



Norsk
Polarinstittutt

ÅRSRAPPORT 2023

Arktis



Antarktis

Årsrapport 2023

Norsk Polarinstitut er et direktorat under Klima- og miljødepartementet som driver naturvitenskapelig forskning, kartlegging og miljøovervåkning i Arktis og Antarktis. Polarinstitutet er faglig og strategisk rådgiver for norske myndigheter i polarspørsmål, representerer Norge internasjonalt i flere sammenhenger og er landets utøvende miljømyndighet i Antarktis.

Forsidefoto: Forskningstokt med FF Kronprins Haakon til Polhavet
Foto: Olaf Schneider, Norsk Polarinstitut (NP)

Innhold

Del I: Leders beretning	1
Del II: Introduksjon til virksomheten og hovedtall	3
<hr/>	
Samfunnsoppdraget	3
Organisering	3
Nøkkel- og volumtall	4
Del III: Årets aktiviteter og resultater	6
<hr/>	
3.1. Oppsummering av aktivitet	6
3.2. Naturmangfold	9
3.3. Forurensing	12
3.4. Polarområdene	14
3.5. Myndighetsutøvelse	19
3.6. Rådgivning	19
3.7. Kartlegging	20
3.8. Dataforvaltning	21
3.9. Vertskapsrollen i Ny-Ålesund	22
3.10. Kommunikasjon og formidling	23
3.11. Logistikk og infrastruktur	24
Del IV: Styring og kontroll i virksomheten	29
<hr/>	

Risikovurderinger knyttet til måloppnåelse	29
Risikostyring og analyser	29
FNs bærekraftmål	29
Revisjonsmerknader	29
Fellesføringer	30
Del V: Vurdering av fremtidsutsikter	31
Del VI: Årsregnskap	33
<hr/>	
Ledelseskommentar til årsregnskapet 2023	33
Prinsippnote til årsregnskapet	36
Vedlegg 1: Rapportering på styringsparametere	46
<hr/>	
Naturmangfold	46
Forurensing	54
Polarområdene	55
Vedlegg 2: Rapportering på Oppdragsliste	70
Vedlegg 3: Likestillings- og diskrimineringsredegjørelse	76
Vedlegg 4: Sammendrag av vitenskapelige publikasjoner 2023	79
<hr/>	

Del I: Leders beretning

I juni 2023 var det 30 år siden Stortinget vedtok å flytte Norsk Polarinstitut fra Oslo til Tromsø. Klima- og miljøminister Andreas Bjelland Eriksen kombinerte sitt første etatsbesøk til instituttet med å delta i jubileumsmarkeringen, som fant sted i november.

I sørsommersesongen var det høy aktivitet ved Trollstasjonen i Dronning Maud Land. Vi drifter en aldrende og stadig mer nedslitt forskningsstasjon i sør, samtidig som vi samarbeider godt med KLD og Statsbygg i planleggingen av nybygg. Byggeprosjektet var inne i avklaringsfasen ved årets slutt.

Vi samarbeider også godt med våre nasjonale og internasjonale partnere i Antarktis, gjennom forskningsprosjekter, feltkampanjer, drift av infrastruktur og transportoperasjoner. Eksempler på dette er kartlegging av grunningslinjen i Dronning Maud Land, ved hjelp av fjernmåling fra fly, og montering av havsensorer under Fimbulisen. Begge er store feltprosjekt ledet av polarinstitutttet denne sørsommersesongen.

Vi bidrar med faglig støtte til arbeidet norske myndigheter gjør under det internasjonale Antarktisarbeidet. I 2023 overleverte instituttet lederskapet av miljøkomiteen til Argentina. Vi vil fortsatt representere Norge i miljøkomiteen. Polarinstitutttet har i 2023 også bidratt til at Norge kunne fremme til behandling et forslag om marint verneområde i Sørishavet gjennom kommisjonen for bevaring av levende marine ressurser i Antarktis.

Norsk Polarinstituttt er forvaltningsmyndighet i Antarktis og for Bouvetøya, og registrerte norsk aktivitet innenfor normalen i 2023. Vi er generelt oppmerksomme på hav-, luft- og land-turisme, og vi konstaterer at sesongen 2023–2024 vil være den første med hele tre norske cruiseoperatører i Antarktis.

Polarinstitutttet er en attraktiv samarbeidspartner som anerkjent og markant bidragsyter av felt- og toktaktivitet i Arktis og Antarktis. Både i Polhavet og ved Svalbard fremskaffer vi tverrfaglig kunnskap gjennom å kombinere tokt, faste instrumentinstallasjoner og drivende isbøyer. Vi ledet tre lengre tokt med FF Kronprins Haakon i 2023. Instituttet bidrar også i ledelsen av arbeidet med Framtidens Polhav, et forskningsinitiativ som favner bredden av norske polarforskningsmiljø med mål om felles innsats i Polhavet.

Dette året bidro vi også i statusvurderinger av økologiske og fysiske forhold, samt artsspesifikke vurderinger til forvaltningen. Instituttet utfører viktig forskning og miljøovervåking knyttet til eksempelvis flora, fauna, isbreer, miljøgifter og mikroplast på Svalbard og i havområdene rundt øygruppen.

Studier viser blant annet at sjøfugl risikerer å eksponeres for foruroligende mengder plastsøppel som de får i seg via maten de spiser. Nye funn av gift i blodprøver fra isbjørn og i egg hos polarmåke understreker betydningen av vårt arbeid. En del av overvåkingen vår er også rettet mot konsekvenser av ferdseil på Svalbard.

Polarinstitutttet bidrar i arbeidet med kunnskapsinnhenting og videreutvikling av helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder og gir faglige bidrag til oppdatering og revisjon av forvaltningsplanene, der vi også deltar i Faglig forum og Overvåkinggruppen. I 2023 ble faggrunlaget

for helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder overlevert styringsgruppen. Dette danner grunnlag for den nye havmeldingen som kommer i 2024.

Norsk Polarinstitutt deltar fortsatt i ulike prosjekter og andre aktiviteter under Arktisk råd. I arbeidsgruppene deltar vi med de begrensningene som gjelder.

I 2023 startet vi arbeidet med å erstatte våre gamle Antarktiskart. I de nye kartene blir en kombinasjon av satellittdata og terrengmodell benyttet som grunnlag. 2023 ble også året hvor vi besluttet å planlegge for en ny flyfotograferingskampanje på Svalbard. Klimaendringene fører til at det topografiske datasettet må oppdateres.

Det økonomiske handlingsrommet har vært stramt, med flere større satsinger og utviklings-behov i kø for finansiering. Arbeidsstokken presses også av noe lav bemanning i enkelte enheter. Det arbeides godt med søknader om prosjektfinansiering gjennom eksterne finansieringskilder, ofte i samarbeid med andre miljøetater, universiteter og øvrige forskningsinstitutt.

For å sikre overordnet måloppnåelse, satte vi høsten 2023 i gang en prosess for å utvikle en ny virksomhetsstrategi. Målet er at den skal være på plass i 2024. Strategiprosessen bidrar til en gjennomgang med mål om faglig videreutvikling. Miljøovervåking på Svalbard, effektiv utnyttelse av forskningsinfrastruktur i nord og sør samt bruk av ny teknologi og nye arbeidsmetoder er noen av områdene hvor vi ser klare behov for strategisk tenkning.

Norsk Polarinstitutt har i 2023 lagt ned solid og tydelig innsats gjennom vitenskapelig og forvaltningsfaglig produksjon og rådgivning innen polare spørsmål. Vi har økende nasjonal og internasjonal samarbeidsflate og er godt synlige i samfunnet.



Camilla Brekke
Direktør

Del II: Introduksjon til virksomheten og hovedtall

Samfunnsoppdraget

Norsk Polarinstitutt er et direktorat under Klima- og miljødepartementet som har som hovedoppgave å drive naturvitenskapelig forskning, kartlegging og miljøovervåking i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver for norske myndigheter i polarspørsmål, representerer Norge internasjonalt i flere sammenhenger og er Norges utøvende miljømyndighet i Antarktis. Klima, miljøgifter, biologisk mangfold, kryosfære og geologisk og topografisk kartlegging er viktige arbeidsfelt. Det samme er overvåking av naturmiljøet i polarområdene og sirkumpolart samarbeid i Arktis og Antarktis.

Feltarbeid og datainnsamling er en viktig del av virksomheten gjennom for eksempel undersøkelser av isbjørn ved Svalbard, iskjerneboringer i Arktis og Antarktis, oseanografiske målinger, fjernmålinger og målinger av havis i Polhavet. For å svare på våre oppdrag planlegger og gjennomfører instituttet både mindre og større ekspedisjoner. Klima- og miljødepartementet gir rammer og oppdrag for virksomheten i samråd med øvrige miljøvernmyndigheter. I tillegg har instituttet oppdrag med finansiering fra blant annet andre departement og miljøinstitusjoner, forskningsinstitusjoner, Norges forskningsråd og EU.

Polarinstituttet representerer Norge i flere nasjonale og internasjonale samarbeidsfora og har samarbeid med forskningsinstitutt verden over. Resultat fra forsknings- og overvåkingsprosjekt formidles til miljø- og statsforvaltningen, samarbeidspartnere, internasjonale forvaltningsprosesser, fagmiljø, skoleverket og allmennheten. Instituttet produserer og utgir utstillinger, bøker, rapporter og det vitenskapelige tidsskriftet [Polar Research](#).

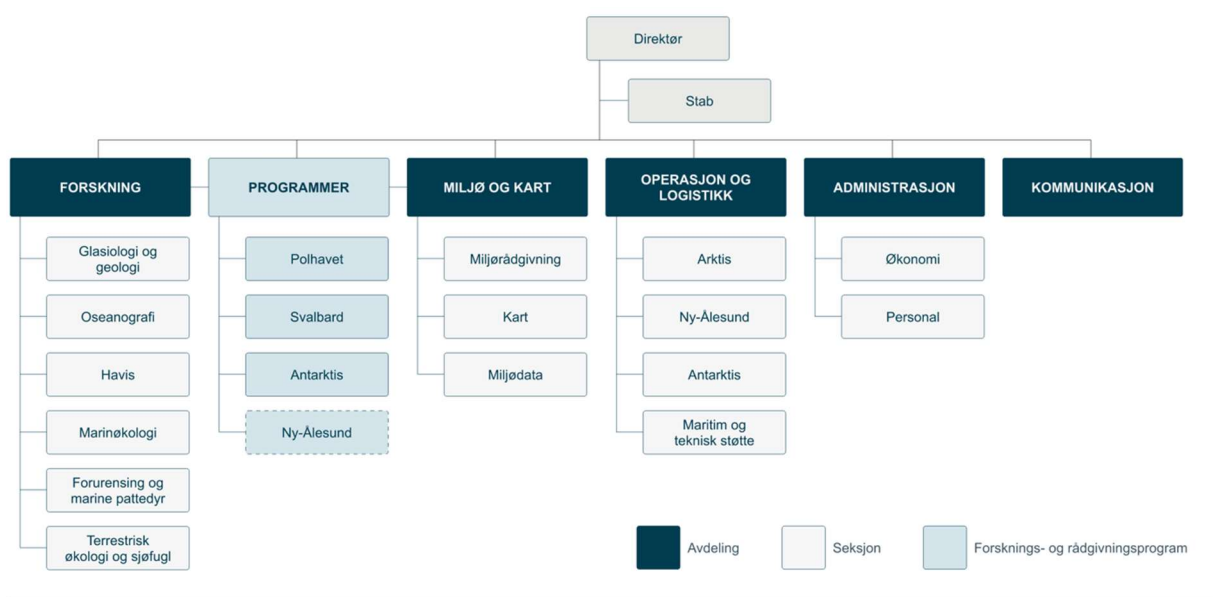
Norsk Polarinstituttets hovedkontor er lokalisert i Framsenteret i Tromsø. Instituttet har i tillegg medarbeidere stasjonert i Ny-Ålesund og Longyearbyen på Svalbard og på Troll forskningsstasjon i Dronning Maud Land i Antarktis. Framsenterets forskningssamarbeid omfatter 20 andre institusjoner med kunnskap om nord- og polarområdene, hvorav 11 er lokalisert i bygget.

Norsk klima- og miljøverninnsats er delt inn i seks konkrete resultatområder med til sammen 24 miljømål. Instituttet skal bidra til å nå målene innenfor følgende resultatområder:

- Naturmangfold
- Forurensning
- Klima
- Polarområdene

Organisering

Ole Arve Misund var Norsk Polarinstituttets direktør fram til 1. september 2023 da Camilla Brekke overtok denne stillingen. I 2023 har ledelsen ved Polarinstitutt bestått av direktør, assisterende direktør/avdelingsdirektør for administrasjonen Ellen Øseth, forskningsdirektørene Nalân Koç og Harald Steen, avdelingsdirektør for miljø og kart Evy Jørgensen, avdelingsdirektør for operasjon og logistikk John E. Guldahl og avdelingsdirektør for kommunikasjon Pål Jakobsen.



Organisasjonskartet viser avdelinger, seksjoner og programmer ved Norsk Polarinstitutt i 2023.

Nøkkel- og volumtall

Tabell 1. Nøkkeltall for ansatte og årsverk

Nøkkeltall	2021	2022	2023
Ansatte	219	209	214
Avtalte årsverk	192	191	189
Utførte årsverk	184	180	177

Tabell 2. Økonomiske nøkkeltall

Nøkkeltall	2021	2022	2023
Samlede inntekter post 01–50 (kr)	86 731 000	88 542 000	91 198 000
Regnskapsførte inntekter post 01–99 (kr)	126 688 125	117 179 124	161 175 376
Driftsutgifter post 01–50 (kr)	357 960 000	381 947 000	380 486 000
Regnskapsførte kostnader post 01–50 (kr)	381 141 685	404 720 223	451 673 722
Utnyttelsesgrad post 01–50 (%)	106	106	119
Lønnsandel av driftskostnader (kr)	159 260 780	169 829 534	175 652 553
Lønnsandel av driftskostnader (%)	42	42	39
Lønnskostnader pr. årsverk (kr)	865 548	943 497	992 387

Tabell 3. Volumtall

Volumtall	2021	2022	2023
Nasjonale medieklipp	800	855	651*
Unike sidebesøk npolar.no	453 982	462 710	330 083
Unike brukere npolar.no	220 489	243 836	202 224
Publikasjoner i data.npolar.no	6 171	6 227	0**
Datasett i data.npolar.no	460 (270***)	528 (337***)	407
Fagfellevurderte publikasjoner	127	144	151

* Ny registreringsmetode i 2023 (kun rene medieoppslag, ingen andre nettbaserte o.l.)

** Publikasjonsdatabasen er nedlagt og nye publikasjoner lagt til Cristin. Data.npolar.no er overført til ny plattform.

*** Tilgjengelig for direkte nedlasting. Tall for 2023 påvirkes av endring (se over)

Del III: Årets aktiviteter og resultater

3.1. Oppsummering av aktivitet

I 2023 hadde Norsk Polarinstitutt høy aktivitet på havet i nord med to dedikerte Polhavstokt med FF Kronprins Haakon og et tokt i Framstredet. FF Kronprins Haakon er viktig for å løse våre strategiske oppgaver, for å innhente kunnskap i Arktis og med noen års mellomrom i Sørishavet. Det jobbes med gode løsninger rundt brukstid på skipet som vil muliggjøre dette.

Instituttets satsing på å styrke kunnskapsgrunnlaget om klimautvikling i Arktis med særlig vekt på Svalbard er blitt videreført. Fysiske endringer i miljøet på grunn av global oppvarming fortsetter å påvirke økosystemene. Påvirkningene kan være direkte, gjennom endringer i habitater, eller indirekte, via endringer i andre økosystemkomponenter som byttedyr-populasjoner eller sykdomsvektorer. Vår forskning og overvåking befatter seg med begge aspektene. Feltarbeid er særlig krevende i en tid med raske klimaendringer og ekstremvær.



Reinsdyrtelling i Adventdalen. Foto: Dagmara Wojtanowicz, NP

Fra årets feltsesong på Svalbard er det særlig verdt å nevne følgende observasjoner:

- Fugleinfluenta ble påvist hos et lite antall fugl i Kongsfjorden
- Ulike sjøfuglarter returnerte til koloniene på Bjørnøya i lave antall i år, og de voksne individene var generelt i dårlig kondisjon. Reproduktiv suksess var lav, spesielt for polarlomvi
- Fugleinfluenta ble mistenkt å være årsak til noen dødsfall, men dette er foreløpig ikke bekreftet
- Antall rein i Adventdalen var det nest høyeste som noen gang er registrert
- Antall ismåker var også høyt i år

Uvanlige forhold, med mange uker med sterk vind, gjorde at vi i 2023 for første gang fikk korte brudd i vår akustiske overvåkingsserie av territorielle rypestegger. Overvåking av vegetasjon for å avdekke effekter av klimaendringer og ferdsel opprettholdes.

Data fra Climate-ecological Observatory for Arctic Tundra (COAT)-Svalbards værstasjoner gir god informasjon om utviklingen av de abiotiske parameterne temperaturer, snø, vann og is som er viktig i forståelsen av de klimatiske forholdene.

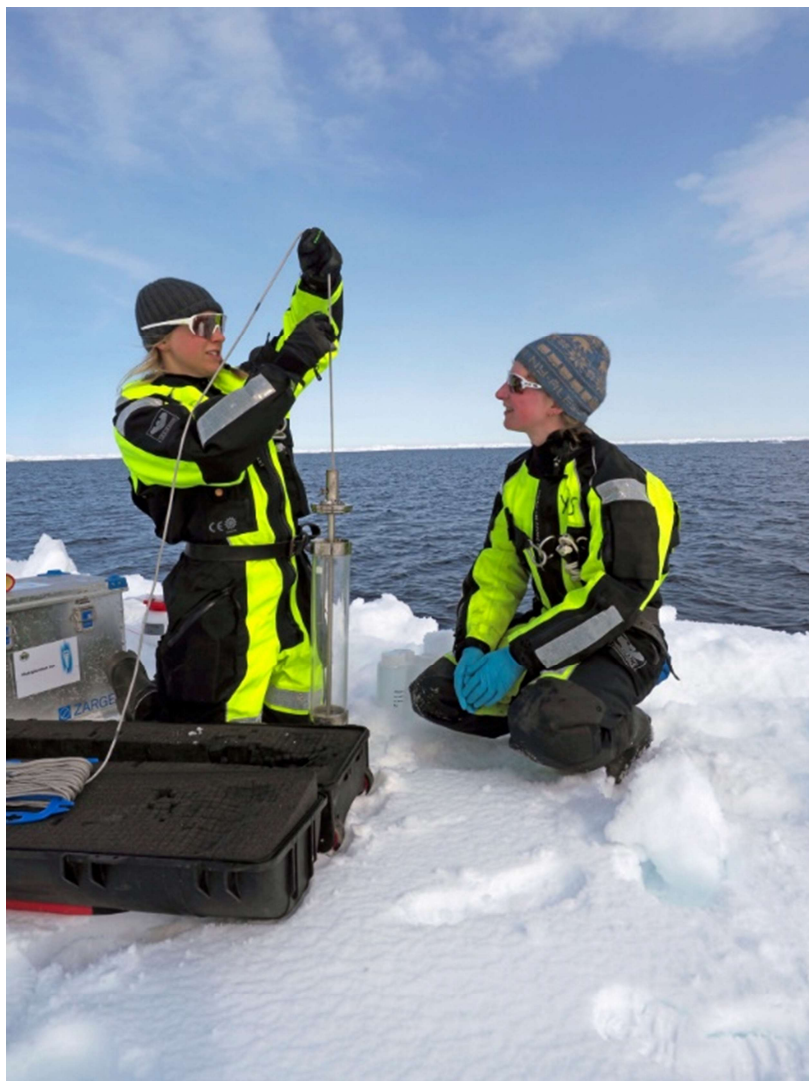
Forskning og overvåking i Kongsfjorden viser at eksponeringen og konsekvensene av mikroplast er økende. Det er påvist mikroplast i alle undersøkte havhestunger. Vi arbeider med utvikling av nye metoder for å spore plast i kostholdet til fugler, også på levende dyr, samt å kunne måle mikroplast i miljøet. Analyser av nye prøver fra havområdet nordvest for Svalbard vil bli sluttført vinteren 2024.

Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) oppdateres fortløpende for viktig data som er relevant for forvaltningen.

Toksikologiske studier viser at kvikksølv og tusenvis av PFAS forbindelser er på vei inn i Arktis. Det er påvist høye nivåer av organiske miljøgifter som organofluorider (EOF) i polarmåke og isbjørn.

Arbeidet med å kartlegge effekten av menneskelig aktivitet på naturmiljøet på Svalbard ble prioritert i 2023, blant annet gjennom å utvikle metoder for effektstudier, og gjennom relevante overvåkingsprogram. Omfang av vårt løpende årlige overvåkingsarbeid utfordres av et generelt høyere kostnadsbilde på feltarbeidet. Vi har til en viss grad greid å kompensere for dette gjennom innhenting av konkurranseutsatte prosjektmidler og økt effektivitet. I sum har vi lyktes i å ferdigstille statusrapporter, levert på alle oppdragene, bl.a. prognoser for breffronter og fjordisutbredelse – kunnskap som har vært etterspurt av KLD.

Vi fortsetter arbeidet med å styrke kunnskapen om det dype Polhavet, et område som er i ferd med å bli mer og mer åpent for aktivitet i takt med at havisdekket reduseres. I første halvår ble det gjort forberedelser til en rekke tokt i sommerhalvåret. Det første av disse ble gjennomført i juni, med deltagere fra Framsenterets Sustainable Development of the Arctic Ocean (SUDARCO)-prosjekt og internasjonale samarbeidspartnere. På forsommeren var det mye "gammel" og tykk is i området nord for Svalbard og toktet kom ikke så langt inne i Polhavet som planlagt. Det ble likevel gjort et stort tverrfaglig arbeid som dekker lavere trofisk nivå i økosystemet – med spesielt fokus på ulike stadier av våroppblomstring av istilknyttede alger – samt havets biogeokjemiske og fysiske tilstand og dynamikk. Samtidig som vi styrker vårt langsiktige arbeid i det indre Polhavet, viderefører vi de lange tidsseriene om hav, havis og økosystem i Barentshavet og Framstredet.



Prøvetaking for SUDARCO-prosjektet i Polhavet. Foto: Ann Kristin Balto, NP

En rekke viktige vitenskapelig artikler ble publisert, som for eksempel om langsiktig reduksjon i havistykkelse (Sumata m.fl. 2023), oppvarming av overflatevann i Framstredet (de Steur m.fl. 2023) og økning i CO₂ og dermed havforsuring i det nordlige Barentshavet (Ericsson m.fl. 2023). Prosjektet *Arven etter Nansen* har sitt siste år i 2024, og vi jobber med å avslutte dette på en god måte slik at mest mulig kunnskap skal bli sammenstilt og gjort tilgjengelig for allmennheten og for forvaltningen. Samtidig bidrar vi aktivt til utviklingen av det nye prosjektinitiativet *Framtidens Polhav*, som skal gi et stort tverrfaglig kunnskapsløft for det indre Polhavet i tiåret som kommer. Polarinstituttets satsing i Polhavet er godt i gang i form av utplassering av langsiktig observasjonsinstrumentering. Dette er i stor grad finansiert gjennom EU-prosjekter, men også med svært viktige bidrag gjennom en belastnings-fullmakt fra UD.

Instituttet har ferdigstilt digitale kart, terrengmodeller og ortofoto for sørlige deler av Svalbard. Serien av disse, basert på flyfoto fra 2008–2012, er nå komplett for hele Svalbard. Et egenprodusert oversiktskart over Arktis vil bli utgitt i 2024, både som digitalt og trykt kart.

Vi jobber videre med å utvikle kunnskap som hjelper oss å forstå hvordan Antarktis påvirker globale miljø- og klimaendringer, og som bidrar til at vi forstår og forvalter det unike miljøet i og rundt Antarktis på en best mulig måte. Og vi fortsetter å drifte og utvikle aktiviteten vår på Troll, samtidig som vi bidrar inn i avklaringsfasen og forprosjektfasen for ny forskningsstasjon.

Feltsesongen i Antarktis ved årets begynnelse ble relativt normal etter flere års unntakstilstand grunnet korona-pandemien. Det arbeides aktivt for å videreutvikle Trollstasjonen som plattform for nasjonal og internasjonal forskning. De første observatoriene i det nasjonale forskningsinfrastrukturprosjektet Troll Observasjonsnettverk (TONE) ble etablert i felt, og forarbeid er påbegynt for flere andre. For framtidig forskning i Antarktis var det spesielt gledelig at regjeringen i vår valgte konsept for det videre arbeidet med å etablere en ny Trollstasjon. Prosessen vil i årene framover kreve mye av polarinstituttet, men resultatet vil gi et løft for både instituttets og nasjonens forskningsinnsats i Antarktis.

Polarinstituttet har gjort et omfattende arbeid med å sammenstille og vurdere kunnskap-grunnlaget for et mulig marint verneområde (MPA) utenfor kysten av Dronning Maud Land. Kunnskapsgrunnlaget, forslaget til avgrensning av MPA og forvaltningstiltak som har sin bakgrunn i dette arbeidet, er nå til behandling innenfor rammen av CCAMLR-konvensjonen (Conservation of Marine Resources Convention). To nye eksternfinansierte forsknings-prosjekter som vi leder eller er med på, har fått finansiering i år. Begge ligger innenfor kjernen av våre innsatsområder: ett som vil adressere viktige kunnskapsmangler når det gjelder interaksjon mellom krillfiskeriene og toppredatorer i Gerlache-stredet på Antarktishalvøya, en region der fangstnivåene forventes å øke betydelig og hvor data-grunnlaget er lavt, og et annet som har som mål å redusere usikkerheten i modelleringen av Antarktis sitt bidrag til havnivåstigning, både på sirkumpolar og regional skala.

Det krever høy kompetanse, god planlegging og erfaring for å drifte forskningsstasjonen Troll som en helårsstasjon. Sørsommeren hadde høy aktivitet med forskningsarbeid, vedlikehold og logistikk-oppgaver, og med over 100 personer samtidig på stasjonen og flyplassen. Vi gjennomførte fire interkontinentale flygninger til Troll. Det utøves betydelig støtte til logistikk og feltarbeid, og det jobbes systematisk og kontinuerlig med sikkerhet i felt, samt med å ta ned risikoen i arbeidssituasjoner.

Myndighetsutøvelsen i Antarktis ble ivaretatt gjennom håndtering av de innmeldinger som ble mottatt. Vi har i bredt omfang gitt faglige råd til forvaltningen, og arbeidet aktivt og bistått i internasjonalt miljøsamarbeid på flere arenaer både i sør og nord.

3.2. Naturmangfold



Nasjonalt miljømål
Økosystemene skal ha god tilstand og levere økosystemtjenester

Færre av sjøfuglene som hekker på Svalbard og Bjørnøya returnerte til koloniene i 2023 og de var i dårlig kondisjon og de reprodusere dårlig. Hvorvidt dette skyldes fugleinflensa eller endret betingelser

i vinterområdene vites ikke, og vi påviste fugleinfluenza på noen få fugler. Ismåkene derimot ser ut til å gjøre det bra siden antallet i hekkkoloniene var høyt. Til forskjell fra sjøfuglene så hadde svalbardrein et godt år, og det var et toppår hvor det kun en gang tidligere har vært observert flere reinsdyr i overvåkingsområdene.

Polarinstituttet bidrar aktivt til Faglig forum og Overvåkingsgruppens planlegging av neste oppdatering av det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene for havområdene. I 2023 har det viktigste tiltaket vært å revidere Overvåkingsgruppens indikatorsett. Under Faglig forum arbeides det med å foreslå ny målstruktur for havforvaltningsmålene, og vi har bidratt til det faglige grunnlaget for geografisk avgrensning av Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO-er).

Faglig forum og Overvåkingsgruppen har startet planleggingen av arbeidet for den neste fireårsperioden fram mot nytt faggrunnlag. Norsk Polarinstitutt deltar aktivt i begge gruppene.

Norsk Polarinstitutt bidrar med faglige råd, analyser og støtte til departementets arbeid med politikkutvikling i polarspørsmål. I Antarktistraktatsamarbeidet arbeidet vi i 2023 med et fremtidig marint verneområde i den østlige delen av Weddellhavet og Kong Håkon VII Hav (WSMPA Phase 2). I 2023 ferdigstilte instituttet dokumentasjonen av det vitenskapelige grunnlaget og utarbeidet med utgangspunkt i dette et forslag til en avgrensning av og utkast til forvaltningsvedtak for WSMPA Phase 2. Dette arbeidet gjorde det mulig for Norge å fremme et MPA-forslag (Marine Protected Areas) for behandling i CCAMLR høsten 2023. Det viste med all tydelighet for partene at Norge aktivt støtter arbeidet for å opprette marine verneområder, og at vi fronter en helhetlig og økosystembasert havforvaltning med innhenting og bruk av solid og faglig kunnskap som basis for forvaltningstiltak, inkl. avgrensninger av slike verneområder.

Prioritering 1: Bedret kunnskapsgrunnlag for økologisk tilstand

Norsk Polarinstitutt fortsetter å samle inn viktige data som er relevante for vurdering av økologisk tilstand gjennom omfattende felt- og toktvirksomhet, samt å delta i prosesser for å analysere og innlemme data i statusvurderinger. Våre innspill til nyere evalueringer (både i terrestriske og marine miljøer) dokumenterer viktigheten av instituttets overvåking og forskningsaktiviteter på dette feltet, samt vår ekspertise.

I 2023 vedlikeholdt instituttet alle sine overvåkingsdataserier i MOSJ, og vi arbeider kontinuerlig for å forbedre presentasjonen av overvåkingsdata i vår nye programvareløsning. Vi vil også utvide viktig parameterrapportering, der det er nødvendig, slik at både biotiske elementer og mulige drivere er tilstrekkelig dekket. Oppdateringer er i gang for å forbedre økonomisk effektivitet og for å sikre at MOSJ fortsetter å produsere resultater som er relevante for vurdering av økologisk tilstand under endrede forhold (miljømessig og samfunnsmessig). Den nåværende revisjonsprosessen vil strekke seg inn i 2024.

Polarinstituttet har deltatt i artsspesifikke vurderinger når forvaltningssystemer har etterlyst slik innsats. For eksempel deltok vi i et intensivt tredagers møte, i regi av North Atlantic Marine Mammal Commission (NAMMCO), med fokus på klimaendringers konsekvenser for storkobbe. Instituttets forskere ga mange innspill til bakgrunnsdokumenter i tillegg til å lede møtet sammen med USA.

Pågående innsats i rødlisteaktiviteter, de fleste av Arktisk råds programmer, samt NAMMCO, International Union for Conservation of Nature (IUCN) osv. fremmer bevaring av biologisk mangfold. I 2023 hadde instituttet spesiell innsats mot IUCNs europeiske rødlisteprosesser knyttet til sjøpattedyr. Hvalross, grønlandssel, klappmyss og ringsel er fullført, og storkobbe er ute til vurdering.

For å forstå hva som påvirker lyset i vannsøylen, har vi for første gang undersøkt de optiske egenskapene under isdekte forhold i Polhavet og hvordan dette påvirker det marine næringsnettet og biokjemiske sykluser nå, men også for å indikere forventet utvikling i overgang til et isfritt hav. Resultatene indikerer at et isfritt hav vil forlenge den næringsfattige sommerperioden, med lav algebiomasse og redusert vertikal transport.

Også i Antarktis har Norsk Polarinstitutt fortsatt arbeidet med å samle inn og analysere data som bidrar til å kaste lys over økologisk tilstand, og som bidrar til videreutvikling av kunnskapsbasert forvaltning i disse områdene. Sørsommeren 2022–23 gjennomførte vi feltarbeid knyttet til overvåking av sjøfuglene på Svarthamaren og etablerte et sjøfuglobservatorium under det nasjonale infrastrukturprosjektet Troll Observing Network (TONE). Forskningsprosjektet Sustainable and predictable future for fisheries in Antarctica (SUFIANT) hadde sin siste feltsesong i 2022–23. Prosjektet retter seg mot krillpredatorer og bidrar til å utvikle kunnskap som er viktig for den økosystembaserte, marine forvaltninga i Antarktis, og særlig for forvaltninga av krillfisket. Instituttet har dessuten vært ansvarlig for og bidratt til flere relevante faglige publikasjoner. Overvåking og datainnsamling i Antarktis er utfordrende og ressurskrevende, og det er viktig å utvikle kostnads- og logistikeffektive metoder for fangst av data som er egnet til å forstå og vurdere økologisk tilstand. Vi har bidratt til flere studier som har utforsket ulike muligheter når det gjelder nye tilnæringer.



Antarktispetrell. Foto: Sebastien Descamps, NP

Prioritering 2: Bedret overvåking og kunnskapsproduksjon i Polhavet, Sørishavet og iskantsonen

I Polhavet og havområdene rundt Svalbard utvikler Norsk Polarinstitutt tverrfaglig kunnskap gjennom en kombinasjon av årlige tokt, faste instrumentinstallasjoner (rigger) og drivende isbøyer. På toktene gjør vi detaljerte observasjoner av blant annet marine organismer og nøkkelprosesser i de fysiske og biogeokjemiske delene av systemet, og utfører service på instrumenttriggene som overvåker viktige variabler i vannsøylen og havisen. Isbøyene måler først og fremst utviklingen i havisen og snølaget over,

men i noen tilfeller også i vannlagene under isen. Instituttet ledet tre lengre tokt med FF Kronprins Haakon i 2023. Det ble bl.a. funnet sesongmessige variasjoner i fysiske og biologiske mønstre i Barentshavet, og variasjoner mellom år. Resultatene viser at et framtidig, isfritt hav kan føre til endret sammensetning av alger, og at den næringsfattige sommerperioden med lav algebiomasse forlenges.

Det er laget en plan for en ekspedisjon til den marginale issonen i 2025 for å utdype vår forståelse av det biotiske samfunnet og dets interaksjoner, og for å oppdatere bestandsestimater for isbjørn og isavhengige hvaler. Finansiering er foreløpig ikke sikret.

I Antarktis gjennomførte instituttet feltarbeid og tokt for innhenting av overvåkingsdata knyttet til Kong Håkon VII Hav. Vi etablerte også infrastruktur for flere av de marin-relevante TONe-observatoriene som vil bidra til de langsiktige tidsseriene. Flere artikler som bidrar til kunnskapsutviklingen om sentrale prosesser relevant for økosystemene i Sørishavet ble publisert. Prosessen for å få til et kunnskapsinnhentingstokt med Kronprins Haakon i Sørishavet sørsommeren 2025–26 er startet, noe som fordrer utstrakt samarbeid og betydelige ressurser utover det normale på grunn av transittkostnadene for å få skipet til Antarktis.

Prioritering 3: Forvaltningen har et godt kunnskapsgrunnlag for å følge opp fremmede arter i polare områder

Polarinstituttets overvåking av introduserte arter fortsetter å fokusere på introduserte plantearter og østmarkmus. Planteovervåkingsresultatene for 2023 er «status quo», med funn av introduserte arter kun i sammenheng med menneskelige bosettinger. Tettheten av mus var fortsatt lav i 2023-sesongen.

Instituttets kystprøvetakingsprogrammer (for eksempel studier av lavere trofisk i Kongsfjorden og sjøpattedyrs diett) er intensive nok til at de sannsynligvis vil dokumentere nye arter i kyst-samfunnene, men systematisk overvåking av fremmede arter er ennå ikke gjennomført i marine systemer. Dette temaet er under diskusjon med Miljødirektoratet og SMS i prosessen om kyst- (og ferskvanns-) overvåking som nå er under utvikling. Studier utført av Norsk Polarinstitutt med samarbeidspartnere tyder på at pukkellaks er i ferd med å etablere seg på Svalbard. Gyteklare hunner og hanner er fanget mange ganger i kystnære farvann rett før det som er artens gytetid. Pukkellaksen er vist å ha en overlappende diett med Svalbardrøye når de to artene forekommer i kystnære havvann.

3.3. Forurensing



Nasjonalt miljømål:
Forurensing skal ikke skade helse og miljø

Instituttet gjennomførte de årlige feltaktivitetene for alle prosjektene som inngår i MOSJ toksikologi. Det ble publisert flere nye vitenskapelige artikler om effektene på dyrelivet som følge av eksponering for plast og andre giftige forbindelser. Identifisering av eksponering og påvirkning er trinn 1 mot FN-målet for å redusere forurensningsrisiko og påvirkning av forurensning fra alle kilder. Dette gjøres for å

forhindre skadelig påvirkning på biologisk mangfold (mål 7) og for å bevare bærekraftige terrestriske og marine økosystemer, som er blant FNs viktigste bærekraftsmål.

Prioritering 4: Styrket miljøovervåking og kunnskap om plastforurensning i nordlige havområder

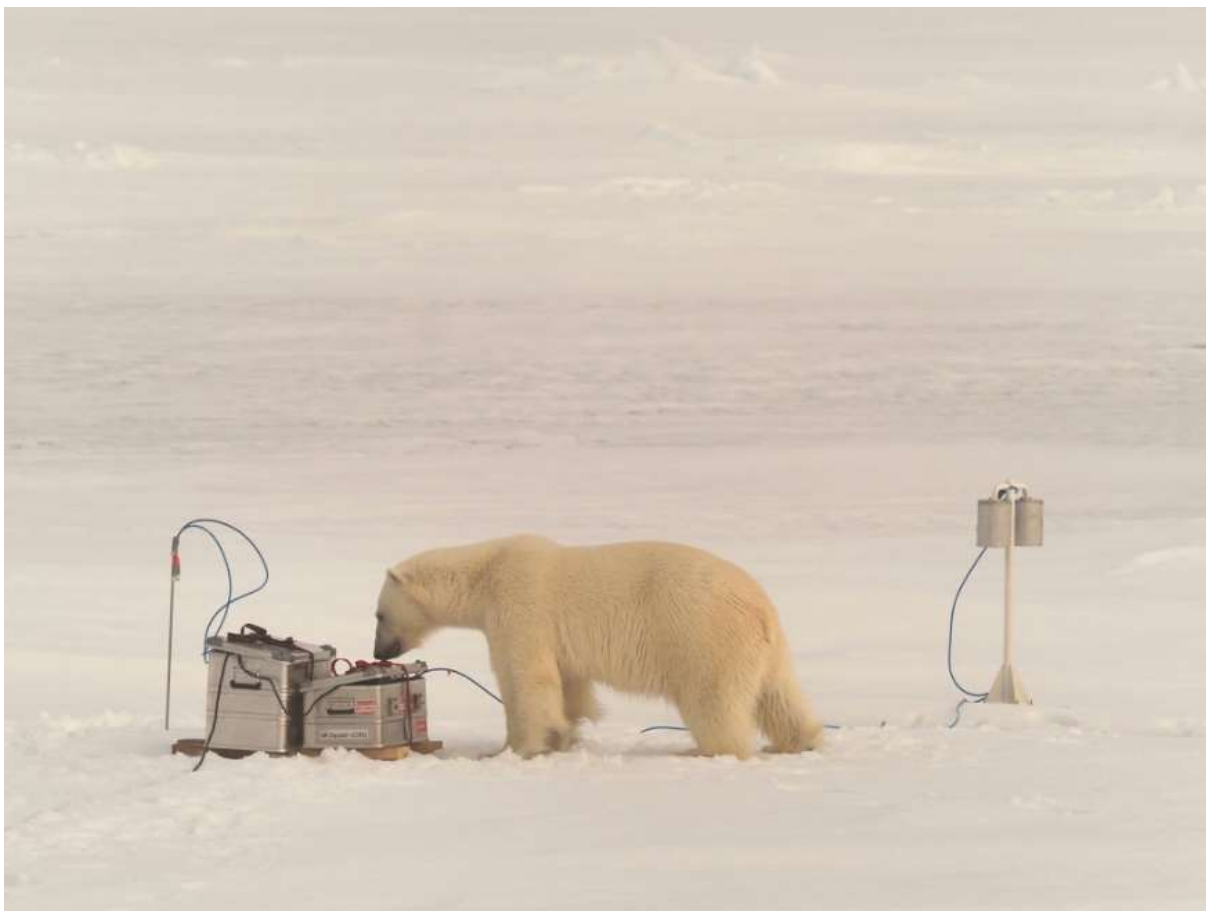
En av de mest markante studiene om havplast som Norsk Polarinstituttts forskere var involvert i 2023, var en global vurdering av den marine plasteksponeringsrisikoen for sjøfugler (publisert i Nature Communications – Clark et al. 2023). Denne studien kombinerte tetthetsestimater for marin plast med sporingsdata for 77 petrellarter for å estimere eksponeringsrisiko. Resultatene viser at risikoen var uforholdsmessig høy for mange truede arter, og at det var høyest risiko i åpent hav og i Exclusive Economic Zones (EEZ) i USA, Japan og Storbritannia. I arktiske områder var det nordvestlige Stillehavet det høyeste risikoområdet.

Andre studier publisert i 2023 fokuserte på mindre skalaer, men viste eksponeringsrisiko for fugler fra makroplast. For eksempel rapporterte Tulatz m. fl. (2023), i en rapport som Polarinstituttet bidro til, at havhestunger fra Svalbard får tilført store mengder plast fra foreldrene. Dette reduserer belastningen hos voksne fugler, men setter ungene i fare. Det ble blant annet dokumentert tilfeller hvor plastfragmenter hadde perforert magesekken og plastfibre fra trål/tauverk hadde perforert tarmene hos havhestunger. I 2023 publiserte vi også en artikkel om nye metoder for å spore plast i kostholdet til fugler, noe som kan gjøres på levende dyr (Collard et al. 2023).

Vår strategi fremover er å utvikle effektive metoder for å måle mikroplast i miljøet, noe som fortsatt er en utfordring. Arbeidet med metodeutvikling og analyse av tidligere innsamlede prøver av mikroplast (fra 2021 og 2022) er godt i rute. I juni 2023 ble det samlet inn nye prøver fra havområdet nordvest for Svalbard. Arbeidet med å analysere disse ble startet høsten 2023 og vil bli slutført vinteren 2024 slik at materialet kan publiseres.

Prioritering 5: Styrket kunnskap om regulerte og nye miljøgifter i arktisk biota og miljø

Det er to hovedproblemer i Arktis når det gjelder toksikologi. Disse er økninger i kvikksølv, fra foreløpig ukjente kilder, og tusenvis av PFAS som slippes ut i miljøet fra industrielle kilder og som nå er på vei inn i Arktis. I 2023 deltok polarinstituttet i en bred studie av PFAS i norsk dyreliv. I Arktis fant man høye nivåer av ekstraherbare organofluorider (EOF) i både polarmåke og isbjørn. Virkningene av disse er ukjent (Herzke et al. 2023).



