctic Ocean and Ocean Acidification, and is also part of the management team for the flagship MIKON. The Institute is also leading the new Plastic in the Arctic initiative. The Institute's research scientists are actively involved in all the flagships, and the latest research results are disseminated through the [Fram Forum](#), the website and the Research Days and the Open day and via other channels.

Structuring of the Norwegian Polar Institute

The work of the Norwegian Polar Institute is focussed on strengthening the knowledge base in areas where the environmental administration has direct management responsibility in the northern and polar regions, or where it plays a pivotal driving role in national and international processes within the fields of natural diversity, pollutants and climate. Since 2019, the Institute's knowledge acquisition has been organised through four geographically defined programmes. The aim is to integrate the research and advisory activity to ensure that the Institute continues to deliver high-quality and relevant research and advice in line with its remit. The Institute aims to carry out high-quality and coordinated research and advisory activities in all requested and relevant disciplines, anchored in the Institute's values: credible, targeted, quality-conscious and forward-looking.

Programme plans were finalised in the autumn of 2019. Through monitoring, research and investigations, the Svalbard programme, the Arctic Ocean programme and the Svalbard Programme will produce data and knowledge to advise the administration. They will obtain research-based knowledge about future developments and use the knowledge as a basis for advice to the authorities, for use in national management and international agreements. The knowledge will be disseminated in scientific forums and to the public. The Ny-Ålesund programme is responsible for performing the role of host and implementing the research station's research strategy. The programme will also help the Institute to deliver relevant research and advice.

Arctic fox sets media coverage record

The Institute's dissemination work was once again a focus of attention in 2019. The Norwegian and international press ran many articles on various themes, including an extended report on NRK Dagsrevyen covering the Institute's research scientists and their Indian colleagues who were working together on research into the melting of the Antarctic ice shelf. In June, the Institute's peer-reviewed journal *Polar Research* published an article entitled [Arctic fox dispersal from Svalbard to Canada: one female's long run across sea ice](#), about an Arctic fox which set a record as it crossed both ice and land from Svalbard to Canada. The article was downloaded almost 7,000 times and the event was covered by Norwegian and international media to a extent that the Institute has never experienced before. About 250 articles or

news stories were published in 25 countries, including via channels such as CNN News, The Guardian, BBC World, Al Jazeera and others from countries such as India, Greece, Russia and the Philippines. In Norway, the event was discussed by forskning.no, NRK, Nettavisen, VG and others.

New observatory in Ny-Ålesund

In September, a delegation from Japan led by MPs opened the Japanese National Institute of Polar Research's new observatory in Kings Bay Greenhouse at Ny-Ålesund Research Station. The ceremony was also attended by representatives of the Ministry of Foreign Affairs, Kings Bay AS and the Norwegian Polar Institute. The Norwegian Polar Institute is responsible for implementing the research strategy and acting as Norwegian host in Ny-Ålesund. Later in the autumn, the Institute renewed its cooperation agreement with the Japanese National Institute of Polar Research during a ceremony in Tokyo.

25 years of the Norwegian Polar Institute in Tromsø

2019 saw the 25th anniversary since the Norwegian Polar Institute relocated from Oslo to Tromsø, an event which was marked in the autumn. Director Ole Arve Misund invited the staff who had worked at the Institute for 25 years or more to a celebratory dinner at the Fram Centre in Tromsø with speeches, gifts and reminiscences. Some employees were unfortunately unable to attend, including materials manager Jarl G. Pedersen, who is the longest-serving employee at the Institute, with a total of 32 years' service. A special celebration was organised for him at a later date in Longyearbyen.

Award for the website

In April, the Norwegian Polar Institute's new website [npolar.no](#) was relaunched with a new structure and menu, as well as updated content. The design of the website was also refreshed. In the autumn, the site was awarded bronze in the Farmand Prize for public sector websites. The site has been entirely developed by the Institute.

60 years of the Antarctic Treaty

In December, the Antarctic Treaty celebrated its 60th anniversary, an event which the Norwegian Polar Institute marked through reminiscences on social media every week throughout the year. The Institute created an Antarctic exhibition which opened at the Fram Centre. The exhibition gives an insight into Norwegian research activity in Antarctica from the 19th century through to the present day and will be displayed in various locations both in Norway and abroad during 2020. During the Research Days, the Norwegian Polar Institute's library was transformed into an "Antarctic Zone", with various activities for young and old alike. Research scientists and advisers explained about Norwegian activity in the South, and employees overwintering at Troll Station answered questions from visitors directly via Skype.

The King visited RV *Kronprins Haakon*

In June, RV *Kronprins Haakon* was presented in Oslo. HM King Harald and HRH Crown Prince Haakon visited the



Isfjell i Antarktis. Icebergs in Antarctica. Foto/Photo: Rudi Caeyers, NP/NPI

ship and were given a guided tour onboard, including information about the recent ecosystem expedition in the Southern Ocean. Politicians, government officials and staff of the Research Council of Norway were also given a tour onboard. *RV Kronprins Haakon* was christened in Tromsø on 17 May 2018 by Princess Ingrid Alexandra, with the Crown Prince in attendance. In Oslo, the King was able to visit the ship for the first time.

The Nansen Legacy

The Norwegian Polar Institute is heavily involved in both the management and research being carried out within the major national Nansen Legacy project and actively participated in the dissemination of information from the project during 2019. On the Nansen Legacy's polar night expedition to the northern Barents Sea – led by the Norwegian Polar Institute – there was a journalist and an artist onboard. The journalist produced a number of reports which were

published in Nordlys. The artist wrote a blog during the expedition, and much of the content was published on Nansen Legacy's platforms and shared via the Norwegian Polar Institute's social media.

Videos and lectures

The Norwegian Polar Institute produced three short informational videos promoting the Norwegian–Russian marine cooperation and is used in presentations, online and in social media. Throughout the year, the Institute arranged open Friday Talks on a wide variety of topics from the polar regions and the High North. A polar book café, where different guests talk about their favourite book from the polar regions, also proved to be popular throughout the year.

Research ship trapped in the ice

In September, the German research icebreaker *Polarstern* set sail from Tromsø heading in the direction of Siberia, where the ship would become trapped in the ice, in which it would drift for a year as part of the MOSAiC expedition, spearheaded by the German Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (AWI). MOSAiC is considered to be the largest and most expensive research expedition to the Arctic ever. Data that is collected will be used to prepare forecasts for the planet's future climate, particularly as regards the sea ice cover in the Arctic. Several hundred research scientists from 70 research institutions in 19 countries are taking part. From Norway, scientists from the Nansen Center, NTNU, University of Bergen, UiT – The Arctic University of Norway and the Norwegian Polar Institute are participating. During the lead-up to *Polarstern*'s departure from Tromsø, AWI held a press conference at the Fram Centre.

Ninety new place names in Svalbard

Svalbard is certainly not short of fascinating place names, many of them reflecting the international presence and work on the islands over the past centuries, such as Magdalenefjorden and Italiaodden. In 2019, more than 90 new place names were added to the map of Svalbard, after the Norwegian Polar Institute's naming committee for Norwegian polar regions went public and asked for suggestions for names for nameless places in Svalbard. Over 300 suggestions were received,

including Grønstrømpeneset, Bjørnungen and Dommaren, which will now be seen on maps of Svalbard.

New IPCC report on the ocean and cryosphere

In September, the United Nations [Intergovernmental Panel on Climate Change \(IPCC\) launched a special report on the ocean and cryosphere](#). The report presented an updated status of current knowledge within themes such as sea level rise, ice melting, ecosystem changes and ocean acidification. The firm conclusion is that changes are already taking place and at a faster pace than many of the world's climate scientists had previously anticipated. Norwegian Polar Institute research senior scientist Kit M. Kovacs was one of the co-authors. Kovacs contributed a professional review of research showing links between climate change and marine mammals in the Arctic.

Norsk Polarinstituttets nettsider www.npolar.no gir oversikt over publisering ved instituttet. I det elektroniske arkivet Brage finnes publikasjonene tilgjengelige i fulltekst helt tilbake til den eldste fra 1922.