Isbjørn undersøker forskningsutstyr i Polhavet i juni. Foto: Ann Kristin Balto, NP

Å identifisere forbindelser som er langtransportert, og en risiko for økosystemer, er det første trinnet i å forby farlige forbindelser. Nyere PFAS, som perfluoroethylcyclohexane sulfonate (PFECBS), ble funnet for første gang i blodprøver fra isbjørn og i prøver fra egg hos polarmåke, og forekomster av PFAS generelt er fortsatt høye i blod fra isbjørn (Herzke m fl. 2023).

3.4. Polarområdene



Nasjonalt miljømål

Omfanget av villmarkspregede områder på Svalbard skal opprettholdes

Norsk Polarinstitutt har foreslått indikatorer for å se hvordan naturmangfold påvirkes av aktivitet. En iverksetting av disse vil kunne gi mer kunnskap om forhold som kan påvirke miljømålet om å opprettholde omfanget av villmarkspregede områder, i tillegg til å svare på det nasjonale miljømålet om at naturmangfoldet på Svalbard skal bevares upåvirket av lokal aktivitet.

Prioritering 6: Styrket kunnskapsgrunnlag om miljøpåvirkningen av cruisetrafikk og annen ferdsel på Svalbard, den samlede belastningen av dette samt effekten av eventuelle tiltak for å kunne ta hensyn til dette i miljøforvaltningen av Svalbard.

Studier for å overvåke effekten av økende trafikk på Svalbard har vært en viktig del av polarinstituttets Svalbardprogram i 2023. Feltkampanjer om våren og sommeren har brukt en rekke metoder – inkludert automatiserte kamerasystemer, dyresporingsinstrumenter, fysiologiske målinger i trafikkerte i forhold til ikke-trafikkerte områder og direkte eksperimentelle tilnærmings-provokasjonsstudier. Disse studiene er utformet for å dokumentere virkningene av menneskelig besøk/kjøretøytrafikk på fugler som hekker på bakken og i fuglefjell, på hvalross og på isbjørn. I tillegg har vi utplassert «sound traps» (lydfeller) under havoverflaten i Adventfjorden (den mest trafikkerte fjorden på Svalbard) for å studere skipstrafikkens innvirkning på den truede hvithvalbestanden på Svalbard. Vi har også vedlikeholdt vårt AURAL-nettverk for å overvåke havstøynivået på sentrale steder på øygruppen. Det er gjennomført feltkampanjer for å samle inn snøprøver for å finne ut hvor mye plast som er avsatt i miljøet fra snøscootere som beveger seg over tundraterreng. Videre har vi fortsatt våre vegetasjonsslitastudier på landstigningsplasser for turister med støtte fra feltinspektørene hos SMS.



Nasjonalt miljømål
Naturmangfoldet på Svalbard skal bevares tilnærmet upåvirket av lokal aktivitet

I 2022 utviklet instituttet en "forstyrrelsesportefølje" for å adressere mulige menneskelige påvirkninger (og terskler, se nedenfor), og i 2023 ble et oppdrag besvart med å foreslå indikatorer for å få bedre kunnskap. I tillegg er Svalbard et viktig sted for arktiske vitenskapelige undersøkelser fordi det er en arktisk «hot spot» som fungerer som en varselklokke for bredere økosystemendringer over hele det sirkumpolare Arktis.

Polarinstituttet forsøker å minimere sitt eget fotavtrykk og å fremme samarbeid og datadeling i vitenskapsmiljøer for ytterligere å redusere dette. Et av de mest utfordrende aspektene ved å håndtere trusler mot dyr og planter, er at flere stressfaktorer skaper kumulative effekter som er vanskelige å skille – klimaendringer kontra menneskelig forstyrrelser er av spesiell interesse for forvaltningen. Framsenterets Cumulative Impact of Multiple Stressors in High North Ecosystems-program (CLEAN) (2022–2026), der Norsk Polarinstittutt leder Svalbardmodulen, forsøker å adressere kumulative effekter av klimaendringer og menneskelige aktiviteter på økosystemer via feltstudier, modellering og samfunnsøkonomiske analyser.

Prioritering 7: Styrket kunnskapsgrunnlag om effektene av klimaendringene i polarområdene for å kunne ta hensyn til klimaendringene i forvaltningen av polarområdene

Klimaendringer fortsetter å være en viktig drivkraft for endring av økosystemer i Arktis, og data som støtter tidligere antakelser om virkninger av klimaendringene fortsetter å komme. Sykdomsrisiko er en økende bekymring, med utbrudd av flått og flåttbårne sykdommer, og virussykdommer som fugleinfluensa som har dramatisk påvirket mange fuglebestander (og har vist seg å overføres til pattedyr). Utvikling av nye verktøy for å studere kryptiske arter (dyr eller planter som ser helt like ut,

men som DNA-analyser har vist er ulike arter), eller for å forbedre kostnadseffektiviteten ved data-innsamling over store områder har vært fokus i 2023.

Fysiske endringer i miljøet på grunn av global oppvarming fortsetter å påvirke økosystemene. Påvirkningene kan være direkte, gjennom endringer i habitater og bruken av disse, eller indirekte, via endringer i andre økosystemkomponenter som byttedyrpopulasjoner eller sykdomsrisiko. Vår forskning og overvåkning har med seg begge disse aspektene.

Studier av våre datasett fra metodiske observasjoner og vår kontinuerlige havisovervåkning siden 1990 har gitt oss ny kunnskap om isdynamikken på smelting og nydanning av havis i Polhavet om sommeren. Dette er viktig for klimamodellene. Våre nye funn fra det nordlige Barentshavet viser at havisen har sterk innvirkning på havets opptak av CO₂. Det forventes at havforsuringen vil øke i allerede sårbare områder.

Gjennom tokt med FF Kronprins Haakon i 2023 samlet vi inn data om havis, snø og de fysiske og biogeokjemiske egenskapene til vannmassene. I Framstredet viderefører vi den lange tidsserien med målinger av havis og vannmasser som strømmer sørover fra Polhavet. I det indre Polhavet følger vi vår plan om å bygge tidsserier basert på tokt, instrumenttrigger og drivende havisbøyer.

I Antarktis har polarinstituttet fokus på å styrke kunnskapsgrunnlaget om prosesser relevante for global klimautvikling og effektene av globale klimaendringer. I 2023 etablerte vi de første observatoriene i det nasjonale forskningsinfrastrukturprosjektet TONE. Vi har jobbet aktivt med å legge til rette for implementering av Antarctic RINGS (Ice Sheet Margins)-initiativet (RINGS) under Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) for mer nøyaktige beregninger av dagens og framtidens globale havnivåendringer, og vi gjennomførte første del av en flybåret radar-kampanje i Dronning Maud Land der vi kartla store deler av topografien under isen langs kysten. Instituttet har bidratt til flere studier og publikasjoner for å snevre inn usikkerheten om fremtidig bidrag til havnivåøkning fra Antarktis, og for å forstå prosessene som driver endringene. Resultatene av en analyse fra ni års kontinuerlig data-innsamling fra havrigger som er plassert under Fimbulisen (den lengste tidsserie av denne type fra Antarktis) ble publisert i 2023. Disse viser at klimaendringer vil kunne føre til økt smelting i de østlige delene av Antarktis (Lauber m.fl., 2023). Analysen understreker viktigheten av å opprettholde og vedlikeholde instrumentering for å sikre lange tidsserier på nøkkelprosesser.



Nasjonalt miljømål

Negativ menneskelig påvirkning og risiko for påvirkning på miljøet i polarområdene skal reduseres

Mange aspekter ved Norsk Polarinstituttets overvåking og forskning er rettet mot å kartlegge biologisk mangfold. Aspektet med menneskelig påvirkning er mest fremtredende i toksikologisk overvåking, der de fleste – om ikke alle forurensningskildene – er menneskeskapt, samt i studier som hjelper til med å bestemme nivåer for bærekraftig jakt. I 2023 ble utviklingen av Jaktappen fullført for å bidra til å automatisere biologisk viktige input (som reinsdyrbestandens aldersstruktur) og romlige mønstre av jegerpreferanser for spesifikke jaktsteder, til nytte i prosessen med å skape bærekraftige høstingskvoter.

Polarinstituttet søker å ha fokus på kunnskapsproduksjon som bidrar til å sette gode rammer for menneskelig aktivitet i Antarktis, særlig for fiskeriforvaltningen, men til dels også for turistaktiviteten.

Norsk Polarinstitutt har bidratt med betydelig kunnskap og analyser som har vært og blir viktige grunnlag i pågående diskusjoner knyttet til krillforvaltningen i Antarktis.

Prioritering 8: God norsk innsats for å videreføre samarbeidet om klima og miljø i Arktisk råd under norsk lederskap (2023-2025)

Norsk Polarinstitutt personell er fortsatt svært aktiv i aktiviteter under Arktisk råd, til tross for de gjeldende begrensningene. Instituttet deltar i de norske delegasjonene til arbeidsgruppene Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF) og Protection of the Arctic Marine Environment (PAME), og våre bidrag til disse inngår også i nasjonal overvåking og kunnskapsoppbygging.

Vitenskapelige prosjekter fra tidligere år kommer nå samfunnet til gode gjennom publisering av resultater og databaser. Tre nye prosjekter som polarinstituttet leder, startet opp i 2023 under arbeidsgruppene AMAP og CAFF. Noen av nettverkene og ekspertgruppene fortsetter sitt arbeid i henhold til de nasjonale føringene.

Med støtte fra Utenriksdepartementet planla og gjennomførte instituttet i august 2023 et vellykket tokt i Polhavet nord for Svalbard med utvalgte studenter fra flere arktiske land. På toktet fikk studentene gjennomføre egne prosjekter og delta og bidra til en bredt anlagt forelesningsserie. Flere av dem vil, sammen med forskere fra Norsk Polarinstitutt, delta på konferansene Arctic Frontiers og Managing Marine Ecosystems in a Rapid Warming Arctic i 2024, noe som også bidrar til å styrke utbyttet av norsk lederskap av Arktisk Råd.

Prioritering 9: Trollstasjonen skal være en driftssikker og sentral plattform for norsk forskning og overvåking i Antarktis

Norsk Polarinstitutt arbeider aktivt med å videreutvikle Trollstasjonen som plattform for nasjonal og internasjonal forskning. Flere pågående prosesser har strategisk betydning.

Det jobbes for å fornye og oppgradere stasjonen. Dette er nærmere omtalt i kapittel 3.11 om antarktisivirksomheten. Regjeringen valgte i vår konsept for det videre arbeidet med å etablere en ny Trollstasjon etter at konseptvalgutredningen (KVU) for Troll forskningsstasjon ble avlevert i 2023. Sammen med Statsbygg jobber instituttet videre med dette.

Troll Observing Network (TONE) er under etablering. Når det er fullt operativt, vil det sikre et omfattende og langsiktig program for datainnsamling på og ved Troll. TONE vil gi tilgang til data og tjenester som forventes å øke bruken av Troll og tiltrekke et bredere forskningsmiljø.

Norsk Polarinstitutt fortsetter å styrke egen forskningsaktivitet på Troll, og vi legger vekt på å utvikle den i et omfattende internasjonalt samarbeid. Sørsommeren 2022–2023 hadde instituttet to feltpartier på og ut fra Troll, samtidig som vi brukte mye tid på å planlegge den betydelige innsatsen med å etablere våre TONE-komponenter som skal settes i drift i løpet av de kommende sesongene.



Installasjon av TONe værstasjon ved Svarthamaren. Foto: Sebastien Descamps, NP

Polarinstituttet har som praksis å stille seg positivt til forespørslers fra internasjonale forskningsmiljø om bruk av stasjonen, men vi ønsker å vente med å utvikle en offisiell strategi for slikt samarbeid. Instituttet jobber også strategisk for å fremme Troll som et naturlig knutepunkt for store feltkampanjer i denne delen av Antarktis. Dette vil bidra både til å øke bruken av stasjonen og til å utvikle faglig samarbeid. Flyradarkampanjen i RINGS i 23–24-sesongen er et eksempel.

For å bidra til samarbeid og samordning av driften av ulike nasjoners Antarktisprogram, deltar Norge i Council of Managers of National Antarctic Programs (COMNAP), med Norsk Polarinstitutts direktør og avdelingsdirektøren for operasjons- og logistikkavdelingen som representanter. Deltakelsen i COMNAP er høyt prioritert, blant annet for å dele informasjon og erfaringer, samordne logistikkoperasjoner og utvikle protokoller og prosedyrer for operasjoner.

Den spente internasjonale situasjonen i Europa har påvirket samarbeid og samarbeidskonstellasjoner, spesielt logistikksamarbeidet i Dronning Maud Land. Dette har økt den internasjonale aktiviteten ved Troll, og det vil sannsynligvis befeste seg ytterligere de neste årene. På lengre sikt vil vi anta at dette også får ringvirkninger for det faglig samarbeidet på og ved stasjonen.

3.5. Myndighetsutøvelse

Norsk Polarinstitutt er forvaltningsmyndighet i henhold til forskrift av 26. april 2013 nr. 412 om miljøvern og sikkerhet i Antarktis (Antarktisforskriften) og for saker etter verneforskriftene for Bouvetøya naturreservat. Behandling av meldinger og søknader etter disse forskriftene er instruksoppgaver.

Antarktisforskriften sikrer at Norge oppfyller forpliktelsene vi har påtatt oss under miljøvernprotokollen til Antarktistraktaten. Norsk Polarinstitutt er kontaktpunkt for myndighetsutøvere i traktatssystemet og deltar i både generelle diskusjoner og avklaringer om enkeltsaker med andre medlemmer av denne gruppen.

I 2023 mottok vi seks meldinger om norsk aktivitet i Antarktis. Tre av disse gjelder forskningsaktivitet (to på Troll og en på Den antarktiske halvøy) og tre gjelder cruiseaktivitet (alle ved halvøya). Sesongen 2023–2024 er den første med tre norske cruiseoperatører i Antarktis. Saksmengden er innenfor det normale, og vi forventer en tilsvarende saksmengde i 2024. Norsk Polarinstituttets egen aktivitet i Antarktis blir behandlet av Klima- og miljødepartementet.

Instituttet mottok ikke søknader etter verneforskriftene for Bouvetøya i 2023. Vi er kjent med at en norskledet radioamatør ekspedisjon besøkte Bouvetøya i februar 2023, men disse hadde ikke aktivitet som krevde tillatelse etter verneforskriftene. Det har over tid vært lite spørsmål om aktivitet på Bouvetøya, og vi forventer ikke at dette endrer seg i den nærmeste framtid.

3.6. Rådgivning

Norsk Polarinstitutt er i henhold til instituttets hovedinstruks faglig og strategisk rådgiver for departementene og faglig rådgiver for Miljødirektoratet, Riksantikvaren og Sysselmesteren i polar-spørsmål. Dette arbeidet utføres på flere måter, blant annet i direkte kontakt med myndighetene, gjennom høringsuttalelser, leveranser på oppgaver på tildelingsbrev og gjennom utvikling og oppdatering av overvåkningssystemet MOSJ.

I 2023 har instituttet uttalt seg til en rekke høringer, som blant annet gjaldt marine vitenskapelige undersøkelser, plansaker i Longyearbyen planområde, petroleumsutvinning, havvind og mineralutvinning til havs.

MOSJ presenterer og tolker data om viktige miljøindikatorer og samarbeider med miljøstatus.no om indikatorer for de nasjonale miljømålene. Dataseriene som presenteres i MOSJ leveres av Polarinstituttet og andre institusjoner. Instituttets egne dataserier finansieres av både interne og konkurranseutsatte midler. Dataseriene i MOSJ ble brukt i besvarelsen av flere oppdrag i 2023. Blant annet var de av avgjørende betydning for å kunne besvare oppdraget som kom i supplerende tildelingsbrev, der vi mot slutten av året ble bedt om å gjøre en evaluering av måloppnåelse for det nye miljømålet 6.2 om at naturmangfoldet på Svalbard skal bevares tilnærmet upåvirket av lokal aktivitet.

Norsk Polarinstitutt deltar i de norske delegasjonene til Antarktistraktatmøtet (ATCM) og Kommisjonen for bevaring av marine levende ressurser i Antarktis (CCAMLR) som strategisk og faglig rådgiver for Utenriksdepartementet. Instituttet stiller som norsk representant i miljøkomiteen for Antarktistraktaten (CEP). Fra 2018 til og med årets møte ledet en av instituttets ansatte miljøkomiteen på vegne av Norge.

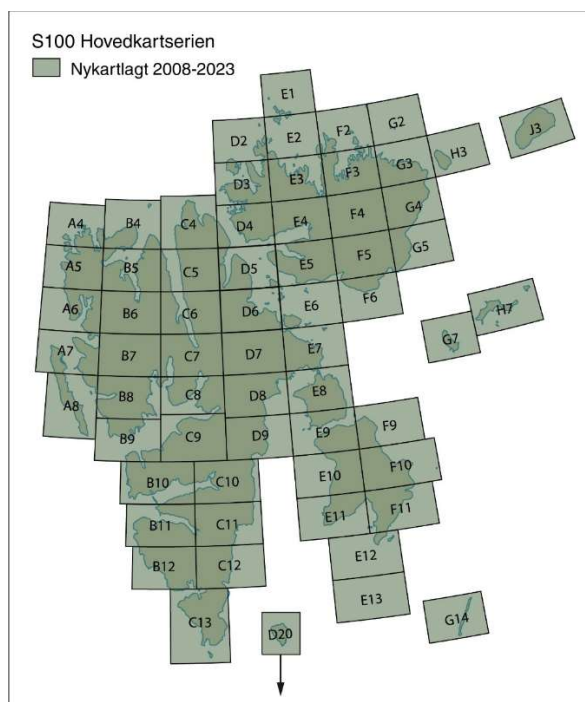
3.7. Kartlegging

Topografiske kart

Norsk Polarinstitutt har i 2023 hatt en stor produksjon av kart, ortofoto og geodata. En heldigital produksjonsløype og bruk av nyeste teknologi bidrar til dette. I tillegg til nykartlegging på Svalbard og i Antarktis, ble det laget en rekke temakart for eksterne brukere og instituttets egne forskere og rådgivere.

For Arktis ble kartbladene C11-Kvalvågen, C12-Markhambreen, D9-Agardhfjellet, G7-Svenskøya, H7-Kongsøya og J3-Kvitøya i den topografiske hovedkartserien for Svalbard (S100) ferdige. Kartene er publisert digitalt og sendt til trykking.

Ortofoto og nye terrengmodeller produseres fortløpende i kartkonstruksjonsprosessen og blir publisert i «Toposvalbard». Naturen på Svalbard endrer seg, og endringene skjer stadig raskere. Breer smelter, kystlinjen endrer seg og elver finner nye løp. De eldste av våre såkalte nye kart er basert på flybilder som nå er 12-16 år gamle. Nøyaktige og oppdaterte kart er nødvendige for søk og redning, sikker ferdsel, forskning og forvaltning. Sommeren 2024 vil vi gjennomføre første runde med ny flyfoto-grafering for å kunne oppdatere kartene. Hvor store deler av Svalbard som vil dekkes, vil avhenge av værforholdene.



Alle kartblad ble i 2023 markert med grønn farge, noe som betyr at Polarinstituttets utgivelser av kart i hovedkartserien for Svalbard etter flyfoto 2008–2012 er slutført.

«Toposvalbard» blir kontinuerlig oppdatert og forbedret med nye funksjoner, nytt innhold og nye digitale kartdata. Karttjenesten er mye brukt og har 3–4 000 brukere fra hele verden hver måned. Instituttets GIS-system, «Svalbardkartet» og «GeoSvalbard», blir også oppdatert med nye kart. Våre

digitale WMS-karttjenester oppdateres etter hvert som nye data ferdigstilles og er grunnlaget for alle andres kartverktøy på Svalbard. Instituttets digitale kartløsninger benyttes blant annet av Syssel-mesteren, Politiet, Forsvaret, Hovedredningssentralen, Lokalstyret, Miljødirektoratet, departementene, NGU, NVE og Riksantikvaren til planlegging, navigasjon, forvaltning og redningsoperasjoner. Kartverket-Sjø benytter våre landdata i sjøkart.

Polarinstituttets digitale kartdata kan lastes ned vederlagsfritt av publikum, både fra instituttets eget datasenter og fra Geonorge – Kartverkets nedlastingstjeneste. Forsvaret får fortløpende digitale trykkefiler til sitt beredskapslager når vi utgir nye papirkart i hovedkartserien (S100). Temakart-produksjonen for interne og eksterne brukere er stor og tidkrevende. Av egne produkter ble det brukt mest tid på et omfattende oversiktskart over Arktis. Kartet vil bli utgitt i 2024, både som digitalt og trykt kart.

For Antarktis ble det i 2023 etablert en ny digital produksjonsløype for å erstatte gamle kart i målestokk 1:250 000 over Dronning Maud Land. Instituttet benytter kostnadsfrie data fra Sentinel satellittbilder og den amerikanske REMA terrengmodellen. Frem til vi får nye flybilder over Svalbard, vil dette arbeidet være vårt hovedsatsningsområde på kartområdet. På Troll Forskningsstasjon er det etablert en dronebasert produksjonsløype for raskt å kunne oppdatere detaljkartene og terrengmodellen over stasjonsområdet. Dette er viktige verktøy for planlegging, drift og vedlikehold av stasjonsområdet.

Norsk Polarinstitutt er navnemyndighet på Svalbard og i Antarktis. Navnekomiteen godkjente flere nye stedsnavn i løpet av året.

Geologisk kartlegging

Norsk Polarinstitutt har bidratt til å utarbeide et digitalt geologisk datasett og kartdatabase, GeoMap (Cox m. fl. 2023), over hele Antarktis gjennom et internasjonalt samarbeidsprosjekt i SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research). Vi har jobbet for å høyne kvaliteten på geologiske kart i Arktis (Bazanik m. fl. 2023) og Antarktis (Elvevold m. fl. 2023) ved å øke vår viten om bergartene som hittil er blitt kartlagt.

Med bedre kjennskap til innholdet av grunnstoffer (for eksempel zirkonium, Schmidt m. fl. 2023), mineraler og alder, kan bergartsdannende prosesser belyses og den geologiske utviklingshistorie valideres. Vårt arbeid på Svalbard har også bidratt til forståelsen av omdannelse av sjeldne jordart-metaller (Maraszewska m. fl. 2023) globalt. Norsk Polarinstitutt ha jobbet videre med kvalitetssikring og digital tilrettelegging av instituttets database for geologiske kart og tilknyttede data.

3.8. Dataforvaltning

Instruksen for Norsk Polarinstitutt tildeler oss rollen som «det sentrale datasenteret for miljøkunnskap om polarområdene» og pålegger oss å «gjøre egne miljødata og publiserte forskningsdata tilgjengelige for videre bruk, og bidra til god samordning av miljø- og kartdata». Vi skal «sikre at alle instituttets publiserte forsknings- og miljødata fra Svalbard, Antarktis og nordlige havområder dokumenteres, arkiveres og tilgjengeliggjøres» og tilby data for videre bruk gjennom digitale tjenestegrensesnitt og digitale karttjenester.

I 2023 satte vi i drift en helt ny produksjonsplattform for publisering av data (data.npolar.no), med oppdatert teknologi og forbedret brukergrensesnitt. Her publiseres individuelle datasett med unike og permanente identifikatorer (DOI), slik at de blir åpent tilgjengelige i siterbar form og kan gjenbrukes

fritt. Datasettene er også søkbare gjennom nasjonale fellesløsninger som nmhc.no, Norddatanet og SIOS dataportal, samt i enkelte internasjonale dataportaler. Ved utgangen av året var omtrent 400 datasett tilgjengelige via data.npolar.no. Tematiske data presenteres på kart i bl.a. <https://svalbardkartet.npolar.no>. Digitale tjenester for grunnkartdata og tematiske kartdata er tilgjengelige for ekstern bruk via geodata.npolar.no, og brukes blant annet i arealverktøyet til Barentswatch.

Instituttet deltar i internasjonalt samarbeid om formidling av polare forskningsdata gjennom «Standing Committee on Antarctic Data Management» under SCAR (SCADM) og «Arctic Data Committee» under IASC og SAON. Vi har bidratt til et frivillig samarbeid mellom alle disse organene om å utvikle en felles, internasjonal søkeside for polare forskningsdata, «Polar Data Search», <https://search.polder.info/>.

Arbeidet med samordning av datapolitikken for disse og flere andre polart orienterte organisasjoner er fullført i Antarktis, men er satt på vent i Arktis som følge av det suspenderte samarbeidet med Russland. Det pågår likevel et uformelt samarbeid under IASC om nye retningslinjer.

3.9. Vertskapsrollen i Ny-Ålesund

I "Hovedinstruks for Norsk Polarinstitutt" er instituttets rolle i Ny-Ålesund omtalt eksplisitt i kapittelet som beskriver instituttets hovedoppgaver og-funksjoner: Vi skal styrke det internasjonale samarbeidet, vi skal drifte forskningsinfrastruktur og vi skal ivareta vertskapsrollen. Disse ulike rollene er også beskrevet i forskningsstrategien for Ny-Ålesund forskningsstasjon fra 2019.

I 2023 er styrking av det internasjonale samarbeidet primært løst gjennom aktiv deltakelse i de fire forskningsflaggskipene, gjennom administrativ og praktisk støtte til flaggskipene fra vår forskningskoordinator i Ny-Ålesund, gjennom videreføring av ukentlige møter i Ny-Ålesund (ledet av Polarinstituttet) og gjennom ivaretagelse av sekretariatsfunksjonen for Ny-Ålesund Science Managers' Committee (NySMAC). Polarinstituttet ledet også arbeidet med etablering av en arbeidsgruppe for feltsikkerhet innenfor rammene av NySMAC, der et hovedpoeng har vært å samle og gjøre tilgjengelig rutiner knyttet til feltsikkerhet. Det er – som tidligere – den enkelte forsker som har ansvar for egen sikkerhet i felt, men arbeidsgruppa vil være viktig for å sikre at de ulike institusjonene kan ta lærdom av andres feltsikkerhetsarbeid, og eventuelt inkludere element fra disse i egne rutiner.

Drift av forskningsinfrastruktur i Ny-Ålesund er knyttet til Norsk Polarinstitutt Sverdrup og Zeppelin-observatoriet. Begge disse er beskrevet i kapittel 3.11.

I vertskapsrollen inngår dels støtte til forskere fra andre norske institusjoner og forskere fra land som ikke selv har fysisk tilstedeværelse i Ny-Ålesund, og dels planlegging av, tilrettelegging for og gjennomføring av offisielle besøk til Ny-Ålesund. Forskerstøtte er beskrevet i kapittel 3.11.

I 2023 ble det gjennomført 10 offisielle besøk til Ny-Ålesund, bl.a. av stortingspresident Masud Gharahkhani og president for den tyske Forbundsdagen, Bärbel Bas, Indias Minister of Earth Sciences, Kiren Rijiju, delegasjoner fra det norske Stortinget, fra det britiske underhuset og fra den tyske forbundsdagen, samt av statssekretærer fra Klima- og miljødepartementet og Kunnskapsdepartementet.



Ny-Ålesund med Norsk Polarinstituttets «Sverdrup» til høyre. Foto: Trine Lise Sviggum Helgerud, NP

3.10. Kommunikasjon og formidling

Mediedekningen var også i 2023 omfattende. Ulike forskningsprosjekt i felt i Ny-Ålesund resulterte i saker i media, npolar.no og sosiale medier, interne sider og til arkiv. Amerikanske CBS News besøkte forskningsstasjonen for å lage lengre innslag om arktiske klimaendringer. I anledning publikasjoner i Nature og Nature Communications basert på tidsserier i Framstredet, deltok kommunikasjonsavdelinga på årets tokt dit. Sosiale medier ble oppdatert underveis med god respons, og vi leverte materiale til innslag i NRK Søndagsrevyen. I etterkant av toktet skrev også NRK om at FF Kronprins Haakon ble fulgt av russisk forskningskip under deler av toktet. Saken fikk betydelig medieoppmærksomhet.

I 2023 var det 150 år siden botanikeren og foregangskvinnen Hanna Resvoll-Holmsen ble født. Hun forfattet Svalbards første flora. Instituttet markerte dette med foredrag i Forskningsparken i Longyearbyen og utstilling på Svalbard museum, støttet av Svalbards miljøvernfond, og foredrag på Framsenteret under Kulturnatta. Aktiviteten førte til medieoppslag i tillegg til npolar.no og forskning.no-artikler og sosiale medier-kampanjer.

Svalbard Science Conference fikk bred dekning bl.a. i egne kanaler, forskning.no og UiO.no. Instituttet bidro også med foredrag om kommunikasjon i sosiale medier i forbindelse med konferansen. Vår store forskningsekspedisjon til Fimbulisen i desember ble dekket i egne kanaler, samt forskning.no., og det er forberedt mediesaker som våren 2024 følges opp av VG.

Instituttet tilrettelegger fortsatt arrangementer for publikum, som Polar bokkafe og fredagsforedrag. I november var det stor markering av stortingsvedtaket om å flytte polarinstituttet til Tromsø i 1993, med deltakelse av klima- og miljøminister Andreas Bjelland Eriksen. Blant annet ble det skrevet en dramatisering av flytteprosessen i samarbeid med Hålogaland Teater, samt egne nettsaker, kronikker og mediasaker.

Intranettet «Isblink» oppdateres hyppig og er viktigste kanal for intern informasjon. Et oppdatert nettsted for polarhistorie ble tilnærmet ferdigstilt og lanseres våren 2024. Skoleverket er en sentral målgruppe, og instituttet deltar aktivt inn i Forskningsdagene og «Fritt Fram» i samarbeid med øvrige institusjoner i Framsenteret.

Polar Research er instituttets fagfelleverderte tidsskrift. I 2023 var tidsskriftets artikler åpnet 265.000 ganger på polarresearch.net. Sammendragene er tilgjengelige på plattformer som Web of Science. Av de 10 mest leste artiklene i 2023, var tre bidrag fra instituttets egne forskere.



Klima- og miljøminister Andreas Bjelland Eriksen var til stede da Polarinstituttet markerte stortingsvedtaket om å flytte instituttet til Tromsø, Foto: Ann Kristin Balto, NP

3.11. Logistikk og infrastruktur

Arktis

Operasjon og Logistikkavdelingen (OLA) bidrar med logistikk- og feltstøtte til de fleste av instituttets forsknings- og overvåkingsprosjekter i Arktis, dvs. med materiell og personell til felt- og toktaktivitet fra Longyearbyen og Ny-Ålesund, samt terrestriske og marine prosjekter på og rundt Svalbard og i Polhavet. Logistikkpersonellens tilstedeværelse og kompetanse gjør instituttet i stand til å levere på oppdrag i tildelingsbrevet.

I 2023 fikk over 60 prosjekter støtte med logistikk, feltutstyr, planlegging og gjennomføring av feltarbeid. Det ble utført 44 båtoppdrag i Isfjorden. Det gis støtte til FF Kronprins Haakon i stadig større

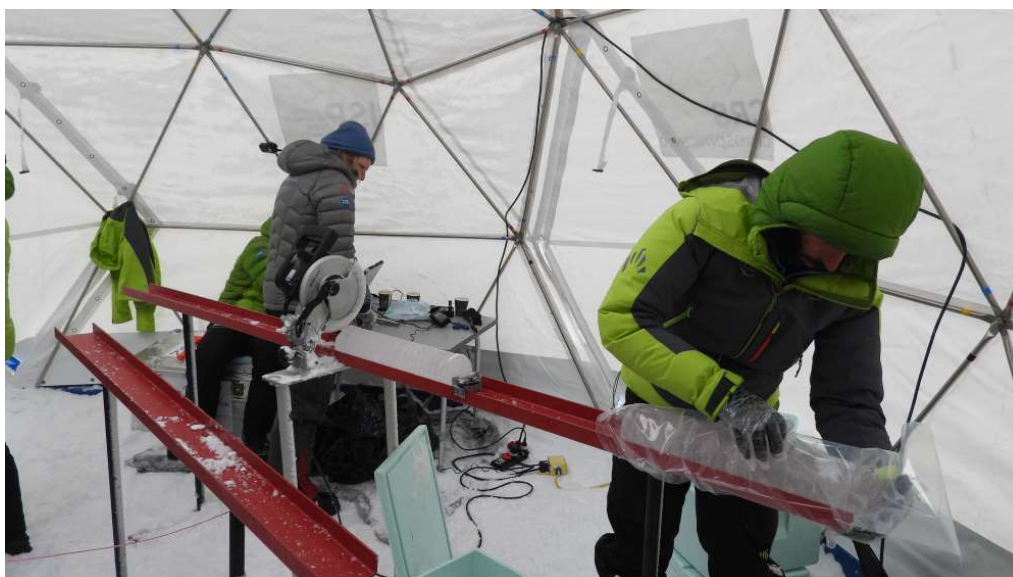
grad, og det ble gjennomført 237 rene forskningsdøgn og noen representasjons-dager, som under Arctic Frontiers. Sikkerhetspersonell var på fem tokt med skipet. Norsk Polarinstituttets toktandel var 63 dager, og toktene ble gjennomført iht toktplanen. Instituttet ga støtte til andre tokt i Arktis og Antarktis.

Årets statstokt var et samarbeid med Kystvakta/KV Svalbard, med deltagere fra mange institusjoner. Arbeidet dekket bl.a. vedlikehold av navigasjonsinnretninger, værstasjoner, AIS basestasjoner, GPS-stasjoner og hytter, samt utsetting av drivstoff for isbjørnovervåking og støtte til massebalansearbeid på Austfonna og sjøfuglovervåking.

Feltarbeidet på land ble gjennomført uten avvik. Det jobbes kontinuerlig med feltsikkerhet/ kvalitets-sikring og styringsverktøyet CIM. I 2023 ble det holdt 33 kurs i bl.a. isbjørnsikkerhet, førstehjelp, bredning og ferdsel i skredterreng for prosjektmedarbeidere.

Logistikkpersonellet i Ny-Ålesund drifter forskningsinfrastruktur og ivaretar vertskapsrollen ved å støtte forskningsinstitusjoner med logistikk, feltutstyr og gjennomføring av feltarbeid. I 2023 fikk 60 prosjekter fra 14 nasjoner støtte. Det var 2521 forskerdøgn på stedet (1041 fra polarinstituttet, 748 fra andre norske institusjoner, og 732 fra utenlandske institusjoner). En kartlegging av tilstanden for Zeppelinobservatoriet (472 moh.) konkluderte med at bygget har en uakseptabel tilstand innenfor elektro, brann, ventilasjon og kjøling. Norsk Polarinstitutt planlegger en utbedring i 2024–2025. Vedlikehold av taubanen planlegges i 2024 for å sikre trygg drift.

Arbeidstilsynet var på tilsyn i Ny-Ålesund i juni. Rapporten ga varsel om sju pålegg som ble lukket i om høsten. Dette inkluderer midlertidig bruksforbud av verkstedet, som har konsekvenser for operasjonene. Det søkes løsninger hos Kings Bay for å sikre gode tjenester.



Norsk Polarinstitutt var en viktig tilrettelegger av et forskningsprosjekt som drillet dype iskjerner fra Holtedahlfonna på Svalbard i 2023. Forskere fra instituttet samarbeidet med italienske og franske forskere i dette klimaprojektet. Foto: Jean-Charles Gallet, NP

Antarktis

I Antarktis er sørsommeren fra november til mars høysesong for forskning, logistikk og virksomhet på Troll forskningsstasjon. Rapporteringen deles i januar–mars 2023 og oktober–desember 2023.

Forsyningstoktet med M/V Silver Arctic for sesongen 2022–23 ble avsluttet i Tromsø 13. mars – en rundtur på 20 000 nautiske mil over 96 dager. Ca 758 tonn, inkludert drivstoff, ble fraktet til iskanten ved 4 grader øst. En forskningsgruppe som arbeidet på polarinstituttets havrigger i Kong Håkon VII Hav var med som del av vår observasjonsinnsats i Troll-transektet. Forsyningstoktet 2023–24 startet i Tromsø 4. desember, med ca 1260 tonn last. Også dette toktet ble brukt for observasjoner, og en forskningsgruppe gjorde havisstudier.

Transporten fra isbremmen ble gjennomført med 11 transporttraverser tur/retur Troll–Sledeneset. Traversene varer omtrent fem dager. Det ble etablert nytt depot før hengslingssonen, for å starte tømning av depotet på Troll før siste del av kjøreruten til kysten klareres. Hengslingssonen er et område med mange bresprekker, og det kan ta 14 dager å klarere den 15 kilometer lange traseen gjennom sonen, ved hjelp av georadar. Arbeidet utføres i starten av hver sommersesong.

Tidlig i 2023 ble forskningsprosjekt fra Durham University, Norsk institutt for luftforskning (NILU) og polarinstituttets massebalanseovervåking i Jutulsessen støttet på flere områder. NILU fikk også støtte til å utvide sin luftmålestasjon på Trollhaugen. For oktober til desember ble fikk flere forskningsprosjekter støtte, blant annet Fimbulisen-observatoriet (FIO, i TONe). Et forskningsprosjekt fra Alfred Wegener Institut (AWI) fikk flyoperativ og logistisk støtte, samt kost og losji. Det internasjonale samarbeidsprosjektet RINGS, ledet av polarinstituttet og AWI, fikk operativ støtte til flybaserte målinger. I siste periode fikk den langsiktige overvåkingen av sjøfuglkoloniene i Svarthamaren støtte. Prosjektet har årlige opphold på Tor sommerstasjon.

Totalt ble det registrert 1208 forskerdøgn på Troll, inkludert teknikere og flymannskap. Av disse utgjør eksterne forskere, teknikere og støttepersonell 190 forskerdøgn (hovedsakelig RINGS). I januar kom 13 personer fra forskjellige departementer på studietur. Delegasjonen, ledet av klima- og miljøministeren, fikk bl.a. innsikt i Norsk Polarinstitutts drift av Troll.

Troll forskningsstasjon har et overvintringsteam på seks som driver stasjonen og infrastruktur for forskning for KSAT fra november til november. Under sørsommeren øker antallet p.g.a. gjestende forskere, vedlikehold og logistikkoppgaver. Antall personer ligger mellom 40 og 50 med de som er ute i felt. Siden vi under sommersesonger har transittpassasjerer fra andre nasjonale programmer, hadde vi opptil 103 personer samtidig på stasjonen og flyplassen. Til sommerdriften i 2023 ble det brukt 3897 dagsverk. En av sommeroppgavene er å forberede overvintringsteamet på overvintringen, og gi opplæring i flyoperasjoner, forebyggende brannopplæring, førstehjelp, ferdsel på bre etc.

Det mangler infrastruktur som laboratorium, kontorer og kjølelager før Troll kan regnes som en fullverdig forskningsstasjon. Personalet på Troll har likevel sørget for kontinuerlig og sikker drift av de automatiske overvåkingsinstrumentene på stasjonen hele året. Det er etablert et formelt samarbeid med Meteorologisk institutt om værrapportering fra Troll tre ganger daglig, alle dager, året rundt.

Etter to sesonger med pandemi og lav aktivitet ble sommeren 2022–23 en sesong der vi fikk hentet inn etterslep på teknisk vedlikehold og logistikk. Urolighetene i verden satte likevel sitt preg på driften da nasjonale programmer fra Tyskland, Finland og Sverige gikk over til å bruke Norsk Polarinstitutts

flyprogram, som ga flere personer i transitt for å bli flydd til sine stasjoner. Det påvirket driften, og lengden på sommersesongen måtte økes for å forberede mottak av de ekstra flypassasjerene.

Det var utarbeidet en smittevernprotokoll som fulgte anbefalingene fra COMNAP for alle reisende. To passasjerer fra nasjonale programmer ble nektet innreise til Troll på grunn av positiv covidtest. I siste del av 2023 var det fem tilfeller av koronavirus på stasjonen. Et medlem av overvintringsteamet ble dessuten akutt syk, og vedkommende måtte evakueres til Cape Town for operasjon, men returnerte til Troll.

Teknisk infrastruktur fikk vedlikehold i perioden. Deler av VVS- og fjernvarmeanlegget i stasjonsområdet ble omlagt for å forsterke det og for å legge til rette for fremtidige utvidelser. Mindre ombygginger ble gjort på renseanlegget for å forbedre driftssikkerheten og tilgjengeligheten for rengjøring og vedlikehold. Arbeidet med å rydde opp i eksisterende infrastruktur på stasjonsområdet fortsatte.



Troll Forskningsstasjon. Foto: Stig Mathisen, NP

Vinteren 2023 var det betydelig snøakkumulasjon i stasjonsområdet, og store ressurser ble brukt på å fjerne snø før smeltingen startet. Verkstedet fikk fjernvarme i golv for å forbedre arbeidsforholdene. Ny, isolert garasje for brannbilen ble satt opp, og fjernvarme til oppvarming ble tatt i bruk, noe som sparer strømforbruk. Et bygg som vil bedre forholdene for besetningen og forskerne ble påbegynt i 2023.

Forlegningskapasiteten på stasjonen og Blåbo brakkerigg er inntil 84 personer, men brakkeriggen er uten innlagt vann og avløp. Noen av rommene er blitt ubeboelige, noe som reduserte kapasiteten med seks sengeplasser. Totalt var det 6237 overnattingsdøgn i løpet av sommersesongene i 2023. Tor sommerstasjon ble utvidet med 20m² og oppgradert.

Norsk Polarinstituttt gjennomførte ni interkontinentale flyginger til Troll i 2023. Forskjellige operatører ble leid inn for de interkontinentale flyvningene, som NORSE, som hadde sin første flyvning til Troll i november 2023 med en 787 Dreamliner. Det var første gang denne flytypen landet i Antarktis, og første gang en norsk flyoperatør ble brukt til personell-logistikken til Troll. Flyvningen fikk betydelig oppmerksomhet nasjonalt og internasjonalt. Ved å ta ned et så stort fly økes kapasiteten for frakt og passasjerer betraktelig. I perioden var det 32 kontinentale flyvninger tilknyttet andre nasjonale programmer og RINGS.

Som en del av instituttets støtte til værmeldingstjenesten i Dronning Maud Land hadde Deutscher Wetterdienst (DWD) utplassert en meteorolog på Troll i januar 2023. Værmeldingstjenesten leveres av AWI og er en del av samarbeidet i Dronning Maud Land Air Network. Tjenesten er svært viktig for flysikkerheten.