The institute's website www.npolar.no provides an updated overview of maps and other publications issued by the Norwegian Polar Institute. Our archive Brage provides full-text access to publications from 1922 to the present.

Rapportserien · Report Series

Rapportserien inneholder vitenskapelige og miljøfaglige artikler og rapporter (til dels presentert i en popularisert form). En rapport i serien ble utgitt i 2019.

The Report Series presents scientific papers and environmental management advisory reports (some in popular form). One title in this series was published in 2019.

#151 [Svalbard reindeer \(*Rangifer tarandus platyrhynchus*\): a status report](#). Åshild Ønvik Pedersen et al.

Kortrapporter · Brief Report Series

I kortrapportserien blir det publisert faglige/vitenskapelig arbeid i et avgrenset format. I 2019 kom det ut fire kortrapporter.

The brief reports series presents scientific articles/reports in a shorter format. Four titles were published in 2019.

50: [An assessment of MOSJ: environmental status for atmospheric and terrestrial climate in Svalbard and Jan Mayen](#). Stephen R. Hudson, Herdis M. Gjelten, Ketil Isaksen and Jack Kohler

51: [Svalbardrypenes jaktstatistikk: sluttrapport til Svalbards miljøvernfond](#). Eva Fuglei, Sanne Bech Holmgaard, Jennifer Stien, Ingunn Tombre og Åshild Ønvik Pedersen

52: [Contaminants in polar bears from the circumpolar Arctic: state of knowledge and further recommendations for monitoring and research - Action #42 of the Circumpolar action plan for polar bear conservation](#). Heli Routti, Jon Aars, Todd C. Atwood, Bjørn Munro Jenssen, Melissa A. McKinney, Robert J. Letcher & Christian Sonne

53: [Kartlegging av fremmede plantearter i bosetninger og utvalgte fuglefjell på Svalbard: sluttrapport til Svalbards miljøvernfond og Sysselmannen på Svalbard](#). Virve Ravolainen, Isabell Eischeid, Leif Einar Støvern og Ingrid M. G. Paulsen

Datsett · Data sets

Vitenskapelige og andre datsett publiseres på data.npolar.no på nedlastbar form eller gjennom digitale tjenestegrensesnitt (API). Alle publiserte data kan gjenbrukes fritt under lisensen CC-BY, med korrekt kreditering. I alt 48 nye datsett ble publisert i 2019. Alle publiserte datsett har persistente og unike identifikatorer (DOI) for enkel sitering.

Scientific and other datasets are made available at 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 48 new datasets were published in 2019. All published datasets have persistent and unique identifiers (DOI) allowing citation.

Polar Research

Norsk Polarinstituttets vitenskapelige tidsskrift *Polar Research* gir ut fagfelleverderte artikler om forskning og forvaltning i Arktis og Antarktis. *Polar Research* har vært 100 % open access siden 2011. Artiklene er på engelsk og forfatterne og fagfeller kommer fra mange land. Les mer: <https://polarresearch.net>

The Norwegian Polar Institute's scientific journal Polar Research publishes peer-reviewed articles on research and management in the Arctic and Antarctic. Polar Research has been completely open access since 2011. The articles are in English and authors and reviewers hail from around the world. Read more: <https://polarresearch.net>

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 2019 ble det utgitt åtte topografiske kart.

Maps produced by the Norwegian Polar Institute include maps from Svalbard, Jan Mayen, Dronning Maud Land, Peter I Øy and Bouvetøya. The main map series for Svalbard is in the scale of 1: 100,000. In 2019, eight topographic maps were released.

A5 – Magdalenefjorden

A6 – Krossfjorden

B5 – Woodfjorden

E1 – Sjuøyane

E2 – Nordenskiöldbukta

E3 – Rippfjorden

Det ble laget ny utgave av følgende oversiktskart:

New editions of the following overview maps were made:

Svalbard 1:1 000 000

Turistkart Svalbard 1:1 000 000

Fagfelleverderte artikler · Peer-reviewed journal papers

- Ahonen H., Stafford K. M., Lydersen C., de Steur L., Kovacs K. M. (2019) [A multi-year study of narwhal occurrence in the western Fram Strait – detected via passive acoustic monitoring](#), *Polar Research*, 38. DOI: [10.33265/polar.v38.3468](#)
- Anderson H. B., Fuglei E., Madsen J., Van der Wal R. (2019) [High-Arctic nesting geese occupying less favourable nest sites are more vulnerable to predation](#), *Polar Research*. DOI: [10.33265/polar.v38.3352](#)
- Arntsen M., Sundfjord A., Skogseth R., Błaszczak M., Promińska A. (2019) [Inflow of warm water to the inner Hornsund fjord, Svalbard; exchange mechanisms and influence on local sea ice cover and glacier front melting](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2018JC014315](#)
- Assmy P., Smetacek V., Montresor M., Ferrante M. I. (2019) [Algal Blooms](#), *Encyclopedia of Microbiology*, 4th Edition. DOI: [10.1016/B978-0-12-809633-8.20959-X](#)
- Balboni A., Tryland M., Mørk T., Killengreen S. T., Fuglei E., Battilani M. (2019) [Unique genetic features of canine adenovirus type 1 \(CAV-1\) infecting red foxes \(*Vulpes vulpes*\) in northern Norway and Arctic foxes \(*Vulpes lagopus*\) in Svalbard](#), *Veterinary Research Communications*, 43: 67-76. DOI: [10.1007/s11259-019-09746-y](#)
- Bartlett P. W., Isaksson E., Hermanson M. H. (2019) [‘New’ unintentionally produced PCBs in the Arctic](#), *Emerging Contaminants*, 5: 9-14. DOI: [10.1016/j.emcon.2018.12.004](#)
- Belt S. T., Smik L., Köseoğlu D., Knies J., Husum K. (2019) [A novel biomarker-based proxy for the spring phytoplankton bloom in Arctic and sub-arctic settings – HBI T25, Earth and Planetary Science Letters](#), 523. DOI: [10.1016/j.epsl.2019.06.038](#)
- Bjorkman A. D., García Criado M., Myers-Smith I. H., Ravolainen V., Jónsdóttir I. S., Westergaard K. B., Lawler J. P., Aronsson M., Bennett B., Gardfjell H., Heiðmarsson S., Stewart L., Normand S. (2019) [Status and trends in Arctic vegetation: Evidence from experimental warming and long-term monitoring](#), *Ambio*: 678-692. DOI: [10.1007/s13280-019-01161-6](#)
- Bockwoldt M., Houry D., Niere M., Gossmann T. I., Reinartz I., Schug A., Ziegler M., Heiland I. (2019) [Identification of evolutionary and kinetic drivers of NAD-dependent signaling](#), *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116: 15957-15966. DOI: [10.1073/pnas.1902346116](#)
- Bockwoldt M., Heiland I., Fischer K. (2019) [The evolution of the plastid phosphate translocator family](#), *Planta*, 250: 245-261. DOI: [10.1007/s00425-019-03161-y](#)
- Bolch T., Shea J. M., Liu S., Azam F. M., Gao Y., Gruber S., Immerzeel W. W., Kulkarni A., Li H., Tahir A. A., Zhang G., Zhang Y., Bannerjee A., Berthier E., Brun F., Käab A., Kraaijenbrink P., Moholdt G., Nicholson L., Pepin N., Racoviteanu A. (2019) [Status and change of the cryosphere in the extended Hindu Kush Himalaya Region](#), *The Hindu Kush Himalaya Assessment*: 209-255. DOI: [10.1007/978-3-319-92288-1_7](#)
- Boy M., Thomson E. S., Acosta Navarro J., Arnalds O., Batchvarova E., Bäck J., Berninger F., Bilde M., Brasseur Z., Dagsson-Waldhauserova P., Castarede D., Dalirian M., de Leeuw G., Dragosics M., Duplissy E., Duplissy J., Ekman A. M. L., Fang K., Gallet J., Glasius M., Gryning S., Grythe H., Hansson H., Hansson M., Isaksson E., Iversen T., Jonsdottir I., Kasurinen V., Kirkevåg A., Korhola A., Krejci R., Kristjansson J. E., Lappalainen H. K., Lauri A., Leppäranta M., Lihavainen H., Makkonen R., Massling A., Meinander O., Nilsson E. D., Olafsson H., Pettersson J. B. C., Prisle N. L., Riipinen I., Roldin P., Ruppel M., Salter M., Sand M., Seland Ø., Seppä H., Skov H., Soares J., Stohl A., Ström J., Svensson J., Swietlicki E., Tabakova K., Thorsteinsson T., Virkkula A., Weyhenmeyer G. A., Wu Y., Zieger P., Kulmala M. (2019) [Interactions between the atmosphere, cryosphere, and ecosystems at northern high latitudes](#), *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19: 2015-2061. DOI: [10.5194/acp-19-2015-2019](#)
- Bradley M. M., Perra M., Ahlstrøm Ø., Jenssen B. M., Jørgensen E. H., Fuglei E., Muir D. C., Sonne C. (2019) [Mandibular shape in farmed Arctic foxes \(*Vulpes lagopus*\) exposed to persistent organic pollutants](#), *Science of The Total Environment*, 646: 1063-1068. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.07.367](#)
- Busdieker K. M., Patrick S. C., Trevaill A., Descamps S. (2019) [Prey density affects predator foraging strategy in an Arctic ecosystem](#), *Ecology and Evolution*. DOI: [10.1002/ece3.5899](#)
- Caricchi C., Lucchi R. G., Sagnotti L., Macrì P., Di Roberto A., Del Carlo P., Husum K., Laberg J. S., Morigi C. (2019) [A high resolution geomagnetic relative paleointensity record from the Arctic Ocean Deep Water Gateway Deposits during the last 60 kyr](#), *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. DOI: [10.1029/2018gc007955](#)
- Chierici M., Vernet M., Fransson A., Børshem Y. (2019) [Net community production and carbon exchange from winter to summer in the Atlantic Water inflow to the Arctic Ocean](#), *Frontiers in Marine Science*. DOI: [10.3389/fmars.2019.00528](#)
- Clairbaux M., Fort J., Mathewson P., Porter W., Strøm H., Grémillet D. (2019) [Climate change could overturn bird migration: Transarctic flights and high-latitude residency in a sea ice free Arctic](#), *Scientific Reports*, 9. DOI: [10.1038/s41598-019-54228-5](#)
- Cleary A., Casas M. C., Durbin E. G., Gómez-Gutiérrez J. (2019) [Parasites in Antarctic krill guts inferred from DNA sequences](#), *Antarctic Science*: 1-7. DOI: [10.1017/S0954102018000469](#)
- Cleary A., Bester M., Forcada J., Goebel M., Goldsworthy S., Guinet C., Hoffman J., Kovacs K. M., Lydersen C., Lowther A. (2019) [Prey differences drive local genetic adaptation in Antarctic fur seals](#), *Marine Ecology Progress Series*, 628: 195-209. DOI: [10.3354/meps13108](#)
- Collard F., Gasperi J., Gabrielsen G. W., Tassin B. (2019) [Plastic particle ingestion by wild freshwater fish: A critical review](#), *Environmental Science & Technology*. DOI: [10.1021/acs.est.9b03083](#)
- Costantini D., Blevin P., Herzke D., Moe B., Gabrielsen G. W., Bustnes J. O., Chastel O. (2019) [Higher plasma oxidative damage and lower plasma antioxidant defences in an Arctic seabird exposed to longer perfluoroalkyl acids](#), *Environmental Research*, 168
- Crews L., Sundfjord A., Hattermann T. (2019) [How the Yermak Pass Branch regulates Atlantic Water inflow to the Arctic Ocean](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2018JC014476](#)
- Descamps S. (2019) [Breeding synchrony and predator specialization: A test of the predator swamping hypothesis in seabirds](#), *Ecology and Evolution*. DOI: [10.1002/ece3.4863](#)
- Descamps S., Ramirez F., Benjaminsen S., Anker-Nilssen T., Barrett R. T., Burr Z., Christensen-Dalsgaard S., Erikstad K., Irons D. B., Lorentsen S., Mallory M. L., Robertson G. J., Reiertsen T. K., Strøm H., Varpe Ø., Lavergne S. (2019) [Diverging phenological responses of Arctic seabirds to an earlier spring](#), *Global Change Biology*. DOI: [10.1111/gcb.14780](#)
- Deschamps-Berger C., Nuth C., van Pelt W., Berthier E., Kohler J., Altena B. (2019) [Closing the mass budget of a tidewater glacier: the example of Kronebreen, Svalbard](#), *Journal of Glaciology*, 65: 136-148. DOI: [10.1017/jog.2018.98](#)
- Diez A., Matsuoka K., Jordan T. A., Kohler J., Ferraccioli F., Corr H. F., Olesen A. V., Forsberg R., Casal T. G. (2019) [Patchy lakes and topographic origin for fast flow in the Recovery Glacier System, East Antarctica](#), *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 124. DOI: [10.1029/2018JF004799](#)
- Duarte P., Weslawski J. M., Hop H. (2019) [Outline of an arctic fjord ecosystem model for Kongsfjorden-Krossfjorden, Svalbard](#), *Advances in Polar Ecology*, 2. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_12](#)