Vedlikehold og oppgradering av Troll Airfield krever egne personalressurser. Arbeidet med å fjerne ujevnheter på rullebanen vil kreve store ressurser fremover. Banen må også rettes ut, da forskjellig bevegelseshastighet i isen på endene av flystripen gjør at den blir kurvet. Sand-hull (kryokonitter) kan ikke fjernes og fortsetter å skape problemer, og flystripen må dekkes med et tykt lag snø for å være operativ. Snøen fjernes før interkontinentale fly lander. Instituttet har et godt samarbeid med Avinor som bidrar med kurs og opptrening av NPs personell på bla brannsløkking og andre tekniske forhold relatert til flyplassdrift. Bla avholdes det kurs hvert år hos Avinor i Longyearbyen for NPs personell som hvor brann og havari opptrening foretas på treningsanlegget til Avinor ved Longyearbyen lufthavn.

.Del IV: Styring og kontroll i virksomheten

Risikovurderinger knyttet til måloppnåelse

Gjennom systemet vi har utviklet for vurdering av risiko, har vi i større grad hatt fokus på tiltak for å ta ned slik risiko, men også på hvilke nye risikoer som eventuelt har oppstått. Dette er nå utvidet til flere områder.

Risikostyring og analyser

I 2023 var sikkerhetsarbeidet prioritert mot å implementere sikkerhetsstyringsverktøyet NP-CIM i hele organisasjonen. For Norsk Polarinstitutt har det en høy verdi å forankre hvilke verdier de ulike seksjonene forvalter og ivaretar. Det har vært jobbet med å videreutvikle risikoanalyser for å ha enda bedre risikostyring.

Det har vært stor utvikling på data- og nettverkssiden hos instituttet. Det har vært gjort, og gjøres fortsatt, en betydelig jobb for å sikre våre systemer for å ivareta integritet, tilgjengelighet og konfidensialitet på våre forskningsdata. Nettverksarbeidet strekker seg langs hele akse fra Dronning Maud Land til Svalbard.

Vi hadde i 2023 også fokus på Norsk Polarinstitutt i det globale perspektivet for å vurdere hvilke sikkerhetstrusler polarinstituttet kan bli utsatt for. Gjennom et fruktbart samarbeid med de ulike sikkerhetsmyndighetene utvikler vi gode trusselvurderinger som brukes for å redusere sårbarheter i hele instituttet.

FNs bærekraftsmål

I arbeidet med bærekraftmålene ved Norsk Polarinstitutt ble det i 2022 bestemt at det første trinnet skulle være en kartlegging av utslipp. Siden det manglet intern kompetanse for å gjennomføre denne kartleggingen, ble det innhentet konsulentbistand. Det ble valgt en kartlegging som i stor grad baserte seg på volumtall i stedet for kostnadsfaktorer. Volumtall er mer presise når det gjelder utslipp, men det er en mer krevende innsamling av data.

De fleste utbetalingene fra 2023 ble gjennomgått, og informasjon om antall reiser ble hentet fra instituttets reisebyrå. Sluttrapporten for utslippskartleggingen vil være klar våren 2024. Rapporten vil ta utgangspunkt i GHG-protokollens tre fokusområder (scopes): Scope 1 omhandler direkte utslipp fra instituttets flåte av kjøretøy (biler, scootere, båter), Scope 2 omhandler utslipp knyttet til energi-produksjon og Scope 3 omhandler innkjøpte tjenester, varer og salg.

Utslippskartleggingen vil bli brukt til å evaluere hvilke utslipp som kan reduseres, hvor det kan oppnås størst effekt og hvilke som må opprettholdes for å nå virksomhetsmålene. Bærekraftsmålene skal formidles til hele instituttet, der hver ansatt forventes å bidra. Hvordan arbeidet skal organiseres internt vil bli avklart i 2024.

Revisjonsmerknader

Det framkom ingen merknader til årsregnskapet for 2022. Revisjonsberetningen for 2023 er ikke klar. Det kan komme en merknad fra Riksrevisjonen for 2023 regnskapet. Omlegging av rutiner hos Norges Forskningsråd (NFR) har medført at Norsk Polarinstitutt har forskuttert for store kostnader som vi ikke

har fått refundert på riktig side av årsskiftet. Problemstillingen er tatt opp med DFØ og Riksrevisjonen, og det er dialog med alle parter samt det er løftet opp på departementsnivå fra Riksrevisjonens side.

Fellesføringer

For budsjettåret 2023 var det tre fellesføringer i Norsk Polarinstitutt's tildelingsbrev:

1. Lærlinger skal stå i et rimelig forhold til virksomhetens størrelse
2. Redusere konsulentbruken
3. Virksomhetene skal vurdere mulighetene for desentralisert arbeid og legge til rette for dette der det er hensiktsmessig

Lærlinger

Norsk Polarinstitutt skal hvert år vurdere å tilby opplæring i nye lærefag og om en kan øke antallet lærlinger. Ved instituttet har vi i perioden 2022–2024 en lærling innenfor fagområdet dataelektronikk. Flere lærlinger innenfor dette området er ønsket, men siden dette er vår første i faget, starter vi med en for å være sikre på å levere godt på det faglige.

Vi har tidligere hatt lærlinger innenfor fagområdene IKT og foto. For tiden har vi ikke kapasitet til å ta inn en ny lærling innen fotofaget. Miljødirektoratet, som nå leverer IKT-tjenester til instituttet, har to lærlinger som er lokalisert i våre lokaler og bistår ansatte. Havforskningsinstituttet drifter vårt forskningsskip FF Kronprins Haakon, og det er flere lærlinger på skipet.

Instituttet jobber for å identifisere fagområdet hvor vi kan ha lærlinger, men ansatte har begrenset kapasitet til å følge opp utdanningsløpet. Vi aksepterer mange forespørsler fra NAV/Ressurs Tromsø om praksisplasser for personer som har falt utenfor arbeidslivet. I 2023 hadde vi tre personer utplassert tilknyttet forskningsavdelingen. I tillegg tar vi imot studenter i ulike praksisløp, og vi har blant annet biologistudenter på bachelornivå fra UIT Norges arktiske universitet på et emne som handler om bruk av biologifaget i arbeidslivet. Studentene har bidratt inn i vårt arbeid med miljørådgivning.

Norsk Polarinstitutt er tilknyttet KomOpp, opplæringskontoret for offentlig sektor i Troms.

Bruk av konsulent tjenester

Norsk Polarinstitutt har over mange år i liten grad benyttet seg av konsulenter. Vi har kultur for å bruke interne ressurser til de fleste oppgaver og aktiviteter. På kommunikasjonsområdet ble det kun brukt litt assistanse til grafiske tjenester på rapporter og nettsider, totalt under 100.000 kr. Ved større arrangementer leier vi noen ganger inn eventbyrå, men utover dette benyttes i all hovedsak ikke konsulenter innen kommunikasjon. Deler av utgiftene til felles IKT-tjenester som drives av Miljødirektoratet, og tjenester vi kjøper fra DFØ, føres som konsulent tjenester. I 2023 brukte vi et betydelig beløp på konsulent tjenester fordi vi finansierte kostnadene Statsbygg hadde i avklaringsfasen for en ny Trollstasjon, totalt 3,5 millioner kroner.

Desentralisert arbeid

Norsk Polarinstitutt har mange ansatte som er borte fra kontoret i lengre perioder på grunn av felt- og toktarbeid og avspasering av dette. Vi har vurdert at det ikke er hensiktsmessig og effektiviserende for oss å legge til rette for utstrakt bruk av desentralisert arbeid/ hjemmekontor. Vår kontorstruktur er også desentralisert i sin normale form, ved at hovedkontoret ligger i Tromsø, og at vi alltid har ansatte i Longyearbyen og Ny-Ålesund på Svalbard og på Troll i Antarktis i tillegg.

Del V: Vurdering av fremtidsutsikter

Global oppvarming skaper klima- og naturmiljøendringer både i Arktis og Antarktis. Samarbeidet mellom Norsk Polarinstitutt og russiske institusjoner ble lagt på is etter Russlands invasjon av Ukraina i 2022. Manglende tilgang til data i store deler av Arktis vil ha betydning for usikkerheten i klimaprediksjonene fremover. Betydelige usikkerheter i grunnleggende komponenter i klimamodellene gjør det utfordrende å forutsi de raskeste endringene i det terrestriske og marine miljøet. Disse usikkerhetene, sammen med økt kommersiell aktivitet i de nordlige områdene (turisme, fiskeri, transport) og miljøforstyrrelsene dette fører med seg (støy, utslipp, plastforurensning) krever et bredt søkelys på forskning og overvåking.

Oppdatert kunnskap og treffsikre fremtidsprognoser fordrer både tverrfaglig og internasjonalt samarbeid. Forskingen er internasjonal, og polarforskere er vant til å arbeide i internasjonale samarbeidskonstellasjoner og konsortier. Det neste internasjonale polaråret (IPY) er berammet til 2032–2033, og gir oss en mulighet til å gjennomføre koordinerte feltkampanjer og vitenskapelige målinger med mål om å belyse problemstillinger som ellers ville vært vanskelig å svare ut som enkelt institusjoner. Et vellykket IPY fordrer koordinert innsats både nasjonalt og internasjonalt, gjennom å etablere felles målsetninger, samstemme finansieringssystemer og koordinert planlegging. Ny forskningsstasjon i Dronning Maud Land og forskningslandslagsatsingen Framtidens Polhav vil være viktig markører i Norges bidrag under IPY, gitt finansiering. Norsk Polarinstitutt vil i tillegg bidra gjennom små og store prosjekter og kampanjer sammen med våre internasjonale samarbeidspartnere i oppløpet til og under IPY.

Siden klimaprosessene, naturmiljøet og økosystemet er tett sammenkoblet, så må Norsk Polarinstitutt arbeide på et systemnivå for å imøtekomme vårt oppdrag. Vi ser derfor et behov for å få ny vitenskapelig og teknisk kompetanse tilført organisasjonen, samtidig som vi har et behov for et bredere observasjonsgrunnlag og økt datafangst. Gode og relevante råd fra Norsk Polarinstitutt til våre myndigheter krever målrettet og forvaltningsrelevant forskning og miljøovervåking på Svalbard og hav-områdene rundt, i Polhavet og i Antarktis. Dette igjen fordrer tunge logistiske operasjoner med gode sikkerhetsforanstaltninger. Et stadig mer krevende økonomisk landskap legger et økende press på våre ressurser, samtidig som vi skal vel ivareta våre forventinger og oppgaver. For å imøtekomme det økende behov for kunnskap som tegner seg i polarområdene, i takt med natur- og klimaendringene, så er det i tillegg et behov for en videreutvikling av Polar-instituttets faglige aktivitet gjennom strategiske satsinger og nyrekruttering.

Et eksempel på utfordringer som ligger foran oss kan vi hente fra arbeidet med norske verneområder i havet. For å kunne bidra med et godt kunnskapsgrunnlag til forestående utvelgelse av verneområder, kreves det omfattende kartlegging av havområder som til nå ikke har blitt godt nok undersøkt. Her må Norsk Polarinstitutt levere godt på våre kjerneområder, som f.eks. istilknyttede arter og økosystem, samtidig som vi må trappe opp samarbeidet med andre relevante forskningsutøvende organisasjoner og kunnskapsmiljøer. Polarinstituttets evne til å levere forskningsresultater og miljøinformasjon avhenger også av en sikker og formålstjenlig forvaltning av råstoffet vårt; data. Tekniske infrastrukturer for dette skal utvikles, drives og holdes kontinuerlig oppdatert på et høyt kvalitetsnivå for å sikre at vi unngår tap eller forvitring av data som følge av utstyrssvikt eller mangelfulle rutiner. Med en kompleks infrastruktur spredt på hovedkontor, stasjoner, skip og instrumentering i felt er dette en komplisert og kostnadskrevede oppgave. Den teknologiske utviklinger innen mange områder stiller nye krav til oss;

innen forskning og overvåking, hvor vi skal ta de nye metodene i bruk, men og innen cybersikkerhet, hvor vi må sikre at våre data og verdier er trygge.

De siste par årene har vi sett en raskt akselererende utvikling innen maskinlæring og kunstig intelligens, både av teknologien i seg selv og av bruken av den. For feltvirksomhet, forskning og rådgiving innebærer dette både trusler og muligheter. Mulighetene ligger blant annet i ny kapasitet til analyse av store datamengder, tolking av komplekse sensordata og forbedret miljøovervåking og modellering. Truslene kan ligge i et økt antall datainnbrudd, svindel og manipulering av data og forskningsresultater, samt i en uberettiget menneskelig tillit til maskinelle analyse- og tolkningsresultater, hvor resultatene kan være basert på utvalgsskjevhet i data og hvor det kan ligge utfordringer i etterprøvbarehet og resultatårsak.

Naturen på Svalbard endrer seg raskt på grunn av klimaendringene. Skal vi kunne nå våre mål om å ha oppdaterte kart over Svalbard for sikker ferdsel og god forvaltning, trenger vi nye flyfoto over hele Svalbard. Vi starter med ny flyfotografering i 2024. Værmessige forhold og fremtidige budsjetter vil avgjøre når vi har nye flybilder over hele øygruppen. Ajourføringen av våre kart fra disse bildene er en tidkrevende prosess. I Antarktis er vi avhengig av feltarbeid for å kunne lage mere detaljerte kart i kjerneområdet mellom våre stasjoner Troll og Tor. Kombinasjonen av disse forholdene gjør at det er et behov for flere fagfolk med kart-, GIS- og geodatautdanning i organisasjonen.

Vi er i oppstartsfasen for forprosjekt av en eventuell ny forskningsstasjon på Troll i Dronning Maud Land, isbryteren Kronprins Haakon har økende kostnader og prisnivået på felt og tokt i nord og sør samt tjenester i Ny-Ålesund stiger. Økende logistikkutgifter blir en utfordring for oss i årene som kommer. Etablering av ny forskningsstasjon i Antarktis må følges opp strategisk, med hensyn til nybyggprosessen, samtidig drift av gammel stasjonsbygning, fremtidig Antarktiskforskning, forvaltning, myndighetsutøvelse og økende interesse fra internasjonale partnere. Norsk Polarinstitut vil i prosjektfasen og årene som kommer ha et tydelig søkelys på realisering av effektmålene innen tilstedeværelse, forskning, effektivitet, miljø og satellittvirksomhet på Troll. I dette arbeidet vil vi samarbeide med KLD, Statsbygg, Forskningsrådet og andre sentrale etater fremover.

Del VI: Årsregnskap

Ledelseskomentar til årsregnskapet 2023

Formål

Norsk Polarinstitutt har røtter tilbake til vitenskapelige ekspedisjoner på Svalbard i 1906 – 1907, som var direkte forløpere til opprettelsen av instituttet i 1928. Instituttet er et direktorat underlagt Klima- og miljødepartementet og er en ordinær statlig virksomhet som fører regnskap i henhold til kontantprinsippet.

Norsk Polarinstitutt driver naturvitenskapelig forskning, kartlegging og miljøovervåking i Arktis og Antarktis og er faglig, strategisk rådgiver for staten i polare spørsmål. Instituttet representerer også Norge internasjonalt og er utøvende miljømyndighet i Antarktis.

Bekreftelse

Årsregnskap for statlige virksomheter er utarbeidet og avlagt etter nærmere retningslinjer fastsatt i bestemmelser om økonomistyring i staten (“bestemmelsene”). Årsregnskapet er i henhold til krav i bestemmelsene punkt 3.4.1, nærmere bestemmelser i Finansdepartementets rundskriv R-115 av desember 2022 og eventuelle tilleggskrav fastsatt av overordnet departement. Jeg mener regnskapet gir et dekkende bilde av instituttets bevilgninger, regnskapsførte utgifter, inntekter, eiendeler og gjeld.

Vurderinger av vesentlige forhold

I 2023 har instituttet samlet utgiftsført kr. 492 452 511 hvorav kr. 40 778 789 inkluderer andel gitt over andre kapitler (belastningsfullmakter) og nettordning for betalt merverdiavgift som vist i bevilgningsrapporteringen. I tillegg kommer bevilgningsrapportering (8450) vedr. avsetninger til Svalbardregnskapet kr. 3 900 000 som også vist i note C.

Note A viser samlet tildeling inklusiv overføring fra 2022 på egne kapittel 1471, postene 01, 21 og 50. Post 01 driftsutgifter viser merutgift på kr. 51 910 592 og 21 posten spesielle utgifter viser en merutgift på kr. 19 277 129. Justert for netto merinntekter på kap. 4471, post 01, 03 og 21 gir dette et merforbruk på kr. 1 634 802 på 01 posten og et mindre forbruk på kr. 424 457 på 21 posten. Dette søkes overført til neste år iht. beregninger i note B.

På post 50 stipend har instituttet bokført kr. 561 000 av tildelingen på kr. 561 000. Regnskapsførte inntekter på kap. 4471 post 01 salgs og utleieinntekter ble i 2023 på kr. 10 351 887, det vil si kr. 3 333 887 høyere enn det Klima- og miljødepartementet fastsatte som inntektskrav i tildelingsbrevet.

Anslaget på kap. 4471 post 03 inntekter fra tjenesteyting (eksterne midler) viser også en merinntekt på kr. 46 941 903 som knyttes til høyere aktivitet på søknader finansiert over eksterne prosjekter. Det gjøres oppmerksom på at samme beløp er belastet utgifts-delen på kap. 1471, post 01 driftsutgifter som også forklarer merutgiften på denne posten. Prosjekter som ikke avsluttes i 2023 interimføres slik at rest overføres til 2023.

Merinntekter på kap. 4471 post 21 inntekter Antarktis går i sin helhet til å dekke inn andel utgifter på kap. 1471 post 21 fra andre eksterne samarbeidspartnere. Generelt nevnes at det har vært høyere

kostnader som en konsekvens av økte priser og annen generell prisøkning på driftssiden som også gjelder den delen vi krever refusjon for. Dette gir da også utslag i høyere inntekter.

Artskontorapporteringen viser brutto rapporterte utgifter til drift på kr. 438 990 694. Av dette utgjør netto utbetalinger til lønn kr.175 652 553 mot kr.169 829 534 i 2022. Netto økning i lønnsutgifter tilskrives i hovedsak lønnsgradning, økte pensjonsutgifter og noe høyere aktivitet på eksterne prosjekter sammenlignet mot 2022. Sykepenger og andre refusjoner økte med kr. 1 419 553. Lønnsandel av brutto driftsutgifter er i på 40 % som er en reduksjon på 2% fra 2022.

Andre utbetalinger til drift øker netto med kr. 30 768 967 fra 2022 til 2023, en økning på 13 %. Hovedårsaken til økningen tilskrives høyere omsetning på eksterne prosjekt, økte utbetalinger til reparasjon og vedlikehold av maskiner, utstyr mv. og at posten for øvrige driftsutgifter har økt fra 2022 til 2023. Samtidig ser vi en reduksjon i leie av maskiner, inventar og lignende. Driftsregnskapet for Kronprins Haakon viser totale utbetalinger på kr. 30 416 475, en økning på kr. 1 721 825 fra 2022.

Totale innbetalinger fra drift (note 1) viser en økning med kr. 43 996 252 fra 2022 til 2023. Dette skyldes i hovedsak økte innbetalinger på eksterne prosjekt (NFR, EU, m.fl.) med kr. 36 268 842. Inntekter og refusjoner knyttet til drift av stasjonen på Troll økte også med kr. 3 046 809 fra 2022 til 2023. Salgs- og leieinntektene økte med kr. 4 397 385 fra 2022 til 2023 som i hovedsak knyttes til økt utleie av Kronprins Haakon med kr. 1 915 143 og posten for salg/refusjon diverse med kr. 1 407 372.

Det ble i 2023 utbetalt kr. 44 385 905 til ulike investeringer. I 2022 utgjorde dette kr. 32 581 557, en økning på kr.11 804 348. Økningen knyttes i hovedsak til maskiner og transportmidler. I tillegg til utbetalinger til investeringer har Norsk Polarinstittutt en eierandel i Framsenteret AS á kr 50 000 etter fullmakt fra Klima- og miljødepartementet. Denne posten kommer til uttrykk i balanseregnskapet.

Oppstillingen av artskontorapporteringen viser hvilke eiendeler og gjeld-mellomværende består av.

Foruten rapportert mellomværende har Norsk Polarinstittutt pådratt seg en leverandørgjeld pr. 31.12.2023 på kr. 10 233 742 som ikke er betalt. Disse er da ikke bokført i 2023-regnskapet, men inngår i kortsiktig gjeld i spesifisering av denne posten i note 8, bokført avregning med Statskassen. Dette gjelder faktura med fakturadato i 2023 som er mottatt på slutten av året med forfall i 2024. En del av dette gjelder også leveranse av varer og tjenester som ble levert i 2023.

Som en reduksjon av kortsiktig gjeld er det bokført til sammen kr. 15 060 769 som gjelder forskuddsbetalte utgifter på eksterne prosjekt. Disse er hjemlet i løpende kontrakter og vil bli refundert og tilbakebetalt i 2024.

Refusjonsordninger og belastningsfullmakter

Bevilgningsrapporteringen viser en samlet omsetning på belastningsfullmakter med kr. 27 792 577 som er belastningsfullmakter gitt fra Utenriksdepartementet, Klima- og miljødepartementet og Miljødirektoratet. I tillegg kommer belastning på Svalbard-regnskapet med kr.3 900 000 som rapporteres særskilt som endel av bevilgningsrapporteringen for 2023.

Andre forhold

Fra 2023 og en utvikling over flere år, ser vi at store finansører som NFR, EU mfl. endrer sin dekningsstrategi til færre akonto/forskuddsutbetalinger på prosjekter til etterskuddsvis fakturering av påløpte utgifter. Dette medfører at Norsk Polarinstitutt i langt større grad må «forskuttere» utgifter for så å fakturere/kreve disse dekt i etterkant med hjemmel i kontraktene og avtalt tidsløp for gjennomføring av prosjektene. Dette vises også i årets kontantregnskap der totale utbetalinger hjemlet i eksterne kontrakter er på kr. 130 810 672 mens innbetalinger på prosjektene er på kr. 115 749 903. For å få et riktig bilde av instituttens egen økonomi føres dette som krav mot prosjektene på kr. 15 060 769 som nevnt tidligere.

Eksterne prosjekt (NRF, EU mfl.) følges opp i internregnskapet mot gjeldende avtaler og kontrakter. Kontantregnskapet gjenspeiler hva som faktisk er utbetalt og innbetalt på det enkelte prosjekt. For å kunne skille den eksterne økonomien fra Norsk Polarinstituttens egen driftsramme på kap./post 1471 01 har det i alle år vært benyttet muligheten for interimis-føringen. Bakgrunnen for dette har vært å skille ut/presentere ordinær drift til instituttet slik at øremerkede kontraktsfestede midler (til eksterne prosjekt) ikke skal påvirke instituttet sitt resultat (kap/post 1471 01). Dette fordi utgiftsføring på eksterne prosjekter føres på samme kapittel/post 1471 01.

Oppsummert – merforbruk

Regnskapsmessig resultatet i 2023 viser et merforbruk på kr. 1 634 802 på 01 posten og et mindre forbruk på kr. 424 457 på 21 posten. Vi beklager merforbruket ut over fullmakten på 01 posten.

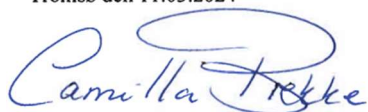
Resultatet knytter seg til en kombinasjon av økte utgifter finansiert med økte inntekter i tillegg til økte bevilgninger. Etter en nærmere analyse av regnskapet kommenteres følgende:

- Merforbruket på kap. 1471 01 (Ordinær ramme) med kr. 51 910 592 skyldes i hovedsak økt aktivitet på eksterne prosjekter utover omsetningskravet satt av departementet i tildelingsbrevet. Ovennevnte merforbruk dekkes da inn med merinntekter ført på kap. 4471 03 jfr. bevilgningsrapporteringen (innbetalinger eksterne prosjekt) med kr 46 941 903 og økte salgs- og leieinntekter med kr. 3 333 887 på kap. 4471 01.
- Merforbruket på kap. 1471 21 (Antarktisrammen) med kr. 19 277 129 skyldes i hovedsak økte kostnader på grunn av høyer prisvekst. I tillegg nevnes kostnader til Troll – avklaringsfasen der vår andel inn i prosjektet måtte tas innenfor egen ramme. Merforbruket ble dekket inn med merinntekter ført på kap. 4471 21 jfr. bevilgningsrapporteringen.
- Totale lønnsutgifter økte netto med 5,8 mill. fra 2022 til 2023. Dette skyldes i hovedsak økte lønnsutbetalinger og økte pensjonsutgifter. Det nevnes at lønnsrelaterte refusjoner (sykepenger, fødselspenger mm.) økte med 1,4 mill. fra 2022 til 2023. Pensjonskostnader har økt betydelig i 2023 og siste tilleggsfaktura fra SPK kom mot slutten av året og var høyere enn forutsett. Totale pensjonskostnader økte med nesten 2,6 mill (27%) fra 2022 til 2023.

Tilleggsopplysninger

Riksrevisjonen er ekstern revisor og bekrefter årsregnskapet for Norsk Polarinstitutt. Årsregnskapet er ikke ferdig revidert per d.d. men revisjonsberetningen antas å foreligge i løpet av 1. kvartal 2024.

Tromsø den 11.03.2024



Camilla Brekke

direktør

Prinsippnote til årsregnskapet

Årsregnskap for Norsk Polarinstitutt er utarbeidet og avlagt etter nærmere retningslinjer fastsatt i bestemmelser om økonomistyring i staten ("bestemmelsene"). Årsregnskapet er i henhold til krav i bestemmelsene punkt 3.4.1, nærmere bestemmelser i Finansdepartementets rundskriv R-115 av 17 desember 2022 og eventuelle tilleggskrav fastsatt av overordnet departement.

Oppstillingen av bevilgningsrapporteringen og artskontorrapporteringen er utarbeidet med utgangspunkt i bestemmelsene punkt 3.4.2 – de grunnleggende prinsippene for årsregnskapet:

- a) Regnskapet skal følge kalenderåret (ettårsprinsippet)
- b) Regnskapet skal inneholde alle utgifter og inntekter for regnskapsåret (fullstendighetsprinsippet)
- c) Regnskapet skal utarbeides i tråd med kontantprinsippet
- d) Utgifter og inntekter skal føres opp i regnskapet med brutto beløp (bruttoprinsippet)

Oppstillingene av bevilgnings- og artskontorrapportering er utarbeidet etter de samme prinsippene, men gruppert etter ulike kontoplaner. Prinsippene samsvarer med krav i bestemmelsene punkt 3.5 til hvordan virksomhetene skal rapportere til statsregnskapet. Sumlinjen "Netto rapportert til bevilgningsregnskapet" er lik i begge oppstillingene.

Norsk Polarinstitutt er tilknyttet statens konsernkontoordning i Norges Bank i henhold til krav i bestemmelsene pkt. 3.7.1. Bruttobudsjetterte virksomheter tilføres ikke likviditet gjennom året, men har en trekkrettighet på sin konsernkonto. Ved årets slutt nullstilles saldoen på den enkelte oppgjørskonto ved overgang til nytt år.

Bevilgningsrapporteringen

Oppstillingen av bevilgningsrapporteringen omfatter en øvre del med Bevilgningsrapporteringen og en nedre del som viser beholdninger virksomheten står oppført med i kapitalregnskapet.

Bevilgningsrapporteringen viser regnskapstall som virksomheten har rapportert til statsregnskapet. Det stilles opp etter de kapitler og poster i bevilgningsregnskapet virksomheten har fullmakt til å disponere. Kolonnen samlet tildeling viser hva virksomheten har fått stilt til disposisjon i tildelingsbrev for hver statskonto (kapittel/post). Oppstillingen viser i tillegg alle finansielle eiendeler og forpliktelser virksomheten står oppført med i statens kapitalregnskap.

Mottatte fullmakter til å belaste en annen virksomhets kapittel/post (belastningsfullmakter) vises ikke i kolonnen for samlet tildeling, men er omtalt i note B til bevilgningsoppstillingen. Utgiftene knyttet til mottatte belastningsfullmakter er bokført og rapportert til statsregnskapet, og vises i kolonnen for regnskap.

Avgitte belastningsfullmakter er inkludert i kolonnen for samlet tildeling, men bokføres og rapporteres ikke til statsregnskapet fra virksomheten selv. Avgitte belastningsfullmakter bokføres og rapporteres av virksomheten som har mottatt belastningsfullmakten og vises derfor ikke i kolonnen for regnskap. De avgitte fullmaktene framkommer i note B til bevilgningsoppstillingen.

Artskontorapporteringen

Oppstillingen av artskontorapporteringen har en øvre del som viser hva som er rapportert til statsregnskapet etter standard kontoplan for statlige virksomheter og en nedre del som viser eiendeler og gjeld som inngår i mellomværende med statskassen. Artskontorapporteringen viser regnskapstall virksomheten har rapportert til statsregnskapet etter standard kontoplan for statlige virksomheter. Virksomheten har en trekkrettighet på konsernkonto i Norges Bank. Tildelingene er ikke inntektsført og derfor ikke vist som inntekt i oppstillingen.

Oppstilling av bevilgningsrapportering 31.12.2023

Utgifts kap.	Post	Posttekst	Note	Samlet tildeling**	Regnskap 2023	Merutgift (-) og mindretgift
1471	01	Driftsutgifter	A-B	252 275 000	304 185 592	-51 910 592
1471	21	Spesielle driftsutgifter	A-B	127 650 000	146 927 129	-19 277 129
1471	50	Stipendier	A-B	573 000	561 000	12 000
0118	21	UD-QZA-15/0332 Oppdrag under Arktis		9 970 000	9 611 157	
1400	21	KLD-Supplerende tildelingsbrev		1 625 000	1 625 000	
1410	21	MLD: Miljøovervåking og miljødata		13 985 000	13 935 000	
1420	21	MLD: Norsk-russisk sjøfuglekspertmøte		1 053 000	1 051 421	
1420	23	MLD: Oppdrags- og gebyrrelatert verksemd		1 570 000	1 570 000	
1633	01	Nettoordning, statlig betalt mva		0	12 986 212	
<i>Sum utgiftsført</i>				<i>408 701 000</i>	<i>492 452 511</i>	
Innt. kap.	Post	Posttekst		Samlet tildeling**	Regnskap 2023	Merinntekt og mindreinntekt(-)
4471	01	Salgsinntekter		7 018 000	10 351 887	3 333 887
4471	03	Tjenesteyting priv./SIII/Post.fullmakter		68 808 000	115 749 903	46 941 903
4471	21	Inntekter/refusjoner Antarktis		15 372 000	35 073 586	19 701 586
5309	29	Statens tilfeldige inntekter		0	328 556	
5700	72	Folketrygdens Inntekter		0	9 955 124	
<i>Sum inntektsført</i>				<i>91 198 000</i>	<i>171 459 056</i>	
Netto rapportert til bevilgningsregnskapet					320 993 455	
Kapitalkontoer						
60086001					190 413 558	
60086002					-535 022 889	
8450					3 900 000	
714410					19 715 877	
<i>Sum rapportert</i>					<i>0</i>	
Beholdninger rapportert til kapitalregnskapet (31.12)						
Konto				2023	2022	Endring
		Aksjer		50000	50000	0
714410		Mellomværende med statskassen		-2 433 201	-22 149 078	19 715 877

* Endring i mellomværende på konto 71441 med statskassen kommer for en stor del av at Norsk Polarinstittutt har forskuttert utlegg til eksterne prosjekt på til sammen kr 15 060 769, der refusjon først mottas neste år. Inn- og utbetalinger knyttet til eksterne prosjekt er bokført samlet som en portefølje i regnskapet for mottatte forskudsinnbetalinger og inngår i mellomværende med statskassen.

**Samlet tildeling skal ikke reduseres med eventuelle avgitte belastningsfullmakter (gjelder både for utgiftskapitler og inntektskapitler). Se note B *Forklaring til brukte fullmakter og beregning av mulig overførbart beløp til neste år* for nærmere forklaring.

Note A Forklaring av samlet tildeling utgifter

Note A Forklaring av samlet tildeling utgifter

Kapittel og post	Overført fra i fjor	Årets tildelinger	Samlet tildeling
1471 01	1 186 000	251 089 000	252 275 000
1471 21	4 678 000	122 972 000	127 650 000
1471 50	0	573 000	573 000
	5 864 000	374 634 000	380 498 000

Note B Forklaring til brukte fullmakter og beregning av mulig overførbart beløp til neste år

Kapittel og post	Stikkord	Merutgift(-)/ mindre utgift	Utgiftsført av andre iht. avgitte belastningsfullmakter(-)	Merutgift(-)/ mindreutgift etter avgitte belastningsfullmakter	Merinntekter / mindreinntekter(-) iht. merinntektsfullmakt	Sum grunnlag for overføring	Maks. overførbart beløp *	Mulig overførbart beløp beregnet av virksomheten
1471 01	Driftsutgifter	-51 910 592	0	-51 910 592	0	-51 910 592	-51 910 592	-51 910 592
1471 21	Spesielle driftsutgifter	-19 277 129	0	-19 277 129	0	-19 277 129	-19 277 129	-19 277 129
1471 50	Stipend	12 000	0	12 000	0	12 000	12 000	12 000
4471 01	Salgs- og leieinntekter	0	0	0	3 333 887	3 333 887	3 333 887	3 333 887
4471 03	Inntekter fra div. tjensteyting	0	0	0	46 941 903	46 941 903	46 941 903	46 941 903
4471 21	Inntekter fra Antarktis	0	0	0	19 701 586	19 701 586	19 701 586	19 701 586
	Totalt	-71 175 721	0	-71 175 721	69 977 376	-1 198 345	-1 198 345	-1 198 345

Norsk Polarinstittutt har ingen avgitte belastningsfullmakter på inntektskapitler.

Forklaring til bruk av budsjettfullmakter

Overføring 01 - posten	
Mer driftsutgifter	-51 910 592
Mer inntekter salg og utleie	3 333 887
Merinntekter div. tjensteyting	46 941 903
Totalt	-1 634 802

Overføring 21 - posten	
Mer driftsutgifter	-19 277 129
Mer inntekter	19 701 586
Totalt	424 457

Overføring 50 - posten	
Mindre utgift	12 000
Totalt	12 000

Totalt overførbart	-1 198 345
---------------------------	-------------------

Oppstilling av artskontorrapporteringen 31.12.2023

	Note	2023	2022
Driftsinntekter rapportert til bevilgningsregnskapet			
Innbetalinger fra tilskudd og overføringer	1	115 296 530	79 027 688
Salgs- og leieinnbetalinger	1	8 185 145	3 787 760
Andre innbetalinger	1	37 693 701	34 363 676
<i>Sum innbetalinger fra drift</i>		<i>161 175 376</i>	<i>117 179 124</i>
Driftsutgifter rapportert til bevilgningsregnskapet			
Utbetalinger til lønn	2	175 652 553	169 829 534
Andre utbetalinger til drift	3	263 338 140	232 569 174
<i>Sum utbetalinger til drift</i>		<i>438 990 694</i>	<i>402 398 708</i>
Netto rapporterte driftsutgifter		277 815 318	285 219 584
Investerings- og finansutgifter rapportert til bevilgningsregnskapet			
Utbetaling til investeringer	5	44 385 905	32 581 557
Utbetaling av finansutgifter	4	-10 300	28 765
Sum investerings- og finansutgifter		44 375 605	32 610 322
Netto rapporterte investerings- og finansutgifter		44 375 605	32 610 322
Inntekter og utgifter rapportert på fellekapitler			
Gruppelivsforsikring konto 1985 (ref. kap. 5309, inntekt)		328 556	250 308
Arbeidsgiveravgift konto 1986 (ref. kap. 5700, inntekt)		9 955 124	9 171 698
Nettoføringsordning for merverdiavgift konto 1987 (ref. kap. 1633, utgift)		12 986 212	11 472 801
<i>Netto rapporterte utgifter på fellekapitler</i>		<i>2 702 532</i>	<i>2 050 795</i>
Netto rapportert til bevilgningsregnskapet		324 893 455	319 880 701

Oversikt over mellomværende med statskassen			
Eiendeler og gjeld		2023	2022
Fordringer på ansatte		93 704	147 756
Skyldig skattetrekk og andre trekk		-7 390 247	-6 601 048
Skyldige offentlige avgifter		-2 850 506	-1 550 726
Avsatt pensjonspremie til Statens pensjonskasse*		-8 115 928	-5 222 345
Mottatte forskuddsbetalinger**		15 060 769	-10 097 650
Lønn (negativ netto, for mye utbetalt lønn m.m)		908	9 520
Differanser på bank og uidentifiserte innbetalinger		768 099	1 163 212
Sum mellomværende med statskassen	6	-2 433 201	-22 151 281

* Avsatt premie til Statens Pensjonskasse gjelder 5 og 6 termin som begge er betalt i januar 2024

** Norsk Polarinstitutt har netto forskuddsbetalt kr 15 060 769 på eksterne prosjekter. Dette interimføres slik at ordinært driftsresultat korrigeres for dette. Det er forskuttet 48 498 556 og er mottatt 33 437 787 i forskuddsbetalinger

Note 1 Innbetalinger fra drift

	31.12.2023	31.12.2022
<i>Innbetalinger fra tilskudd og overføringer</i>		
Eksterne midler - Norges Forskningsråd (NFR)	53 539 308	35 528 653
Eksterne midler-andre statlige virksomheter	34 712 727	28 427 391
Eksterne midler EU	12 596 790	5 184 636
Eksterne midler-organisasjoner og stiftelser	4 749 111	6 217 775
Eksterne midler-næringsliv og private	9 698 594	3 669 233
Sum innbet. fra tilskudd og overføringer	115 296 530	79 027 688
<i>Salgs- og leieinnbetalinger</i>		
Salg kart	-74 129	19 504
Salg publikasjoner	2 692	9 654
Salg flybilder	800	35 815
Salg fra billedarkivet	0	5 575
Ekspedisjon, porto, purregebyr	8 438	5 972
Salg konsulentbistand	269 046	51 254
Salg kart (utland)	872 738	574 126
Salg publikasjoner	146 506	125 698
Salg flybilder	3 480	16 560
Salg fra billedarkivet	0	3 249
Salg diverse produkter-plakater, bøker, etc.	13 780	27 360
Salg/refusjon diverse	1 551 591	144 219
Ekspedisjon, porto, purregebyr	16 090	17 779
Salg konsulentbistand	1 887 089	1 291 445
Salg, kurs, konferanser	35 625	0
Utleie av lager avg.fritt	252 447	135 528
Utleie kontorer	631 741	805 404
Utleie boliger	54 000	78 000
Utleie Kronsprins Haakon	1 915 143	0
Utleie av feltutstyr avg.fritt	586 067	440 619
Utleie av feltutstyr avg.pliktig	12 000	0
Sum salgs- og leieinnbetalinger	8 185 145	3 787 760
<i>Andre innbetalinger</i>		
Inntekter/refusjoner TROLL	34 987 808	31 940 999
Refusjon (NILU) Zeppelinstasjon	2 705 893	2 422 677
Sum andre innbetalinger	37 693 701	34 363 676
Sum innbetalinger fra drift	161 175 376	117 179 124

Note 2 Utbetalinger til lønn

	31.12.2023	31.12.2022
Lønn	157 521 460	150 956 498
Arbeidsgiveravgift	9 954 819	9 171 698
Pensjonsutgifter*	12 061 795	9 487 916
Sykepenger og andre refusjoner (-)	-5 463 716	-4 044 163
Andre ytelser	1 578 196	4 257 585
Sum utbetalinger til lønn	175 652 553	169 829 534

Antall utførte årsverk: **181** **184**

* Premiesatsen for arbeidsgiverandelen utgjorde i 2023 10 prosent (arbeidsgiverandel av pensjonspremien/pensjonsgrunnlaget i 2023 rapportert til SPK). For regnskapsåret 2022 utgjorde premiesatsen 9,5 prosent.

Note 3 Andre utbetalinger til drift

	31.12.2023	31.12.2022
Husleie	48 459 813	45 127 624
Vedlikehold og ombygging av leide lokaler	9 748 654	5 289 645
Andre utgifter til drift av eiendom og lokaler	9 021 239	7 395 774
Reparasjon og vedlikehold av maskiner, utstyr mv.	37 551 766	25 008 287
Mindre utstysanskaffelser	6 039 921	6 499 480
Leie av maskiner, inventar og lignende	39 720 358	74 708 644
Kjøp av konsulenttenester	11 699 878	13 414 984
Kjøp av andre fremmede tenester	47 921 643	18 803 640
Reiser og diett	16 761 885	13 886 424
Øvrige driftsutgifter	36 412 983	22 434 673
Sum andre utbetalinger til drift	263 338 140	232 569 174

Note 4 Finansinntekter og finansutgifter

	31.12.2023	31.12.2022
<i>Utbetaling av finansutgifter</i>		
Renteutgifter	-10 300	28 765
Sum utbetaling av finansutgifter	-10 300	28 765

Note 5 Utbetaling til investeringer og kjøp av aksjer

	31.12.2023	31.12.2022
<i>Utbetaling til investeringer</i>		
Immaterielle eiendeler og lignende	2 208 851	2 429 765
Maskiner og transportmidler	19 290 528	7 983 426
Driftsløsøre, inventar, verktøy og lignende	22 886 527	22 168 366
Sum utbetaling til investeringer	44 385 905	32 581 557

Note 6 Sammenheng mellom avregning med statskassen og mellomværende med statskassen

Del A Forskjellen mellom avregning med statskassen og mellomværende med statskassen

	31.12.2023 Spesifisering av bokført avregning med statskassen	31.12.2023 Spesifisering av rapportert mellomværend e med statskassen	Forskjell
Finansielle anleggsmidler			
Investeringer i aksjer og andeler*	50 000	0	50 000
<i>Sum</i>	<i>50 000</i>	<i>0</i>	<i>50 000</i>
Omløpsmidler			
Kundefordringer	5 517 005	0	5 517 005
Andre fordringer	93 704	93 704	0
<i>Sum</i>	<i>5 610 709</i>	<i>93 704</i>	<i>5 517 005</i>
Kortsiktig gjeld			
Leverandørgjeld	-7 993 379	0	-7 993 379
Skyldig skattetrekk	-7 390 247	-7 390 247	0
Skyldige offentlige avgifter	-2 857 082	-2 850 506	-6 577
Annen kortsiktig gjeld	5 593 565	7 713 848	-2 120 283
<i>Sum</i>	<i>-12 647 144</i>	<i>-2 526 905</i>	<i>-10 120 239</i>
Sum	-6 986 435	-2 433 201	-4 553 234

* Virksomheter som eier finansielle anleggsmidler i form av investeringer i aksjer og selskapsandeler fyller også ut note 9 B

Del B Spesifisering av investeringer i aksjer og selskapsandeler

	Ervervs dato	Antall aksjer	Eier andel	Stemme andel	Årets resultat i selskapet	Balanseført egenkapital i selskapet	Balanseført verdi i regnskap*
<i>Aksjer</i>							
Framsenteret Drift AS	31.12.2018	50	41 %	41 %	-1 138 464	2 785 720	50 000
Balanseført verdi 31.12.2023							50 000

* Investeringer i aksjer er bokført til anskaffelseskost. Balanseført verdi er den samme i både virksomhetens kontospesifikasjon og kapitalregnskapet. Balanseført egenkapital til Framsenteret Drift AS er hentet fra avlagt regnskap i 2022.