- Dufour P., Descamps S., Chantepie S., Renaud J., Guéguen M., Schiffers K., Thuiller W., Lavergne S. (2019) [Reconstructing the geographic and climatic origins of long-distance bird migrations](#), *Journal of Biogeography*. DOI: [10.1111/jbi.13700](#)
- Ellis H. I., Gabrielsen G. W. (2019) [Reassessing the definition of basal metabolic rate: Circadian considerations in avian studies](#), *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 237. DOI: [10.1016/j.cbpa.2019.110541](#)
- Elvevold S., Piepjohn K. (2019) [Lomfjorden Fault Zone in eastern Spitsbergen \(Svalbard\)](#), *Geological Society of America Special Paper*, 541. DOI: [10.1130/2019.2541\(06\)](#)
- Elvevold S., Bazarnik J., Majka J., McClelland W. C., Strauss J. V., Kosminska K., Piepjohn K., Czupyt Z., Mikus T. (2019) [U-Pb zircon dating of metaigneous rocks from the Nordbreen Nappe of Svalbard's Ny-Friesland suggests their affinity to Northeast Greenland](#), *Terra Nova*. DOI: [10.1111/ter.12422](#)
- Ericson Y., Falck E., Chierici M., Fransson A., Kristiansen S. (2019) [Marine CO₂ system variability in a high arctic tidewater-glacier fjord system, Tempelfjorden, Svalbard](#), *Continental Shelf Research*. DOI: [10.1016/j.csr.2019.04.013](#)
- Ericson Y., Chierici M., Falck E., Fransson A., Jones E., Kristiansen S. (2019) [Seasonal dynamics of the marine CO₂ system in Adventfjorden, a west Spitsbergen fjord](#), *Polar Research*. DOI: [10.33265/polar.v38.3345](#)
- Folio D. M., Aars J., Gimenez O., Derocher A. E., Wiig Ø., Cubaynes S. (2019) [How many cubs can a mum nurse? Maternal age and size influence litter size in polar bears](#), *Biology Letters*, 15. DOI: [10.1098/rsbl.2019.0070](#)
- Fransner F., Fransson A., Humborg C., Gustafsson E., Tedesco L., Hordoir R., Nycander J. (2019) [Remineralization rate of terrestrial DOC as inferred from CO₂ supersaturated coastal waters](#), *Biogeosciences*, 16: 863-879. DOI: [10.5194/bg-16-863-2019](#)
- Fredriksen S., Karsten U., Bartsch I., Woelfel J., Koblowsky M., Schumann R., Moy S. R., Steneck R. S., Wiktor J. M., Hop H., Wiencke C. (2019) [Biodiversity of benthic macro- and microalgae from Svalbard with special focus on Kongsfjorden](#), *Advances in Polar Ecology*, 2: 331-371. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_9](#)
- Fuglei E., Henden J., Callahan C. T., Gilg O., Hansen J. R., Ims R. A., Isaev A. P., Lang J., McIntyre C. L., Merizon R. A., Mineev O. Y., Mineev Y. N., Mossop D., Nielsen O. K., Nilsen E. B., Pedersen Å. Ø., Schmidt N. M., Sittler B., Willebrand M. H., Martin K. (2019) [Circumpolar status of Arctic ptarmigan: Population dynamics and trends](#), *Ambio*. DOI: [10.1007/s13280-019-01191-0](#)
- Gao X., Huang P., Huang Q., Rao K., Lu Z., Xu Y., Gabrielsen G. W., Hallanger I., Ma M., Wang Z. (2019) [Organophosphorus flame retardants and persistent, bioaccumulative, and toxic contaminants in Arctic seawaters: On-board passive sampling coupled with target and non-target analysis](#), *Environmental Pollution*, 253: 1-10. DOI: [10.1016/j.envpol.2019.06.094](#)
- Gerland S., Barber D., Meier W. N., Mundy C. J., Holland M., Kern S., Li Z., Michel C., Perovich D., Tamura T. (2019) [Essential gaps and uncertainties in the understanding of the roles and functions of Arctic sea ice](#), *Environmental Research Letters*. DOI: [10.1088/1748-9326/ab09b3](#)
- Goldman H.V., Walsh M.T. (2019) First videos of endemic Zanzibar servaline genet *Genetta servalina archeri*, African palm civet *Nandinia binotata* (Mammalia: Carnivora: Viverridae) and other small carnivores on Unguja Island, Tanzania. *Journal of Threatened Taxa*, 11: 14292-14300. DOI: [10.11609/jott.4729.11.10.14292-14300](#)
- Goldman H.V., Walsh M.T. (2019) Classifying, domesticating and extirpating the Zanzibar leopard, a transgressive felid. *Norsk Antropologisk Tidsskrift (Norwegian Journal of Anthropology)*, 30(3-4), 205-209. DOI: [https://doi.org/10.18261/issn.1504-2898-2019-03-04-03](#)
- Graham R., Hudson S. R., Maturilli M. (2019) [Improved performance of ERA5 in Arctic gateway relative to four global atmospheric reanalyses](#), *Geophysical Research Letters*, 46. DOI: [10.1029/2019GL082781](#)
- Graham R., Itkin P., Meyer A., Sundfjord A., Spreen G., Smedsrud L. H., Liston G. E., Cheng B., Cohen L., Divine D., Fer I., Fransson A., Gerland S., Haapala J., Hudson S. R., Johansson A. M., King J., Merkouryadi I., Peterson A. K., Provost C., Randelhoff A., Rinke A., Rösel A., Sennéchaël N., Walden V. P., Duarte P., Assmy P., Steen H., Granskog M. A. (2019) [Winter storms accelerate the demise of sea ice in the Atlantic sector of the Arctic Ocean](#), *Scientific Reports*, 9. DOI: [10.1038/s41598-019-45574-5](#)
- Graham R., Cohen L., Ritzhaupt N., Segger B., Graversen R. G., Rinke A., Walden V. P., Granskog M. A., Hudson S. R. (2019) [Evaluation of six atmospheric reanalyses over Arctic sea ice from winter to early summer](#), *Journal of Climate*, 32: 4121-4143. DOI: [10.1175/JCLI-D-18-0643.1](#)
- Griffith G., Koubbi P. (2019) [Minutes of MAUD Area Assessment Project Workshop 1](#)
- Griffith G. (2019) [Arctic climate resilience](#). DOI: [10.1038/s41558-019-0616-4](#)
- Griffith G., Hop H., Vihtakari M., Wold A., Kallhagen K., Gabrielsen G. W. (2019) [Ecological resilience of Arctic marine food webs to climate change](#), *Nature Climate Change*, 9: 868-872. DOI: [10.1038/s41558-019-0601-y](#)
- Guery L., Rouan L., Descamps S., Bety J., Fernandez-Chacon A., Gilchrist G. (2019) [Covariate and multinomial: accounting for distance in movement in capture-recapture analyses](#), *Ecology and Evolution*, 9: 818-824. DOI: [10.1002/ece3.4827](#)
- Guruvayoorappan H., Miettinen A., Divine D., Moros M., Orme L., Mohan R. (2019) [Ocean surface warming in Krossfjorden, Svalbard, during the last 60 years](#), *Arktos*. DOI: [10.1007/s41063-019-00071-x](#)
- Guéry L., Descamps S., Hodges K., Pradel R., Moe B., Hanssen S., Erikstad K., Gabrielsen G. W., Gilchrist H., Jenouvrier S., Bety J. (2019) [Winter extratropical cyclone influence on seabird survival: variation between and within common eider populations](#), *Marine Ecology Progress Series*. DOI: [10.3354/meps13066](#)
- Halbach L., Vihtakari M., Duarte P., Everett A., Granskog M. A., Hop H., Kauko H., Kristiansen S., Myhre P. I., Pavlov A., Pramanik A., Tatarek A., Torsvik T., Wiktor J. M., Wold A., Wulff A., Steen H., Assmy P. (2019) [Tidewater glaciers and bedrock characteristics control the phytoplankton growth environment in a fjord in the Arctic](#), *Frontiers in Marine Science*, 6: 254. DOI: [10.3389/fmars.2019.00254](#)
- Halbritter A. H., De Boeck H. J., Eycott A. E., Reinsch S., Robinson D. A., Vicca S., Berauer B., Christiansen C. T., Estiarte M., Grünzweig J. M., Gya R., Hansen K., Jentsch A., Lee H., Linder S., Marshall J., Peñuelas J., Kappel Schmidt I., Stuart-Haëntjens E., Wilfahrt P., Vandvik V., Abrantes N., Almagro M., Althuisen I. H. J., Barrio I. C., te Beest M., Beier C., Beil I.,