Vedlegg 1: Rapportering på styringsparametere

Naturmangfold

Prioritering 1: Bedret kunnskapsgrunnlag for økologisk tilstand.



Styringsparameter

Feltarbeid, tokt og overvåkning i polarområdene har fremskaffet data og forvaltningsrelevant kunnskap om økologisk tilstand.

Norsk Polarinstitutt fortsetter å samle inn data som er relevante for vurdering av økologisk tilstand gjennom omfattende felt- og toktvirksomhet, og gjennom deltakelse i prosesser for å analysere og inkludere data i nasjonale og internasjonale statusvurderinger. Polarinstituttet leverte f.eks. sentrale bidrag til statusvurderingen for norske havområder (ledet av HI) som ble ferdigstilt i 2023 (Albretsen m fl. 2023), og som var en milepæl for polarinstituttet og for våre partnerinstitusjoner.

I 2023 har instituttet videreført alle overvåkingsseriene som bidrar med data til MOSJ. Vi jobber for å forbedre presentasjonen av overvåkingsdata i vår nye programvareløsning, og for å videreutvikle rapportering av viktige parametere slik at både biotiske element og mulige drivere er tilstrekkelig dekket.

Av funn fra overvåkinga vår på Svalbard i 2023 er det særlig verdt å merke seg følgende:

- 1) Fugleinfluenta ble først påvist i begrenset omfang i Kongsfjorden i sommer, men utover høsten spredte sykdommen seg over større områder, til flere arter og rammet en større andel av bestandene.
- 2) Flere sjøfuglarter returnerte til koloniene på Bjørnøya i lavt antall i år, og de voksne individene var generelt i dårlig kondisjon. Reproduktiv suksess var lav, spesielt for polarlomvi.
- 3) Antall rein i Adventdalen var det nest høyeste som noen gang er registrert.
- 4) Antall ismåker var også høyt i år.

Til tross for mange utfordringer med feltarbeid i en tid med raske klimaendringer og ekstremvær, er nye forskningsresultat kontinuerlig på vei inn i den vitenskapelige litteraturen for bruk i forvaltningsprosesser.

En rekke nye forskningsfunn fra prosjektet Arven etter Nansen ble publisert i 2023, og noen av de mest relevante som ansatte ved Norsk Polarinstitutt ledet eller deltok i, er omtalt i det følgende. Mange av disse funnene er også relevante for Prioritering 2.

Barentshavet er et svært dynamisk og produktivt marint økosystem, og iskanten- et av de mest produktive områdene- flytter seg mellom sesonger og mellom år. Historisk sett har den nordlige delen av Barentshavet (nord for 75°N) vært dekket av havis om vinteren, men i den senere tid har området hatt et tap av havis om vinteren som er unikt i Arktis, og det er beregnet at området vil være isfritt gjennom hele året i andre halvdel av det 21. århundre. Dette har betydelige implikasjoner for det marine økosystemet. En ny studie (Amargant-Arumí m.fl., 2023) har undersøkt endringer i produksjonen av planteplankton og bakterier, og også av vertikal karbonfluks i det nordvestlige Barentshavet under ulike havisforhold. Mens hele studieområdet var isfritt i august 2018, var områdene nord for 79°N dekket av havis i august 2019. Fordi de nordlige delene var isdekket i 2019, dominerte diatoméer og andre større planteplankton, og de største tetthetene av alger, den største

vertikale karbonfluksen og den største produksjon av plankton ble observert langs iskanten. Under de isfrie forholdene i 2018 dominerte små arter av planteplankton og heterotrofe protister (encellede dyr), og den vertikale karbonfluksen var lav. Resultatene viser at forskjeller i havisdekket i betydelig grad påvirker primærproduksjon og tilknyttede biologiske prosesser i Barentshavet.

Det nordvestlige Barentshavet er sterkt påvirket av innstrømming av varmt atlantisk vann. Dette fører til et redusert havisdekke og åpent vann i lange perioder om sommeren. For å forstå hvordan disse endringene påvirker den biologiske karbonpumpen, er det viktig å identifisere hvordan den vertikale karbonfluksen i vannmassene varierer i tid og rom (Bodur m.fl. 2023). I august og desember 2019 og mars og mai 2021 ble sedimentfeller satt ut på dyp mellom 30 og 200 meter langs en linje fra det sentrale Barentshavet (76 °N), forbi Kvitøya, over sokkelkanten og inn i Polhavet (82°N). Flere parametre ble undersøkt. Våre resultat viser et tydelig sesongmessig mønster, med høyest vertikal karbonfluks i mai og august, og lav i desember og mars. Fluksen i mai var preget av ferskt organisk materiale i form av algebiomasse og høy romlig variabilitet, mens den i august hadde større andel av resirkulert fekal pellets og små flagellater og den var jevnere fordelt i vannsøyla. Den store variasjonen i havisdekke og påvirkningen fra innstrømmende atlantehavsvann fra sør mot nord i Barentshavet kan sannsynligvis forklare den høye romlige variabiliteten i karbonfluksen om våren, og betydningen dette har for primærproduksjonen. Oppsummert viser studien at i ei framtid med mer åpent hav vil effektiviteten til den biologiske karbonpumpa avhenge av at små saktesykende organiske partikler omdannes til partikler som synker mer effektivt, og av miksing av vannmassene.

De store sør-nord-gradientene i haviskonsentrasjon, og miksinga av atlantisk og arktisk vann i det nordvestlige Barentshavet, gjør det mulig å teste hypoteser om fysiske drivkrefter for romlig og tidsmessig variasjon i netto primærproduksjon (NPP). Det kan imidlertid være vanskelig å kvantifisere NPP i en så stor havregion på grunn av mangelen på *in-situ* målinger med høy nok oppløsning i tid og rom, usikre data fra satellittmålinger (grunnet skyer og havis), og uklare estimat av dybdefordelingen av algebiomasse.

Uten pålitelige data er det vanskelig å fylle kunnskapshullene ved bruk av numeriske modeller, dels på grunn av måten modellene forsøker å representere det fysiske miljøet, dels grunnet usikkerhet i antagelsene om forholdet mellom NPP og de viktigste begrensende faktorene. I et forsøk på å løse disse utfordringene kombinerte Castro de la Guardia m.fl. (2023) derfor *in-situ* målinger, fjernmåling og modellsimuleringer for å få et best mulig estimat av planteplanktonets NPP i den nordvestlige delen av Barentshavet. Regionen ble delt inn i tre sub-regioner (atlantisk, subarktisk og arktisk) på grunnlag av ulik planteplanktonfenologi. I 2004 skjedde det et betydelig regimeskifte i den atlantiske subregionen som resulterte i en trinnsvis økning i NPP sammenfallende med en trinnsvis reduksjon i sjøiskonsentrasjonen. I motsetning til resultater fra andre arktiske havområder viser denne studien ingen langsiktige trender i NPP til tross for endringer i det fysiske miljøet. Blanding av vannmasser var den viktigste drivkraften bak simulert årlig NPP i den atlantiske subregionen, mens lys og næringsstoffer var drivkreftene bak årlig NPP i den subarktiske og den arktiske subregionen. Det flerkildebaserte estimatet av årlig NPP varierte mellom 79-118 gC m⁻² år⁻¹ i den atlantiske sub-regionen, 74-82 gC m⁻² år⁻¹ i den sub-arktiske sub-regionen og 19-47 gC m⁻² år⁻¹ i den arktiske sub-regionen. Den totale NPP i det nordvestlige Barentshavet ble anslått til mellom 15 og 48 Tg C år⁻¹, noe som er 15–50 % av den totale NPP som trengs for å opprettholde tre av de mest beskattede fiskeartene nord for 62°N (ca. 90 Tg C år⁻¹). Denne forskninga viser hvor viktig det er å fortsette å arbeide for bedre regionale estimat av NPP.

Som en følge av de pågående klimaendringene forandres det pelagiske økosystemet i Barentshavet. Engeland m.fl. (2023) har undersøkt hvordan biodiversitet og biomasse av større dyreplankton (makrozooplankton) endres gjennom sesongen langs et transekt i det nordlige Barentshavet og inn i Polhavet. Resultatene viste at den totale målte biomassen var høyest om sommeren og tidlig vinter, og lavest om våren. Kopepoder bidro i betydelig grad til biomassen i alle årstidene, mens krill (*Euphausiider*) representerte en mindre del. Pilormer (*chaetognatha*) og geleplankton bidro til biomasse på alle stasjoner, spesielt om vinteren. Biomassen av amfipoder var høy tidlig på vinteren, men ellers lav. Temperaturen i vannmassene var den fysiske faktoren som best forklarte artssammensetningen for store arter av dyreplankton. Kontinentalsokkelen i det nordlige Barentshavet hadde en arktisk temperatursignatur, og her dominerte arktiske arter som amfipoden *Themisto libellula* og kopepoden *Calanus glacialis*. Transport av varmt atlantisk vann påvirker dyreplanktonsamfunnet i områdene både sør for polarfronten og langs sokkelkanten i nord, med relativt stor andel atlantiske arter. I det nordlige Barentshavet ble det observert en sesongmessig forskjell med dominans av planteetere om sommeren, og rovdyr om vinteren.

Norsk Polarinstitutt fortsetter å samle inn og analysere data som gir økt kunnskap om den økologiske tilstanden i Antarktis, og som bidrar til videreutvikling av kunnskapsbasert forvaltning i dette området. Sørsommeren 2022–23 gjennomførte vi feltarbeid knyttet til overvåking av sjøfuglene i Svarthamaren. Dette arbeidet er videreutviklet gjennom etablering av et automatisk overvåkingssystem som inngår i den nye nasjonale forskningsinfrastrukturen Troll Observing Network (TONE). Overvåkingsområdet ble dessuten utvidet geografisk til også å inkludere kolonier i Jutulsessen. Antarktispetrellen, en av artene som overvåkes, lever for det meste av krill som den henter fra havet utenfor Dronning Maud Land (DML), og ved å overvåke petrellkolonien får vi informasjon om tilstanden til både petrellbestanden i kolonien og det marine miljøet i havet utenfor DML. Sjøfuglene var denne sesongen tilbake på normalt vis, etter en ekstrem sesong i 2021–22 uten hekking i koloniene. Descamps m.fl. (2023) beskriver og forklarer den uvanlige 2021–22-sesongen og hvordan kraftige snøstormer hindret reproduksjonen. Klimamodellene tilsier at vi kan forvente økte temperaturer i hele Antarktis, noe som fører til økt snøfall. Det meste av snøfallet forventes å skje under episodiske stormer. Siden snøstormene ser ut til å virke negativt på reproduksjonen, er disse framskrivingene bekymringsfulle. Flere viktige, antarktiske sjøfuglbestander er allerede i nedgang, og hyppigere stormer kan føre til at bestandene kollapse.

Forskningsprosjektet "Sustainable and predictable future for fisheries in Antarctica" (SUFiant) hadde sin siste feltsesong i 2022–23. Prosjektet retter seg mot krillpredatorer og bidrar til å utvikle kunnskap som er viktig for den økosystembaserte, marine forvaltninga i Antarktis, og særlig for forvaltninga av krillfisket. I en modellstudie gjennomført av Merkel m.fl. (2023) er det vist at egnet habitat for antarktiskrill (*Euphausia superba*) først og fremst er å finne i åpent hav og i den atlantiske sektoren av Sørishavet, mens iskrillen (*Euphausia crystallorophias*) er mer jevnt fordelt rundt kontinentet, stort sett over kontinentalsokkelen. Resultatene forbedrer kunnskapen om disse nøkkelartene i havsystemet rundt Antarktis, og støtter opp om planene om etableringen av et marint verneområde utenfor DML.

Overvåking og datainnsamling i Antarktis er utfordrende og ressurskrevende, og det er viktig å utvikle kostnads- og logistikeffektive metoder for datafangst som er relevante for å forstå og vurdere økologisk tilstand. Hendersen m.fl. (2023) ser på hvordan observasjoner fra turistfartøy kan brukes som grunnlag for vurdering av hvalbestandene i Sørishavet. Mange av bardehvalbestandene på den sørlige halvkule er i vekst, og de er i ferd med igjen å bli den dominerende konsumenten av krill i Sørishavet. Det å kjenne størrelsen på bestandene er nøkkelen til å forstå den nåværende og fremtidige rollen til disse hvalene i økosystemene i Sørishavet. Gjennom å sammenligne observasjonsdata samlet inn fra cruisebåter med data fra publiserte bestandsundersøkelser, viste denne studien at cruisebåtbaserte

undersøkelser kan være en god og kostnadseffektiv metode for å estimere bardehvalbetsander i avsidesliggende områder. Ollus m.fl. (2023) undersøkte i hvilken grad cruisebåter kan benyttes til å kartlegge og studere utbredelse av sjøfugl i forhold til habitategenskaper. Funnen i studien viser hvordan cruisebåter, kombinert med strukturerte forskningsprosjekt, kan være et kostnadseffektivt tilleggsværktøy for overvåking av endringer på bestands- og økosystemnivå. Resultatene viser også at storskala miljøegenskaper spiller en betydelig rolle i utformingen av sjøfuglbestandenes struktur, antagelig knyttet til underliggende byttedyrutbredelse og interspesifikke interaksjoner.

Beregning av bestandsstørrelse av ulike dyrearter baseres i økende grad også på drone- eller flyfotografering, noe som er en kostnads- og inngrepsbesparende tilnærming. Frem til nå har manuell etterbehandling vært mye brukt, men økende datamengder krever større grad av automatisering. Automatiserte prosesser kan være særlig utfordrende når det er snakk om arter som hekker tett, slik som pingviner. Qian m.fl. (2023) presenterer en tilpasset metode for å estimere tetthet av pingviner fra flyfoto med lav oppløsning, og viser at slik metodikk kan gi større mulighet for å gjennomføre overvåking ved bruk av flybilder.

Prioritering 2: Bedret overvåking og kunnskapsproduksjon i Polhavet, Sørishavet og iskantsonen.



Styringsparameter

Ny kunnskap basert på data fra tokt og måleinstrumenter.

Selv om Barentshavet er blant de best undersøkte havområdene i Arktis, er observasjoner fra høst, vinter og vår sjeldne og sporadiske. Den sesongmessige utviklingen i den nordvestlige delen av Barentshavet har derfor ikke vært godt kjent, i motsetning til de godt dokumenterte langsiktige klimaendringene og mellomårlege variasjonene. I 2021 adresserte fire vitenskapelige tokt fra prosjektet Arven etter Nansen dette kunnskapsgapet ved å undersøke overgangen fra sen vinter til sen sommer, fra et isdekt hav til et isfritt hav. Studien av Koenig m.fl. (2023) fremhever den store påvirkningen av smeltevann fra havis og isfrie perioder om sommeren på opptak av varme, tilgjengelighet av lys, innhold av næringsstoffer og biologisk aktivitet i havet. I mars og mai var havet isdekt med et dypt blandet lag øverst i vannsøylen. Overraskende nok ble det registrert en vårbloomstring av planteplankton i områder med isdekke, før vannmassene nær overflaten ble lagdelt av smeltevann. I juli og september skapte smeltevann fra havis et tynt lag med lav tetthet øverst i vannsøylen, noe som styrket lagdelingen. I åpent vann ble maksimum nivå av klorofyll-a funnet nederst i dette tetthetssjiktet, mens i isdekte områder var maksimumet nærmere overflaten. Denne studien avslører sesongmessige variasjoner i fysiske og biologiske mønstre i Barentshavet som er veldig typiske for arktiske forhold, der sommerutviklingen følger tilbaketrekingen av havis. Funnene illustrerer at havis i betydelig grad påvirker det pelagiske økosystemet i det nordlige Barentshavet, og i et klimaperspektiv kan derfor et fremtidig isfritt Barentshav føre til økt årlig, nitratbasert pelagisk primærproduksjon på bekostning av is-relatert primærproduksjon.

Mengden sollys under havoverflaten er svært viktig for marin primærproduksjon, og dermed for hele det marine økosystemet. I polområdene er det spesielt stor sesongvariasjon i lysforholdene på grunn av solsyklusen, og som følge av endringer i havisutbredelse og i mengden partikler og oppløst materiale i vannmassene. Havisen er i drastisk endring på grunn av de sterke effektene av klimaendringer, særlig i det nordlige Barentshavet. Siden havisen reflekterer mesteparten av sollyset tilbake ut i verdensrommet, blir det enda viktigere å forstå hva som påvirker lyset i vannsøylen uten havis, slik at dette kan bli bedre representert i økosystem- og klimamodeller. Absorpsjon og spredning

av lys i vannsøylen er optiske egenskaper som bestemmer hvor raskt sollyset svekkes nedover i havdypet, og er knyttet til mengden av planteplankton, mengden nedbrutt organisk materiale, og avrenning fra land. I en ny studie av Sandven m.fl. (2023) har de optiske egenskapene i det nordlige Barentshavet under isdekte forhold blitt undersøkt for første gang. Målinger fra tre tokt i Barentshavet i henholdsvis mars, mai og juli 2021 i regi av prosjektet Arven etter Nansen, ble brukt i studien. Det ble observert store sesongvariasjoner, hovedsakelig drevet av planteplankton. I mars var det tilnærmet ingen planteplankton under isen, dermed var vannet særdeles klart. Til sammenligning hadde våroppblomstringen av planteplankton startet i mai, noe som førte til høyere absorpsjon og spredning av lys. Det ble påvist en sammenheng mellom de optiske egenskapene og konsentrasjonen av klorofyll og organiske partikler. Det ble også observert noen regionale ulikheter som kan knyttes til lysadapsjon av planteplankton. Nær bunnen plukket de optiske målingene også opp partikler som har blitt virvlet opp fra havbunnen av havstrømmer nær bunnen. Studien viser at planteplankton er av avgjørende betydning for de optiske egenskapene til vannmassene i Barentshavet. Samtidig ser vi også at optiske instrumentering kan gi oss ny og mer detaljert informasjon om vannmasser og økosystem i polare havområder.

Havisen i Arktis minker i utstrekning og tykkelse som et resultat av klimaoppvarming. Dette påvirker når og hvor lenge algeoppblomstringa foregår, hvilke alger som dominerer, og den totale planktonproduksjonen. Dette påvirker i sin tur det arktiske marine næringsnett, og biogeokjemiske sykluser. Kohlbach m.fl. (2023a) dokumenterer miljødrivere som påvirker sammensetning, tetthet, biomasse, trofisk nivå, og den vertikale utvekslingen av encellede eukaryoter (protister) og planteplankton i Barentshavet, sent i august 2018 og 2019. Disse to årene var karakterisert av ulike havisforhold. I august 2018 hadde iskanten trukket seg bort fra sokkelkanten og inn i Nansenbassenget nord for 82 °N, mens det i 2019 var mye is i den nordvestre delen av Barentshavet nord for 79 °N. Resultatene viser at de varierende isforholdene bidro til markerte forskjeller i strukturen i de pelagiske protistsamfunnene i disse havområdene. I august 2018 var protistsamfunnet i et avsluttet blomstringsstadium, karakterisert av næringsfattig overflatevann som på de fleste stasjonene var dominert av små planteplanktonarter og protister, i første rekke flagellater og ciliater. I 2019 var det et større innslag av autotrofe arter med store celler, særlig diatoméer, som medførte at den totale protistbiomassen hadde høyere innhold av klorofyll *a*, noe som indikerte at protistsamfunnet fremdeles var i en sen oppblomstringsfase. Diatoméer utgjorde en større andel av protistbiomassen på isdekte stasjoner i begge årene sammenliknet med stasjoner i åpent vann. Dette mønsteret var også synlig ved at det var en større vertikaltransport av protistbiomasse i 2019, dominert av dinoflagellater og diatoméer, sammenliknet med 2018. Resultatene indikerer at den forventede overgangen til et isfritt Barentshav vil forlenge den næringsfattige sommerperioden, med lav algebiomasse og redusert vertikal transport.

Global oppvarming forårsaker dramatiske forandringer i arktiske økosystem. Mens den pelagiske primærproduksjonen starter tidligere og øker i intensitet på grunn av tidligere ismelting og mer åpent havvann, begrenses den is-assosierte produksjonen av en kortere sesong for havis. Konsekvensene av disse forandringene for det is-assosierte (sympagiske) næringsnett er ukjente. For å forstå økologiske responser på endringer i tilgjengelighet og komposisjon av pelagiske og sympagiske ressurser er det nødvendig å kunne forklare potensielle endringer i næringsnettets struktur og funksjon i arktiske marine samfunn med minkende isdekke og mer åpent vann. I en ny studie fokuserte Kohlbach m.fl. (2023b) på hvordan henholdsvis suspendert partikulært organisk materiale og sympagisk organisk materiale påvirket 12 dyreplanktonarter med forskjellige næringsvalg. Planktonartene kom fra de fire taksonomiske artsgruppene kopepoder, krill, amfipoder, pilormer, og halesekkdyr på to stasjoner med isdekke og ulike miljøforhold i det nord-vestre Barentshavet. Data ble samlet inn i august 2019. Andelen diatomé- og flagellat-assosierte fettsyrer, relatert til totalt fettinnhold, og sammensetning av

stabile isotoper i disse fettsyrene, ble benyttet til å skille føderessurser og til å følge strømmen av organisk materiale i det marine næringsnett. Resultatene viste at uavhengig av miljøforholdene i prøvetakingsområdet, uavhengig av trofisk posisjon og næringsvalg for de ulike artene, så var konsumentene i næringsnett mest avhengig av pelagiske diatoméer og flagellater. Denne avhengigheten gjaldt både direkte for herbivore arter, og indirekte for omnivore og karnivore arter. Det ble imidlertid observert forskjeller mellom arter. I motsetning til andre studier, som har vist at sympagisk organisk materiale er svært viktig for næringsnettprosesser, så viste denne studien betydelig kompleksitet og variabilitet i trofiske strukturer, og avhengigheter i ulike arktiske næringsnett.

Økt innstrømning av atlantehavsvann (AW) til Polhavet, bidrar til at havisen minker, fremmer borealisering av marine økosystem og påvirker primærproduksjonen i Polhavet. Den ene av de to grenene av AW-strømmen følger sokkelkanten nord for Svalbard, der den dominerer de oseanografiske forholdene og tilfører varme, salt, næringsstoff og organismer. Samspillet med havis og polart overflatevann bestemmer imidlertid tilførselen av næringsstoff til det eufotiske laget (de øvre vannlagene som har nok lys til at planteplankton kan ha fotosyntese), spesielt nordøst for Svalbard der AW strømmer under det polare overflatevannet. For å bygge opp en tidsserie som overvåker de viktigste egenskapene til AW-innstrømningen, er det siden 2012 tatt gjentatte prøver av hydrografi, makronæringsstoff (nitrat, fosfat og silikat) og klorofyll *a* (chl *a*) langs et transekt på tvers av AW-innstrømningen ved 31°Ø, 81,5°N. Prøver er samlet inn både først på sensommeren og tidlig vinter. Slike tidsserier er sjeldne, og derfor uvurderlige for å undersøke variasjonen i hydrografi og næringskonsentrasjoner over tid. Renner m.fl. (2023) har undersøkt sammenhengen mellom de hydrografiske forholdene og næringskonsentrasjoner langs transektet sensommeren, med overflate-chl *a* og havisdekke i det området nord for Svalbard om sommeren før prøvetakinga ble gjennomført. Havisforholdene varierte betydelig fra år til år, noe som påvirket lagdeling i øvre del av vannsøyla, lystilgang og potensiale for vinddrevet blanding. Variasjoner i disse forholdene har stor innvirkning på chl *a*-konsentrasjonen i løpet av den produktive sesongen.

Til sammenlikning viser målinger tidlig på vinteren varierende tilførsel av næringsstoff gjennom vertikal blanding når lagdelingen var svak, noe som henger sammen med høstens vindpåvirkning og havisforholdene. Selv om denne tilførselen øker næringsnivået tilstrekkelig for primærproduksjonen, skjer den sannsynligvis for sent i sesongen- når lysnivået allerede er for lavt til å drive omfattende fotosyntese- noe som begrenser potensialet for høstoppblomstring. Slike tverrfaglige observasjoner som dette gir innsikt i samspillet mellom fysiske, kjemiske og biologiske faktorer i havmiljøet og er avgjørende for å forstå pågående og fremtidige endringer, spesielt ved denne "inngangsporten" til det sentrale Polhavet.

Mange fugle- og dyrearter migrerer for å kunne nyttiggjøre seg tilgjengelige ressurser spredt over store områder til ulik tid. For å forstå dyrenes migrasjon er det avgjørende å forstå hvordan de fysiske omgivelsene påvirker dyrene. Vind og havstrømmer kan være gode hjelpemidler under migrasjon over store avstander og kan bidra til betydelig energisparing. Det marine habitatet karakteriseres av sterke vinder, og sjøfugler er kjent for å dra nytte av disse vindsystemene. En rekke forhold kan være avgjørende for hvordan fuglene påvirkes av vindene langs trekkruta. Flygemønster, kroppsvekt og vingebelastning er blant faktorene som kan ha betydning for hvordan fuglene justerer adferden og rutevalget sitt. I en studie av Amélineau m.fl. (2023) ble det brukt sporingsdata fra SEATRACK-prosjektet for å undersøke sammenhengen mellom vindsystemene og trekkrutene til krykkje og lunde i Nord-Atlanten. Studien avdekket at både krykkjene og lunde generelt utnytter medvind både høst og vår. Om høsten gikk trekket sørvestover langs østkysten av Grønland mens vårtrekket nordover hadde en mer østlig rute forbi De britiske øyer og videre langs norskekysten. Krykkjene, som trekker lengre

enn lundene, var også generelt flinkere enn lundene til å utnytte vindsystemene. Det ble også funnet regionale forskjeller på hvor gode fuglene var til å utnytte vindsystemene. I hovedsak var fuglene fra de nordlige koloniene, spesielt rundt Barentshavet, flinkere til å utnytte vindsystemene enn de som holdt til lenger sør, selv om det også var enkelte kolonier som ikke fulgte denne trenden. Studien avdekket at vindsystemer er en viktig faktor som kan være med på å forme trekkrutene til enkelte sjøfugler. Dette er spesielt viktig for de store fuglebestandene som hekker på Svalbard, fordi de som regel må trekke lengre enn fugler som hekker lenger sør. Med de pågående klimaendringene er det forventet at vindmønstrene vil kunne endre seg mye over en relativ kort tidsperiode. Hvor godt sjøfuglene kan holde tritt med slike forandringer er vanskelig å si.

NP jobber strategisk med å styrke overvåking og kunnskapsproduksjon i Sørishavet, særlig konsentrert om Kong Håkon VII Hav utenfor Dronning Maud Land. Det årlige Troll-transektet, kombinert med dedikerte forskningstokt med års mellomrom, brukes for innsamling av data. Troll-transektet sørsommeren 2022-23 konsentrerte seg om vedlikehold og utvidelse av havriggene i Kong Håkon VII Hav (blant annet som del av Troll observasjonsnettverk- TONe). Havriggene brukes til å innhente data for fysiske prosesser og til å studere næringskjeden, både for primærproduktivitet og for nedre og øvre trofiske nivå. På NPs tokt med Kronprins Haakon i Sørishavet/Kong Håkon VII Hav i 2019 ble det observert en stor oppblomstring av planteplankton sent på sommeren med uvanlig mye organisk materiale. En nærmere studie (Moreau m. fl., 2023) viser at denne oppblomstringen sannsynligvis ble drevet av uvanlige østlige vinder som førte til oppstrømming av dypvann med høy konsentrasjon av hydrotermisk jern. En oppblomstring av denne typen vil trolig føre til økt opptak av CO₂, og kan også opprettholde høy krillmasse, noe som igjen er et viktig for andre arter. Singh m.fl. (2023) viser at tilgang på jern ikke begrenset denne høstopplomstringen, det vil si at jernkonsentrasjonen i denne perioden syntes å være høy nok til å opprettholde celleprosessene i planteplanktonet.

Havisen i Antarktis spiller en viktig rolle for de biogeokjemiske prosessene i Sørishavet og både påvirkes av og påvirker jordas klimasystem. Økt kunnskap om havis og havisprosesser vil dermed bidra til å øke vår kunnskap om klimaendringer og klimapåvirkninger. Vår forståelse av biogeokjemiske prosesser i havis begrenses av tilgjengeligheten av relevante data med tilstrekkelig oppløsning i tid og rom. NP har bidratt i flere studier som tetter noen av kunnskapshullene på hver sin måte. I Henley m.fl. (2023) har vi sett på endringer i konsentrasjonen av makronæringsstoff i fastisen i tid og rom, og prosessene som kan knyttes til dette. Resultatene viser at det er store sesongvariasjoner, med spesielt høye konsentrasjoner av næringsstoff om høsten og vinteren når isen tilføres næringsstoff fra de underliggende vannlagene. Disse næringsstoffene blir så benyttet av isalger (diatoméer og andre alger uten silikat) om våren og sommeren. Konsentrasjonen av næringsstoff er dessuten generelt sett høyere i fastisen enn i drivisen, noe som forklarer den typiske høyere algebiomassen som vi ser assosiert med fastis. Mekanismene bak selve fryse- og smelteprosessene i havis er svært viktige og fører til betydelige endringer i selve isen. Corckill m.fl. (2023) søkte å undersøke og beskrive sommerhavisens interne struktur og betydningen av denne. Studien viser at tette lag i havisen bidrar til å begrense vertikal transport av materiale gjennom isen og ned i havmassene, men observerte at det på noen steder – i tilknytning til smeltevannsdammer – skjer gjennomsmelting av de tette islagene, noe som muliggjør utveksling mellom havmassene og atmosfæren. Det ble dessuten observert høye konsentrasjoner av isalger dypt inne i havisen, noe som trolig er viktig for opptak av CO₂ fra luften. Med pågående globale klimaendringer antas det at disse prosessene kan bli mer vanlig og vare over lengre tid, og at de dermed vil kunne påvirke økosystemprosessene.

Også isfjell er av betydning for det marine livet i Antarktis, spesielt hva gjelder tilførsel av næringsstoff til vannmassene. Til enhver tid flyter det 130 000 isfjell i Sørishavet og 97 % av disse er for små til å

registreres i nåværende satellittbaserte databaser. Disse små isfjellene gir til sammen et betydelig bidrag av ferskvann og mineraler til Sørishavet når de smelter. Orheim m.fl. (2023) brukte et unikt historisk datasett (SCAR International Iceberg Database) med skipsbaserte observasjoner av isfjell til å beregne den gjennomsnittlige tiden det tar for isfjellene som beveger seg langs hovedruten for isfjelldrift i Sør-Atlanteren å smelte ned, og viste at det største bidraget fra disse isfjellene til saltholdighet og temperatur i havet er i områdene nord for Weddellhavet. De historiske isfjell-observasjonene og funnene fra denne analysen vil være nyttige for videre studier av de hav- og økosystemprosessene i Sørishavet som påvirkes av den gradvise tilførselen av ferskvann og mineraler fra isfjell til havet, prosesser som i sin tur har betydning for mange marine arter.



Styringsparameter

Har bidratt med relevant kunnskapsgrunnlag for ferdigstilling av kommende forvaltningsplan for norske havområder.

Polarinstituttet bidrar aktivt til Faglig forum og Overvåkingssjuppens planlegging av neste oppdatering av det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene for havområdene. I 2023 har de viktigste bidragene vært å ferdigstille statusrapporten for miljøet i norske havområder fra Overvåkingssjuppen, ferdigstille faggrunnlaget som ble oversendt styringsgruppen i april, samt bidra i arbeidet med revisjon av Overvåkingssjuppens indikatorsett. Under Faglig forum arbeides det med å foreslå ny målstruktur for havforvaltningsmålene, og vi har bidratt til det faglige grunnlaget for geografisk avgrensing av Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO-er).

Prioritering 3: Forvaltningen har et godt kunnskapsgrunnlag for å følge opp fremmede arter i polare områder.



Styringsparameter

Har overvåket biodiversiteten i marin og terrestrisk fauna og flora i polare områder, spesielt på Svalbard og i havområdene rundt.

NPs overvåking av introduserte arter fortsetter å være fokusert på introduserte plantearter og østmarkmus. Planteovervåkingresultatene for 2023 viser status quo med funn av introduserte arter kun i sammenheng med menneskelige bosettinger (dvs. ikke ute i naturen). Kjerneområdet for østmarkmus er fortsatt Grumantbyen; observasjoner i Longyearbyen og i Adventdalen varierer fra år til år. Overvåkingssystemet varsler om økende bestand av mus i bebyggelsen i Longyearbyen-Adventdalen og dokumenterer spredning og kolonisering av mus på nye lokaliteter. Til tross for generell oppvarming av klimaet fortsetter tilfeldige hendelser (som flom) å begrense spredningen av østmarkmus på Svalbard.

Systematisk overvåking med sikte på å oppdage fremmede arter er ennå ikke gjennomført av NP i marine økosystem. Dette temaet er under diskusjon med MD og SMS i 2023 i den pågående prosessen om kyst- og ferskvannsovervåking som nå er under utvikling. Ytterligere finansiering vil være nødvendig for å utvide eventuelle nye kyststudier, inkludert overvåking av fremmede arter. NPs eneste relevante arbeid i 2023 med invaderende arter i det marine miljøet var et forskningsprosjekt som rapporterte om reproduksjonsstatusen til pukcellaks og mulig konkurranse i matfatet mellom pukcellaks og Svalbardrøye (Bengtsson m fl. 2023). Selv om det var noen forskjeller i kostholdet, var ulike amfipoder de viktigste byttedyrene for begge lakseartene. Pukkellaksene fanget på Svalbard var gyteklare og hvis

disse begynner å formere seg på Svalbard vil de representere en seriøs konkurrerende trussel til de Svalbardrøyene som finnes i ferskvann og som har tilknytning til havet.

Forurensing

Prioritering 4: Styrket miljøovervåking og kunnskap om plastforurensing i nordlige havområder.



Styringsparameter

Innsats i oppfølging av handlingsplanen mot marin forsøpling i Arktis.

NP har hatt flere møter med Handelens Miljøfond i 2023 for å planlegge både en større kartlegging av kystforsøpling og en opprydding på Svalbard planlagt for 2024, men enighet om finansiering ble aldri oppnådd. NPs store kampanje for å fornye databasen for kartografisk kartlegging for Svalbard vil være nyttig for planlegging av fremtidige oppryddingsoperasjoner. For eksempel, «Rydd Norge – Svalbard» – prosjektet, ledet av “Salt” hvor NP er representert i rådgivende utvalg. Dette prosjektet vil bli gjennomført i samarbeid med Sysselmasteren på Svalbard og Senter for marin forsøpling- MARFO. Både marine organismer som risikerer å få i seg eller sette seg fast i plast, og plastforurensing er ujevnt fordelt i verdenshavene. Å forstå hvor dyrelivet møter plast er avgjørende for målrettet forskning, og for tiltak mot plastutslipp. Oseaniske sjøfugler, spesielt arter av petreller, som dekker store avstander under beiting og vandring, får ofte i seg plast, og er sterkt truet. Den romlige overlappingen mellom petreller og plast er dårlig forstått. I en studie av Clark et al. (2023) kombinerer vi tetthetsestimater for marin plast med individuelle bevegelsesdata for 7137 fugler av 77 petrellarter for å estimere relativ eksponeringsrisiko. Vi identifiserer områder med høy eksponering i Middelhavet, Svartehavet, det nordøstlige Stillehavet, det nordvestlige Stillehavet, Sør-Atlanteren og det sørvestlige indiske hav. Risikoen for plasteksponering varierer sterkt mellom arter og populasjoner, og i og utenfor hekkesesonger. Resultatene viser at eksponeringsrisikoen er uforholdsmessig høy for truede arter. Utenom Middelhavet og Svartehavet er eksponeringsrisikoen høyest i åpent hav og i Eksklusive Økonomiske Soner (EEZ) i USA, Japan og Storbritannia. Vi identifiserer i studien bevarings- og forskningsprioriteringer, og fremhever at internasjonalt samarbeid er nøkkelen til å takle konsekvensene av marin plast på arter med stor utbredelse.

Prioritering 5: Styrket kunnskap om regulerte og nye miljøgifter i arktisk biota og miljø.



Styringsparameter

Ny kunnskap generert om sammenhengen mellom klimaendringer, naturmangfold og forurensning fra miljøgifter og plast.

NPs økotoksikologigruppe har gjennomført alle de årlige feltaktivitetene for prosjekt som inngår i MOSJ, og har publisert flere vitenskapelige artikler som rapporterer effektene på dyrelivet som følge av eksponering for plast og andre giftige forbindelser. Som eksempel rapporterte Tulatz m. fl. (2023) at unger av havhest fra Svalbard får tilført store mengder plast fra sine foreldre. Dette reduserer belastningen hos voksne fugler, men setter ungene deres i fare, blant annet ble det dokumentert noen tilfeller hvor plastfragment hadde perforert magesekken og plastfibre fra trål/tauverk hadde perforert

tarmene hos havhest-unger. Det ble ikke funnet signifikante negative korrelasjoner mellom plastmasse og kroppsfett hos hverken unger eller eldre havhest.

Studier av per- and polyfluoroalkyl-forbindelser (PFAS) publisert i 2023 viste at 1) testosteron var det eneste hormonet som var korrelert med morens PFAS-nivå hos krykkje; hvilke mulige konsekvenser økte testosteron-nivåer vil ha på utviklingen av embryoet er usikkert (Jouanneau m fl. 2023), og 2) nyere PFAS, som perfluoroethylcyclohexane sulfonate (PFECBS), ble funnet for første gang i blodprøver fra isbjørn og i prøver fra egg hos polarmåke. Dessuten er forekomsten av PFAS generelt fortsatt høy i blod fra isbjørn (Herzke m fl. 2023).

Polarområdene

Prioritering 6: Styrket kunnskapsgrunnlag om miljøpåvirkningen av cruisetrafikk og annen ferdsel på Svalbard, den samlede belastningen av dette samt effekten av eventuelle tiltak for å kunne ta hensyn til dette i miljøforvaltningen av Svalbard.



Styringsparameter

Har utviklet metodikk, gjennomført effektstudier og etablert systematisk overvåking for effekter av økt ferdsel på Svalbard.

Studier for å overvåke effekten av økende trafikk på Svalbard har vært en viktig del av arbeidet i NPs Svalbardprogram i 2023. Feltkampanjer har blitt gjennomført om våren og sommeren ved å bruke en rekke metoder – inkludert automatiserte kamerasystem, instrument for sporing av dyr, fysiologiske målinger i trafikkerte vs. ikke-trafikkerte områder, og direkte eksperimentelle tilnærmingsprovokasjonsstudier. Disse studiene er utformet for å dokumentere virkningene av menneskelig besøk/kjøretøytrafikk på fugler som hekker på bakken og i fugle fjell, på hvalross og på isbjørn. I tillegg har vi utplassert «lydfeller» (akustiske opptakere) under havoverflaten i Adventfjorden (den mest trafikkerte fjorden på Svalbard) for å studere skipstrafikkens innvirkning på den truede hvithvalbestanden på Svalbard. Vi har dessuten vedlikeholdt vårt AURAL-nettverk (AURAL: Autonomous Underwater Recorders for Acoustic Listening) for å overvåke støynivået i havet sentrale steder på øygruppen. Det er også gjennomført feltkampanjer for å samle inn snø-prøver for å finne ut hvor mye plast som blir avsatt i miljøet fra snøscootere som kjører over tundraterrang.

NP har også startet studier for å sammenholde AIS-data med lokalisering av revehi for å identifisere lokaliteter med risiko for å få for mange besøk i perioden ungene vokser opp. Vi har også begynt kartlegging av trållaktiviteter i sammenheng med sårbare områder og arter på Svalbard. Her er data fra MAREANO-programmet (gjennomført av HI) et viktig utgangspunkt.

En studie av isbjørn og forstyrrelser hadde feltarbeid på Svalbard våren 2023. Sju ulike viltkamera ble plassert på ulike steder langs kjente scootertraseer mellom Longyearbyen østkysten av Spitsbergen, i områder hvor det var forventet at grupper med snøscootere ville ferdes og potensielt kunne føre til interaksjoner med isbjørn. Kameraene ble satt ut midt i mars og samlet inn 19 mai. I alt 130 000 bilder er gjennomgått og tilstedeværelse av snøscootere er analysert. Dataene fra hvordan ferdsel varierer med tid på døgnet, med værforhold, og sesong, vil bli analysert og så bli sammenlignet med data for isbjørnbinner som har hatt halsbånd og brukt de samme områdene. Det vil fokuseres på om ferdsel ser

ut til å ha effekt på hvordan isbjørnene bruker fjordisen for å jakte om våren, spesielt om de lar være å jakte på tider med mye ferdsel.

Bestandsstudiene av bakkehekkene ærfugl og hvitkinngås gjennomføres hvert år på øyene i Kongsfjorden. Øyene som kartlegges er de ved Ny-Ålesund (Mietheholmen og Prins Heinrichøya), Lovenøyene (Storholmen, Juttaholmen, Observasjonsholmen, Midtholmen, Sigridholmen, Innerholmen), Eskjæret, Gerdøya og Breøyene (Indre og Ytre Breøya). I dette forstyrrelsesprosjektet ønsket man å studere om forskningsaktivitet/arbeid på øyene i hekkeperioden påvirker hekkesuksessen til ærfugl og hvitkinngås. To øyer i Kongsfjorden, Storholmen og Prins Heinrichøya, er mest brukt i forbindelse med studier på disse to artene. De andre øyene i fjorden ble brukt som kontrollområder ved at de ble kun besøkt en gang i løpet av hekkeperioden (for å klarlegge kullstørrelsen). Foreløpige resultat viser at naturlig predasjon (fra polarmåker og isbjørn) er den viktigste årsaker til tap av egg for hekkende ærfugl, men det ble også registrert at forstyrrelser, forårsaket av forskere som besøker øya, påvirker kullstørrelsen negativt for ærfugler.

NPs forstyrrelsesstudier er også rettet mot turistbesøk til fuglefjell. Ossian Sarsfjellet i Kongsfjorden er en av sjøfuglkoloniene på Svalbard som besøkes jevnlig av turister gjennom hekkesesongen (mai-august). Vanligvis ankrer seilbåter eller små motorbåter opp nedenfor kolonien, og små grupper med turister går i land og klatrer opp til toppen av kolonien. Denne aktiviteten kan foregå daglig i perioden juli-august. For å gjøre en vurdering av hvorvidt slik menneskelig aktivitet kan forstyrre fuglenes adferd i kolonien installerte vi tre tidsstyrte kameraer ved toppen av kolonien for å overvåke besøksfrekvens, antall besøkende og fuglenes eventuelle reaksjon. Bilder fra disse kameraene vil gjøre det mulig å vurdere hvorvidt fuglene forlater reirene sine i løpet av turistenes besøk, som i så tilfelle vil indikere betydelig menneskelig forstyrrelse. Bildene er foreløpig ikke analysert, men dette vil bli gjort i løpet av 2024.

Studier av sterkt forstyrrede områder kontra områder med lite forstyrrelser kan gi innsikt i mulige effekter av menneskelig påvirkning. En vestkyst vs. østkyst-studie basert på akustikkdata fra to av våre AURAL-lyttebøyer ble publisert i 2023 og viste at lydmiljøet og artssammensetningen av marine pattedyr er svært forskjellig på de to stedene (Llobet m fl. 2023). I Kongsfjorden hørte man lyden av arktiske arter fra vinter til sommer, og noen sommer-gjestende hvalarter utover høsten. På østkysten ble arktiske arter påvist året rundt og det ble registrert noen få sommer-gjestende hvalarter. Både grønlandshval og narhval ble hørt på lyttebøyene i øst så lenge området var islagt. Ingen av disse artene ble påvist i vest. Støy fra skipstrafikk ble registrert langt oftere i vest enn i øst, noe som i samsvar med data fra AIS. Støy fra vind og is dominerte lydbilde på begge stedene. I Kongsfjorden var det overraskende mye menneskeskapt støy fra fiskefartøy, og enkelte ganger var støynivået så høyt at det ble betraktet som skadelig for marint liv. I øst var lydbildet dominert av lyden fra havisen og ulike arktiske marine pattedyr. Her var det lite menneskeskapt lyd fra båter, men lyden fra seismikk ble hørt noen uker om sommeren.

NP leder Svalbard-modulen i Framsenter-programmet CLEAN (2021-2025), som er laget for å studere kumulative effekter. Resultater fra dette programmet vil bli publisert i 2025 og 2026.



Styringsparameter

Økt kunnskap om naturtilstanden på utvalgte ilandstigningslokaliteter.

NP har fortsatt sine studier av slitasje på vegetasjon på turist-ilandstigningsplasser med støtte fra SMS-feltinspektørene. Alle de tre SMS-feltlagene som jobbet sommeren 2023 registrerte dessuten forekomsten av stier i tilknytning til ilandstigningsplasser. På én av fire kartlagte lokaliteter i Isfjorden ble det registrert ubetydelig stidannelse, og på de tre andre lokalitetene ble det ikke registrert noen sti. Av to lokaliteter i Krossfjorden ble det registrert sti på den ene. I nordvestlige del av Spitsbergen ble en lokalitet undersøkt, og ubetydelig stidannelse ble registrert. Totalt ble det da på syv undersøkte lokaliteter registrert tydelig sti på en og ubetydelig stidannelse på to. Fremtidige planer må justeres etter at nye miljøforskrifter er innført for å utforske økt trafikk i enkelte områder og gjenopprettingstider på steder som ikke lenger er tilgjengelige for turistbesøk.

Prioritering 7: Styrket kunnskapsgrunnlag om effektene av klimaendringene i polarområdene for å kunne ta hensyn til klimaendringene i forvaltningen av polarområdene.



Styringsparameter

Har gjennomført feltarbeid, tokt og overvåking som fremskaffer data og styrker forvaltningsrelevant kunnskap om klimaendringene og effekten av disse.

Innsamling av data til MOSJ ble gjennomført i 2023 for alle NPs klimavariabler, inkludert alle viktige isbreer (for massebalanse), snømålinger og atmosfæriske avsetningsmålinger på isbreene. Kun havnivåmålingene i Barentsburg ble ikke utført (satt på vent på grunn av Russlands invasjon av Ukraina). Fysiske endringer i miljøet på grunn av global oppvarming fortsetter å ha innvirkning på økosystemene. Mesteparten av den nye naturvitenskapelige kunnskapen som ble produsert for Svalbardområdet i 2023, gjelder klimaendringers påvirkninger på isbreer og samtidige påvirkninger på marin biota, men biologiske påvirkningsstudier inkluderer også effekter av endrede havisforhold, ferskvannstilførsel og andre endringer forårsaket av klimaendringer.

NP er partner i SENTINEL-prosjektet som ledes av det italienske polarforskningsinstituttet CNR-ISP (Consiglio Nazionale delle Ricerche- Istituto di Scienze Polari). SENTINEL gjennomførte en storstilt borekampanje på Holtedahlfonna våren 2023, sammen med andre partnere fra det franske nasjonale senteret for vitenskapelige ressurser (CNRS) og Universitetet i Perugia. Målet var å bore to iskjerne fra overflaten og ned til berggrunnen for å utforske Svalbards klimahistorie. Mens forskerne foretok den vitenskapelige feltinnsatsen og prøvehåndteringen, sørget NPs OLA-ansatte for all den massive logistikkinnsetsen som var nødvendig for etablering, vedlikehold og deretter dekonstruksjon av den komplekse forskerleiren som ble satt opp 1126 m over havet. Dårlig vær hindret operasjoner under feltkampanjen og boreoperasjonene støtte på uventede problemer (elver inne i breen), noe som nødvendiggjorde flytting av is-borestasjonene – men SENTINEL-teamet var svært fornøyd med de 74 m lange kjernene som ble innsamlet, og spesielt med gjennomføringen av uthenting av tre kjerner i prosjektet i stedet for de to som var planlagt. Prøvene skal først og fremst brukes til å spore tidligere mønstre i snø- og is-akkumulering, men forskerne fra CNRS i Frankrike vil også studere bakterier, sopp og virus-samfunn som har eksistert gjennom de skiftende klimatiske periodene i løpet av 300-årsperioden som kjernene dekker. En av iskjernene vil bli fraktet til Antarktis hvor den vil ligge i et is-bibliotek vedlikeholdt av «Ice Memory Foundation» til bruk for fremtidige generasjoner av forskere.

Resultat fra tidligere is-boringsprosjekter på Høltedahlfonna har gjort det mulig for forskere å identifisere kilder til svart karbon (BC «black carbon») fra menneskeskapt forbrenning av organisk materiale og fossilt brensel. BC-utslipp er skadelig for det arktiske klimaet og bør kuttes for å dempe klimaendringer. BC bidrar til oppvarming av atmosfæren gjennom å framskynde tining når det avsettes på snø og is. Ved å analysere kjemiske forbindelser og sporelement gjennom tid (fra år 1700-2002) fant Ruppel m. fl. (2023) at bidraget fra forbrenning av biomasse til BC var 60-70% høyere enn det som skyldes forbrenning av fossilt brensel. Fossile brensel-kilder økte i perioden fra 1860 til 1920 og igjen fra 1960-1990-tallet. Atmosfærisk transportmodellering viste at økende avsetning av BC siden 1970-tallet var assosiert med luftmasser fra Asia. Denne informasjonen er viktig for politiske beslutnings-takere.

NPs massebalanseovervåking på Austfonna på Nordaustlandet og spesielt nye høydedata fra NP/UiO bidro i 2023 med data til CLS (Collectie Localisation Satellites- et datterselskap av det franske romsenteret CNES) for å validere høydemålinger gjort med Sentinel-3 satellitten. Sentinel-3 er EU/Copernicus sin hoved-satellitt for langtidsovervåking av havnivå og massebalanse av landis, sjøis og hydrologi. Dette prosjektet er en del av det større prosjektet «St3TART» som prøver å etablere et operasjonelt valideringsprogram for Sentinel-3 over land-is, sjøer/elver og sjøis. Sistnevnte komponent er koblet til vår Framstredet/ATWAIN-overvåking hvor NP har instrument ute for kontinuerlig måling av sjøistykkelse.

På Svalbard trekker de fleste tidevannsbreene seg tilbake. Ferskt sediment-rikt vann kommer ut under tidevannsbreer og mikses i dypet med sjøvann som bringes til overflaten nær brefronten. Denne konstante strømmen har med seg dyreplankton og småfisk til overflaten som da tiltrekker seg sjøfugl. Fordi tilgjengeligheten av andre næringsområder, slik som den marginale iskantsonen, har blitt energetisk kostbar å fly til på grunn av redusert isdekke, har tilgangen på byttedyr foran tidevannsbreer blitt viktigere. Hop m. fl. (2023) undersøkte konsentrasjonen av dyreplankton foran fire tidevannsbreer i Kongsfjorden hhv. tidlig i august 2016 og sent i juli 2017. Den høye tettheten og biomassen av dyreplankton i disse områdene betyr at de fungerer som "klima-refugier" for beitende sjøfugl.

Planktonsamfunn reagerer raskt på skiftende miljøforhold og sammenligninger mellom varme år og kalde år gir innsikt i hvilken effekt fremtidig oppvarming vil kunne ha. Assmy m fl. (2023) studerte planktondynamikk i to slike år. I 2019 ble det observert atlantiske vannmasser med temperaturer over 1 °C i de øvre 250 meterne av vannsøylen i Kongsfjorden, og lite havis i fjorden. Våren 2020 var derimot karakterisert av tilstedeværelse av lokale vannmasser med temperaturer under null grader, og med relativt mye havis. Rekruttering av de dominante kopepodene *Calanus finmarchicus* og *C. glacialis* og larvestadier av rur og krill, samt eksport av karbon til bunnen, var mer effektiv under kalde forhold. Disse resultatene støtter den generelle hypotesen om at bunnlevende samfunn vil motta mindre næringsstoffer i et varmere Arktis.

Sjøisreduksjoner antas å være en viktig driver for arktiske fugle- og pattedyrarter. En studie av tre ulike sjøfuglarter (krykkje, alkekonge og polarlomvi) som lever i to fjorder på Svalbard (Kongsfjorden og Isfjorden) undersøkte overlevelse og reproduksjonssuksess basert på data samlet inn i perioden fra 2005 til 2021 (Sausser m fl 2023). Resultatene viser at alkekonge er mer følsom overfor endringer i forekomsten av sjøis om våren enn de to andre artene. I perioder med forholdsvis mer sjøis om våren, var overlevelsen og reproduksjonen større hos alkekonge. De to andre fugleartene var ikke like følsomme for endringer i sjøisen. Denne studien viser at forekomstene av sjøis om våren spiller en rolle

for populasjoner av arktiske sjøfugler, men synes ikke å være den viktigste faktoren som påvirker overlevelse og reproduksjon.

Klimaoppvarming forventes å øke sykdomsrisikoen hos arktisk fauna, som til nå har vært delvis skjermet fra eksponering for mange sykdommer. Hvithvalbestanden på Svalbard er en av de minste bestandene vi har av denne arten, noe som gjør den særdeles sårbar. Nymo m. fl. (2023) analysert blodprøver fra levendefanget hvithval fra perioden 2001-2016 for antistoffer fra influensa A-virus, morbillivirus, bakterien *Brucella spp.* og parasitten *Toxoplasma gondii*. Antistoffer for *Brucella spp.* ble funnet i 59 % av de undersøkte hvalene (16 av 27) og antistoffer for influensa A-virus ble funnet i en enkelt hannhval fanget i Van Mijenfjorden i 2001. Alle testene for morbillivirus og *T. gondii* var negative. Resultatene viser mao. at hvithvalene på Svalbard har blitt eksponert for influensa A-virus og *Brucella spp.*, selv om vi ikke har funnet syke dyr. Overvåking av helseparametere, inklusive sykdommer, er særdeles viktig for å detektere mulige endringer i status til denne sårbare hvalbestanden.

Observasjoner av sjøfuglflåtten *Ixodes uriae* i høyarktis har indikert at arten har ekspandert nordover gjennom de siste tiårene som følge av klimaendringer (McKoy m fl 2023). Siden arten kan påvirke sjøfuglers hekkesuksess og kan være bærer av flere patogener, inkludert borreliose, er det viktig å forstå hvordan arten sprer seg for å kunne forutsi dens virkning på polare sjøfuglbestander. I denne studien har man benyttet genetik og serologi for å teste hypotesen om at *I. uriae* nylig er spredd til Svalbard. Flått og blodprøver ble samlet inn fra både krykkje og polarlomvi i Kongsfjorden. I strid med vår hypotese viser resultatene at *I. uriae* har vært på Spitsbergen lenge. Ellers ble borreliose for første gang påvist i høyarktis. Fremtidige observasjoner av sjøfuglflått er nødvendig for å forstå endringer i forekomsten av borreliose som følge av klimaendringer.

Pelslus ble oppdaget i fjellrev på Svalbard i 2019 og har blitt identifisert som blodsugende lus (underorden *Anoplura*). Ved bruk av genetiske metoder fant Buhler m fl (2023) at lus fra Canada og Svalbard var 100% like (8 prøver fra Nunavut og 3 prøver fra Svalbard). Dette indikerer at det er gen-flyt mellom ektoparasitter i skandinaviske og nordamerikanske fjellrevbestander. Det er ennå ikke kjent hvordan pelslus kan påvirke vinteroverlevelsen og bestandsutviklingen hos fjellrev, og kunnskap om utvikling og forekomst er viktig for forvaltningen av arten.

Fugleinfluensaen (HPAI) tok livet av tusenvis av ville fugler over hele Europa og Nord-Amerika i 2021 og 2022, noe som tydet på en endring i infeksjonsdynamikken og et skifte til nye verter, inkludert sjøfugl. Havsuler ble tilsynelatende hardt rammet, og i en artikkel skrevet av Jade m fl (2023) blir demografiske konsekvensene for denne arten beskrevet basert på data fra kolonier rundt hele Nord-Atlanteren. Uvanlig høyt antall døde havsuler ble først registrert i kolonier på Island i løpet av april 2022. Det bli registrert utbrudd i mange skotske kolonier, etterfulgt av kolonier i Canada, Tyskland og Norge. Å forstå fugleinfluensaens effekt på truede sjøfuglbestander, og å skille denne påvirkningsfaktoren fra annen påvirkning, er viktig for forvaltningen og bevaringen av sjøfuglene.

Flere artikler publisert i 2023 er relevante for forvaltning av svalbardrein. Pedersen m.fl. (2023a) studerte sommer- og vinterhabitat på Svalbardskala og fant som forventet i begge årstider at reinen foretrakk produktive habitat (som i studiet var beskrevet av en vegetasjonsindeks og plantebiomasse), og at fugle fjellene, som er rike på plantebiomasse, hadde betydning for habitatvalg, særlig om vinteren. Egnede habitat dekket bare en liten del av landskapet; omtrent 13,0 % av det totale landarealet i begge årstider. Dette tyder på at i motsetning til for de fleste andre reinsdyrbestander, vil bevaring av relativt små geografiske områder være tilstrekkelig for å ta vare på svalbardreinen

arealbruk gjennom året. Pedersen m fl (2023b) fant ut at skjelettmål kan gi verdifull informasjon om kondisjonen til svalbardrein (en økologisk indikator), spesielt for de yngste aldersklassene.

Bredere, bedre og mer kostnadseffektiv overvåking av bestander er avgjørende for å forbedre informasjonsflyten til forvaltningsmyndighetene. Dette er målet for prosjektet «Walrusenes fra Space» ledet av WWF og BAS (British Antarctic Survey), der NP er en partner. I 2023 møttes sentrale hvalrossforskere fra hele Arktis (minus Russland) i Woking i Storbritannia for å diskutere tekniske aspekt ved ulike satellittsystem og regionale forskjeller i bruk av habitat, tettheter og andre faktorer som kan påvirke estimat av bestandsstørrelse. Tallfesting av små hvalrossgrupper på Svalbard basert på droner og satellittbilder ble validert gjennom samtidige bakketellinger i 2022. Vi håper å gjennomføre tilsvarende tellinger av større grupper øst på Svalbard i 2024.

Å teste alternativ teknologibruk var også målet for Paulsen m fl (2023) som sammenlignet tellinger av svalbardrein fra drone med tradisjonelle bestandstillinger fra bakke og fra helikopter. Noe overraskende viste det seg at drone-tellingene underestimerer reinbestanden og er mer tidkrevende enn eksisterende tellemetoder, særlig på forvaltningsrelevant romlig skala. Automatisk objekt-gjenkjenning ved hjelp av maskinlæring og analytiske metoder som tar høyde for usikkerhet vil sannsynligvis forbedre nytteverdien av dronebruk i fremtiden.

Ved bruk av lysloggere har man fått nye og viktige data på atferd og arealbruk hos isbjørn. Lysloggerne, som også måler temperatur, festes i øret på isbjørnbinner og data fra slike for perioden 2012-2021 ble analysert av Merkel m fl (2023). Lysloggerne registrerte tidspunkt for når på høsten binner gikk i hi, og når på våren de gikk ut av hiet og ga dessuten omtrentlige posisjoner for hvor dette skjedde. Kunnskap om demografi og hi-økologi hos isbjørn er viktig for framtidig forvaltning av den lokale isbjørnbestanden. Kunnskap om hi-økologi er spesielt viktig nå fordi reduksjon av sjøis rundt viktige ynglingsområder fører til store endringer i tilgjengelighet og bruk av disse områdene.

Istykkelsen på de fleste isbreene er ukjent, og siden det ikke er mulig å besøke alle isbreer og måle deres tykkelse direkte, er det ønskelig med en modelleringstilnærming. Frank m fl (2023) presenterte en ny metode for å gjøre dette, baserte på observasjoner av brehastigheten og høydeforandringer, parametre som begge kan utledes fra satellittdata. Modellering av tidevannsbreen Kronebreen på Svalbard ble sammenlignet med istykkelsesdata basert på radarmålinger av den samme breen, og ga lignende resultat. Metoden er kostnadseffektiv og gir god grunnleggende informasjon for bruk i simuleringsmodeller for framtidig utvikling av breer.

Filhol m fl (2023) utviklet et spesialbygd modulært system som kan samle inn høykvalitets meteorologiske data fra steder som ikke har ordinær strømforsyning. Systemet integrerer kommersielle og spesialbygde sensorer koblet til en hovedenhet som styrer strøm, data og radiosamband. Data sendes til en inngangsport (gateway) og deretter til en server som behandler, lagrer og kvalitetskontrollerer dataene. Systemet var testet i nærheten av Ny-Ålesund, og var i drift mellom mai 2021 og april 2022 for å måle meteorologiske og glasiologiske variabler. Slike modulære system gjør det mulig å observere været, samtidig måle akkumulasjon og smelting på isbreer med høyere romlig oppløsning enn tidligere, og å fange opp detaljerte lokale variasjoner. Resultatene vil føre til bedre modellering av massebalanse, og bedre oppskalering av punktmålinger av massebalanse i ulike nivå på isbreer innenfor samme nedbørfelt.

Barentshavet er et av de polare områdene som for tiden opplever de største endringene i klima- og økosystemet. I en stor ny artikkel (Gerland m.fl., 2023) basert på data samlet inn som en del av Arven

etter Nansen-prosjektet, gir 41 forskere fra ulike norske institusjoner en oversikt over kunnskapsstatus om de fysiske, kjemiske og biologiske systemene i Barentshavet. De fysiske forholdene er karakterisert av store sesongmessige kontraster mellom årstider, med delvis isdekket hav om vinteren og våren, og hovedsakelig isfrie forhold om sommeren og høsten. Observasjoner fra de siste tiårene viser at både lufttemperatur ved havoverflaten og havtemperatur har økt, havisutbredelse har minnet, lagdeling i havet har blitt svekket, og vannkjemi og økosystemkomponenter er forandret. Flere av endringene beskrives med ordene «atlantifisering» eller «borealisering», noe som er uttrykk for at miljøforholdene eller artsutbredelsene ligner mer på det man kjenner fra områder lenger sør, og mindre på det man forbinder med Arktis. De observerte endringene har betydning for større geografiske områder også utenfor Barentshavet, som for eksempel i sammenheng med transport av havis, vann- og luftmasser inn i og ut av Barentshavet. Endringene har også sosioøkonomiske konsekvenser, som for fiskeri og annen menneskelig aktivitet. Mange av endringene er godt dokumentert med observasjoner, men det finnes fortsatt observasjonsmangler, som for eksempel når det gjelder målinger og prøvetaking vinterstid. Kunnskapshull eksisterer fortsatt om prosessforståelse når det gjelder vekselvirkninger mellom fysiske og biogeokjemiske drivkrefter og hvordan disse virker inn på økosystemet og på komplekse tilbakekoblingsmekanismer. Oversiktsartikkelen konkluderer med at den sørlige delen av Barentshavet ikke viser mange karaktertrekk som er typisk for arktiske områder, mens det nordlige Barentshavet fortsatt kan betegnes som arktisk, selv om endringer i klima og økosystem er i gang også der. Arbeidet med denne oversiktspublikasjonen, som begynte i pilotfasen til prosjektet Arven etter Nansen, ble videreført i prosjektet, slik at den inneholder eksempel på resultat fra hele dette omfattende prosjektet.

I løpet av de siste tiårene har utbredelsen av havisen og havistykkelsen i Polhavet gått jevnt nedover. Når havisdekket reduseres, og det stadig strømmer inn varmere atlantehavsvann, får det betydelige konsekvenser for varmeinnholdet i Polhavet og i vannmassene som strømmer ut igjen fra Arktis. Analyse av data fra bunnforankrede instrumenttrigger i Framstredet (de Steur m.fl. 2023), viser at havtemperaturen i de øverste vannmassene i Østgrønlandsstrømmen har økt betydelig mellom 2003 og 2019. Det polare vannet er i dag varmere om sommeren på grunn av lavere haviskonsentrasjon, og det blir observert lengre isfrie perioder nordover i Polhavet. Våre resultater viser at det siden vinteren 2015 er mer varmt atlantehavsvann til stede i det sentrale Framstredet, noe som også har påvirket både utbredelsen og tykkelsen av havisen om vinteren. Oppvarming av det polare vannet og mer atlantisk vann i Framstredet har ført til en betydelig reduksjon av havisdekket langs hele østkysten av Grønland. Dette får konsekvenser for vertikal omrøring i havsøylen om vinteren, og for dynamikken i økosystemet om sommeren.

Klimaendringer vises oftest som gradvise endringer i fysiske eller biogeokjemiske miljøegenskaper. Men komponenter i klimasystemet kan også raskt, og gå fra ett regime til et annet, som en ikke-lineær respons i systemet på skiftende påvirkninger. Sumata m.fl. (2023) viser at det arktiske havisregimet i 2007 gjennomgikk nettopp en slik brå overgang ved at det skiftet tilstand fra tykkere og deformert havis til tynnere og mer ensartet is. Etter skiftet ble andelen av tykk og deformert havis halvert, med langvarig effekt, i det minste fram til 2019. Før denne endringen kom, ble en tottrinns-reduksjon i «levetiden» for havis i Polhavet observert, først med en nedgang i 2005, så etterfulgt av en økt nedgang i 2007. Studien viser at en enkel modell kan beskrive prosessen med dynamisk havisvekst, og forklarer de observerte endringene i tykkelsen av havis som et resultat av en reduksjon i den tida havisen befinner seg i Polhavet. Studien fremhever den langvarige effekten av klimaendringer på den arktiske havisen gjennom redusert oppholdstid og måten dette virker inn på de koblede prosessene mellom havvann og havis. Funnene i dette studiet var bare mulig å få gjennom den kontinuerlige overvåkingen av havisen i Framstredet som Norsk Polarinstitut har utført siden tidlig 1990-tallet.

Resultatene bidrar til økt forståelse av havisprosesser som er relevant for klima, økosystem og menneskelig aktivitet i polarområdene nå og i fremtiden.

Tapet av havisen i Arktis har blitt en indikasjon på de pågående klimaendringene, men klimamodeller sliter fortsatt med å gjengi disse endringene nøyaktig, for ikke å snakke om å forutsi dem. En grunn til dette er den stadig tydeligere innvirkninga havet, og spesielt laget av atlantisk havvann, har på sjøisprosessene. I en ny studie av Heuzé m.fl. (2023) kvantifiseres usikkerheter og svakheter i simuleringer av det atlantiske laget og de dypere lagene i Arktis i 14 klimamodeller som inngikk i Climate Model Intercomparison Project fase 6 (CMIP6), som blant annet brukes som grunnlag for IPCCs vurderinger. I artikkelen fremheves behovet for generelle forbedringer i de forskjellige modellkomponentene og deres kobling. Den gir også konkrete anbefalinger om hvilke prosesser som må forstås bedre, for eksempel dannelse av dypvann og sirkulasjonsmønstrene til atlantisk vann. En annen artikkel (Muilwijk m.fl. 2023) undersøker prognoser for fremtidig lagdeling i Polhavet basert på flere koblede klimamodeller. Lagdelingen i havet påvirker den vertikale utvekslingen av gasser, næringsstoff og varme mellom overflaten og dyphavet. Polhavet har en sterk lagdeling i de øvre lagene på grunn av store forskjeller i saltholdighet. Observasjoner mellom 1970 og 2017 viser at lagdelingen i de vestlige delene av Arktis, i de kanadiske bassengene, har blitt sterkere, mens lagdelingen i de eurasiske bassengene har blitt svakere. Den svekkede lagdelingen er del av en prosess som har blitt omtalt som «atlantifisering». Våre funn viser at 14 klimamodeller gir samme prognoser for fremtidige endringer i det vestlige Arktis; lagdelingen her vil fortsette å bli sterkere på grunn av økt tilførsel av ferskvann på overflaten. I de eurasiske bassengene og områdene nord for Svalbard divergerer modellene i sine prognoser for fremtiden, og noen modeller viser helt motsatte scenarier når det gjelder fremtidig lagdeling og videre atlantifisering, noe som også påvirker havisdekket. Dette innebærer at det er vanskelig å beregne konsekvensene av fremtidig oppvarming i denne delen av Arktis. Prosesser relatert til lagdeling i Polhavet må forbedres i modellene før vi kan få mer nøyaktige prognoser av fremtidig atlantifisering. På tross av uenighet om lagdeling viser alle modeller en sterk oppvarming og negativ trend i saltholdighet i alle vannmasser i Polhavet i det kommende århundret.

Nåtidens endringer av havisen i Polhavet gir ikke bare tynnere is og redusert isutbredelse, men også endringer i utbredelsen av ulike istyper. På grunn av isens bevegelse dannes det skrugarder når isflak presses sammen. Dette danner svært store samlinger av isblokker formet som et «seil», som stikker opp fra overflaten og en dyp iskjøl som stikker langt ned i vannet. En stor del av havisen i Polhavet er faktisk skrugarder, men siden disse er svært vanskelige å tallfeste i felt, vet vi veldig lite om skrugarders rolle i klimasystemet. Lange m.fl. (2023) sin studie er basert på et datasett innsamlet i det sentrale Polhavet under ekspedisjonen MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) med RV “Polarstern” i 2019-2020. I løpet av sommeren 2020 ble det gjort metodiske observasjoner av smeltingen av havisen i Polhavet, spesielt fra skrugarder. Studien viser at i løpet av sommeren, når mesteparten av isen smelter, samlet det seg ferskt smeltevann fra overflaten inn i kjølene av skrugarder som siden frøs til. Dette innebar at det ble dannet is om sommeren fordi isblokkene i kjølen av skrugarder er kaldere enn frysepunktet til ferskvann. Våre resultater tyder på at isen som dannes om sommeren, bidrar til tregere smelting av skrugarder. Fordi det blir mer av den tynnere og mer bevegelige førsteårsisen i Arktis, forventer vi at det dannes flere skrugarder. Disse prosessene må i større grad tas i betraktning i klimamodellene.

En relatert, detaljert studie gjort av Salganik m.fl. (2023a) undersøkte den termiske og morfologiske utviklingen av en førsteårsskrugard i det sentrale Polhavet i løpet av MOSAiC-driften. Dette omfattet tiden fra skrugarden ble dannet til den smeltet. I begynnelsen var skrugardens kjøldybde 5,6 m med en seil-høyde på 0,7 m, mens andelen hulrom fylt med sjøvann (porøsitet) ble estimert til å være 29 %.

Fra januar til midten av april ble skrugarden sakte konsolidert gjennom vekst av den delen av skrugarden med null makro-porøsitet på grunn av varmetap til atmosfæren, og den totale veksten var på 0,7 m. Fra midten av april til midten av juni var det en raskt økende konsolidering, til tross for det ikke var noen økning i ledende varmefluks. I denne perioden økte gjennomsnittstykkelsen av islaget (det konsoliderte laget) i skrugarden med 2,1 m. Observert konsolidering av skrugarden i tiden med maksimal smelting i juni–juli antas å være relatert til perioder med gjenfrysing av smeltevann fra snø og is nær overflaten, samt fra smeltevann fra kjølen. I midten av juni skjedde det en drastisk reduksjon av makro-porøsiteten i det indre av kjølen mens flankene på skrugarden viste liten eller ingen endring i makro-porøsitet. Resultatene fra studien er viktige for å forstå hvilken rolle skrugarder har som smeltevannskilder og-sluk, og som oppholdssted for is-assosierte organismer i og ved havisen i Polhavet. En annen studie av Salganik m.fl. (2023b) undersøker havisens smeltehastigheter ved å bruke unike, gjentatte undersjøiske flerstrålesonarundersøkelser i løpet av en periode på én måned mens smeltingen av sjø-is var høyest. Smeltingen ved bunnen av isen er større for tykkere is enn tynnere is. Denne observasjonen ble gjort på første- og andreårsis og på en førsteårs skrugard, og reduksjonen tilsvarte et gjennomsnitt på henholdsvis 0,46, 0,55 og 0,95 meter total snø- og issmelting i observasjonsperioden. I gjennomsnitt hadde den studerte skrugarden en kjøle på 4,6 meter, var 42 meter bred og hadde 4 % makroporøsitet. Mens bunnsmeltinga for skrugarden gikk 3,8 ganger raskere enn for udeformert førsteårs-is, gikk overflatesmeltinga så og si like raskt for de to is-typene, og var årsak til 40 % av endringa i kjøle-dybde for skrugardene. Gjennomsnittlig smelting av skrugardens tverrsnitt varierte fra 0,2 til 2,6 meter, med maksimalt 6 m målt ved ett enkelt målepunkt, noe som viser at smeltesatene kan variere betydelig i rom. Resultatet fra denne studien gir kunnskap som forbedrer representasjon av skrugardrelaterte sjøisprosesser i klimamodeller, inkludert smeltehastigheter og smeltevannsbalanse.

Barentshavet gjennomgår en rask oppvarming med mindre havis og økt innstrømming av atlantiske vannmasser som fører med seg atlantiske pelagiske arter, en prosess som omtales som «atlantifisering». Slike endringer er allerede dokumentert i det sørlige og sentrale Barentshavet, mens graden av atlantifisering i det nordlige Barentshavet og det tilstøtende Polhavet er mindre kjent. Wold m.fl. (2023) beskriver biodiversitet og biomasse av mesozooplankton i det nordlige Barentshavet langs et transekt på syv stasjoner som strekker seg fra det sentrale Barentshavet (76 °N), forbi Kvitøya, over sokkelkanten og inn i Polhavet (82°N) i august og desember 2019, og i mars, mai og juli 2021. De fleste dyreplankton taxa forekom over hele studieområdet, men den relative mengden og livsstadiene varierte avhengig av årstid, region og den dominerende vannmassen i området. Vi identifiserte tre distinkte biogeografiske regioner med forskjellig dyreplanktonsammensetning og sesongdynamikk: (i) sør for Polarfronten, (ii) sokkelen i det nordlige Barentshavet, og (iii) sokkelskråning og Polhavet. Om sommeren ble det funnet høye mengder av dyreplankton (både rent atlantiske arter og arter som har en global utbredelse), hovedsakelig kopepodene *Calanus finmarchicus*, *Metridia longa*, *Oithona similis* og *Microsetella norvegica* i det sentrale Barentshavet sør for polarfronten. På sokkelen i det nordlige Barentshavet dominerte arktiske arter som *Calanus glacialis*, *Pseudocalanus* spp. og vingesneglen *Limacina helicina* året rundt med relativt høy og stabil biomasse. På de nordligste stasjonene langs sokkelskråningen og i Polhavet økte forekomsten av atlantiske arter som kopepodene *C. finmarchicus* og Oncaidae (*Triconia borealis* og *Oncaea* spp.) om vinteren. De dype stasjonene skilte seg også fra grunne stasjoner med forekomst av dyphavsarter som kopepodene *Paraeuchaeta* spp., *Scaphocalanus brevicornis*, *Spinocalanus* spp. og *Gaetanus brevispinus*. Sterkere transport av varmt atlantisk vann og økt utbredelse av atlantiske dyreplanktonarter innover i Polhavet forventes i fremtiden, noe som kan påvirke mangfoldet av de mer endemiske arktiske dyreplanktonsamfunnene.

Rask oppvarming i Barentshavet, nordlig forflytting av iskanten og områder med høy primærproduksjon krever flere observasjoner for å forstå påvirkninger på karboncyklussen. Kalkskallsdannende dyreplankton foraminifere og vingesnegl som er viktige i karbonbudsjettet, er følsomme for kjemiske endringer i havet og for havforsuring. Griselda Anglada-Ortiz m.fl. (2023) studerte det nordlige Barentshavet mellom breddegradene 76°N og 82°N, altså både atlantisk og arktisk havvann samt områder med åpent vann og isdekte områder. Observasjoner ble gjort i flere årstider i 2019 og 2021. Vingesnegl dominerte det arktiske området med sesongmessig havisdekke og bidro med det høyeste karboninnholdet og den største karbontransporten nedover i vannsøylen. Den største produksjonen av dyreplankton ble observert om sommeren (august og juli 2021) og om høsten (desember 2019), mens produksjonen var lavest om vinteren (mars 2021). Studien gir for første gang innsyn i sesongvariasjoner av kalkdannende dyreplankton og effekter av minkende isdekke og havforsuring på skalltykkelse og vertikal transport av karbon. Med økt havforsuring kan kalkskall bli tynnere og mengde karbon som transporteres ned i vannsøylen minke.

Overgangen fra arktiske til atlantiske forhold i det nordlige Barentshavet påvirker gassutvekslinga mellom luft og sjø og havets kapasitet for opptak av CO₂ fra atmosfæren. Dette har konsekvenser for den pågående klimaendringen og havforsuringen, og endringen er derfor viktig å følge ved å måle havvannets innhold av CO₂ (målt som mol-fraksjon eller partialtrykket av karbondioksid, pCO₂). Målinger fra skip bidrar med observasjoner av pCO₂ i regionen, men det finnes fortsatt få data spesielt om vinteren og tidlig om våren. Ericson m.fl. (2023) benyttet et nevralt nettverk og selvorganiserende kart til å kartlegge CO₂-innholdet i overflatevannet mellom september 1997 og desember 2020. Resultatene viser at pCO₂ i havvannet i det nordlige Barentshavet, ved grensen til Nansenbassenget, har økt betydelig de siste tiårene. Økningen er dobbelt så stor som økningen i det atmosfæriske partialtrykket av CO₂, og sammenfaller med sterk nedgang i mengden av havis. I tillegg har saltinnholdet i overflatevannet økt i området. Funnene bekrefter at havisen har en sterk innvirkning på det oseaniske opptaket av CO₂. Økningene i pCO₂ i overflatevannet resulterer i redusert oseanisk opptakskapasitet for atmosfærisk CO₂ og en senket pH. Det forventes at havforsuringen øker i dette allerede sårbare området, med konsekvenser for planktonsamfunnene. Denne studien framhever også behovet for *in situ* CO₂-målinger om vinteren og våren når havisdekket er mer omfattende. Dette vil øke kapasiteten til å estimere pCO₂ i de raskt skiftende nordområdene, men krever at de isgående fartøyene klarer å opprettholde et åpent sjøvannsinntak i isdekket farvann, noe som ikke alltid er tilfelle.

Arktiske områder endres raskt, med drivere som havforsuring og oppvarming. Disse endringene gir utfordrende spørsmål rundt stabiliteten til marine samfunn når disse påvirkes av endringer i miljøet. I arktiske områder spiller marint dyreplankton, og spesielt kalanoide kopepoder, en viktig rolle i næringsnettverket. Endringer i miljøforhold kan forstyrre dyreplanktonsamfunn med påfølgende konsekvenser for hele økosystemet. Tidlige livsstadier av kopepoder har vist seg å være spesielt sensitive for stressfaktorer i miljøet. Espinel-Velasco m.fl. (2023) undersøkte responser til fire dager gamle *Calanus hyperboreus* nauplier når de ble eksponert for forsuring (pH 7.5 til 8.1) og oppvarming (0 og 3 °C), med stressfaktorer hver for seg, og i kombinasjon. Respirasjonsratene til naupliene økte når de ble eksponert for en kombinasjon av forsuring og oppvarming, men ikke når de ble eksponert for disse stressfaktorene separat. I tillegg ble det funnet forskjeller i lipidinnhold og fettsyrekomposisjon hos nauplier under forskjellige eksperimentelle forhold. Voks-estere utgjorde 75% av lipidreservene, og høye nivå av lange fettsyrer 20:1 og 22:1, som er viktige for reproduksjonssyklus i kopepoder, var også til stede. Resultatene indikerte at nauplier var sårbare overfor en kombinasjon av forsuring og oppvarming, men ikke disse faktorene separat, funn som samsvarer med sammenliknbare studier. Dette belyser implikasjonen av globale endringer på arktiske kopepoder ved spesielt å fokusere på responser hos tidlige livsstadier på stressfaktorer i miljøet.

NPs satsing på å styrke kunnskapsgrunnlaget om prosesser i Antarktis som er relevante for global klimautvikling og effektene av globale klimaendringer, ble videreført i 2023. De første NP-observatoriene i det nasjonale forskningsinfrastrukturprosjektet Troll Observasjonsnettverk (TONE) ble etablert i felt (Seabird Monitoring Observatory og Multidisciplinary Ocean Moored Observatory), nettopp for å skaffe observasjonsdata som er viktige for utviklingen av kunnskap om globale miljø- og klimaendringer. NP har også jobbet aktivt med å legge til rette for implementering av RINGS-initiativet under SCAR, både med å koordinere det internasjonale samarbeidet, men også i planlegging av gjennomføring av en RINGS-kampanje i Dronning Maud Land og Enderby Land (Øst-Antarktis). RINGS har som overordnet mål å få til fullstendig kartlegging av grunningslinjens dybde rundt Antarktis. Grunningslinjen er kystlinjen under innlandsisen der innlandsisen møter havet og går over til flytende isbrem. Kartleggingen vil gi mer presise og fullstendige referansedata for utstrømmingen av is til havet langs hele antarktiskysten. Dette er data som er viktige for å få mer nøyaktige beregninger av dagens og framtidens globale havnivåendringer. Første del av den flybårne radarkampanjen ble gjennomført mot slutten av 2023, i tett samarbeid med AWI (Tyskland) og de andre nasjonale aktørene aktive i området. En studie av Koch m.fl. (2023) bidrar med viktig grunnlagsdata til RINGS og andre initiativ som studerer detaljer langs kysten av Antarktis (og med det den fremtidige utviklingen i innlandsisen) ved å sammenstille tre radardatasett samlet inn langs østkysten av Dronning Maud Land ifm. belgiske, tyske og norske ekspedisjoner..

IPCC (2021) har pekt på at den største usikkerheten i framskriving av havnivåstigningen knytter seg til hvordan innlandsisen i Antarktis vil påvirkes av fortsatt klimaendring. Det estimerte bidraget fra Antarktis innen utgangen av århundret varierer fra -5 cm til 43 cm havnivå-ekvivalenter under høye utslippsscenarioer. Usikkerhetene knytter seg spesielt til forskjellene mellom isbreene i Øst- og Vest-Antarktis, samt mulige effekter av økt snøakkumulasjon som kan motvirke massetapet forårsaket av økt smelting på undersiden av isbremmene. Serouissi m.fl. (2023) forsøker å identifisere de isbreene rundt det antarktiske kontinentet som vil bidra mest til havnivåstigningen, og har vurdert i hvilken grad disse er sårbare for endringer i de utenforliggende isbremmene. Gjennom dette viser de at Totten- og Moscow University-isbreene i Øst-Antarktis er særlig utsatte i tillegg til de kjente forventede store massetapene fra Thwaites- og Pine Island-isbreene i Vest-Antarktis. Alt i alt hjelper denne studien med å bidra til fremtidig forskning ved å fremheve områder av isbreene som er mest sårbare for oppvarming av havområdene i løpet av de neste tiårene, og ved å peke på de viktigste kildene til usikkerhet.

Vår forståelse av hvordan klimaendringer påvirker smeltingen av isbremmene i Antarktis er avgjørende for å kunne forutsi fremtidig havnivåstigning. Dersom isbremmene svekkes og forsvinner, vil innlandsisen slippes ut i havet, og gjennom det bidra til økt havnivå. Det er godt kjent gjennom mange studier at når varme vannmasser med temperaturer flere grader over frysepunktet treffer kysten av Vest-Antarktis, bidrar dette til å erodere undersiden av isbremmene der. Dronning Maud Land og store deler av Øst-Antarktis er imidlertid omgitt av kaldere vannmasser som fungerer som en beskyttende barriere mot de varmere dypvannsmassene og hindrer disse fra å nå overflaten. Lauber m.fl. (2023) har analysert data fra ni års kontinuerlig datainnsamling fra havrigger som har vært plassert under Fimbulisen, og viser at fremtidige klimaendringer også vil kunne føre til økt smelting i de østlige delene av Antarktis. Data fra riggene viser en økt innstrømming av varmt dyphavsvann i perioden etter 2016, i en periode som satellittmålinger viser at det også har vært en fordobling av smeltingen på undersiden av isbremmene. Den økte innstrømningen av varmere vann sammenfaller med en observert reduksjon av havisutbredelse og en forsterking av vestavindsbeltet rundt kontinentet. Samlet gir dette en redusert beskyttelse av isbremmene mot varmere vann langs kysten. Dagens klimamodeller indikerer

at de observerte endringene i vind og sjøis vil fortsette som følge av global oppvarming, og dermed vil isbreemene i Øst-Antarktis kunne bli mer utsatt for smelting, noe som i økende grad vil kunne bidra til fremtidig havnivåstigning.