- Berry Z. C., Birkemoe T., Bjerke J. W., Blonder B., Blume-Werry G., Bohrer G., Campos I., Cernusak L. A., Chojnicki B. H., Cosby B. J., Dickman L. T., Djukic I., Filella I., Fuchslueger L., Gargallo-Garriga A., Gillespie M. A. K., R., Goldsmith G. Gough C., Halliday F. W., Joar Hegland S., Hoch G., Holub P., Jaroszynska F., Johnson D. M., Jones S. B., Kardol P., Keizer J. J., Klem K., Konestabo H. S., Kreyling J., Kröel-Dulay G., Landhüsser S. M., Larsen K. S., Leblans N., Lebron I., Lehmann M. M., Lembrechts J. J., Lenz A., Linstädter A., Llusà J., Macias-Fauria M., Malyshev A. V., Mänd P., Marshall M., Matheny A. M., McDowell N., Meier I. C., Meinzer F. C., Michaletz S. T., Miller M. L., Muffler L., Oravec M., Ostonen I., Porcar-Castell A., Preece C., Prentice I. C., Radujković D., **Ravolainen V.**, Ribbons R., Ruppert J. C., Sack L., Sardans J., Schindlbacher A., Scoffoni C., Sigurdsson B. D., Smart S., Smith S. W., Soper F., Speed J. D. M., Sverdrup-Thygesen A., Sydenham M. A. K., Taghizadeh-Toosi A., Telford R. J., Tielbörger K., Töpper J. P., Urban O., Ploeg M., Van Langenhove L., Večeřová K., Ven A., Verbruggen E., Vik U., Weigel R., Wohlgemuth T., Wood L. K., Zinnert J., Zurba K., Freckleton R. (2019) [The handbook for standardized field and laboratory measurements in terrestrial climate change experiments and observational studies \(ClimEx\)](#), *Methods in Ecology and Evolution*, 11: 22-37. DOI: [10.1111/2041-210X.13331](#)
- Hallanger I., **Fuglei E.**, Yoccoz N. G., **Pedersen Å. Ø.**, König M., **Routti H.** (2019) [Temporal trend of mercury in relation to feeding habits and food availability in arctic foxes \(*Vulpes lagopus*\) from Svalbard, Norway](#), *Science of The Total Environment*, 670: 1125-1132. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.03.239](#)
- Hamilton C., **Lydersen C.**, Fedak M., Freitas C., Hindell M., Kovacs K. M. (2019) [Behavioural ontogeny of bearded seals *Erignathus barbatus* through the first year of life](#), *Marine Ecology Progress Series*, 627: 179-194. DOI: [10.3354/meps13072](#)
- Hamilton C., Vacquie-Garcia J., **Kovacs K. M.**, Ims R. A., **Kohler J.**, **Lydersen C.** (2019) [Contrasting changes in space use induced by climate change in two Arctic marine mammal species](#), *Biology Letters*, 15. DOI: [10.1098/rsbl.2018.0834](#)
- Hamilton C., **Kovacs K. M.**, **Lydersen C.** (2019) [Sympatric seals use different habitats in an Arctic glacial fjord](#), *Marine Ecology Progress Series*, 615: 205-220. DOI: [10.3354/meps12917](#)
- Hansen B. B., Lorentzen J. P., Welker J. M., Varpe Ø., Aanes R., Beumer L. T., **Pedersen Å. Ø.** (2019) [Reindeer turning maritime: Ice-locked tundra triggers changes in dietary niche utilization](#), *Ecosphere*, 10. DOI: [10.1002/ecs2.2672](#)
- Hansen B. B., **Pedersen Å. Ø.**, Peeters B., Le Moullec M., Albon S. D., Herfindal I., Sæther B., Grøtan V., Aanes R. (2019) [Spatial heterogeneity in climate change effects decouples the long term dynamics of wild reindeer populations in the high Arctic](#), *Global Change Biology*, 25: 3656-3668. DOI: [10.1111/gcb.14761](#)
- Harcourt R., Sequeira A. M. M., Zhang X., Roquet F., Komatsu K., Heupel M., McMahon C., Whoriskey F., Meekan M., Carroll G., Brodie S., Simpfendorfer C., Hindell M., Jonsen I., Costa D. P., Block B., Muelbert M., Woodward B., Weise M., Aarestrup K., Biuw M., Boehme L., Bograd S. J., Cazau D., Charrassin J., Cooke S. J., Cowley P., de Bruyn P. J. N., Jeanniard du Dot T., Duarte C., Eguíluz V. M., Ferreira L. C., Fernández-Gracia J., Goetz K., Goto Y., Guinet C., Hammill M., Hays G. C., Hazen E. L., Hückstädt L. A., Huveneres C., Iverson S., Jaaman S. A., Kittiwattawanong K., **Kovacs K. M.**, **Lydersen C.**, Moltmann T., Naruoka M., Phillips L., Picard B., Queiroz N., Reverdin G., Sato K., Sims D. W., Thorstad E. B., Thums M., Treasure A. M., Trites A. W., Williams G. D., Yonehara Y., Fedak M. A. (2019) [Animal-Borne Telemetry: An integral component of the ocean observing toolkit](#), *Frontiers in Marine Science*, 6: 1-21. DOI: [10.3389/fmars.2019.00326](#)
- Harris S. M., **Descamps S.**, Sneddon L. U., Bertrand P., Chastel O., Patrick S. C. (2019) [Personality predicts foraging site fidelity and trip repeatability in a marine predator](#), *Journal of Animal Ecology*. DOI: [10.1111/1365-2656.13106](#)
- Hegseth E. N., **Assmy P.**, Wiktor J. M., Wiktor J., Kristiansen S., Leu E., Tverberg V., Gabrielsen T. M., Skogseth R., Cottier F. (2019) [Phytoplankton Seasonal Dynamics in Kongsfjorden, Svalbard and the Adjacent Shelf](#), *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard*: 173-227. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_6](#)
- Hop H.**, **Assmy P.**, **Wold A.**, **Sundfjord A.**, Daase M., undefined P., Kwasniewski S., Gluchowska M., Wiktor J. M., Tatarek A., Wiktor Jr. J., Kristiansen S., **Fransson A.**, Chierici M., Vihtakari M. (2019) [Pelagic ecosystem characteristics across the Atlantic Water Boundary Current from Rijpfjorden, Svalbard, to the Arctic Ocean during summer \(2010–2014\)](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00181](#)
- Hop H.**, Cattier F., Berge J. (2019) [Autonomous marine observatories in Kongsfjorden, Svalbard](#), *Advances in Polar Ecology*, 2: 515-533. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_13](#)
- Hop H.**, **Wold A.**, Vihtakari M., Daase M., Kwasniewski S., Gluchowska M., Lischka S., Buchholz F., Falk-Petersen S. (2019) [Zooplankton in Kongsfjorden \(1996–2016\) in relation to climate change](#), *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard*, 2: 229-300. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_7](#)
- Hop H.**, Wiencke C. (2019) [The ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard](#), *Advances in Polar Ecology*, 2: 1-20. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_1](#)
- Hovinen J., Tarrow A., Ramirez F., Forero M., **Descamps S.** (2019) [Relationships between isotopic ratios, body condition and breeding success in a High Arctic seabird community](#), *Marine Ecology Progress Series*. DOI: [10.3354/meps12886](#)
- Howe J. A., **Husum K.**, Inall M. E., Coogan J., Luckman A., Arosio R., Abernethy C., Verchili D. (2019) [Autonomous underwater vehicle \(AUV\) observations of recent tidewater glacier retreat, western Svalbard](#), *Marine Geology*, 417. DOI: [10.1016/j.margeo.2019.106009](#)
- Husum K.**, Howe J. A., Baltzer A., Forwick M., Jensen M., Jernas P., Korsun S., Miettinen A., Mohan R., Morigi C., **Myhre P. I.**, Prins M. A., Skirbekk K., Sternal B., Boos M., Dijkstra N., Troelstra S. (2019) [The marine sedimentary environments of Kongsfjorden, Svalbard: an archive of polar environmental change](#), *Polar Research*, 38. DOI: [10.33265/polar.v38.3380](#)
- Jourdain E., Ugarte F., Vikingsson G., Samarra F., Ferguson S., Lawson J., **Vongraven D.**, Desportes G. (2019) [North Atlantic killer whale *Orcinus orca* populations: a review of current knowledge and threats to conservation](#), *Mammal Review*, 49. DOI: [10.1111/mam.12168](#)
- Kassab C. M., Licht K. J., Petersson R., **Lindbäck K.**, Graly J. A., Kaplan M. R. (2019) [Formation and evolution of an extensive blue ice moraine in central Transantarctic Mountains, Antarctica](#), *Journal of Glaciology*: 1-12. DOI: [10.1017/jog.2019.83](#)
- Kauko H.**, Pavlov A., Johnsen G., **Granskog M. A.**, Peeken I., **Assmy P.** (2019) [Photoacclimation state of an Arctic underice phytoplankton bloom](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124: 1750-1762. DOI: [10.1029/2018JC014777](#)
- Kennicutt M. C., Bromwich D., Liggett D., **Njåstad B.**, Peck L., Rintoul S. R., Ritz C., Siegert M. J., Aitken A., Brooks C. M., Cassano J., Chaturvedi S., Chen D., Dodds K., Gолledge N. R., Le Bohec C., Leppe M., Murray A., Nath P. C., Raphael M. N., Rogan-Finnemore M., Schroeder D. M., Talley L., Travouillon T., Vaughan D. G., Wang L., Weatherwax A. T., Yang H., Chown S. L. (2019) [Sustained Antarctic Research: A 21st Century Imperative](#), *One Earth*, 1: 95-113. DOI: [10.1016/j.oneear.2019.08.014](#)
- Koike M., Ukita J., Ström J., Tunved P., Shiobara M., Vitale V., Lupi A., Baumgardner D., Ritter C., Hermansen O., Yamada K., **Pedersen C. A.** (2019) [Year-round in situ measurements of Arctic low-level clouds: Microphysical properties and their relationships with aerosols](#), *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124. DOI: [10.1029/2018JD029802](#)

- Kowalczyk P., Sagan S., Makrowicz A., Meler J., Borzycka K., Zablocka M., Zdun A., Konik M., Darecki M., **Granskog M. A.**, Pavlov A. (2019) [Bio-optical properties of surface waters in the Atlantic water inflow region off Spitsbergen \(Arctic Ocean\)](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124: 1964-1987. DOI: [10.1029/2018JC014529](#)
- Kristiansen S. M., Leinaas H. P., Herzke D., Hylland K., **Gabrielsen G. W.**, Harju M., Borgå K. (2019) [Seabird-transported contaminants are reflected in the Arctic 2 Tundra, but not in its soil-dwelling springtails \(Collembola\)](#), *Environmental Science & Technology*, 53: 12835-12845. DOI: [10.1021/acs.est.9b05316](#)
- Layton-Matthews K., Hansen B. B., Grøtan V., **Fuglei E.**, Loonen M. J. J. E. (2019) [Contrasting consequences of climate change for migratory geese: Predation, density dependence and carryover effects offset benefits of high-arctic warming](#), *Global Change Biology*. DOI: [10.1111/gcb.14773](#)
- Le Moullec M., **Pedersen Å. Ø.**, Stien A., Rosvold J., Hansen B. B. (2019) [A century of conservation: The ongoing recovery of Svalbard reindeer](#), *The Journal of Wildlife Management*, 83: 1676-1686. DOI: [10.1002/jwmg.21761](#)
- Leat E. H., Bourgeon S., Hanssen S. A., Petersen A., **Strøm H.**, Bjørn T. H., **Gabrielsen G. W.**, Bustnes J. O., Furness R. W., Haarr A., Borgå K. (2019) [The effect of long-range transport, trophic position and diet specialization on legacy contaminant occurrence in great skuas, *Stercorarius skua*, breeding across the Northeast Atlantic](#), *Environmental Pollution*, 244: 55-65. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.10.005](#)
- Lee C. M., Starkweather S., Eicken H., Timmermans M., Wilkinson J., Sandven S., Dukhovskoy D., **Gerland S.**, Grebmeier J., Intrieri J. M., Kang S., McCammon M., Nguyen A. T., Polyakov I., Rabe B., Sagen H., Seeyave S., Volkov D., Beszczynska-Möller A., Chafik L., Dzieciuch M., Goni G., Hamre T., King A. L., Olsen A., Raj R. P., Rossby T., Skagseth Ø., Søiland H., Sørensen K. (2019) [A framework for the development, design and implementation of a sustained Arctic ocean observing system](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00451](#)
- Lim S., **Moreau S.**, Vancoppenolle M., Deman F., Roukaerts A., Meiners K., Janssens J., Lannuzel D. (2019) [Field observations and physical-biogeochemical modelling suggest low silicon affinity for Antarctic fast ice diatoms](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2018JC014458](#)
- Lindbäck K.**, **Moholdt G.**, Nicholls K. W., **Hattermann T.**, Prata B., Thamban M., **Matsuoka K.** (2019) [Spatial and temporal variations in basal melting at Nivlisen ice shelf, East Antarctica, derived from phase-sensitive radars](#), *The Cryosphere*, 13: 2579-2595. DOI: [10.5194/tc-13-2579-2019](#)
- Lippold A.**, Bourgeon S., **Aars J.**, **Andersen M.**, Polder A., Lyche J. L., Bytingsvik J., Jenssen B. M., Derocher A. E., Welker J. M., **Routti H.** (2019) [Temporal trends of persistent organic pollutants in Barents Sea polar bears \(*Ursus maritimus*\) in relation to changes in feeding habits and body condition](#), *Environmental Science & Technology*, 53: 984-995. DOI: [10.1021/acs.est.8b05416](#)
- Lisovski S., Bauer S., Briedis M., Davidson S. C., Dhanjal-Adams K. L., Hallworth M. T., Karagicheva J., Meier C. M., **Merkel B.**, Ouwehand J., Pedersen L., Rakhimberdiev E., Roberto-Charron A., Seavy N. E., Sumner M. D., Taylor C. M., Wotherspoon S. J., Bridge E. S., Street G. (2019) [Light-level geolocator analyses: A user's guide](#), *Journal of Animal Ecology*. DOI: [10.1111/1365-2656.13036](#)
- Lone K., Hamilton C., **Aars J.**, **Lydersen C.**, **Kovacs K. M.** (2019) [Summer habitat selection by ringed seals \(*Pusa hispida*\) in the drifting sea ice of the northern Barents Sea](#), *Polar Research*, 38. DOI: [10.33265/polar.v38.3483](#)
- Lozier M., Li F., Bacon S., Bahr F., Bower A., Cunningham S., de Jong M., **de Steur L.**, deYoung B., Fischer J., Gary S., Greenan B., Holliday N., Houk A., Houpert L., Inall M., Johns W., Johnson H., Johnson C., Karstensen J., Koman G., Le Bras I., Lin X., Mackay N., Marshall D., Mercier H., Oltmanns M., Pickart R., Ramsey A., Rayner D., Straneo F., Thierry V., Torres D., Williams R., Wilson C., Yang J., Yashayaev I., Zhao J. (2019) [A sea change in our view of overturning in the subpolar North Atlantic](#), *Science*, 363. DOI: [10.1126/science.aau6592](#)
- Menze S., Ingvaldsen R. B., Haugan P., Beszczynska-Moeller A., Fer I., **Sundfjord A.**, Falk-Petersen S. (2019) [Atlantic Water pathways along the north-western Svalbard shelf mapped using vessel-mounted current profilers](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2018JC014299](#)
- Merkel B.**, **Descamps S.**, Yoccoz N. G., Danielsen J., Daunt F., Erikstad K. E., Ezhov A. V., Grémillet D., Gavrilov M., Lorentsen S., Reierson T. K., **Steen H.**, Systad G. H., Þórarinnsson P. L., Wanless S., **Strøm H.** (2019) [Earlier colony arrival but no trend in hatching timing in two congeneric seabirds \(*Uria spp.*\) across the North Atlantic](#), *Biology Letters*, 15. DOI: [10.1098/rsbl.2019.0634](#)
- Meyer A.**, **Granskog M. A.** (2019) [Winter storms are speeding up the loss of Arctic sea ice](#), *The Conversation*
- Miller L. A., Burgers T. M., Burt W. J., **Granskog M. A.**, Papakyriakou T. N. (2019) [Air-sea CO₂ flux estimates in stratified Arctic coastal waters: How wrong can we be?](#), *Geophysical Research Letters*, 46: 235-243. DOI: [10.1029/2018GL080099](#)
- Moreau S.**, Lannuzel D., Janssens J., Arroyo M. C., Corkill M., Cougnon E., Genovese C., Legresy B., Lenton A., Puigcorbè V., Ratnarajah L., Rintoul S., Roca-Martí M., Rosenberg M., Shadwick E. H., Silvano A., Strutton P. G., Tilbrook B. (2019) [Sea ice meltwater and circumpolar deep water drive contrasting productivity in three Antarctic polynyas](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2019JC015071](#)
- Myšková E., Brož M., **Fuglei E.**, Kvičero J., Mácová A., Sak B., Kváč M., Ditrich O. (2019) [Gastrointestinal parasites of arctic foxes \(*Vulpes lagopus*\) and sibling voles \(*Microtus levis*\) in Spitsbergen, Svalbard](#), *Parasitology Research*, 118: 3409-3418. DOI: [10.1007/s00436-019-06502-8](#)
- Newman L., Heil P., Trebilco R., Katsumata K., Constable A., van Wijk E., Assmann K., Beja J., Bricher P., Coleman R., Costa D., Diggs S., Farneti R., Fawcett S., Gille S. T., Hendry K. R., Henley S., Hofmann E., Maksym T., Mazloff M., Meijers A., Meredith M. M., **Moreau S.**, Ozsoy B., Robertson R., Schloss I., Schofield O., Shi J., Sikes E., Smith I. J., Swart S., Wahlin A., Williams G., Williams M. J. M., Herraiz-Borreguero L., Kern S., Lieser J., Massom R. A., Melbourne-Thomas J., Miloslavich P., Spreen G. (2019) [Delivering sustained, coordinated, and integrated observations of the Southern Ocean for global impact](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00433](#)
- Oksman M., Juggins S., **Miettinen A.**, Witkowski A., Weckström K. (2019) [The biogeography and ecology of common diatom species in the northern North Atlantic, and their implications for paleoceanographic reconstructions](#), *Marine Micropalaeontology*, 148: 1-28. DOI: [10.1016/j.marmicro.2019.02.002](#)
- Olsen L. M.**, **Duarte P.**, Peralta-Ferriz C., **Kauko H.**, Johansson M., Peeken I., Róžańska-Pluta M., Tatárek A., Wiktor J., Fernández-Méndez M., Wagner P. M., Pavlov A., **Hop H.**, **Assmy P.** (2019) [A red tide in the pack ice of the Arctic Ocean](#), *Scientific Reports*, 9. DOI: [10.1038/s41598-019-45935-0](#)