Når isbreene og isbreemene i Antarktis smelter frigis det stadig mer smeltevann til Sørishavet. De fleste av dagens klimamodeller er ikke koblet godt nok opp mot modeller som ser på endringer i iskappene, isbreemene og isbreene i Antarktis og på Grønland. Koblingen mellom landis og resten av klimasystemet er derfor svært forenklet, og eventuelle tilbakekoblingsmekanismer blir ikke inkludert på en god måte. Dette utgjør en betydelig usikkerhetsfaktor for globale klimafremskrivninger. Tidligere modellstudier som har undersøkt virkningen av økt tilførsel av smeltevann rundt Antarktis har vist regionale påvirkninger på Sørishavets vertikale lagdeling, sirkulasjon og havisdekke, og fjernvirkninger på atmosfæren og havet, tropisk nedbør og global temperatur. Etersom tidligere studier ble gjennomført med ulike klimamodeller og konfigurasjoner, er det fremdeles stor usikkerhet knyttet til mulige tilbakekoblinger mellom forekomsten av smeltevann og klima. Swart m.fl. (2023) oppsummerer den nåværende kunnskapen om effekten av smeltevann i Sørishavet, og beskriver eksperiment som skal gjennomføres i forbindelse med et større initiativ som har som mål å bidra til bedre forståelse av klimasystemets respons på smeltevann i Antarktis (SOFIA – «Southern Ocean Freshwater release model experiments Initiative»). Chen m.fl. (2023) presenterer de første resultatene fra dette SOFIA-initiativet, der smeltevannets påvirkning på den dype konveksjonen i Sørishavet har blitt undersøkt ved hjelp av ulike klimamodeller. Denne studien viser at økt tilførsel av smeltevann fra Antarktis fører til betydelig svekkelse av den dype konveksjonen i det åpne havet, hovedsakelig på grunn av en forsterkning av lagdelingen i havet. En bedre representasjon av gjennomsnittstilstanden og inkludering av smeltevann i klimamodeller vil derfor bidra til å redusere usikkerhetene, og gjøre oss bedre i stand til å forstå hvordan smeltevann fra Antarktis vil påvirke klimaet.

Tette, kalde vannmasser dannet på kontinentalsoklene i Antarktis faller ned langs kontinentalsokkelen hvor de blander seg med annet havvann og danner antarktisk bunnvann (AABW). AABW sprer seg deretter inn i de dypeste delene av alle de store havbassengene, og isolerer varme og karbon fra atmosfæren i århundrer. Til tross for AABWs nøkkelrolle i å regulere jordas klima over lange tidsskalaer og dens rolle i å gjenspeile tilstanden i Sørishavet, er observasjonene av AABW mangelfulle. Mangelen på observasjonsdata skyldes hovedsakelig to faktorer; mangel på og vanskelig tilgang til *in situ*-målinger, og havisdekke og mørketid som hindrer havobservasjoner fra satellitter. Silvano m.fl. (2023) gjennomgår observasjoner av AABW som er gjort i løpet av de siste tiårene og beskriver eksisterende datafangst (langtidsovervåking oppnådd med målerigg, skipsbaserte undersøkelser, og observasjoner fra under isbremmer), oppsummerer status fra bruk og utvikling av autonome observasjonsverktøy, og går gjennom mulige alternative tilnæringer inkludert data-assimileringsmodeller og satellittavledede indikatorer. Disse tilnærmingene bidrar samlet til en mer omfattende forståelse av AABW, kaster lys over hvordan AABW dannes, tidsmessige variasjoner og dens rolle i den globale havsirkulasjonens nord-sør-retning i omveltningssirkulasjonen. Spesielt understreker studien betydningen av vinder, sjøis og antarktiske isbreer i AABW-relaterte prosesser. Studien viser viktigheten av å både opprettholde og koordinere observasjonsinnsatsen i disse vanskelige områdene, og fremhever behovet for ytterligere forskning for å bedre forstå betydningen av AABW og dens rolle i jordens klimasystem.

Willis m.fl. (2023) vurderer også interaksjonene mellom atmosfære og hav i polområdene i et klimaperspektiv og viser til at observasjoner og modelleringsinnsats knyttet til havis, hav og atmosfære må bli bedre sammenkoblet for å få en bedre en systemforståelse når det gjelder polhavene og havismiljøene. Siden polhavene blir varmere og havisen blir tynnere og mer fraværende, forventes det store endringer i fysiokjemiske og biogeokjemiske prosesser. Slike endringer vil igjen påvirke

atmosfæriske prosesser gjennom påvirkning på aerosolproduksjon, aerosol-forløpere, reaktive halogener og antioksidanter, og drivhusgassutveksling. Kvantifisering av hvilke prosesser som vil øke og hvilke som vil reduseres ved klimaendringer, forutsetter tilpassede overvåkingsprogram i de polare havområdene. Internasjonale og flerfaglige program vil være en viktig forutsetning. Denne analysen og gjennomgangen vil være viktig og relevant for videre innretning av NPs videre innsats i Polhavet og Sørishavet.

Prioritering 8: God norsk innsats for å videreføre samarbeidet om klima og miljø i Arktisk råd under norsk lederskap (2023-2025).



Styringsparameter

Bedret kunnskapen og opprettholdt samarbeidet om miljø- og klimautfordringene i Arktis.

Under AMAP er Norsk Polarinstitutt med i ekspertgruppa som jobber med å utvikle overvåkingsmetodikk for forsøpling og mikroplast, i ekspertgruppa som jobber med å skaffe en oversikt over og evaluere lokale kilder til miljøgifter, samt at vi er med i arbeidet med en ny oppdatering om klima.

Norsk Polarinstitutt deltok som bisitter til Miljødirektoratet i en uformell samling i CAFF-styret (minus Russland) i februar, og med to deltagere i CAFF-CBMP sin ekspertgruppe for sjøfugl, CBird, i mars. I juni bidro instituttet i en workshop i CBMP-Kyst, hvor målet var å definere ulike kystlandskapstyper i de nordiske land, og deretter koble disse mot eksisterende overvåking, bl.a. for å forsøke å identifisere kunnskapshull. Dette arbeidet skal ende opp i en rapport til Nordisk Råd. Endelig mottok instituttet 1,15 millioner kroner fra KLD til et prosjekt om bestandsvurdering av hvithval, og et prosjekt om genetikk hos storkobbe.

Sammen med UiT Norges arktiske universitet leder Norsk Polarinstitutt sjøisbiotanettverket under CBMP-Marint. KLD bevilget 200 000 kroner til nasjonalt arbeid med isbiota, og resultatene fra dette skal inngå i en sirkumpolar statusvurdering av isbiota når nettverkets arbeid gjenopptas. Denne statusvurderingen vil være en oppdatering av SAMBR (2017).

Norsk Polarinstitutt deltar også i et CAFF/PAME-prosjekt om introduserte arter og skipstrafikkens betydning for spredning av disse i Arktis. Resultatene vil bli presentert i en rapport i 2024.

Delegasjonslederne for PAME avholdt et uformelt fysisk delegasjonsleder-møte i mars, og Norsk Polarinstitutt deltok digitalt. WGICA (ICES/PICES/PAME Working Group on integrated Ecosystem Assessment (IEA) for the Central Arctic Ocean) møttes digitalt i mai, og en rekke av instituttets ansatte deltok. WGICA vil publisere en rapport og en fagfellevurdert artikkel om samlet påvirkning i det sentrale Polhavet i 2024.

Norsk Polarinstitutt deltar også i planleggingen av en konferanse om økosystembasert forvaltning som skal avholdes i Tromsø i april 2024. Det er den tredje konferansen av denne typen i regi av økosystemgruppen (EA) som ledes av PAME, og som har deltagelse fra alle arbeidsgruppene. For å sette fokus på plastforsøpling, gjennomfører PAME prosjektet «Litter in a Bottle», hvor instituttets bidrag var utsetting av tre flytebøyer i 2023. Disse kan følges på kart på PAME sin nettside.

NP er fortsatt svært aktiv i ulike Arktisk Råd-prosesser i 2023, til tross for gjeldende begrensninger i arbeidsgruppens funksjon. Vitenskapelige prosjekt fra tidligere år er på vei inn i forvaltningen via publisering av resultater og databaser. Tre nye NP-ledede prosjekt har startet opp i år under paraplyene AMAP og CAFF; ett som dokumenterer forurensning i iskjerner, og to som fokuserer på populasjonsstruktur hos høstbare sjøpattedyrarter. Arbeidsgrupper i Arktisk Råds nettverk fortsetter å kommunisere (uten kontakt med russiske medlemmer), som forberedelse til neste arbeidsperiode.

Pågående innsats fra NP i rødlisteaktiviteter, samt NAMMCO, IUCN osv. bidrar også til bevaring av biologisk mangfold. NP deltok i et intensivt, sirkumpolart tredagers møte med fokus på klimaendringers konsekvenser for storkobbe. Dette møtet var opprinnelig planlagt som et felles CAFF/NAMMCO-prosjekt, men NAMMCO fortsatte uten CAFF på grunn av situasjonen med Arktisk Råds arbeid (selv om russere ikke ble invitert til å delta). NP-forskere ga mange innspill til bakgrunnsdokument i tillegg til å lede møtet sammen med USA. I 2023 har NP støttet IUCNs europeiske rødlisteprosesser knyttet til sjøpattedyr med spesiell innsats; hvalross, grønlandssel, klappmyss og ringsel er fullført og storkobbe er ute til evaluering. NP bidro videre med betydelig støtte til «OSPAR's Arctic Synthesis Report».

Prioritering 9: Trollstasjonen skal være en driftssikker og sentral plattform for norsk forskning og overvåking i Antarktis.



Styringsparameter

Økt bakketransportkapasitet og lagringskapasitet for drivstoff og materiell for å styrke beredskapen.

Kjøretøy, sleder og drivstofftanker er satt i bestilling i 2023 for å sikre driften av Troll.

Fjernvarmesystemet på Troll er konstruert for å utnytte spillvarmen fra dieselgeneratorene. Oppvarmet vann og glykol transporteres gjennom et nettverk av rør til hovedstasjonen, verkstedet og garasjen. Dette er tilstrekkelig for å dekke varmebehovet året rundt. Drikkevann produseres ved at is smeltes ved kraftstasjonen og distribueres via rør til hovedstasjonen og verkstedet.

Rørsystemet som ligger direkte på bakken, viser seg å være i svært dårlig stand. Systemet ble opprinnelig installert i 2005 og ble lagt direkte på bakken på grunn av tidspress. Anlegget har fungert med kun mindre lekkasjer, men under reparasjon av en tidligere lekkasje ble det avdekket alvorlig korrosjon på deler av infrastrukturen.

Den tekniske tilstanden på anlegget samt manglende sikkerhetssystem for avstenging og varsling medfører stor risiko for både driftsavbrudd og miljø. En større lekkasje som ikke blir oppdaget, vil medføre utslipp av betydelige mengder glykol i bakken i området rundt en lekkasje. Driftsavbrudd vil kreve elektrisk oppvarming av bygninger, økt bruk av diesel og økt belastning på kraftstasjonen. Kraftstasjonen er ikke dimensjonert for å produsere strøm til oppvarming, og dette kan føre til nedstenging av deler av stasjonen.

Det anbefales å bygge hevede rørgater for hele strekningen opp til stasjonen, samt å erstatte og heve infrastrukturen som ligger på bakken slik at den plasseres på rørgatene. Det bør også etableres varslingsystem for overvåking og automatisk avstenging. Det ble tildelt øremerkede midler av KLD i

2023 for nødvendig oppgradering og nødvendig utstyr og materiell er fraktet ned med båttransport til DML for videre landtransport til Troll i 2024. Oppgradering er planlagt gjennomført i 2024.



Styringsparameter

Fulgt opp KVU/KS1 for ny Trollstasjon i avklaringsfasen og i forprosjektfasen.

Statsbygg ledet arbeidet med «Konseptvalgutredning for Troll forskningsstasjon» (februar 2022), «Tilleggsvurdering – trinnvis utbygging» (2022) og «Tilleggsvurdering – føringer for neste faser» (2022). Kvalitetssikring (KS1) av konseptvalgutredningsrapporten (KVU) med «Statens prosjektmodell rapport nummer E077a Ekstern kvalitetssikring KS1 av KVU for Troll forskningsstasjon» (14. oktober 2022) ble utarbeidet av Atkins Norge og Oslo Economics. Polarinstituttet har deltatt i selve prosjektet og i prosjektrådet. Det har blitt levert en rekke innspill og bidrag til prosessene.

Med utgangspunkt i alternativ «K4 Mindre nybygg» som er vurdert i KVU og KS1, igangsatte KLD avklaringsfasen for prosjektet med oppstart 4. september 2023. Statsbygg er prosjektleder og har fått i oppdrag å gjennomføre avklaringsfasen og å utarbeide en «oppstart forprosjekt-rapport» (OFP-rapport) som beslutningsgrunnlag før prosjektet utvikles og planlegges for videre prosjektløp. Polarinstituttet deltar i prosjektet og er brukerrepresentant i prosjektrådet.



Styringsparameter

Lagt til rette for kommende miljøkonsekvensvurderingsprosess for ny stasjon. Eventuelle kunnskapsbehov knyttet til beskrivelse av miljøets referansetilstand på Troll er identifisert.

Vi har startet arbeidet med å identifisere hvilke parametere som er viktige for å beskrive miljøtilstanden på og rundt Troll. Dette vil være til hjelp i vurderinga av hvordan etablering og drift av en ny og oppgradert stasjon vil påvirke miljøet. Arbeidet vil videreføres i 2024.

Vedlegg 2: Rapportering på Oppdragsliste



Oppdrag er utført

Oppdrag er ikke blitt utført

Oppdrag er eller vil bli forsinket

Oppdrag i tildelingsbrev

Nr.	Oppdrag med avvikskommentar	Tidsfrist	Status
1	Utarbeide oversikt over brefronter som terminerer i sjø, historiske brefrontposisjoner og bremassebalanse-framskrivninger, og tilbaketrekningshastigheter av brefrontene. Tidevannsbreer er isbreer med en front som ligger ut i sjøen. I dag er det rundt 200 slike på Svalbard, og disse utgjør omtrent 20 % av alle breene som totalt dekker over 55% av land-massene på øygruppen. Tidevannsbreer er viktige for sirkulasjonen i disse arktiske fjordene. De fleste isbreene på Svalbard blir tynnere, og de fleste tidevannsbreene trekker seg tilbake. Selv de mest konservative modellene predikerer en reduksjon på minst 30% av volumet til Svalbards isbreer innen 2100. Dette skyldes økt lufttemperatur og økt mengde med relativt varmt Atlanterhavsvann som kommer i kontakt med brefrontene. Hvis man brukes hastigheten som breene trekker seg tilbake med i dag for å si noe om fremtiden, viser det at vil vi miste mange tidevannsbreer i de nærmeste ti-årene. Mange har allerede trukket seg så langt tilbake at frontene ligger oppe på land. Tap av tidevannsbreer vil endre sirkulasjonsmønstrene i fjordene, øke erosjonen av kystlinjen og redusere kvaliteten på dette viktige habitatet for mange arktiske stedegne arter.	31.12.2023	
2	Utarbeide oversikt over historisk fjordis og lage fremtidscenarier for fjordisutbredelse på Svalbard. Svalbards fjordis spiller en viktig rolle i de regionale og lokale klimasystemene. Den er et leveområde for forskjellige dyrearter som er tilpasset fjordisen, og den er relevant for menneskelig aktivitet, som skipstrafikk. Fjordisen ved Svalbard er med få unntak sesong-is som er dannet lokalt. Den kan også ha blitt ført med drivisen til	31.12.2023	

området, eller den kan ha ferskvannsopprinnelse fra land. Data fra de siste tiårene viser at de fleste av fjordene på Svalbard har havis/fjordis om vinteren, men det er store regionale og lokale forskjeller og variasjon fra år til år. Flere studier viser lignende tendenser over tid, blant annet kortere is-sesonger (senere isdannelse og tidligere smelting enn før) og at fjordisen har blitt tynnere. Tynnere fjordis gjør isdekket svakere og dermed ofte mindre stabilt enn fastis. Snødekket på isen er tynnere fordi sesongene med is er kortere. Selv om ulike modeller viser stor spredning i resultatene, forventes det en betydelig reduksjon av fjordisen ved Svalbard frem mot år 2100. Noen predikerer at området praktisk talt blir isfritt i 2050, mens andre viser et fortsatt betydelig isdekke i april frem til slutten av århundret. Basert på resultater fra de store klimamodellene for Svalbard-regionen og trender i lufttemperaturen, Atlanterhavsvannet og isbreene, forventer vi at mengden av drivis blir betydelig redusert i løpet av de neste tiårene, spesielt i fjordene vest og nord på Svalbard, og at fastisen i dette området bare blir dannet i fjorder med terskel. Det forventes også at fjordis/ havis-tykkelsen reduseres betydelig.

-
- 3 Miljødirektoratet og Norsk Polarinstitutt skal sammen følge opp kartleggingen som ble gjort i 2022 av miljøovervåking knyttet til ferskvann, fjorder og kyst på Svalbard. Oppdraget er todelt:**
- 1. Kartlegge miljøforvaltningens kunnskapsbehov**
 - 2. Vurdere tilgjengelige data opp mot identifiserte behov, og peke på udekte behov.**
- Oppdraget skal munne ut i et felles forslag til et framtidig prioritert overvåkingsprogram for ferskvann, kyst og fjord på Svalbard. Miljødirektoratet leder oppdragets del 1. Norsk Polarinstitutt leder del 2. Sysselmasteren skal involveres i arbeidet. På starten av året legges en felles plan for gjennomføringen.**

01.06.2023
31.12.2023




Følgende indikatorer foreslås som et utgangspunkt for videre arbeid og utvikling av indikatorer som kan brukes til å vurdere og beregne måloppnåelse for siste del av miljømål 6.1:


- Status og utvikling for volum og fordeling av ferdsel fra cruiseturisme på Svalbard
- Status og utvikling for volum og fordeling av ferdsel på Svalbard, utenom cruiseturisme
- Status og utvikling for lokal forurensning fra miljøgifter
- Status og utvikling for menneskeskapt undervannsstøy
- Status og utvikling for etablering og spredning av menneskelig introduserte fremmede arter på Svalbard
- Status og utvikling for sentrale arter i de terrestriske økosystemene på Svalbard

- Status og utvikling for sentrale arter i de marine økosystemene på Svalbard

Økt klarhet om forvaltningssystemkravene vil lette endelige beslutninger om passende overvåkingsparametere.

-
- 4 Bidra til Miljødirektoratets arbeid med harmonisering og utvikling av indikatorer i nasjonale og internasjonale rammeverk. Bidra med å identifisere og beskrive nasjonale målepunkt for FNs bærekraftsmål som er relevante for polare regioner, og tilrettelegge for formidling av indikatorer for bærekraftsmålene på nettsidene til Statistisk Sentralbyrå og på Miljøstatus.** 31.12.2023 

Norsk Polarinstitutt ble orientert om det pågående arbeidet og har bidratt med å identifisere hvilke målepunkter for FNs bærekraftsmål som er relevante for polare regioner.

-
- 5 Delta i arbeidet med å lage en samlet strategi for forvaltning av høstbare arter på Svalbard. Utkast skal være klart innen 31. desember 2023, og arbeid skal være ferdig innen juni 2024. Sysselmesteren leder arbeidet. Miljødirektoratet og Norsk Polarinstitutt deltar.** 31.12.2023 

Norsk Polarinstitutt identifiserte flere mulige tiltak som vil bidra til en klimatilpasset artsforvaltning i tråd med Svalbards høye miljømål.

For arter som høstes (jakt fangst og sanking) forslår vi:

1. Lage en samlet strategi for forvaltning av høstbare arter på Svalbard. SMS bør lede oppdraget. Både MD og NP bør delta i arbeidet
2. Teste ut høstingsmodeller for å fastsette kvoter for jakt på Svalbardrein. NP og SMS bør være i tett kontakt
3. Revidere høstingsregelverket for å sikre et enhetlig og oppdatert regelverk tilpasset bl.a. endrede klimatiske forhold og økt behov for en mer fleksibel kvotefastsettelse for høstbare arter. Både SMS og MD bør delta i arbeidet. Det må avklares hvem som bør lede arbeidet. Tidsplan bør vurderes i lys av revidering av viltloven på fastlandet

For ikke-høstbare pattedyr og fuglearter på Svalbard forslår vi:
Vurdere behovet for en kartleggingsplan for ikke-høstbare arter på Svalbard. MD kan ta initiativ til dialog mellom MD, SMS og NP

For fremmede arter forslår vi:

1. Revidere dagens regelverk knyttet til fremmede arter på Svalbard. MD bør lede arbeidet
2. Oppdatere handlingsplan for fremmede arter på Svalbard. SMS bør lede arbeidet med støtte fra MD og NP

Forslag til oppfølging knyttet til kunnskapsutvikling og kunnskapsoverføring:

1. Vurdere om det bør gjennomføres NiN-kartlegging på utvalgte lokaliteter, deriblant ilandstigningslokaliteter
2. Videreføre og styrke kunnskapsoverføring mellom forskning og forvaltning
3. Videreføre arbeidet med oppdrag i Tildelingsbrev 2022 om digitalisering av miljø- og geodata for Svalbard

6 Videreutvikle høstingsmodell for Svalbardrein

31.12.2023



Dette oppdraget videreutviklet betaversjonen av «Jakt-appen» til å bli et praktisk, interaktivt, web-basert forvaltningsverktøy. Ved å legge inn antall omsøkte kort og bestandsstruktur (alders- og kjønnsfordeling) fra årets bestandstelling i Advent-dalen, vil appen beregne antall kort i de forskjellige kvotekategoriene (kalv, simle/ungdyr, fritt dyr) i de seks jaktområdene. Appen kjører en høstingsmodell i bakgrunnen, og denne modellen tar sikte på å jevne ut skjevheten i kjønns- og aldersfordelingen mellom skutte dyr og levende bestand.

«Jakt-appen» (https://bartpeetersntnu.shinyapps.io/svalbardrein_jakt_shinyapp_2023/) ble testet ut og brukt av SMS i tildelingen av jaktkvoter for 2023. SMS vil kunne justere den anbefalte kvotefordelingen i etterkant, i henhold til gjeldende forvaltningsmål og eventuelle andre hensyn.

7 Legge plan for å starte utviklingen av Svalbardkartet, slik at det gir brukerne av Svalbards natur en oversikt over når, hvor og hvorfor det er sårbar flora, fauna og kulturminner. Arbeidet skal skje med involvering av Sysselmesteren og kan ta utgangspunkt i NPs veileder om «Ferdsele og dyreliv på Svalbard».


31.12.2023



To nye datasett med habitatmodeller for svalbardrein og svalbardrype ble publisert på Svalbardkartet i 2023. Datasettene viser områders egnethet som habitat for disse to artene. NP vil jobbe videre med dette arbeidet i 2024.

- 8 Utarbeide og sende KLD oppdatert kart over utvalgte verneområdegrensener på Svalbard med koordinater. Arbeidet skal skje etter nærmere avtale med Sysselmesteren. 31.06.2023 


Aktuelle vernegrensener på Svalbard har fått oppdaterte koordinater. Datasettet med koordinater over alle verne-områdene ligger i Geonorge og forvaltes av Miljødirektoratet. Koordinatene kan lastes ned fra Geonorge, og vernegrensene/ koordinatene kommer frem i Svalbardkartet, Toposvalbard og Naturbase.

- 9 Sende KLD et forslag til reviderte indikatorer som gir et bedre grunnlag for å vurdere og beregne status og utvikling for siste del av nasjonalt miljømål 6.1: «Naturmangfoldet (på Svalbard skal) bevares tilnærmet upåvirket av lokal aktivitet». Forslaget skal utarbeides i samarbeid med Miljødirektoratet og i samråd med Sysselmesteren. Norsk Polarinstitutt leder arbeidet. På starten av året legges en felles plan for gjennomføringen. 01.09.2023 

Som passende indikatorer for å beregne og vurdere måloppnåelse for siste del av miljømål 6.1, foreslår Norsk Polarinstitutt og Miljødirektoratet følgende:


- 1) sentrale arter i de marine økosystemene
- 2) sentrale arter i de terrestriske økosystemene
- 3) sjøbasert turisme
- 4) skipstrafikk og fiskeri
- 5) menneskeskapt undervannsstøy
- 6) ferdsel utenom sjøbasert turisme
- 7) fremmede arter
- 8) lokal forurensning

Innenfor rammene for dette oppdraget var det ikke mulig å utvikle metoder for hvordan hvert enkelt indikatorforslag med tilhørende parametere kan brukes.


- 10 Gjøre en foreløpig vurdering av mulighetene til å anvende kompetanse, verktøy og metodikk utviklet gjennom Maud-prosjektet til å utvikle verktøy for beslutningsstøtte for arealbasert havforvaltning knyttet til de norske forvaltnings-planene for havområdene, og et mulig prosjekt for utvikling av tilsvarende verktøy som støtte for samarbeid om arealbasert havforvaltning under Arktisk råd. Vurderingen kan også omfatte andre anvendelser i Svalbardområdet og det nordlige Barentshavet. 01.03.2023 

Et tilsvarende verktøy som det som er utviklet i Maud-prosjektet i Sørishavet kan være svært nyttig som beslutningsstøtte for å vurdere eventuelle verneområder eller andre områdebaserte


forvaltningstiltak også i nordlige havområder. Teknisk sett er det fullt mulig å tilpasse verktøyet til slik bruk og fremskaffe og tilpasse relevant datagrunnlag, men det vil kreve betydelige dedikerte personellressurser med den rette kompetansen. Vi anbefaler at man starter med et pilotprosjekt med begrenset omfang, som eventuelt kan videreutvikles etter behov.

-
- | | | | |
|-----------|---|------------|---|
| 11 | Gi KLD en anbefaling om behov for endringer i bilandsloven i lys av (1) behovet for endringer i forskrift om miljøvern og sikkerhet i Antarktis, (2) forslag til endringer i forskrift om fredning av Bouvetøya med tilliggende territorialfarvann som naturreservat og (3) forslag om endringer i om forskrift om ferdselsbegrensning i Nyrøysa-området på Bouvetøya (de to siste som levert fra Norsk Polarinstitutt i 2018). Oppdraget vil bli nærmere presisert i samråd med Justis- og beredskapsdepartementet. | 01.12.2023 |  |
|-----------|---|------------|---|

Norsk Polarinstitutt har levert utkast til høringsnotat om endringer i Antarktisforskriften og oppdatert utkast til høringsnotat om forslag til ny verneforskrift for Bouvetøya naturreservat. Instituttet har også deltatt i arbeidsmøter med Klima- og miljødepartementet og Justisdepartementet om revisjon av bilandsloven.

-
- | | | | |
|-----------|--|--|---|
| 12 | Forebyggende sikkerhet etter sikkerhetsloven: Virksomheten skal overordnet beskrive hvordan den følger opp egne sikkerhetsmål, og hvordan den går frem for å ivareta et forsvarlig sikkerhetsnivå, spesielt med tanke på personell- og objektsikkerhet, samt sikkerhetsgradert informasjon. | Levert som u.off. vedlegg til første tertial-rapport |  |
|-----------|--|--|---|

Levert.

-
- | | | |
|--|------------|---|
| Supplerende tildelingsbrev:
Norsk polarinstitutt bes vurdere måloppnåelse for siste del av nasjonalt miljømål 6.1, basert på foreslåtte indikatorer og parametere, og eventuell supplerende kunnskap om relevante sammenhenger. Departementet ber om et kort notat som kan brukes i vurderingen av tiltak i utformingen av den kommende stortingsmeldingen om Svalbard. | 20.12.2023 |  |
|--|------------|---|

Norsk Polarinstitutt leverte et notat som svarte på oppdraget. Klimaendringer er den største driveren for endringer i arktiske økosystemer. Lokal aktivitet som kan påvirke naturmangfoldet på Svalbard nå og fremover er menneskelig ferdsel i form av sjøbasert turisme og annen ferdsel på land, forurensning, høsting, skipstrafikk og innføring av fremmede arter. Vurderingen av måloppnåelse var basert på beskrivelser av åtte indikatorforslag, med tilhørende parametere med vurderinger på indikatornivå.

Vedlegg 3: Likestillings- og diskrimineringsredegjørelse

I 2023 hadde instituttet 178 ansatte.

Nøkkeltall for Norsk Polarinstitutt tall som ligger som vedlegg til denne rapporten, viser en svak bedring i forhold til likelønn på instituttet. Ved lønnsoppgjøret høsten 2023 var det utfordrende å ha fokus på likelønn. Siden en stor del av potten i LO/YS-oppgjøret ble fordelt sentralt, ønsket også A/UNIO-oppgjøret samme innretning på det lokale oppgjøret ved instituttet. Dette innebar at det i begge oppgjørene var mindre summer til rådighet for å spisse arbeidet med likelønn. Vi vil fortsette arbeidet med dette også i 2024.

Aktiviteter for å fremme likestilling og hindre diskriminering – Norsk Polarinstitutt (NP)

Norsk Polarinstitutt har som overordnet mål å være en arbeidsplass der likestilling, mangfold og inkludering er en integrert del av virksomheten på alle nivåer. Målet er at alle ansattes erfaringer og kunnskap nyttiggjøres med det formål å skape en mest mulig effektiv arbeidsplass. I arbeidsmiljøundersøkelsen i 2022 svarte våre ansatte bekreftende på at vi lykkes i dette arbeidet, da 83 % svarte «Stemmer svært godt/stemmer» på dette spørsmålet.

I instituttets plan for likestilling, mangfold og inkludering for perioden 2022–2026 er arbeidet med kjønnsbalanse både ved rekruttering og opprykk, kompetanseutvikling i kjønnsperspektiv, ansvar for mangfold, arbeid mot trakassering og diskriminering og informasjonsarbeid internt spesielt vektlagt.

Kartlegging av risiko

Instituttet gjennomgikk alle planer og dokumenter på HR-området våren/høsten 2021, for å undersøke om det var risiko for diskriminering eller hindre for likestilling i våre planverk. Etter et omfattende arbeid var konklusjonen at instituttet har dokumentasjon og planverk som bidrar til rettferdig og likestilt behandling av alle ansatte uansett kjønn og etnisitet med videre. Instituttet utlyser alle stillinger som 100% stillinger. I den grad vi har reduserte stillinger, er dette etter ønske fra ansatte, f.eks. pga. redusert helse/alder eller omsorgsansvar for små barn.

Instituttet har følgende politikk og praksis på disse viktige områdene:

1) Rekruttering og forfremmelse

Ansettelsesprosessen:

- Både mannlig og kvinnelig kontaktperson skal oppgis i kunngjøringstekster
- Representanter fra begge kjønn skal delta i utvelgelsesprosessen, inklusive intervju
- Kvinner/menn skal oppfordres til å søke om det finnes mindre enn 40% av det ene kjønn i aktuell type stilling

Der det er vanskelig å finne både mannlig og kvinnelig faglig kontaktperson, skal det være representant fra arbeidstakerorganisasjonene av motsatt kjønn.

2) Opplæring og kompetanseutvikling

Vi har arrangert foredrag med tema Konflikt håndtering for alle ledere, tillitsvalgte og instituttets vernetjeneste. Dette var en reprise på foredraget i fjor, hvor ikke alle som ønsket det fikk plass. Videre har vi fortsatt vår aktive reklame internt mot ledergruppene, tillitsvalgte og AMU for digitale kurs i statlig regi/DFØ hvor likestilling, mangfold, diskriminering og rekruttering har vært tema. Som en konsekvens av deltakelse på slike kurs har vi videreutviklet våre utlysningstekster. Likestilling eller diskriminering var ikke eget tema på ledersamlinger i 2023.

3) Tilrettelegging for ansatte med nedsatt funksjonsevne

Instituttet utarbeidet plan for universell utforming i 2010. Intensjonen er at vi skal være en arbeidsplass som fremmer like muligheter og rettigheter til samfunnsdeltakelse for alle, uavhengig av funksjonsevne, og hindre diskriminering på grunn av nedsatt funksjonsevne. Innkjøp av nye møbler legger vekt på å skape et godt og inkluderende fysisk arbeidsmiljø. Ved behov for tilrettelegging får vi hjelp av vår bedriftshelsetjeneste Hemis. Statsbygg, som vi leier av, gjorde et stort arbeid i 2021–2022 når det gjelder universell utforming i hele Framsenderet.

4) Språklig tilrettelegging

Alle nyansatte får tilbud om å få dekket norsk kurs i regi av f.eks. Folkeuniversitetet, og deltakelse på denne type kurs er populært.

5) Tilrettelegging ved graviditet, foreldrefravær og omsorgsoppgaver

Instituttet har følgende tiltak for å tilrettelegge ved omsorgsansvar:

- Norsk Polarinstitutt fører en livsfasetilpasset personalpolitikk som muliggjør et livslangt arbeidsliv for alle ansatte og som sikrer en god balanse mellom familie, fritid og arbeid
- Møtetidspunkter skal fastsettes slik at det muliggjør bringing og henting av barn i skole og barnehage. Ved personaltilstelninger skal man ta hensyn til omsorgsansvar
- Gravide får på forespørsel tilpasset arbeidsplass, for eksempel tilpasset stol osv. Vi har bedriftshelsetjeneste med fysioterapeut som hjelper ved behov for arbeidsplassstilpasning
- Videre får ansatte med barn opptil 12 år anledning til å ta ut to velferdsdager pr år i forbindelse med planleggingsdager/fri i skole og barnehage

6) Seniorpolitikk

Norsk Polarinstitutt har utarbeidet en egen seniorpolitikk. Målet er å rekruttere, utvikle og beholde gode seniorarbeidere så lenge som mulig. Vi har laget egen mal for medarbeidersamtaler for våre seniorer, kalt milepælsamtaler. Disse samtalene skal ha spesielt fokus på ønsket om å få våre seniorer til å stå lenger i arbeid. Årlig arrangerer vi også egen seniorlunsj med utvalgte temaer og alle ansatte fra fylte 58 år inviteres. Tema for lunsjen i 2023 var et foredrag med Statens Pensjonskasse (SPK) om pensjon generelt, og i etterkant av dette fikk alle deltakerne tilbud om pensjonsveiledning fra saksbehandlere i SPK. Ansatte over 60 år får dekket inntil kr 2000,- i treningsutgifter pr år.

7) Tiltak mot trakassering

Instituttet reviderte i 2011 sin handlingsplan mot seksuell trakassering. Vi ser ikke er behov for ny revisjon av planen. Polarinstituttet bidrar økonomisk til Pride-arrangement på instituttet.

8) Lønn

Norsk Polarinstitutt skal være en likestilt arbeidsplass der kvinner og menn har like muligheter til medbestemmelse, innflytelse og avansement i alle deler av organisasjonen. Likestilling skal være integrert i det daglige arbeidet.

Eventuelle kjønnsbetingede lønnsforskjeller på alle nivå skal kartlegges og søkes utjevnet ved de lokale lønnsforhandlingene. Vi reviderte vår plan for lokal lønnspolitikk i samarbeid med våre tillitsvalgte i september 2023. Likestillingselementet er vektlagt i utformingen av planen.

9) Arbeidstid

Både kvinner og menn som søker om redusert arbeidstid på grunn av omsorg eller helse-utfordringer, får dette innvilget. Instituttet har fleksibel arbeidstid, noe som blir ansett å være en fordel for ansatte.

Vedlegg 4: Sammendrag av vitenskapelige publikasjoner 2023

1. Amargant-Arumí, M., Müller, O., Bodur, Y.V., Ntinou, I.-V., Vonnahme, T., **Assmy, P., Kohlbach, D.**, Chierici, M., Jones, E., Olsen, L.M., Tsagaraki, T.M., Reigstad, M., Bratbak, G. and Gradinger, R. 2023. Interannual differences in sea ice regime in the north-western Barents Sea cause major changes in summer pelagic production and export mechanisms. *Progress in Oceanography* 219: 103178.

Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103178>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2220499>

Mellomårlige forskjeller i havisregime i det nordvestlige Barentshavet forårsaker store endringer i den pelagiske produksjonen og eksportmekanismene om sommeren

Barentshavet er et svært dynamisk og produktivt marint økosystem, og er nå en global hotspot i den raske oppvarming av havområdene i Arktis. Iskanten i Barentshavet kan variere over kortsiktige, sesongmessige og interannuelle tidsrammer. Historisk sett har den nordlige delen av Barentshavet (nord for 75°N) vært dekket av havis om vinteren, men i den senere tid har området hatt et tap av havis om vinteren som er unikt i Arktis, og det er estimert at området vil være isfritt gjennom hele året i andre halvdel av det 21. århundre. Denne miljøendringen har betydelige implikasjoner for det marine økosystemet. I denne studien undersøker vi endringer i planteplankton og bakterieproduksjon og tettheten, og vertikalt karbonfluks i det nordvestlige Barentshavet (mellom 76°N og 83°N) under ulike havisforhold i august 2018 og august 2019. Mens hele studieområdet var isfritt i august 2018, var områdene nord for 79°N dekket av havis i august 2019. Fordi de nordlige delene var isdekket i 2019, dominerte diatoméer og andre større planteplankton, og de høyeste tettheter, vertikal fluks og produksjon ble observert langs iskanten. Derimot dominerte små arter av fytoplankton og heterotrofe protister, og den vertikale fluksen var lav, under de isfrie forholdene i 2018. Våre resultater bekrefter at forskjeller i havisdekket påvirker i betydelig grad pelagisk primærproduksjon og tilknyttede biologiske prosesser i Barentshavet.

2. **Amélineau, F.**, Tarroux, A., Lacombe, S., Bråthen, V.S., **Descamps, S.**, Ekker, M., Fauchald, P., **Johansen, M.K.**, Moe, B., Anker-Nilssen, T., Bogdanova, M.I., Bringsvor, I.S., Chastel, O., Christensen-Dalsgaard, S., Daunt, F., Dehnhard, N., Einar Erikstad, K., Ezhov, A., Gavrilov, M., Hansen, E.S., Harris, M.P., **Helgason, H.H.**, Langset, M., Léandri-Breton, D.-J., Lorentsen, S.-H., Merkel, B., Newell, M., Olsen, B., Reiertsen, T.K., Systad, G.H.R., Thorarinsson, T.L., Åström, J. and **Strøm, H.** 2023. Multi-colony tracking of two pelagic seabirds with contrasting flight capability illustrates how windscapes shape migratory movements at an ocean-basin scale. *Ecography* e06496. <https://doi.org/10.1111/ecog.06496>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2193735>

Vindsystemer former sjøfuglenes trekkruiter

Mange fugle- og dyrearter migrerer for å kunne benytte seg av tilgjengelige ressurser spredt over store områder til ulik tid. For å forstå dyrenes migrasjon, er det essensielt å forstå hvordan de fysiske omgivelsene påvirker dyrene. Vind og havstrømmer kan være gode hjelpemidler under forflytning over store avstander og bidra til betydelig energisparing, når de går i riktig retning. Det marine habitatet karakteriseres av sterke vinder, og sjøfuglene er kjent for å benytte seg av disse vindsystemene. En rekke forhold kan være avgjørende for hvordan fuglene påvirkes av vindene langs trekkruta. Flygemønster, kroppsvekt og vingebelastning er blant faktorene som kan ha betydning for hvordan fuglene justerer adferden og rutevalget sitt. I denne studien ble det brukt sporingsdata fra SEATRACK-prosjektet for å undersøke sammenhengen mellom vindsystemene og trekkrutene til krykkje og lunde i Nord-Atlanteren. Studien avdekket at både krykkjene og lunde generelt utnytter medvind både høst og vår. Om høsten gikk trekket sørvestover langs østkysten av Grønland mens vårtrekket nordover hadde en mer østlig rute forbi De britiske øyer og videre langs Norskekysten. Krykkjene, som trekker lengre enn lundene, var også generelt flinkere enn lundene til å utnytte vindsystemene. Det ble også funnet regionale forskjeller på hvor gode fuglene var til å utnytte vindsystemene. I hovedsak var fuglene fra de nordlige koloniene flinkere til å utnytte vindsystemene enn de som holdt til lenger sør, selv om det også var enkelte kolonier som ikke fulgte denne trenden. Studien avdekker at vindsystemer er en viktig faktor som kan være med på å forme trekkrutene til enkelte sjøfugler. Med de pågående klimaendringene er det forventet at vindmønstrene vil kunne endre seg mye over en relativ kort tidsperiode. Om sjøfuglene kan holde tritt med slike forandringer er fortsatt vanskelig å si.

3. Griselda Anglada-Ortiz, Julie Meilland, Patrizia Ziveri, Melissa Chierici, **Agneta Fransson**, Elizabeth Jones, Tine L. Rasmussen (2023). Seasonality of marine calcifiers in the northern Barents Sea: Spatiotemporal distribution of planktonic foraminifers and shelled pteropods and their contribution to carbon dynamics. Progress in Oceanography, Nansen Legacy special issue on seasonality. doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103121

Sesongvariasjoner hos marine kalkskallsdannende dyreplankton i det nordlige Barentshavet: Romlig fordeling av planktoniske foraminiferer og skalledannende vingesnegler og deres bidrag til karbondynamikk

Rask oppvarming i Barentshavet, nordlig forflytning av iskanten, områder med høy primærproduksjon, krever et stort antall observasjoner for å forstå påvirkninger på karboncyklusen. De skallsdannende dyreplanktongruppene foraminifere og vingesnegl, som er viktige i karbonbudsjettet, er følsomme for kjemiske endringer i havet og havforsuring. I denne studien fra det nordlige Barentshavet mellom breddegradene 76°N og 82°N, ønsket vi å dekke både Atlantisk og Arktisk havvann samt overflaten med åpent vann og isdekte områder. Observasjoner ble samlet i flere sesonger i 2019 og 2021. Våre resultater viser at vingesnegl dominerte det arktiske området med sesongs-havisdekke og bidro med det høyeste karboninnhold og karbontransport nedover i vannsøylen. Den største produksjonen av begge dyreplankton skjedde om sommeren (august og juli 2021) og om høsten (desember 2019), mens produksjonen var lavest om vinteren (mars 2021). Denne studien gir for første gang innsyn i sesongvariasjoner av kalkdannende dyreplankton og effekter av minket isdekke og

havforsuring på skalltykkelse og vertikal transport av karbon. Med økt havforsuring kan kalkskall bli tynnere og mengde karbon som transporteres ned i vannsøylen minke.