- Pavlov A., Leu E., Hanelt D., Bartsch I., Karsten U., **Hudson S. R.**, Gallet J., Cottier F., Cohen J. H., Berge J., Johnsen G., Maturilli M., Kowalczyk P., Sagan S., Meler J., **Granskog M. A.**, **Hop H.**, Wiencke C. (2019) [The underwater light climate in Kongsfjorden and its ecological implications](#), *Advances in Polar Ecology*, 2: 137-170. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_5](#)
- Pavlova O., **Gerland S.**, **Hop H.** (2019) [Changes in sea-ice extent and thickness in Kongsfjorden, Svalbard \(2003–2016\)](#), *The Ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard*: 105-136. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1_4](#)
- Paxman G. J., Jamieson S. S., Ferraccioli F., Jordan T. A., Bentley M. J., Ross N., Forsberg R., **Matsuoka K.**, Steinhage D., Eagles G., Casal T. G. (2019) [Subglacial geology and geomorphology of the Pensacola-Pole Basin, East Antarctica](#), *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. DOI: [10.1029/2018GC008126](#)
- Peeters B., **Pedersen Å. Ø.**, Loe L. E., Isaksen K., Veiberg V., Stien A., **Kohler J.**, Gallet J., Aanes R., Hansen B. B. (2019) [Spatiotemporal patterns of rain-on-snow and basal ice in high Arctic Svalbard: detection of a climate-cryosphere regime shift](#), *Environmental Research Letters*, 14. DOI: [10.1088/1748-9326/aaefb3](#)
- Perovich D., Meier W., Tschudi M., Farrell S., Hendricks S., **Gerland S.**, Haas C., Krumpen T., Polashenski C., Ricker R., Webster M. (2019) [Sea ice cover. Section 5d of the “State of the Climate in 2018”](#), *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 100: S146–S150
- Pramanik A., **Kohler J.**, Schuler T. V., van Pelt W., Cohen L. (2019) [Comparison of snow accumulation events on two High-Arctic glaciers to model-derived and observed precipitation](#), *Polar Research*, 38. DOI: [10.33265/polar.v38.3364](#)
- Pérez-Hernández M. D., Pickart R. S., Torres D. J., Bahr F., **Sundfjord A.**, Ingvaldsen R., Renner A. H., Beszczynska-Möller A., von Appen W., Pavlov V. (2019) [Structure, transport and seasonality of the Atlantic Water Boundary Current north of Svalbard: Results from a year-long mooring array](#), *Journal of Geophysical Research: Oceans*. DOI: [10.1029/2018JC014759](#)
- Rodríguez-Morales F., Ailon H., Braaten D., Karidi K., Paden J., Shang J., Akins T., Carswell J., Gogineni P., Taylor R., Yan J., Abe-Ouchi A., Fujita S., Kawamura K., Tsutaki S., Van Lief-feringe B., **Matsuoka K.** (2019) [A compact multi channel radar for >1Ma old core site identification in East Antarctica](#), *IGARSS*
- Rodríguez A., Arcos J. M., Bretagnolle V., Dias M. P., Holmes N. D., Louzao M., Provencher J., Raine A. F., Ramírez F., Rodríguez B., Ronconi R. A., Taylor R. S., Bonnaud E., Borrelle S. B., Cortés V., **Descamps S.**, Friesen V. L., Genovart M., Hedd A., Hodum P., Humphries G. R. W., Le Corre M., Lebarben-chon C., Martin R., Melvin E. F., Montevecchi W. A., Pinet P., Pollet I. L., Ramos R., Russell J. C., Ryan P. G., Sanz-Aguilar A., Spatz D. R., Travers M., Votier S. C., Wanless R. M., Woehler E., Chiaradia A. (2019) [Future directions in conservation research on petrels and shearwaters](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00094](#)
- Routti H.**, Diot B., Panti C., Duale N., Fossi M. C., Harju M., **Kovacs K. M.**, **Lydersen C.**, Scotter S. E., Villanger G. D., Bourgeon S. (2019) [Contaminants in Atlantic walruses in Svalbard Part 2: Relationships with endocrine and immune systems](#), *Environmental Pollution*, 246: 658-667. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.11.097](#)
- Routti H.**, Atwood T. C., Bechshoft T., Boltunov A., Ciesielski T. M., Desforges J., Dietz R., **Gabrielsen G. W.**, Jenssen B. M., Letcher R. J., McKinney M. A., Morris A. D., Rigét F. F., Sonne C., Styrrishave B., **Tartu S.** (2019) [State of knowledge on current exposure, fate and potential health effects of contaminants in polar bears from the circumpolar Arctic](#), *Science of The Total Environment*, 664: 1063-1083. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.02.030](#)
- Routti H.**, Berg M. K., Lille-Langøy R., Øygarden L., Harju M., Dietz R., Sonne C., Goksøy A. (2019) [Environmental contaminants modulate the transcriptional activity of polar bear \(*Ursus maritimus*\) and human peroxisome proliferator-activated receptor alpha \(PPARA\)](#), *Scientific Reports*, 9. DOI: [10.1038/s41598-019-43337-w](#)
- Sanchez N., Bizsel N., Iriarte J. L., **Olsen L. M.**, Ardelan M. V. (2019) [Iron cycling in a mesocosm experiment in a north Patagonian fjord: Potential effect of ammonium addition by salmon aquaculture](#), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 220. DOI: [10.1016/j.ecss.2019.02.044](#)
- Schmidt J., Bograd S., Arrizabalaga H., Azevedo J., Barbeaux S., Barth J., Boyer T., Brodie S., Cardenas J. J., Cross S., Druon J., **Fransson A.**, Hartog J., Hazen E., Hobday A., Jacox M., Karstensen J., Kupschus S., Lopez J., Madureira L., Martinello Filho J. E., Miloslavich P., Santos C. P., Scales K., Speich S., Sullivan M., Szoboszlai A., Tommasi D., Wallace D., Zador S., Zawislak P. A. (2019) [Future ocean observations to connect climate, fisheries and marine ecosystems](#), *Frontiers in Marine Science*. DOI: [10.3389/fmars.2019.00550](#)
- Scotter S. E., Tryland M., Nymo I. H., Hanssen L., Harju M., Lydersen C., **Kovacs K. M.**, Klein J., Fisk A. T., **Routti H.** (2019) [Contaminants in Atlantic walruses in Svalbard part 1: Relationships between exposure, diet and pathogen prevalence](#), *Environmental Pollution*, 244: 9-18. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.10.001](#)
- Semmling A. M., Rosel A., **Divine D.**, **Gerland S.**, Stienne G., Reboul S., Ludwig M., Wickert J., Schuh H. (2019) [Sea-ice concentration derived from GNSS reflection measurements in Fram Strait](#), *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*: 1-12. DOI: [10.1109/TGRS.2019.2933911](#)
- Speed J. D. M., Skjelbred I. Å., Barrio I. C., Martin M. D., Berteaux D., Bueno C. G., Christie K. S., Forbes B. C., Forbey J., Fortin D., Grytnes J., Hoset K. S., Lecomte N., Marteinsdóttir B., Mosbacher J. B., **Pedersen Å. Ø.**, **Ravolainen V.**, Rees E. C., Skarin A., Sokolova N., Thornhill A. H., Tombre I., Soininen E. M. (2019) [Trophic interactions and abiotic factors drive functional and phylogenetic structure of vertebrate herbivore communities across the Arctic tundra biome](#), *Ecography*, 42: 1152-1163. DOI: [10.1111/ecog.04347](#)
- Steinhoff T., Gkritzalis T., Lauvset S., Jones S., Schuster U., Olsen A., Becker M., Bozzano R., Brunetti F., Cantoni C., Cardin V., Diverres D., Fiedler B., **Fransson A.**, Giani M., Hartman S., Hoppema M., Jeansson E., Johannessen T., Kitidis V., Koertzing A., Landa C., Lefevre N., Luchetta A., Naudts L., Nightingale P., Omar A., Pensieri S., Pfeil B., Castano-Primo R., Rehder G., Rutgersson A., Sanders R., Schewe I., Siena G., Skjelvan I., Soltwedel T., van Heuven S., Watson A. (2019) [Constraining the oceanic uptake and fluxes of greenhouse gases by building an ocean network of certified stations: The ocean component of the integrated carbon observation system, ICOS-Oceans](#), *Frontiers in Marine Science*. DOI: [10.3389/fmars.2019.00544](#)
- Sun S., **Hattermann T.**, Pattyn F., Nicholls K. W., Drews R., Berger S. (2019) [Topographic shelf waves control seasonal melting near Antarctic ice shelf grounding Lines](#), *Geophysical Research Letters*. DOI: [10.1029/2019GL083881](#)
- Sutter J., Fischer H., Grosfeld K., Karlsson N. B., Kleiner T., Van Liefferinge B., Eisen O. (2019) [Modelling the Antarctic Ice Sheet across the mid-Pleistocene transition - implications for oldest Ice](#), *The Cryosphere*, 13: 2023-2041