4. Assmy, P., Kvernvik, A.C., Hop, H., Hoppe, C.J.M., Chierici, M., David T., D., Duarte, P., Fransson, A., Garcia, L.M., Patula, W., Kwaśniewski, S., Maturilli, M., Pavlova, O., Tatarek, A., Wiktor, J.M., Wold, A., Wolf, K.K.E. and Bailey, A. 2023. Plankton dynamics in Kongsfjorden during two years of contrasting environmental conditions. *Progress in Oceanography* 213: 102996. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.102996>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2140473>

Planktondynamikk i Kongsfjorden i løpet av to år med ulike miljøforhold

I dette studiet presenterer vi sesongmessige tidsserier av planktonsamfunn i Kongsfjorden fra to år med varierende miljøforhold. Fra slutten av april og tidlig mai, til tidlig september 2019-2020, gjennomførte vi, ca. ukentlig, pelagiske undersøkelser på en stasjon midtfjords. I 2019 ble det observert atlantiske vannmasser med temperaturer over 1 °C i de øvre 250 meterne av vannsøylen, og lav forekomst av havis i fjorden. Derimot var våren 2020 karakterisert av tilstedeværelse av lokale vannmasser med temperaturer under null grader, og med relativt stor forekomst av havis. Våre resultater viser av den viktigste forskjellen mellom de to årene ble observert i fytoplanktonsamfunnet under våroppblomstringene. I 2019 var våroppblomstringen dominert av kolonistadier av flagellaten *Phaeocystis pouchetii*, mens diatoméer spilte en mindre rolle. I 2020 var våroppblomstringen dominert av diatoméer, i slekten *Thalassiosira*, og siden etterfulgt av *P. pouchetii*. Selektiv beiting fra store kopepoder, og strukturen i vannmassene, synes å ha vært de to viktigste faktorene for de markerte forskjellene i oppblomstringen av diatoméer, mens *P. pouchetii* i mindre grad ble påvirket av disse faktorene. Resultatene indikerer at forskjellene i planktonsamfunnet under våroppblomstringene påvirket overføring og transport av karbon mellom trofiske nivåer. Rekruttering av de dominante kopepodene *Calanus finmarchicus* og *C. glacialis* og larvestadier av rur- og krill, samt eksport av karbon til bunnen, var mer effektiv under våroppblomstringen som var dominert av diatoméer enn ved dominansen av *P. pouchetii*. Våre data gir ny kunnskap om miljømessige drivere for sesongmessig utvikling av planktonsamfunn, og understreker behovet for å overvåke og kartlegge årlige sykluser og variasjoner i planktonsamfunn, særlig med tanke på endringer i klima.

5. Balazy, K., Trudnowska, E., Wojczulanis-Jakubas, K., Jakubas, D., Præbel, K., Choquet, M., Brandner, M.M., Schultz, M., Bitz-Thorsen, J., Boehnke, R., Szeligowska, M., Descamps, S., Strøm, H. and Błachowiak-Samołyk, K. 2023. Molecular tools prove little auks from Svalbard are extremely selective for *Calanus glacialis* even when exposed to Atlantification. *Sci Rep* 13, 13647 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40131-7>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2168982>

Bruken av molekylære verktøy for å identifisere copepod-arter er nødvendig for å forstå konsekvenser av atlantifiseringen på alkekonge

De to viktigste copepode-artene på Svalbard, *Calanus glacialis* og *C. finmarchicus*, er indikatorer for «atlantifiseringen» av Svalbard på grunn av deres ulike miljøpreferanser.

Deres høye lipidinnhold gjør dem til en viktig matkilde for høyere trofiske nivåer som alkekongen, den mest tallrike Arktiske sjøfuglen. I dette studiet ble det utført genetisk og morfologibasert identifikasjon av 2600 Calanus-individer samlet inn fra viktige næringsområder for alkekonge i havområdene rundt Svalbard, i tillegg til fra diettprøver samlet inn direkte fra fuglene. Genetisk identifikasjon viste at 40 % av Calanus-individene feilaktig ble klassifisert som *C. finmarchicus* i henhold til morfologibasert identifikasjon. Alkekonge dietten besto nesten kun av *C. glacialis* selv i mer atlantifiserte områder. På grunn av feilene i morfologibasert identifikasjon, forventer vi at den nordlige ekspansjonen av *C. finmarchicus* i stor grad kan ha blitt overvurdert, og at høyere kostnader som følge av atlantifiseringen for alkekonge kan være drevet av en reduksjon i størrelsen på *C. glacialis* i stedet for et skifte fra *C. glacialis* til *C. finmarchicus*.

6. Barratclough, A., Ferguson, S.H., Lydersen, C., Thomas, P.O. and Kovacs, K.M. 2023. A review of circumpolar Arctic marine mammal health – a call to action in a time of rapid environmental change. *Pathogens* 12: 937. Journal link: <https://doi.org/10.3390/pathogens12070937>

Helsestatus hos arktiske marine pattedyr – en oppfordring til handling i en tid med raske klimaforandringer

Klimaendringer regnes som en stor trussel for helsen til ulike Arktiske Marine Pattedyr (AMP). Dette som følge av: 1) Økt eksponering for ulike sykdommer som AMP ikke har vært eksponert for tidligere, og dermed ikke har opparbeidet immunitet mot som følge av lite kontakt med sørligere arter som utvider sitt utbredelsesområde inn i Arktis. 2) Økt overlevelse for ulike sykdomsfremkallende organismer i et varmere Arktis med mindre sjø-is, og 3) Økte kumulative effekter fordi AMP også vil være under stress fra andre faktorer, som reduserte leveområder, og endringer i næringskjedene. I denne oversiktsartikkelen gjennomgår vi publikasjoner som dokumenterer sykdommer hos AMP, samt hos arter med normalt sydligere utbredelse, men som har eller antakelig vil komme i kontakt med AMP, dette for å forstå dagens situasjon i forhold til sykdommer og dødelighet hos disse artene, samtidig som vi setter opp prognoser for fremtidige sykdomsrelaterte temaer. I artikkelen trekker vi frem potensielle sykdommer i et Arktisk i endring, diskuterer overvåkningsmetoder for 35 ulike sykdommer, identifiserer risikofaktorer assosiert ved disse sykdommene, og kommer med anbefalinger for fremtidig overvåkning av mulige nye sykdommer i dette området. Mange av sykdommene gir grunnlag for bekymring fordi de potensielt kan føre til betydelig dødelighet hos AMP. *Brucella*, *morbillivirus*, influensa A virus, og *Toxoplasma gondii*, er viktige i denne sammenheng fordi AMP har relativt naive immun-forvar i forhold til disse. Det er et klart behov for økt overvåkning av AMP for å forstå «baseline» sykdomsnivåer, samt gjøre noe med de predikerte alvorlige effektene klimaendringer vil ha på våre AMP-arter.

7. Bazarnik, J., Kościńska, K., McClelland, W.C., Strauss, J., Piepjohn, K., Elvevold, S., Zieliński, G. and Majka, J. 2023: Reinterpretation of a major terrane boundary in the northern Svalbard Caledonides based on metamorphic fingerprinting of rocks in northern Spitsbergen. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 22. March 2023, <http://doi.org/10.1139/cjes-2022-0002>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2151971>

Ny tolkning av utviklingshistorien til to geologiske enheter i Ny-Friesland, Spitsbergen

Den kaledonske fjellkjeden på Svalbard består av tre geologiske hovedenheter, såkalte provinser. En geologisk provins er en del av jordskorpa som er avgrenset av forkastninger, dvs. bruddflater i jordskorpa der det har skjedd en forskyvning. Provinsene atskiller seg fra de tilstøtende delene av jordskorpa ved at de har en klart forskjellig geologisk utviklingshistorie. Forskyvningen mellom provinsene på Svalbard har vært i størrelsesorden flere titalls kilometer. Atomfjellakomplekset og Mosselhalvøya-gruppa, som er to bergartsenheter i de nordlige delene av Ny-Friesland, har tradisjonelt vært tolket til å tilhøre to ulike provinser. Nye data viser imidlertid at bergartene fra disse to enhetene har samme alder, og har gjennomgått samme utvikling med hensyn til metamorfose (omdanning). Modellering, basert på mineral-innholdet i glimmerskifer fra de to enhetene, viser at begge bergartsenheter ble omdannet ved temperaturer rundt 600°C og trykk mellom 7-7.5 kbar. Radiometrisk datering av mineralet monasitt, indikerer at omdannelsen skjedde for ca. 420 millioner år siden. Resultatet fra dette studiet indikerer at disse to enhetene tilhører samme geologiske provins, at grenseflaten mellom enhetene er en forkastning med underordnet forskyvning. Dette studiet er et viktig bidrag til vår forståelse av den geologiske utviklingen av berggrunnen på Svalbard.

8. **Bengtsson, O., Lydersen, C., Christensen, G.N., Weslawski J.M. and Kovacs, K.M.** 2023. Marine diet of anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in Svalbard, Norway. Polar Biology: doi.org/10.1007/s00300-023-03196-8. Journal link: <https://doi.org/10.1007/s00300-023-03196-8>

Dietten til anadrom røye og pukkellaks på Svalbard

Introduerte arter er en økende trussel for endemiske arktiske arter siden et varmere klima gjør at forholdene ved høye breddegrader blir gunstigere for mer sørlige arter. Den russiske introduksjonen av pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) i Barentshavet har ført til at denne arten nå lever side om side med den lokale havvandring røya (*Salvelinus alpinus*) i det marine miljøet på Svalbard. For å studere mulig konkurranse i matfatet mellom disse to laksefiskene undersøkte vi mageinnholdet til røye (N=301) og pukkellaks (N=28) samlet inn fra ulike steder på Svalbard. Det viktigste byttedyret når det gjelder biomasse var amfipoder for begge lakseartene; *Themisto libellula* (B = 26.0%) for røye *Onisimus litoralis* (B = 35.0%) for pukkellaks. Pianka's nisje-overlapp indeks viste en moderat høy overlapp mellom dietten til de to artene (Oobs = 0.59); begge var sterkt knyttet til evertebrater i tidevannssonen. Begge lakseartene spiste også en del fisk hvor da røya spiste mer offshore pelagisk fisk, mens de få fiskene pukkellaksen hadde spist var hovedsakelig kystnære bunnfiskarter. Røya ble funnet å være en mer generalist i matveien mens pukkellaksen var mer en spesialist. Dietten til røya bestod av 37.9% Atlantiske byttedyr mens pukkellaksen overraskende nok bare spiste arktiske byttedyr – dette antakelig som følge av at de furasjerer så kystnært. Pukkellaksene fanget på Svalbard var gyteklare og hvis disse begynner å formere seg på Svalbard vil de representere en seriøs konkurrerende trussel til de Svalbardrøyene som finnes i ferskvann som har tilknytning til havet.

9. **Bjørneset, J., Blévin, P., Bjørnstad, P.M., Dalmo, R.A., Goksøyr, A., Harju, M., Limonta, G., Panti, C., Rikardsen, A.H., Sundaram, A.Y.M., Yadetie, F., Routti, H.**

Establishment of killer whale (*Orcinus orca*) primary fibroblast cell cultures and their transcriptomic responses to pollutant exposure. *Environment International* 2023;174:107915. Link: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107915>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2139973>

Etablering av spekkhogger cellekulturer og deres responser til miljøgifter

Spekkhoggeren er topp-predator som finnes i alle verdenshavene og i økende grad i arktiske farvann. Arten er ekstremt utsatt til miljøgifter, men negative helse-effekter av disse stoffer er lite kjent hos den. For å studere hvordan miljøgifter påvirker uttrykk av gener hos spekkhogger, tok vi hudbiopsier av spekkhogger og etablerte cellekulturer av en type bindevevsceller som det finnes mye av i det indre hudlaget. Disse cellene ble utsatt til samme type blanding av miljøgifter som spekkhoggerne har i sitt spekk. Analysene av genuttrykk viste seg at flere gener som er viktige for å regulere metabolisme og stressresponser var påvirket av eksponering til miljøgifter. Dette studiet støtter tidligere korrelative feltstudier og gir et bevis på en årsak-virkning-sammenheng mellom miljøgifter og deres effekter.

10. Bodur, Y., Renaud, P.E., **Goragner, L.**, Amargant-Arumí, M., **Assmy, P.**, Dąbrowska, A.M, Marquardt, M., Renner A.H.H., Tatarek, A. and Reigstad, M. 2023. Seasonal patterns of vertical flux in the northwestern Barents Sea under Atlantic Water influence and sea-ice decline. *Progress in Oceanography* 219, 103132. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103132>

Cristin database: link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2182012>

Sesongmønstre i vertikal fluks i det nordvestlige Barentshavet under påvirkning av atlantisk vannmasser og reduksjon av havisdekke

Det nordvestlige Barentshavet er et produktivt, arktisk havområde med sesongmessige variasjoner i isforholdene, og spiller en viktig rolle for den biologiske karbonpumpen. Havområdet er sterkt påvirket av innstrømmende varmt atlantisk havvann og tilbakegang i havisdekke, noe som resulterer i lange perioder med åpent vann om sommeren. For å forstå hvordan disse endringer påvirker den biologiske karbonpumpen er det viktig å identifisere sesongmessig og romlig dynamikk av vertikal karbonfluks i vannmassene. I august og desember 2019 og mars og mai 2021 ble sediment-feller utplassert på dyp mellom 30 og 200 meter langs en linjetransekt i det sentrale Barentshavet (76 °N), forbi Kvitøya, over sokkelkanten, og inn i Polhavet (82°N). Vertikal fluks av karbon, stabile isotoper av karbon og nitrogen, Chl-*a*, protister og fekal pellets ble undersøkt. Våre resultater viser et tydelig sesongmessig mønster, med høyest vertikal karbonfluks i mai og august, og lav karbonfluks i desember og mars. Fluksen i mai var preget av ferskt organisk materiale i form av algebiomasse og høy romlig variabilitet, mens den i august hadde høyere andel av resirkulert fekal pellets og små flagellater, og var mer romlig homogent. Den store variasjonen i havisdekke, og påvirkningen fra innstrømmende atlantisk havsvann fra sør mot nord i Barentshavet, kan sannsynligvis forklare den høye romlige variabiliteten i karbonfluksen om våren, og deres betydning for primærproduksjonen. Oppsummert viser denne studien at effektiviteten til den biologiske karbonpumpen, i en framtid med mer åpent hav, avhenger av omarbeiding av små, saktesykende organiske partikler til mer effektivt synkende partikler, og miksing av vannmassene.

11. Buhler, K., Snyman, L., **Fuglei, E.**, Davidson, R., Ptochos, S., Galloway, T., Jenkins, E. 2023. A circumpolar parasite: evidence of a cryptic undescribed species of sucking louse, *Linognathus sp.*, collected from Arctic foxes, *Vulpes lagopus*, in Nunavut (Canada) and Svalbard (Norway). *Medical and Veterinary Entomology* 37: 656-664. <https://doi.org/10.1111/mve.12665>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2153797>

En sirkumpolar parasitt: dokumentasjon av en kryptisk, ubeskrevet, blodsugende luseart, Linognathus sp., hos fjellrev, Vulpes lagopus, i Nunavut (Canada) og Svalbard.

Nordområdene har opplevd hurtig oppvarming de siste tiårene, noe som påvirker overlevelsen og utviklingen av insekter og sykdommer de er bærere av. Siden 2019 har fjellrev i Canada (Nunavut) blitt observert med pelstap som ikke stemmer overens med den naturlige sesongmessige pelsfelling. Pelslus ble også oppdaget i fjellrev på Svalbard i 2019. Voksne pelslus ble samlet inn fra fjellrev i Nunavut (n = 1) og på Svalbard (n = 2) og identifisert som blodsugende lus (underorden *Anoplura*). Ved bruk av genetiske metoder fant vi at lus fra Canada og Svalbard var 100% like (8 prøver fra Nunavut og 3 prøver fra Svalbard), som indikerer at det er gen-flyt mellom ektoparasitter i skandinaviske og nordamerikanske fjellrevbestander. Fjellrevlus og blodsugende lus hos hund (*Linognathus setosus*) var genetisk signifikant forskjellige (87% identitet), noe som tyder på at fjellrev huser en kryptisk art som ikke tidligere har vært kjent. Det ble også funnet DNA for Bartonella-bakterier fra en ukjent gammaproteobakterie fra to luseprøver fra svalbardrev. Disse var 100% identiske med hverandre, men var ikke lik bakterier rapportert i GenBank, noe som tyder på at lus på fjellrev kan være bærer av unike mikroorganismer som ennå ikke er beskrevet. Det er ennå ikke kjent hvordan pelslus kan påvirke vinteroverlevelsen og bestandsutviklingen hos fjellrev og kunnskap om utvikling og forekomst er viktig for forvaltningen av arten.

12. Burnett HA, Bieker VC, Le Moullec M, Peeters B, Rosvold J, **Pedersen ÅØ**, Dalén L, Loe LE, Jensen H, Hansen BB, Martin MD. 2023. Contrasting genomic consequences of anthropogenic reintroduction and natural recolonisation in high-arctic wild reindeer. In bioRxiv (p. 2022.11.25.517957)

Cristin: <http://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2123617>

Kontraster i genetiske konsekvenser av menneskelig reintroduksjon og naturlig rekolonisering hos høyarktisk villrein

Menneskers reintroduksjon av arter kan være et tillegg til naturlig rekolonisering for å gjenopprette utbredelse og distribusjon av viltbestander. Imidlertid kan både reintroduksjoner og rekoloniseringer gi opphav til effekter som reduserer genetisk mangfold og øker innavl, som mulig kan forårsake genetisk belastning og redusert kondisjon hos arter. De fleste nåværende bestander av den endemiske, høyarktiske svalbardreinen (Rangifer tarandus platyrhynchus), stammer fra rekoloniseringer etter regionale utryddelser eller reintroduksjon på grunn av tidligere overhøsting. Vi undersøkte og sammenlignet konsekvensene av disse to veiene til reetablering for svalbardrein basert genomsekvensering av 100 svalbardrein i hele deres utbredelsesområde. Vi fant lite blanding mellom gjeninnførte og naturlige bestander. To gjeninnførte bestander, hver grunnlagt av 12 individer for rundt fire tiår (dvs. 8 reingenerasjoner siden), dannet to distinkte genetiske klynger. Sammenlignet med

kildebestandene, viste disse reintroduserte bestandene bare små tap av genetisk mangfold og begrenset innavl. I motsetning til dette hadde de to naturlige rekoloniserte bestandene, uten blanding, lavere genetisk mangfold og høyere innavl, noe som kan være forårsaket av veldig små utgangsbestander (engelsk – «founder effect»). Naturlig rekoloniserte bestander kan dermed være mer sårbare for endringer i genetisk mangfold enn re-introduserte bestander. Dette antyder at i noen organismer kan til og med småskala gjeninnføringsprogrammer, basert på genetisk mangfoldige kildebestander, være mer effektive enn naturlig rekolonisering for å etablere bestander med et stort genetisk mangfold. Disse funnene fortjener spesiell oppmerksomhet i både bevaring og forvaltning av bestander og arter som er truet av habitatfragmentering og tap av landareal.

13. **Castro de la Guardia, L.**, Hernández Fariñas, T., Marchese, C., Amargant-Arumí, M., Myers, P.G., Bélanger, S., **Assmy, P.**, Gradinger, R. and **Duarte, P.** 2023. Assessing net primary production in the northwestern Barents Sea using in situ, remote sensing and modelling approaches. Progress in Oceanography 219, 103160. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103160>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2213019>

Vurdering av netto primærproduksjon i det nordvestlige Barentshavet ved hjelp av in situ, fjernmåling og modellering

Det nordvestlige Barentshavet (NW-BS) er en svært produktiv region i overgangssonen mellom et Atlantisk og Arktisk dominert marint økosystem. De bratte breddegradientene i sjøiskonsentrasjon, Atlantisk og Arktisk vann gir mulighet til å teste hypoteser om fysiske drivkrefter for romlig og tidsmessig variasjon i netto primærproduksjon (NPP). Det kan imidlertid være vanskelig å kvantifisere NPP i en så stor havregion på grunn av mangelen på *in-situ* målinger med høy romlig og tidsmessig oppløsning, samt mangler i fjernmålingsestimatene på grunn av skyer og havis og antagelser om dybdefordelingen av algebiomasse. Uten pålitelige data for å evaluere modellene er det vanskelig å fylle disse hullene med numeriske modeller på grunn av modellens representasjon av det fysiske miljøet og antagelsene om forholdet mellom NPP og de viktigste begrensende faktorene. Innenfor rammen av Nansen Legacy-prosjektet kombinerte vi derfor *in-situ* målinger, fjernmåling og modellsimuleringer for å begrense estimatene av planteplanktonets NPP i den nordvestlige delen av Barentshavet. Regionen ble delt inn i atlantiske, subarktiske og arktiske subregioner på grunnlag av ulike planteplanktonfenologi. I 2004 skjedde det et betydelig regimeskifte i den atlantiske subregionen som resulterte i en trinnvis økning i NPP samtidig med en trinnvis reduksjon i sjøiskonsentrasjonen. I motsetning til resultater fra andre arktiske havområder viser denne studien ingen langsiktige trender i NPP til tross for endringer i det fysiske miljøet. Blanding var den viktigste drivkraften bak simulert årlig NPP i den atlantiske subregionen, mens lys og næringsstoffer var drivkraften bak årlig NPP i de subarktiske og arktiske subregionene. Det flerkildebaserte estimatet av årlig NPP varierte mellom 79-118 gC m⁻² år⁻¹ i Atlanterhavet, 74-82 gC m⁻² år⁻¹ i Subarktisk region og 19-47 gC m⁻² år⁻¹ i Arktis. Den totale NPP i NW-BS-regionen ble anslått til mellom 15 og 48 Tg C år⁻¹, noe som er 15-50 % av den totale NPP som trengs for å opprettholde tre av de mest beskattede fiskeartene nord for 62°N (ca. 90 Tg C år⁻¹). Denne forskningen viser hvor viktig det er å fortsette å arbeide for bedre regionale estimater av NPP.

14. Jia-Jia Chen, Neil C. Swart, Rebecca Beadling, Xuhua Cheng, **Tore Hattermann**, André Jüling, Qian Li, John Marshall, Torge Martin, **Morven Muilwijk**, Andrew G. Pauling, Ariaan Purich, Inga J. Smith, and Max Thomas. Reduced deep convection and bottom water formation due to Antarctic meltwater in a multi-model ensemble. *Geophysical Research Letters (GRL)*: <https://doi.org/10.1029/2023GL106492>

Konsekvenser av Antarktisk smeltevann: redusert dyptvannsdannelse, oppvarming i Sørishavet og økt havisutbredelse

Smeltingen av isbreer og isbremmer i Antarktis kan få betydelige konsekvenser for havets sirkulasjon og lagdeling. Nåværende klimamodeller fanger ikke helt opp disse effektene fordi koblingen mellom landisen og resten av klimasystemet er sterkt forenklet, og eventuelle tilbakekoblingsmekanismer i havet blir ikke tatt i betraktning. Dette utgjør en betydelig usikkerhetsfaktor for globale klimaendringsprognoser. I denne studien presenterer vi de første resultatene fra et nytt internasjonalt prosjekt, «Southern Ocean Freshwater release model experiments Initiative (SOFIA)», som har som mål å forstå havets og klimasystemets respons på antarktisk smeltevann. Vi undersøker her effekten av antarktisk smeltevann på dyp konveksjon i Sørishavet ved hjelp av ulike klimamodeller som følger en konsistent forsøksprotokoll for ferskvannspåvirkning. Lignende modellforsøk er gjort tidligere, men inkonsekvente ferskvannsperturbasjoner og ulike modellkonfigurasjoner i tidligere studier gjør det utfordrende å kvantifisere usikkerheten knyttet til klimaeffektene av antarktisk smeltevann. Vi finner her at økt tilførsel av antarktisk smeltevann fører til betydelig svekkelse av dyp konveksjon i det åpne havet, hovedsakelig på grunn av styrket lagdeling. Smeltevannet forårsaker også oppvarming av antarktisk bunnvann, samtidig som havoverflaten kjøles og havisdekket utvider seg. Imidlertid varierer responsen på smeltevannet mellom modellene, og vi finner en sammenheng mellom gjennomsnittstilstanden til Sørishavet i modellene og deres respons på smeltevann. En bedre representasjon av gjennomsnittstilstanden og inkluderingen av antarktisk smeltevann i klimamodeller vil derfor bidra til å redusere usikkerhetene og forbedre forståelsen av effekten av antarktisk smeltevann på klimaet.

15. Clark, B.L., Carneiro, A.P.B., Pearmain, E.J., Rouyer, M.-M., Clay, T.A., Cowger, W., Phillips, R.A., Manica, A., Hazin, C., Eriksen, M., González-Solís, J., Adams, J., Albores-Barajas, Y.V., Alfaro-Shigueto, J., Alho, M.S., Araujo, D.T., Arcos, J.M., Arnould, J.P.Y., Barbosa, N.J.P., Barbraud, C., Beard, A.M., Beck, J., Bell, E.A., Bennet, D.G., Berlincourt, M., Biscoito, M., Bjørnstad, O.K., Bolton, M., Booth Jones, K.A., Borg, J.J., Bourgeois, K., Bretagnolle, V., Bried, J., Briskie, J.V., Brooke, M.d.L., Brownlie, K.C., Bugoni, L., Calabrese, L., Campioni, L., Carey, M.J., Carle, R.D., Carlile, N., Carreiro, A.R., Catry, P., Catry, T., Cecere, J.G., Ceia, F.R., Cherel, Y., Choi, C.-Y., Cianchetti-Benedetti, M., Clarke, R.H., Cleeland, J.B., Colodro, V., Congdon, B.C., Danielsen, J., De Pascalis, F., Deakin, Z., Dehnhard, N., Dell’Omo, G., Delord, K., Descamps, S., Dilley, B.J., Dinis, H.A., Dubos, J., Dunphy, B.J., Emmerson, L.M., Fagundes, A.I., Fayet, A.L., Felis, J.J., Fischer, J.H., Freeman, A.N.D., Fromant, A., Gaibani, G., García, D., Gjerdrum, C., Gomes, I.S.G.C., Forero, M.G., Granadeiro, J.P., Grecian, W.J., Grémillet, D., Guilford, T., Hallgrimsson, G.T., Halpin, L.R., Hansen, E.S., Hedd, A., Helberg, M., Helgason, H.H., Henry, L.M.,

Hereward, H.F.R., Hernandez-Montero, M., Hindell, M.A., Hodum, P.J., Imperio, S., Jaeger, A., Jessopp, M., Jodice, P.G.R., Jones, C.G., Jones, C.W., Jónsson, J.E., Kane, A., Kapelj, S., Kim, Y., Kirk, H., Kolbeinsson, Y., Kraemer, P.L., Krüger, L., Lago, P., Landers, T.J., Lavers, J.L., Le Corre, M., Leal, A., Louzao, M., Madeiros, J., Magalhães, M., Mallory, M.L., Masello, J.F., Massa, B., Matsumoto, S., McDue, F., McFarlane Tranquilla, L., Medrano, F., Metzger, B.J., Militão, T., Montevecchi, W.A., Montone, R.C., Navarro-Herrero, L., Neves, V.C., Nicholls, D.G., Nicoll, M.A.C., Norris, K., Opper, S., Oro, D., Owen, E., Padget, O., Paiva, V.H., Pala, D., Pereira, J.M., Péron, C., Petry, M.V., de Pina, A., Pina, A.T.M., Pinet, P., Pistorius, P.A., Pollet, I.L., Porter, B.J., Poupert, T.A., Powell, C.D.L., Proaño, C.B., Pujol-Casado, J., Quillfeldt, P., Quinn, J.L., Raine, A.F., Raine, H., Ramírez, I., Ramos, J.A., Ramos, R., Ravache, A., Rayner, M.J., Reid, T.A., Robertson, G.J., Rocamora, G.J., Rollinson, D.P., Ronconi, R.A., Rotger, A., Rubolini, D., Ruhomaun, K., Ruiz, A., Russell, J.C., Ryan, P.G., Saldanha, S., Sanz-Aguilar, A., Sardà-Serra, M., Satgé, Y.G., Sato, K., Schäfer, W.C., Schoombie, S., Shaffer, S.A., Shah, N., Shoji, A., Shutler, D., Sigurðsson, I.A., Silva, M.C., Small, A.E., Soldatini, C., Strøm, H., Surman, C.A., Takahashi, A., Tatayah, V.R.V., Taylor, G.A., Thomas, R.J., Thompson, D.R., Thompson, P.M., Thórarinnsson, T.L., Vicente-Sastre, D., Vidal, E., Wakefield, E.D., Waugh, S.M., Weimerskirch, H., Wittmer, H.U., Yamamoto, T., Yoda, K., Zavalaga, C.B., Zino, F.J. & Dias, M.P. (2023) Global assessment of marine plastic exposure risk for oceanic birds. *Nature communications*, 14, 3665.
<https://www.nature.com/articles/s41467-023-38900-z>

Global vurdering av sjøfuglers risiko for marin plasteksponering

Plastforurensningen har spredt forekomst rundt i verdenshavene, og på samme måte har marine organismer som er sårbare for plastinntak eller for sammenfiltrering i plast, ujevn fordeling. Å forstå hvor dyrelivet møter plast er avgjørende for målrettet forskning, og for tiltak mot plastutslipp. Oseaniske sjøfugler, spesielt arter av petreller, som dekker store avstander under beiting og vandring, får ofte i seg plast, og er sterkt truet. Den romlige overlappingen mellom petreller og plast er dårlig forstått. I denne studien kombinerer vi tetthetsestimater for marin plast med individuelle bevegelsesdata for 7137 fugler av 77 petrellarter for å estimere relativ eksponeringsrisiko. Vi identifiserer områder med høy eksponering i Middelhavet, Svartehavet, det nordøstlige Stillehavet, det nordvestlige Stillehavet, Sør-Atlanteren og det sørvestlige indiske hav. Risikoen for plasteksponering varierer sterkt mellom arter og populasjoner, og mellom hekke- og ikke-hekkesesonger. Resultatene viser at eksponeringsrisikoen er uforholdsmessig høy for truede arter. Utenfor Middelhavet og Svartehavet er eksponeringsrisikoen høyest i åpent hav og i Eksklusiv Økonomisk Soner (EEZ) i USA, Japan og Storbritannia. Fugler hadde generelt høyere plasteksponeringsrisiko utenfor EEZ i landet der de hekker. Vi identifiserer i studien bevarings- og forskningsprioriteringer, og fremhever at internasjonalt samarbeid er nøkkelen til å takle konsekvensene av marin plast på arter med stor utbredelse.

16. Clemens-Sewall, D., Polashenski, C., Frey, M.M., Cox, C.J., **Granskog, M.A.**, Macfarlane, A.R., Fons, S.W., Schmale, J., Hutchings, J.K., von Albedyll, L., Arndt, S., Schneebeli, M., and Perovich, D. 2023. Snow loss into leads Arctic sea ice: minimal in typical wintertime conditions, but high during a warm and windy snowfall event. *Geophysical Research Letters*. 50 (12), e2023GL102816. DOI: 10.1029/2023GL102816

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2158206>

Snøtap i åpne råker i arktisk havis: minimalt under typiske vinterforhold, men høyt under en varm og vindfull snøfallhendelse

Isen i Polhavet er i endring. Den er blitt betydelig tynnere i løpet av de siste tiårene. Snøens rolle har på grunn av lite nedbør i polområdene ikke blitt sett på som en viktig faktor i Polhavet, men på havis er snødekket av stor betydning fordi isdekket vokser langsommere på grunn av snøens gode isolasjonsevner. Derfor er det viktig å ha god kjennskap til snørelaterte prosesser i disse områdene. Kunnskapsgrunnlaget om prosessene har opp til nå vært mangelfull, man har visst relativt lite om hvor mye av snøen som faller som nedbør på havisen ender opp vindtransportert til åpne råker eller samles andre steder på isen. I vår studie i det sentrale Polhavet under ekspedisjonen MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate), ble det gjort direkte observasjoner av snømengdene som ender opp i åpne råker. I et internasjonalt samarbeid ble det for første gang samlet data om denne prosessen. Resultater viser at under normale forhold om vinteren ender lite snø opp i råker. Det skjer imidlertid i perioder med mye vind, kombinert med mildvær som bidrar til at råkene, som normalt oppstår i havis, ikke fryser igjen umiddelbart. I slike tilfeller kan en stor mengde snø bli akkumulert i råker på relativt kort tid, noe som betyr at denne snøen ikke påvirker veksten av havis. Men resultatene tyder til at totalt sett kun en liten del av snøen ender opp i råker. Resultatet fra vår studie gir ny informasjon som kan bli benyttet i fremtidige sjøis- og klimamodeller.

17. Corkill, M., **Moreau, S.**, Janssens, J., Fraser, A. D., Heil, P., Tison, J.-L., Cougnon, E.A., Genovese, C., Kimura, N., Meiners, K.M., Wongpan, P. and Lannuzel, D. (2023). Physical and biogeochemical properties of the rotten East Antarctic summer sea ice. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 128: e2022JC018875. Journal link: <https://doi.org/10.1029/2022JC018875>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145592>

Fysiske og biogeokjemiske egenskaper i råttens sommeris i Øst-Antarktis

Frysing og smelting av havis i Antarktis er en av de største globale begivenheter på kloden. Disse raske endringene, som er synlige på havoverflaten, reflekterer skjulte endringer inne i havisen. Prøver av havis fra Øst-Antarktis ble samlet inn i 2016-2017 fra isbryteren RSV *Aurora Australis* med målsetning om å undersøke og beskrive den interne strukturen av havis om sommeren. Våre resultater viste at tette lag i havisen bidro til å begrense vertikal transport av materiale gjennom isen og ned i havmassene, men på noen steder ble det observert gjennomsmelting av de tette islagene i tilknytning til smeltevannsdammer som førte til utveksling mellom havmassene og atmosfæren. Det ble dessuten observert høye

konsentrasjoner av isalger dypt inne i havisen som trolig er viktig for absorbering av atmosfærisk karbondioksid. Med økende temperaturer blir de observerte karakteristika mer vanlige, varer over lengere tid om sommeren, og innebærer potensielle konsekvenser for økosystem prosesser.

18. Sam B. Cornish, **Morven Muilwijk**, Jeffery R. Scott, Juliana M. Marson, Paul G. Myers, Wenhao Zhang, Qiang Wang, Yavor Kostov, Helen L. Johnson, John Marshall. 2023. Impact of sea ice transport on Beaufort Gyre liquid freshwater content. *Climate Dynamics* <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06615-4>

Påvirkning av sjøistransport på det flytende ferskvannsinhold i Beaufort Gyre

Beaufortgyren i Polhavet er et reservoar av sjøvann med relativt lav saltholdighet som eksisterer på grunn av en sterk antisyklonisk atmosfærisk sirkulasjon i området. Hav- og klimaforskere har vist stor interesse for denne gyren fordi mengden av ferskvann som hopet opp i eller sendes ut av gyren kan påvirke havsirkulasjonen i det nordlige Atlanterhavet. Gyren er dekket av havis store deler av året, og vinddrevet drift av havis har stor påvirkning på ferskvannsinholdet fordi det avgjør hvor mye ny havis kan vokse i området. I denne studien kvantifiserer vi hvor stor påvirkning vinddrevet transport av havis har på havets ferskvannsinhold. Våre resultater viser at endringer i isdrift har stor innflytelse på hvor mye is som dannes og dermed havets ferskvannsinhold i alle modeller. Vi viser videre at beskrivelse av vinkelen mellom vindretning og isdrift er en stor usikkerhet i klimamodellene, og at små forskjeller i denne vinkelen kan ha stor påvirkning på havet siden det kan være forskjellen mellom et konvergent eller divergent isdekke. For eksempel, så fører en ti-graders endring på denne vinkelen til en endring i ferskvannsinhold på 15%. Vi kan konkludere at en nøyaktig beregning av isdrift i forhold til vind er en viktig faktor å ta hensyn til i klimamodellene og at det er en potensiell kilde for usikkerhet.

19. Cox, S. C., Smith Lyttle, B., Elkind, S., Smith Siddoway, C., Morin, P., Capponi, G., **Abu-Alam, T.**, Ballinger, M., Bamber, L., Kitchener, B., Lelli, L., Mawson, J. F., Millikin, A., Dal Seno, N., Whitburn, L., White, T., Burton-Johnson, A., Crispini, L., Elliot, D., **Elvevold, S.**, Goodge, J.W., Halpin, J.A., Jacobs, J., Mikhalsky, E., Martin, A.P., Morgan, F., Smellie, J., Scadden, P., Wilson, G. 2023. A continent-wide detailed geological map dataset of Antarctica. *Nature Scientific Data*, 10: 250 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02152-9>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2151907>

Dokumentasjon av en ny geologisk kartdatabase over Antarktis

I denne artikkelen gir vi en detaljert dokumentasjonen av et digitalt geologisk datasett over hele Antarktis, utviklet gjennom et internasjonalt samarbeidsprosjekt. Fjellområdene som stikker opp av isen inneholder viktig informasjon om kontinentets geologiske, geomorfologiske og glasiologiske historie. Informasjonen er et viktig bidrag til vår forståelse av kontinentets rolle for globalt klima, til kontinentet potensielle bidrag med hensyn til havnivåstigninger, og for å belyse effektene av klimaendringer på selve kontinentet. Med dette som idégrunnlag ble SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) action group, GeoMap, opprettet i 2016. GeoMap (<https://www.scar.org/science/former-groups/geomap/>)

var et initiativ med en målsetning om å sammenstille tilgjengelig informasjon om berggrunn og løsmasser i hele Antarktis, og gjøre dataene tilgjengelig gjennom et moderne geografisk informasjonssystem. Gruppen GeoMap ble ledet av GNS Science, New Zealand. Prosjektets hovedsamarbeidspartnere var fra USA, Norge (ved Norsk Polarinstitut), Italia, Storbritannia, Australia, Russland og New Zealand. Aktiviteten i prosjektet ble avsluttet i 2020, og siste utgivelse av datasettet som versjon v.2022-08, ble publisert i 2022. GeoMap er det første detaljerte geologiske datasett som dekker hele Antarktis. Datasettet kan lastes ned gratis fra World Data Center PANGEA (<https://doi.org/10.1594/PANGAEA.951482>).

Norsk Polarinstitutt bidrag til GeoMap-prosjektet er en sømløs geologiske GIS database over Dronning Maud Land. Gjennom deltagelse i denne SCAR-gruppen har Norge inntatt en aktiv rolle i den internasjonale innsatsen for å utvikle et geologiske datasett over hele Antarktis.

20. Darby, J.H., Clairbaux, M., Quinn, J.L., Thompson, P., Quinn, L., Cabot, D., **Strøm, H.**, Thórarinnsson, T., Kempf, J. and Jessopp, M.J. 2023. Decadal increase in vessel interactions by a scavenging pelagic seabird across the North Atlantic. *Current Biology* 33, 4225–4231. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.08.033>.

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2191175>

Økende kontakt mellom havhest og fiskefartøy til havs

Havhesten livnærer seg på mat den finner i havoverflaten, og den kan tilbakelegge store distanser på jakt etter næring. Kommersiell fiske med fiskebåter er en kjent næringskilde for overflatebeitende sjøfugler, ettersom det ofte gir svært enkel tilgang på mat i form av fisk og fiskeslo. Havhesten er kjent for å utnytte dette matgildet, men denne næringsstilgangen medfører også risiko for fuglene, da sannsynligheten for å sette seg fast i fiskeutstyr er til stede. Lyslogger er mye brukt i studier av sjøfuglenes arealbruk utenfor hekkesesongen. Blant annet kan en lyslogger registrere hvorvidt den er tørr eller våt, noe som kan fortelle om fuglen flyr eller ligger på vannet. I tillegg til naturlig sollys vil også kunstig lys fra fiskebåtene kunne gi utslag på lyssensorene i loggerne. Dette falske lyset ble utnyttet i dette studiet for å undersøke om det er noen trend i hvordan havhest benytter avfall fra fiskebåter som næringskilde. Springdataene ble samlet fra mer enn 290 hekkende havhest i fire ulike kolonier i Nord-Atlanteren, fra Irland i sør til Jan Mayen i nord. Resultatene viste at havhestene fra alle de overvåkede koloniene i økende grad benytter fiskebåter som næringskilde, og den kraftigste økningen ble observert hos havhest som hekker i Skottland. Sannsynligheten for å se næringsøkende havhester ved fiskebåtene var størst der hvor fiskebåtene lå samlet og natta var lengst. I tillegg fant forskerne at hannfuglene besøkte fiskebåtene dobbelt så ofte som hunnene. Havhester som besøkte fiskebåter brukte også mindre tid på næringsøk, og de lå mer i ro ved båtene sammenlignet med fugler som søkte naturlig føde i havet. Antall fiskebåter har ikke økt i samme grad som havhestenes bruk av fiskebåter de siste årene, noe som tyder på at fuglene i større grad velger å søke næring rundt fiskebåtene. Siden havhestene velger denne strategien, som også medfører betydelige farer og økt dødelighet, kan det tyde på at det har blitt mindre av havhestens naturlige føde i havet. Riktignok var det lokale forskjeller i hvilke båter som ble besøkt. Andelen havhest rundt norske og islandske fartøy var lavere enn for eksempel britiske båter. Både norske og

islandske båter har strenge regler for hva de kan kaste over bord av bifangst og fiskeslo, noe som kan gjøre at mattilgangen rundt disse båtene er dårligere enn rundt fiskefartøy underlagt andre regler.

21. Darling, K.F., Husum, K., Fenton, I.S., 2023. The biphasic life cycle of the non-spinose planktonic foraminifera is characterised by an aberrant coiling signature. *Marine Micropaleontology* 185: 102295. DOI 10.1016/j.marmicro.2023.102295
Journal: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377839823000944?via%3Dihub>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2195076>

Avvikende oppbygging av skall viser to faser i livssyklusen til den planktonarten *Neogloboquadrina pachyderma*

Neogloboquadrina pachyderma, et dyreplankton innenfor gruppen foraminiferer, finnes i polare områder. Arten har et skall som ofte bevarer og lagres fossilt etter at den dør. Derfor kan det fossile skallet gi informasjon om artens livssyklus og miljøforholdene den har levet under, og bidra til å bygge opp naturlige klimaarkiver fra havet. *N. pachyderma* kjennetegnes normalt ved at skallet dreier mot venstre. Men det finnes også former med et skall som dreier mot høyre, og analyser av artens DNA har vist at dette er en egen art, navngitt som *Neogloboquadrina incompta*, som trives i områder med høyere vanntemperatur enn *N. pachyderma*. Men DNA-analyser har også vist at noen individer av *N. pachyderma* har et skall som dreier mot høyre. I denne studien er det gjort analyser av skallet fra begge artene med CT skanning, noe som gir detaljerte snittbilder i flere plan av skallet. Våre resultater viser hvordan skallet utvikles igjennom artens livssyklus, og hvordan man kan gjøre en sikker identifikasjon av de to artene. Resultatene viser også at det er to faser i livssyklusen til *N. pachyderma*. Denne kunnskapen bidrar til at identifikasjonen av planktoniske foraminiferer i polare områder mer presis, og forståelsen av livssyklusen øker vår forståelse av dyrets miljøkrav. Begge deler bidrar til å kunne skille mellom naturlige og menneskeskapte klimaendringer.