- Tanhua T., Pouliquen S., Hausman J., O'Brien K., Bricher P., de Bruin T., Buck J. J. H., Burger E. F., Carval T., Casey K. S., Diggs S., Giorgetti A., Glaves H., Harscoat V., Kinkade D., Muelbert J. H., Novellino A., Pfeil B., Pulsifer P. L., Van de Putte A., Robinson E., Schaap D., Smirnov A., Smith N., Snowden D., Spears T., Stall S., Tacoma M., Thijsse P., **Tronstad S.**, Vandenbergh T., Wengren M., Wyborn L., Zhao Z. (2019) [Ocean FAIR Data Services](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00440](#)
- Taylor R. A., Gogineni S., Gurbuz S., Kolpuke S., Li L., O'Neill C., Yan J., Akins T., Carswell J., Braaten D., Tsutaki S., Abe-Ouchi A., Fujita S., Kawamura K., Van Liefvering B., **Matsuoka K.** (2019): <https://data.npolar.no/publication/26ede8f9-db77-4427-9b3b-8cb196539d35s,IGARSS>
- Torsvik T., Albretsen J., **Sundfjord A.**, Kohler J., Sandvik A. D., Skarðhamar J., **Lindbäck K.**, Everett A. (2019) [Impact of tide-glacier retreat on the fjord system: Modeling present and future circulation in Kongsfjorden, Svalbard](#), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. DOI: [10.1016/j.ecss.2019.02.005](#)
- Tverberg V., Skogseth R., Cottier F., **Sundfjord A.**, Walczowski W., Inall M., Falck E., **Pavlova O.**, Nilsen F. (2019) [The Kongsfjorden Transect: seasonal and inter-annual variability in hydrography](#), *Advances in Polar Ecology*. DOI: [10.1007/978-3-319-46425-1](#)
- Vacquié-Garcia J., **Lydersen C.**, **Kovacs K. M.** (2019) [Diving behaviour of adult male white whales \(*Delphinapterus leucas*\) in Svalbard, Norway](#), *Polar Research*, 38. DOI: [10.33265/polar.v38.3605](#)
- Vernet M., Geibert W., Hoppema M., Brown P. J., Haas C., Hellmer H. H., Jokat W., Jullion L., Mazloff M., Bakker D. C. E., Brearley J. A., Croot P., **Hattermann T.**, Hauck J., Hillenbrand C., Hoppe C. J. M., Huhn O., Koch B. P., Lechtenfeld O. J., Meredith M. P., Naveira Garabato A. C., Nöthig E., Peeken I., Rutgers van der Loeff M. M., Schmidtko S., Schröder M., Strass V. H., Torres-Valdés S., Verdy A. (2019) [The Weddell gyre, Southern Ocean: Present knowledge and future challenges](#), *Reviews of Geophysics*. DOI: [10.1029/2018RG000604](#)
- Wang J., Wu Z., Semmling M., Zus F., **Gerland S.**, Ramatschi M., Ge M., Wickert J., Schuh H. (2019) [Retrieving Precipitable Water Vapor From Shipborne Multi-GNSS Observations](#), *Geophysical Research Letters*. DOI: [10.1029/2019GL082136](#)
- Wang C., Graham R., Wang K., **Gerland S.**, **Granskog M. A.** (2019) [Comparison of ERA5 and ERA-interim near-surface air temperature, snowfall and precipitation over Arctic sea ice: effects on sea ice thermodynamics and evolution](#), *The Cryosphere*, 13: 1661-1679. DOI: [10.5194/tc-13-1661-2019](#)
- Wouters B., Gardner A. S., **Moholdt G.** (2019) [Global glacier mass loss during the GRACE satellite mission \(2002-2016\)](#), *Frontiers in Earth Science*, 7. DOI: [10.3389/feart.2019.00096](#)
- Yopak K. E., McMeans B. C., Mull C. G., Feindel K. W., **Kovacs K. M.**, **Lydersen C.**, Fisk A. T., Collin S. P. (2019) [Comparative brain morphology of the Greenland and Pacific sleeper sharks and its functional implications](#), *Scientific Reports*, 9: 1-15. DOI: [10.1038/s41598-019-46225-5](#)
- de Sousa A. G. G., Tomasino M. P., **Duarte P.**, Fernández-Méndez M., **Assmy P.**, Ribeiro H., Surkont J., Leite R. B., Pereira-Leal J. B., Torgo L., Magalhães C. (2019) [Diversity and composition of pelagic prokaryotic and protist communities in a yhin Arctic sea-ice regime](#), *Microbial Ecology*. DOI: [10.1007/s00248-018-01314-2](#)
- d'Ovidio F., Pascual A., Wang J., Doglioli A. M., Jing Z., **Moreau S.**, Grégori G., Swart S., Speich S., Cyr F., Legresy B., Chao Y., Fu L., Morrow R. A. (2019) [Frontiers in fine-scale in situ studies: Opportunities during the SWOT Fast sampling phase](#), *Frontiers in Marine Science*, 6. DOI: [10.3389/fmars.2019.00168](#)
- van Pelt W., Pohjola V., Pettersson R., Marchenko S., **Kohler J.**, Luks B., Hagen J. O., Schuler T. V., Dunse T., Noël B., Reijmer C. (2019) [A long-term dataset of climatic mass balance, snow conditions, and runoff in Svalbard \(1957-2018\)](#), *The Cryosphere*, 13: 2259-2280. DOI: [10.5194/tc-13-2259-2019](#)
- von Friesen L. W., **Granberg M. E.**, Hassellöv M., **Gabrielsen G. W.**, Magnusson K. (2019) [An efficient and gentle enzymatic digestion protocol for the extraction of microplastics from bivalve tissue](#), *Marine Pollution Bulletin*, 142: 129-134
- Østerhus S., Woodgate R., Valdimarsson H., Turrell B., de **Steur L.**, Quadfasel D., Olsen S., Moritz M., Lee C. M., Larsen K. M. H., Jónsson S., Johnson C., Jochumsen K., Hansen B., Curry B., Cunningham S., Berx B. (2019) [Arctic Mediterranean exchanges: a consistent volume budget and trends in transports from two decades of observations](#), *Ocean Science*, 15: 379-399. DOI: [10.5194/os-15-379-2019](#)

ÅRSMELDING ANNUAL REPORT 2019

Norsk Polarinstitutt, Framsenteret
Postboks 6606, Langnes, 9296 Tromsø

Norwegian Polar Institute, Fram Centre
P. O. Box 6606, Langnes, NO-9296 Tromsø, Norway

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

Tel.: +47 77 75 05 00

post@npolar.no, sales@npolar.no, www.npolar.no