22. De Steur, L., Sumata, H., Divine, D.V., Granskog, M.A., Pavlova, O. 2023. Upper ocean warming and sea ice reduction in the East Greenland Current from 2003 to 2019. *Commun. Earth Environ.*, 4, 261, <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00913-3>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2162838>

Økt havtemperaturer og minkende havis i Østgrønlandsstrømmen mellom 2003 og 2019.

I løpet av de siste tiårene har utbredelsen av havisen og havistykkelsen i Polhavet gått jevnt nedover. Når havisdekket reduseres, og det stadig strømmer inn varmere atlantehavsvann, får det betydelige konsekvenser for varmeinnholdet i Polhavet og i vannmassene som strømmer ut igjen fra Arktis. Data fra fortøyde instrumenttriggere i Framstredet, viser at havtemperaturen i de øverste vannmassene i Østgrønlandsstrømmen har økt betydelig mellom 2003 og 2019. Det polare vannet er i dag varmere om sommeren på grunn av lavere haviskonsentrasjon, og det blir observert lengre isfrie perioder nordover i Polhavet. Våre resultater viser at det siden vinteren 2015 er blitt mer varmt atlantehavsvann til stede i det sentrale Framstredet, noe som også har påvirket både utbredelsen og tykkelsen av havisen om vinteren. Oppvarming av det polare vannet, og mere atlantisk vann i Framstredet, har ført til en betydelig reduksjon av havisdekket langs hele østkysten av Grønland. Dette får konsekvenser for vertikal omrøring i havsøylen om vinteren, og for dynamikken i økosystemet om sommeren.

23. **S. Descamps, S. Hudson, J. Sulich, E. Wakefield, D. Grémillet, A. Carravieri, S. Orskaug and H. Steen.** Extreme snowstorms lead to large-scale seabird breeding failures in Dronning Maud Land. *Current Biology* 33: R159–R179.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.12.055>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2139644>

Klimaendringer i Antarktis: Ekstreme snøstormer fører til storskala hekkesvikt for sjøfugl i Dronning Maud Land

Ekstreme værforhold, som sterke stormer, kan ha negativ påvirkning på dyrelivet. For polare sjøfugler, som er tilpasset tøffe forhold, kan slike stormer likevel påvirke hekkesuksessen deres. I denne studien undersøkt vi hvordan uvanlig stormaktivitet i Dronning Maud Land, Antarktis sommeren 2021/2022, forårsaket storskala og nesten fullstendig hekkesvikt for områdets tre vanligste sjøfuglarter: Antarktiskpetrell, snøpetrell og sørjo. Vinden var ekstremt sterk, kategorisert til 11 på Beaufort-skalaen, og det kom samtidig mye nedbør i form av snø over en lengre tidsperiode. Resultatene viste at dette påvirket hekkesuksessen i flere fuglekolonier innenfor en radius på flere hundre kilometer. Samtidig som noen antarktiske sjøfuglbestander allerede er i tilbakegang, viser klimamodeller at slike ekstreme hendelser kan bli mer vanlig i Antarktis. Intensiveringen av stormaktiviteten i Antarktis er derfor bekymringsfull.

24. Dussex, N., Tørresen, O.K., van der Valk, T., Le Moullec, M., Veiberg, V., Tooming-Klunderud, A., Skage, M., Garmann-Aarhus, B., Wood, J., Rasmussen, J.A., **Pedersen, Å.Ø.**, Martin, S.L., Røed, K.H., Jakobsen, K.S., Dalén, L., Hansen, B.B., Martin, M.D. 2023. Adaptation to the High-Arctic island environment despite long-term reduced genetic variation in Svalbard reindeer. *IScience*, 26 (10), 107811.

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2176832>

Langsiktig redusert genetisk variasjon hos svalbardrein utelukket ikke tilpasning til det høyarktiske bymiljøets.

Små viltbestander på øyer er i motsetning til store sammenhengende bestander på fastlandet ideelle systemer for å undersøke trusler mot bestandenes genetiske mangfold. Svalbardrein (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) er en endemisk underart av villrein som koloniserte Svalbard for 6000–8000 år siden, og som har utviklet mange fysiologiske og morfologiske tilpasninger til arktiske habitat. I denne studien analyserte vi 133 genomer av svalbardrein som spenner over hele artens utbredelsesområde på Svalbard, for å undersøke konsekvensene av lang isolasjon og liten bestandsstørrelse. Empiriske data, demografiske rekonstruksjoner, og simuleringer inn i fremtida, viser at langsiktig isolasjon og høye innavlsnivåer kan ha lettet reduksjon av svært skadelig, eller i mindre grad, moderat skadelig variasjon i genetisk mangfold. Resultatene viser at redusert genetisk mangfold over lang tid ikke utelukket forekomst av mange lokale tilpasninger til et høyarktisk levemiljø, noe som tyder på at selv bestander som opplever sterke flaskehals (engelsk – «*bottle-necks*») kan beholde sitt evolusjonspotensiale.

25. **Elvevold, S.**, Jacobs, J., Pedersen, L.E.R., **Sunde, Ø.**, Engvik, A.K. and **Myhre, P.I.** 2023. Symplectite and kelyphite formation during decompression of mafic granulite from Gjelsvikfjella, central Dronning Maud Land, Antarctica. *European Journal of Mineralogy*, 35, 969-985, <https://doi.org/10.5194/ejm-35-969-2023>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2201710>

Dannelse av bergarter i Gjelsvikfjella i Antarktis

Mafiske bergarter, dvs. Mg- og Fe-rike bergarter, vil ofte bevare spor etter tidligere geologisk historie i mye større grad enn ikke-mafiske bergarter (dvs. kvarts- og feltspatrike bergarter). I dette arbeidet har vi studert mafiske bergarter i Gjelsvikfjella, Dronning Maud Land (DML). Disse bergartene finnes som linser, < 5 m i lengde og < 1m i tykkelse, omgitt av kvarts- og feltspatrike gneiser. Dannelsen og historien til de mafiske bergartene er kartlagt gjennom en kombinasjon av feltarbeid, mikroskopi, kjemiske analyser og aldersdatering. «In-situ» datering av mineralet zirkon viser at den mafiske bergarten opprinnelig ble dannet for ca. 1115-1120 millioner år siden da den krystalliserte fra en Fe-rik magma-smelte. Under fjellkjededannelsen som førte til sammenstillingen av superkontinentet Gondwana, gjennomgikk berggrunnen i sentral deler av DML deformasjon og metamorfose (omdanning og endring i mineralsammensetningen), og de mafiske bergartene ble omdannet til bergarten *granulitt*. Forekomsten av granulitt har en spesiell vitenskapelig betydning fordi de representerer gamle kontinentale kollisjonssoner. Basert på zirkon datering kan vi konkludere at omvandlingen fant sted for ca. 570 millioner år siden under høye temperaturer og på store dyp i jordskorpa, det vil si > 40 km under jordoverflata. Mineralinnhold og mineral-teksturer i den undersøkte granulitten er viktige bevis for selve metamorfosen og senere hevningsprosesser som førte til at bergartene nå er eksponert på overflata.

26. Engeland, V.T., Bagøien, E., **Wold, A.**, Cannaby, H.A., Majaneva, S., Vader, A., Rønning, J., Handegard, N.O., Dalpadado, P. and Ingvaldsen, R.B. 2023. Diversity and seasonal development of large zooplankton along physical gradients in the Arctic Barents Sea. *Progress in Oceanography* 216: 103065. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103065>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2155182>

Mangfold og sesongutvikling av store dyreplankton langs fysiske gradienter i det arktiske Barentshavet

Som en følge av pågående klimaendringer forandres det pelagiske økosystemet i Barentshavet. Vi har i denne studien undersøkt sesongutvikling i biodiversitet og biomasse av større dyreplankton (makrozooplankton) langs et transekt i det nordlige Barentshavet og inn i Polhavet. Resultatene viste at den totale målte biomassen var på sitt størst om sommeren og tidlig vinter, og minst om våren. Kopepoder bidro i betydelig grad til biomassen i alle årstidene, mens krill (*Euphausiider*) representerte en mindre del. Pilormer (*Chaetognatha*) og geleplankton bidro til biomasse på alle stasjoner, spesielt om vinteren. Biomassen av amfipoder var høy tidlig på vinteren, men ellers lav. Analysene viste at temperaturen i vannmassene var den fysiske faktoren som best forklarte artssammensetningen for store arter av dyreplankton. Kontinentalsokkelen i det nordlige Barentshavet hadde en arktisk signatur, og her dominerte arktiske arter som amfipoden *Themisto libellula* og kopepoden *Calanus*

glacialis. Transport av varmt atlantisk vann påvirker dyreplanktonsamfunnet i områdene både sør for polarfronten og langs sokkelkanten i nord med relativ stor andel atlantiske arter. I det nordlige Barentshavet ble det observert en sesongmessig forskjell med dominans av planteetere om sommeren, og rovdyr om vinteren.

27. **Ericson, Y., Fransson, A., Chierici, M., Jones, E.M., Skejvan, I., Omar, A., Olsen, A., and Becker, M.** 2023. Rapid fCO₂ rise in the northern Barents Sea and Nansen Basin. *Progress in Oceanography* 2017, 103079. DOI: doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103079

Rask fCO₂ økning i det nordlige Barentshavet og Nansen bassenget

Overgangen fra arktiske til atlantiske forhold i det nordlige Barentshavet påvirker luft-sjø-gassutvekslingen og kapasiteten for opptak av CO₂ fra atmosfæren. Dette har konsekvenser for den pågående klimaendringen og havforsuringen, og endringen er derfor viktig å følge ved å måle oseaniske fCO₂ – fugasitet (trykket) i karbondioksid. Målinger fra skip bidrar med observasjoner av fCO₂ data i regionen, men det finnes fortsatt få data spesielt om vinteren og tidlig på våren. I vår studie benyttet vi nevrale nettverk og selvorganiserende kart til å kartlegge fCO₂ i overflatevannet mellom september 1997 og desember 2020.

Våre resultater viser at fCO₂ i det nordlige Barentshavet, ved grensen til Nansen bassenget, har økt betydelig de siste tiårene. Økningen er det dobbelte av økningen i det atmosfæriske fCO₂, og sammenfaller med sterk nedgang i mengden av havis. I tillegg har saltinnholdet i overflatevannet økt i området. Funnene bekrefter at havisen har en sterk innvirkning på det oseaniske opptak av CO₂. Økningene i fCO₂ i overflatevannet resulterer i redusert oseanisk opptakskapasitet for atmosfærisk CO₂ og en senket pH. Det forventes at havforsuringen øker i dette allerede sårbare området, med konsekvenser for planktonsamfunnene. I vår studie framhever vi også behovet for in situ fCO₂-målinger om vinteren og våren da havisdekket er mer omfattende. Dette vil øke kapasiteten til å estimere fCO₂ i de raskt skiftende nordområdene, men krever at de isgående fartøyene klarer å opprettholde et åpent sjøvannsinntak i isdekket farvann, noe som ikke alltid er tilfelle.

28. **Espinel-Velasco, N., Gawinski, C., Kohlbach, D., Pitusi, V., Graeve M. and Hop, H.** 2023. Interactive effects of ocean acidification and temperature on oxygen uptake rates in *Calanus hyperboreus* nauplii. *Frontiers in Marine Science* 10:1240673. Journal link: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1240673>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2188814>

Interaktive effekter av havforsuring og temperatur på oksygenopptaket i Calanus hyperboreus nauplier

Arktiske områder endres raskt, med drivere som havforsuring og oppvarming. Disse endringene gir utfordrende spørsmål rundt stabiliteten til marine samfunn når disse påvirkes av endringer i miljøet. I arktiske områder spiller marint dyreplankton, og spesielt kalanoide kopepoder, en viktig rolle i næringsnettet. Endringer i miljøforhold kan forstyrre dyreplanktonsamfunn med påfølgende konsekvenser for hele økosystemet. Tidlige livsstadier av kopepoder har vist seg å være spesielt sensitive for stressfaktorer i miljøet og de

representerer en viktig del av livssyklus. Vi undersøkte responser til 4 dager gamle *Calanus hyperboreus* nauplier når de ble eksponert til forsuring (pH 7.5 til 8.1) og oppvarming (0 og 3 °C), med stressfaktorer hver for seg, og i kombinasjon, i eksperimentene. Respirasjonsratene til naupliene økte da de ble eksponert til en kombinasjon av forsuring og oppvarming, men ikke når de ble eksponert til disse stressfaktorene separat. I tillegg fant vi forskjeller i lipidinnhold og fettsyrekomposisjon hos nauplier under forskjellige eksperimentelle forhold. Voksestere utgjorde 75% av lipidreservene, og høye nivåer av lange fettsyrer 20:1 og 22:1, som er viktige for reproduksjonssyklus i kopepoder, var også til stede. Våre resultater indikerte at nauplier var sårbare overfor en kombinasjon av forsuring og oppvarming, men ikke disse faktorene separat, som støtter opp under sammenliknbare studier. Dette belyser implikasjonen av globale endringer på arktiske kopepoder ved spesielt å fokusere på responser hos tidlige livsstadier på stressfaktorer i miljøet.

29. Filhol, S., Lefeuvre, P.-M., Ibañez, J. D., Hulth, J., Hudson, S. R., Gallet, J.-C., Schuler, T. V., & Burkhart, J. F. 2023. A new approach to meteorological observations on remote polar glaciers using open-source internet of things technologies. *Frontiers in Environmental Science*, 11, <http://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1085708>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145561>

En ny metode for meteorologiske målinger på vanskelig tilgjengelige polare isbreer ved bruk av systemet tingenes internett

Viktige regioner i verden mangler tilstrekkelig infrastruktur for å samle geofysiske observasjoner, ofte på grunn av logistiske utfordringer som vanskelig tilgjengelighet, og vesentlige kostnader. Med introduksjonen av tingenes internett (Internet of Things (IoT)) – og rimelig elektronikk – er det i dag mulig å bygge overvåkingssystemer som samler inn romlig distribuerte data i sanntid, som igjen har tilkobling til nettbaserte servere for umiddelbar og langsiktig bruk til kostnader som kan sammenlignes med én av dagens autonome værstasjoner. Vi har utviklet et spesialbygd modulært system som samler inn kvalitetsdata, er robust mot ugunstige meteorologiske forhold, og er uten ordinær strømforsyning. Systemet integrerer kommersielle og spesialbygde sensorer koblet til en hovedenhet som styrer strøm, data og radiosamband. Data sendes til en inngangsport (gateway) og deretter til en server som behandler, lagrer og kvalitetskontrollerer dataene. Vi satte opp to nettverk i nærheten av Ny-Ålesund på Svalbard, som var i drift mellom mai 2021 og april 2022 for å måle meteorologiske og glasiologiske variabler. Vårt system samlet pålitelige data og hadde tilstrekkelige strømressurser til å være i drift 4-5 måneder i mørketiden. I denne artikkelen presenterer vi design og ytelsesmålinger, rapporterer våre erfaringer fra denne utfordrende implementeringen, og foreslår veier for fremtidige forbedringer. Slike modulære systemer gjør det mulig å observere været, samtidig måle akkumulasjon og smelting på isbreer på en mer detaljerte romlige skalaer enn tidligere, og fange opp detaljerte lokale variasjoner. Resultatene vil føre til bedre modellering av massebalansen, og bedre oppskalering av punktmålinger av massebalansen i ulike nivåer på isbreer innenfor samme nedbørfelt.

30. Forgereau, Z.L., Lange, B.A., Gradinger, R., Assmy, P., Osanen, J.E., García, L.M., Søreide, J.E., Granskog, M.A., Leu, E. and Campbell, K. 2023. Photophysiological responses of bottom sea-ice algae to fjord dynamics and rapid freshening. *Frontiers in Marine Science* 10: 1221639. Journal link: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1221639>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2197261>

Fotofysiologisk respons hos isalger til fjorddynamikk og rask endring til ferskere vann

Isalger har høy toleranse for saltholdighet, men kan oppleve stress ved rask reduksjon i saltholdighet under naturlig ismelting og under smelting av prøver av havis i laboratoriet. I denne studien undersøkte vi påvirkningen av saltholdighet på fotofysiologien hos isalger fra to fjorder på Svalbard, Tempelfjorden og Van Mijenfjorden. Fotofysiologiske responser ble hovedsakelig bestemt ved radiokarboninkubasjoner. Våre viktigste funn er: i) isalgesamfunnet i Tempelfjorden er karakterisert med å ha lavere fotosyntetisk effektivitet og klorofyll *a*-biomasse enn samfunnene i Van Mijenfjorden, ii) labdyrket isalgesamfunn fra Van Mijenfjorden, dominert av diatoméer, hadde betydelig lavere fotosyntetisk effektivitet og maksimal fotosyntese etter reduksjon av saltholdighet fra 33 til 10 promille. Den lavere fotosyntetiske effektiviteten og klorofyll *a*-biomassen i Tempelfjorden kan tilskrives den nesten to ganger lavere saltholdigheten i havisen i Tempelfjorden sammenlignet med Van Mijenfjorden – som sannsynligvis skyldes ferskvannstilførsel fra tidevannsbreen Tunabreen under isdannelsen. Andre faktorer, som lysforhold under isen og næringsstoffkonsentrasjoner, bidrar sannsynligvis til variasjonen i fotofysiologien hos isalgene. De eksperimentelle resultatene indikerer at isalgesamfunnet i Van Mijenfjorden er negativt påvirket av rask reduksjon i saltholdighet fra 33 til 10 innenfor en tidsperiode på 4 til 24 timer. Vi kan fra studien anta at reduksjoner i saltholdighet i overflatevann kan forårsake midlertidige endringer i fotofysiologien hos isalger, og dermed i klorofyll *a*-biomassen. Videre støtter studien et framsatt behov for å bufre saliniteten under smelting av sjøsprøver i laboratoriet for å redusere negative påvirkninger ved biologiske målinger.

31. Frank, T., van Pelt, W. J. J. & **Kohler, J.** 2023. Reconciling ice dynamics and bed topography with a versatile and fast ice thickness inversion. *The Cryosphere* 17(9), 4021-4045. doi:10.5194/tc-17-4021-2023

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2191172>

Ny metode for modellering av istykkelse

Istykkelsen på de fleste isbreene er ukjent, og siden det ikke er mulig å besøke alle isbreer og måle deres tykkelse direkte, er det ønskelig med en modelleringstilnærming. Her presenteres en ny metode for å gjøre dette, baserte på observasjoner av brehastigheten og høydeforandringer, som kan hentes fra satellittdata. Metoden er testet på tidevannsbreen Kronebreen på Svalbard, og resultater sammenlignet med istykkelsesdata fra flybårenradarmålinger. Metoden er relativt billig å gjennomføre, og godt egnet for initialisering av bremodellen for simuleringer av fremtidige forhold.

32. **Agneta Fransson***, Melissa Chierici, **Mats A. Granskog**, **Paul A. Dodd**, Colin A. Stedmon (2023) Impacts of glacial and sea-ice meltwater, primary production and ocean CO₂ uptake on ocean acidification state of waters by the 79 North Glacier and northeast Greenland shelf. *Front. Mar. Sci.* 10, Sec Marine Biogeochemistry, DOI: 10.3389/fmars.2023.1155126

Effekter av smeltevann fra 79 North Glacier og sjøis fra sokkelen nordøst på Grønland, og fra primærproduksjon og CO₂-opptak, på havforsuringstilstanden

Isbreer og havis smelter i nordøstre Grønland leder til økt ferskvann i overflaten i fjorder og kyst, som igjen leder til minket aragonittmetning (Ω_{Ar}), et mål av havforsuringstilstand. Kritiske nivå av Ω_{Ar} for kalkdannende organismer oppstår når nivået blir lavere enn 1, men kan gi alvorlige tilstand på nivåer under 1.5 for vingesnegl, et dyreplankton med skall av aragonitt som er viktig i næringskjeden. I denne studien ble kjemisk-fysiske data fra havvann samlet inn i Dijnphna Sound (DS) nær Nioghalvfjersbreen (79 North Glacier, 79NG) og nordøstre Grønlands kontinentalhylle (NEGS) under somrene 2012 og 2016. Våre resultater viste at det ble observert ferskvann fra isbreesmelting og havissmelting i overflatevannet i havområdet. De to årene var forskjellige ved at det var mer smeltevann fra isbreer i DS i 2012 enn i 2016, noe som sammenfalt med uvanlig høy avsmelting fra Grønlandsisen (GrIS) rapportert for 2012. NEGS hadde mer smeltevann fra havis begge årene sammenlignet med 2012 i DS, som var mer påvirket av smeltevann fra isbreen. Det viste seg også at Ω_{Ar} var forskjellige mellom de to somrene, med høyere Ω_{Ar} i 2012 enn i 2016, og mer biologisk CO₂-opptak i 2012 som kompenserte reduksjonen av Ω_{Ar} på grunn av ferskvann. Denne studien gir nye resultat og innsikt om havforsuring og smeltevann i et relativt ukjent havområde. Med økt smeltevann fra isbreer, for eksempel fra GrIS, vil Ω_{Ar} fortsette å minke. Men i kombinasjon med biologisk CO₂ opptak vil Ω_{Ar} -minking til viss grad kompenseres, i første rekke om sommeren.

33. Frémand A. C. & 77 co-authors (including **Kohler, J. and Matsuoka, K.**). 2023. Antarctic Bedmap data: Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable (FAIR) sharing of 60 years of ice bed, surface, and thickness data. 2023. Earth System Science Data 15, 2695–2710. doi:10.5194/essd-15-2695-2023

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2205017>

Antarktis bunntopografi: gjenfinnbare, tilgjengelige, samhandlende og gjenbrukbare (FAIR) deling av 60 år med isbunn, isoverflate- og istykkelsesdata

Artikkelen presenterer over 60 år med data om istykkelse, bunntopografi og overflatehøyde som er innhentet fra Antarktis av internasjonale forskere, inkludert data fra NP. Disse dataene er en del av Antarctic BEDMAP-initiativet som tar sikte på å produsere et nytt kart og datasett over antarktisk istykkelse og bunntopografi for det internasjonale glasiologi- og geofysiske samfunnet.

34. Geoffroy, M., Bouchard, C., Flores, H., Robert, D., Gjørseter, H., Hoover, C., **Hop, H.**, Hussey, N.E., Nahrgang, J., Steiner, N., Bender, M., Berge, J., Castellani, G., Chernova, N., Copeman, L., David, C.L., Deary, A., Divoky, G., Dolgov, A.V., Duffy-Anderson, J., Dupont, N., Durant, J.M., Elliott, K., Gauthier, S., Goldstein, E.D., Gradinger, R., Hedges, K., Herbig, J., Laurel, B., Loseto, L., Maes, S., Mark, F.C., Mosbech, A., Pedro, S., Pettitt-Wade, H., Prokopchuk, I., Renaud, P.E., Schembri, S., Vestfals, C. and Walkusz, W. 2023. The circumpolar impacts of climate change and anthropogenic stressors on Arctic cod (*Boreogadus saida*) and its ecosystem. Elementa: Science of the Anthropocene 11: 1. Journal link: <https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00097>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2168311>

Sirkumpolare effekter av klimaendringer og menneskeskapte stressfaktorer på polartorsk (Boreogadus saida) og dens økosystem

Polartorsk (*Boreogadus saida*) er den vanligste fisken i Polhavet. I denne oversiktsartikkelen sammenfatter vi data om polartorskens habitater, utbredelse, økologi og fysiologi for å bedømme hvordan klimaendringer og andre antropogene stressfaktorer påvirker denne nøkkelarten. I tillegg identifiserer vi sårbarheten til ulike livsstadier over hele utbredelsesområdet for arten. Vi vurderer miljødrivere, både abiotiske og biotiske, og antropogene stressfaktorer i et regionalt perspektiv i et scenario opp til år 2050, og identifiserer kunnskapshull. Kunnskapsoversikten viser at epipelagiske egg og larver er mer sårbare for klimaendringer og stressfaktorer enn voksne individer. Økende vanntemperatur, minkende havis, endret ferskvannstilførsel, havforsuring, endret tilgjengelighet av byttedyr, økt intraspesifikk konkurranse, nye predatorer og forurensninger er de viktigste stressfaktorene som påvirker polartorsk. Negative effekter er sannsynligvis større i regioner som er påvirket av horisontal transport av varmt atlantisk vann og stillehavsvann, men arten kan være begünstiget av at det blir varmere vann i de kaldeste områdene i Arktis. Risikoen fra fiskerier er moderat, og det er begrenset bifangst av polartorsk. Reduksjon i tilgjengelig habitat og en assosiert nedgang i den total biomasse av polartorsk er forventet. I de fleste arktiske havområder varierer bestanden av polartorsk med kalde og varme perioder. Redusert tetthet av polartorsk vil påvirke tettheten negativt, og dessuten utbredelse og fysiologiske forhold for visse predatorer, mens andre predatorer vil kunne tilpasse seg en mer boreal diett. Regionale forvaltningsmål må inkludere polartorskens kritiske rolle i økosystemet for å kunne sikre at de økende antropogene aktivitetene ikke fører til økte påvirkninger på marine økosystemer i Arktis. Begrensning av tap av habitat vi imidlertid kun være mulig gjennom globale reduksjoner av klimagasser.

35. **Gerland, S.**, Ingvaldsen, R.B., Reigstad, M., **Sundfjord, A.**, Bogstad, B., Chierici, M., **Hop, H.**, Renaud, P.E., Smedsrud, L.H., Stige, L.C., Årthun, M., Berge, J., Bluhm, B.A., Borgå, K., Bratbak, G., **Divine, D.V.**, Eldevik, T., Eriksen, E., Fer, I., **Fransson, A.**, Gradinger, R., **Granskog, M.A.**, Haug, T., **Husum, K.**, Johnsen, G., Jonassen, M.O., Jørgensen, L.L., Kristiansen, S., Larsen, A., Lien, V.S., **Lind, S.**, Lindstrøm, U., Mauritzen, C., Melsom, A., Mernild, S.H., Müller, M., Nilsen, F., Primicerio, R., Søreide, J.E., van der Meeren, G.I., and Wassmann, P. 2023. Still Arctic? - The changing Barents Sea. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11: 1. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.2022.00088>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2200051>

Fortsatt arktisk? - Barentshavet i endring

Barentshavet er et av de polare områdene som for tiden opplever de største endringene i klima og økosystemet. I denne artikkelen gir 41 forskere fra ulike norske institusjoner en oversikt over kunnskapsstatus om de fysiske, kjemiske og biologiske systemene i Barentshavet. De fysiske forhold er karakterisert av store sesongmessige kontraster mellom de ulike årstidene, med delvis isdekket hav på vinteren og våren, og hovedsakelig isfrie forhold på sommeren og høsten. Observasjoner fra de siste tiårene viser at både lufttemperatur på overflaten og havtemperatur har økt, havisutbredelse har minket, lagdeling i havet har blitt svekket, og vannkjemi og økosystemkomponenter er forandret. Flere av endringene beskrives med ordene

«atlantifisering» eller «borealiserings», noe som gir uttrykk for at miljøforholdene eller artsutbredelsene ligner mer på det man kjenner fra områder lenger sør, og mindre på det man forbinder med Arktis. De observerte endringene har betydning for større geografiske områder også utenfor Barentshavet, som for eksempel i sammenheng med transport av havis, vann- og luftmasser inn i og ut av Barentshavet. Endringene har også sosioøkonomiske konsekvenser, som for fiskeri og annen menneskelig aktivitet. Mye av endringene er godt dokumentert med observasjoner, men det finnes fortsatt observasjonsmangler, som for eksempel når det gjelder målinger og prøvetaking på vinterstid. Kunnskapshull eksisterer fortsatt om prosessforståelse når det gjelder vekselvirkninger mellom fysiske og biogeokjemiske drivkrefter og dens effekter for økosystemet, og for komplekse tilbakekoblingsmekanismer. Oversiktsartikkelen konkluderer med at den sørlige delen av Barentshavet ikke viser mange karaktertrekk som er typisk for arktisk områder, mens det nordlige Barentshavet fortsatt kan betegnes som arktisk, selv om endringer i klima og økosystem er i gang også der. Arbeidet med denne oversiktspublikasjonen, som begynte i pilotfasen til prosjektet «Arven etter Nansen», ble videreført i prosjektet, slik at den inneholder eksempler av resultater fra dette omfattende prosjektet.

36. Gonçalves-Araujo, R., **Granskog, M.A.**, Osburn, C.L., Kowalczyk, P., and Stedmon, C. A. 2023. A pan-Arctic algorithm to estimate dissolved organic carbon concentrations from colored dissolved organic matter spectral absorption. *Geophysical Research Letters* 50. DOI: 10.1029/2023GL105028

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2192550>

En pan-arktisk algoritme for å estimere konsentrasjoner av oppløste organiske karboner fra spektral absorpsjon av farget oppløst organisk materiale

Vannmassene i overflaten av Polhavet har relativt høye konsentrasjoner av oppløst organisk karbon DOC (Dissolved Organic Carbon) i forhold til andre verdenshav, dette på grunn av stor innførsel av karbon med blant annet ellevann fra Sibir og Nord-Amerika, og erosjon langs kystene av Polhavet. Med global oppvarming er det antatt at det blir en økning i karbontilførsel når permafrosten tiner. Skjebnen for det organiske karbonet er stort sett ukjent, om det blir remineralisert til karbondioksid og bidrar til klimagasser, eller lagret i dyphavet. I tillegg er det relativt få målinger fra Polhavet på grunn av vanskelig tilgjengelighet, men også fordi målinger av DOC er tid- og ressurskrevende. Utvikling av metoder der indirekte målinger som gir konsentrasjon av DOC er dermed verdifulle. I denne studien er det etablert et datasett av DOC og optiske målinger i havvann fra Polhavet og tilgrensende havområder. Fordelen med optiske målinger er at de er relativt enkle å utføre, robuste, og kan i prinsipp også gjøres med instrumenter nedsenket i vannsøylen. Målsetningen med denne studien er å utvikle en algoritme som gjør det mulig å beregne DOC-konsentrasjon basert på optiske målinger. Resultatet viser at algoritmen er relativt robust, og kan beregne DOC-konsentrasjoner for veldig høye verdier i ferskt ellevann til veldig lave verdier konsentrasjoner i dyphavet. Dette skaper grunnlag for at data om DOC i Polhavet blir lettere tilgjengelig, bidrar til å forbedre målingene, og for utvikling av sensorer. Totalt sett bidrar arbeidet til en bedre forståelse av karbonsyklusen i Polhavet.

37. D. Gremillet and **S. Descamps**. 2023. Ecological impacts of climate change on Arctic marine megafauna. *Trends in Ecology and evolution* (38), 773-783, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.04.002>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2171283>

Økologiske konsekvenser av klimaendringer på Arktis marine megafauna

Global oppvarming påvirker Arktis mer enn noen annen region. Massemedia viderefremidler stadig apokalyptiske visjoner om klimaendringer som truer arktisk dyreliv, spesielt symbolsk megafauna som isbjørner, hvaler og sjøfugler. Likevel har vi bare så vidt begynt å forstå slike økologiske konsekvenser for marin megafauna i Arktis. Denne kunnskapen er geografisk og taksonomisk partisk, med påfallende mangler i russisk Arktis og sterkt fokus på kommersielle arter som torsk. Utover en syntese av vitenskapelige fremskritt de siste 5 årene, gir vi i denne studien ti sentrale spørsmål som foreslås tatt opp i fremtidige arbeider og skisserer den foretrukne metodikk. Dette rammeverket vil bygge på langsiktig arktisk overvåking som inkluderer lokalsamfunn, samtidig som det utnytter høyteknologiske metoder for innsamling av store datamengder.

38. **Grimsby, A.C., Pedersen, Å.Ø., Erich, D., Mosbacher, J.B., Paulsen, I.M.G., Brockman, F.K., and Ravolainen, R.** 2023. Spatiotemporal distribution of Arctic herbivores in spring: Potential for competition? *Global Ecology and Conservation* (45), e02521

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2159346>

Fordeling av arktiske plantespisere i rom og tid: Er det et potensiale for konkurranse?

Biotiske interaksjoner er viktige for dynamikk og struktur av arktiske næringsnett og de kan påvirke den romlige og tidsmessige fordelingen av arter. I Arktis begrenser snødekket om våren tilgang på mat på et kritisk tidspunkt for plantespisere, noe som kan føre til beitekonkurranse. Denne studien undersøker potensialet for matkonkurranse om våren i et høyarktisk samfunn av plantespisere som omfatter bl.a. de to endemiske artene, svalbardrein (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) og svalbardrype (*Lagopus muta hyperborea*), og de to trekkende artene, kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*) og hvitkinngås (*Branta leucopsis*). Først undersøkte vi atferd som kunne indikere potensiale for konkurranse mellom plantespiserne ved å gjennomføre en pilotstudie, og deretter kvantifiserte vi effekten av snødekkets utbredelse, vegetasjonstype og tilstedeværelse av mulige konkurrenter på den romlige og tidsmessige distribusjonen av hver enkelt plantespiser. Vi brukte kamerafeller i to år, karakterisert av tidlig og sen snøsmelting. Kun rein og gjess hadde tilstrekkelig bildemateriale for statistiske analyser. Pilotstudien avdekket at rein og gjess beitet i de samme områdene, spesielt i habitater som mosetundra. Selv om gjess regelmessig ble oppmerksom på at reinsdyr var tilstede, ble det ikke observert noen direkte aggressive interaksjoner. Kamerastudien viste at ingen av plantespiserne påvirket den romlige og tidsmessige utbredelsen til hverandre. Derimot var distribusjonen av rein og gås drevet av vegetasjonstype og snødekke. Imidlertid kan den delte habitatbruken til disse artene føre til faktisk konkurranse om enkelte beiteplanter (engelsk; exploitative competition). For å studere slike interaksjoner kreves mer detaljerte studier der valg av beiteplanter observeres. I lys av økte forekomster av plantespiserne og endringer i vårens forløp og dermed plantefenologi, er slike

studier av betydning for å kunne utlede om det er faktisk matkonkurrans mellom endemiske og migrerende arter på Svalbard.

39. [Grissot, A., Borrel, C., Devogel, M., Altmeyer, L., Johansen, M K., Strøm, H., & Wojczulanis-Jakubas, K. \(2023\). Use of geolocators for investigating breeding ecology of a rock crevice-nesting seabird: Method validation and impact assessment. Ecology and Evolution, 13, e9846. <https://doi.org/10.1002/ece3.9846>](https://doi.org/10.1002/ece3.9846)

[Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145567>](https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145567)

Hvordan studere hekkeadferden til sjøfugl med skjulte reir ved hjelp av lysloggere – et metodestudie

Sjøfugler er viktige klimaindikatorer, samtidig som de er viktige i energistrømmen fra marine til terrestre økosystemer. I denne sammenheng er det viktig å forstå sjøfuglenes hekkebiologi. Flere sjøfuglarter tilbringer store deler av året langt til havs, og er stort sett kun tilgjengelige under hekkesesongen. Til tross for dette kan mange sjøfugler likevel være krevende å studere, da flere arter plasserer reiret sitt i hulrom i steinurer eller under bakken. Lysloggere er et mye brukt sporingsverktøy til å studere fuglenes trekk- og overvintringsområder. I tillegg kan også mange lysloggere måle konduktiviteten (saltholdigheten) i vannet de oppholder seg i. I dette metodestudiet ble lys- og konduktivitetsdata benyttet for å undersøke alkekongens adferd gjennom hekkesesongen. Loggerdataene ble også sammenlignet med videoopptak som med sikkerhet viste når fuglene var på reiret eller i kolonien. I studien ble det også undersøkt hvorvidt lysloggerne hadde noen effekt på hekkesuksess hos fuglene. Sammenlignet med videomaterialet ga loggerdataene et svært nøyaktig bilde av fuglenes adferd, spesielt under rugeperioden og kort tid etter klekking, da fuglene oppholder seg mye i og ved reiret. Fugler med påmonterte lysloggere viste imidlertid noe endret adferd i forhold til fuglene uten logger. Blant annet hadde loggerindividene lengre rugeøkter, samtidig som de hadde noe kortere furasjeringsturer, spesielt tidlig i ungeperioden. Til tross for adferdsforskjellen hos alkekonger med og uten logger, ble det ikke funnet noen forskjell i hekkesuksess mellom de to gruppene. Studien viser at data fra lysloggere kan være en verdifull og effektiv måte å studere hekkeadferden hos arter som hekker i hulrom hvor det ellers er krevende å utføre gode, detaljerte adferdsstudier.

40. Henderson, A. F., Hindell, M. A., Wotherspoon, S., Biuw, M., Lea, M. A., Kelly, N., & **Lowther, A. D.** (2023). Assessing the viability of estimating baleen whale abundance from tourist vessels. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1048869.

Journal link: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1048869>

En vurdering av metode for å beregne antall bardehval basert på observasjoner fra turistfartøy

Mange bestander av bardehvaler på den sørlige halvkule er i vekst og er i ferd med igjen å bli dominerende forbrukere av krill i Sørishavet. Nøkkelen til å forstå den nåværende og fremtidige rollen til bardehvalene i økosystemene i Sørishavet er å bestemme deres bestandsantall på i disse havområdene. Vi undersøkte muligheten til å bruke turistfartøy som en kostnadseffektiv løsning for å gjennomføre bestandstelling av bardehval i Sørishavet. Vi brukte et datasett

bestående av observasjoner fraturistfartøy fra den sørvestlige Atlanterhavssektoren i Sørishavet samt publisert tall fra bestandsundersøkelser i Sørishavet for å vurdere robustheten til metoden. Vi simulerte betandsstørrelse og distribusjon av fire bardehvalarter i studieområdet og samlet så data fra dette både med standardiserte linjetransektmetoder og ikke-standardiserte turistfartøy-baserte observasjoner. Deretter sammenlignet vi de modellerte bestandsstørrelsene og utbredelsene fra hver undersøkelse med den opprinnelige simuleringen. For det sørvestlige Atlanterhavet fant vi at 12-22 turfartøysreiser sannsynligvis kreves for å estimere bestandene av de ulike artene. Videre fant vi at turistfartøybaserte undersøkelser gav gode resultater sammenlignet med standardiserte linjetransektundersøkelser. Disse analysene antyder at turistfartøybaserte undersøkelser er en god og kostnadseffektiv metode for å estimere bardehvalbetsander i avsidesliggende områder.

41. Henley, S. F., Cozzi, S., Fripiat, F., Lannuzel, D., Nomura, D., Thomas, D.N., Meiners, K.M., Vancoppenolle, M., Arrigo, K., Stefels, J., van Leeuwe, M.A., **Moreau, S.**, Jones, E.M., **Fransson, A.**, Chierici, M. and Delille, B. 2023. Macronutrient biogeochemistry in Antarctic land-fast sea ice and exchange with the surface ocean – Antarctic sea ice compilation. *Marine Chemistry* 257, 104324. Journal link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304420323001202>

Biogeokjemi av makronæringsstoffer i landfast havis i Antarktis og utveksling med havoverflaten – sjoissamling i Antarktis

Antarktisk havis spiller en viktig rolle for biogeokjemien i Sørishavet og påvirker jordens klimasystem. Vår forståelse av biogeokjemiske prosesser i havis begrenses av tilgjengeligheten av relevante data over tilstrekkelige tid og rom. Her presenterer vi nye tilgjengelige beregninger av konsentrasjoner av makronæringsstoffer fra antarktisk landfast is, med datasett over sesong og områder. Vi viser store sesongvariasjoner med høye konsentrasjoner av næringsstoffer om høsten og vinteren, ved at disse suppleres fra underliggende vannlag. Disse næringsstoffene blir så benyttet om våren og sommeren av isalgesamfunn bestående av diatoméer og andre alger uten silikat. Våre resultater indikerer en viss grad av næringsbegrensning for primærproduksjon av isalger, med silikatbegrensning som den viktigste. Remineralisering av organiske stoffer og resirkulering av næringsstoffer er drivere for akkumulering av uorganisk nitrogen, fosfat og i mindre grad silikat, og i noen iskjerneprøver er konsentrasjonene høyere enn det som finnes i øvre vannlag. Næringsstoffer i landfast is forsterkes av saltvannskonveksjon, akkumulering og inkorporering av iskrystaller fra sjøvann, og tidevannsstrømmer under isen. Sirkulering av næringsstoffer i isen kan også påvirkes av adsorpsjon til isoverflater, dannelse av biofilm, og abiotisk utfelling av mineraler. Konsentrasjoner av nitrat, ammonium og silikat var generelt høyere i landfast is enn det som er rapportert for antarktisk drivis, og dette støtter opp under den typisk høyere algebiomassen assosiert med landfast havis.

42. Herzke, D., Nikiforov, V., Yeung, L.W.Y., Moe, B., **Routti, H.**, Nygård, T., **Gabrielsen, G.W.** & L. Hanssen. 2023. Targeted PFAS analyses and extractable organofluorine – Enhancing our understanding of the presence of unknown PFAS in Norwegian wildlife. *Environmental International*. 171: 107640 Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107640>

Måltrettede PFAS-analyser og ekstraherbart organofluorin – Økning av vår forståelse av tilstedeværelsen av ukjente PFAS i norsk dyreliv.

Økende forekomst av tusenvis av PFAS (per- og polyfluoroalkyl substanser) fluorforbindelser, hovedsakelig fra industrielle utslipp, skaper økt behov for kunnskaper om virkningene av dagens regulering av konvensjonell PFAS, og hvordan eksponering fra PFAS påvirker dyr. Dagens analysemetoder, som «targetanalyser», er ikke tilstrekkelig til å bestemme alle PFAS-forbindelser som er til stede i prøvene. For å avgjøre tilstedeværelsen av ukjente PFAS har vi i vår studie undersøkt et stort antall prøver fra ulike marine- og terrestriske organismer i Norge. Det ble her satt søkelys på ekstraherbare organofluorider (EOF), som gir totalmengden av organofluorider i prøver. Våre resultater viser varierende tilstedeværelse av ekstraherbare fluorforbindelser. Vi finner de høyeste verdiene av EOF i prøver fra egg hos polarmåke, lever fra oter, og blod fra isbjørn, alle med høy forekomst av PFAS. «Targetanalysene» av PFAS forklarer 1% av organofluorid funnene i prøver fra elg (lavest) og opp til 94 % av prøvene fra oter (høyest). Funn av PFAS som TFA (trifluoroacetic acid), er en hovedkomponent i analysene av organofluorider i prøvene. Nyere PFAS, som perfluoroethylcyclohexane sulfonate (PFECBS), ble funnet for første gang i blodprøver fra isbjørn. Dette funnet bekrefter tidligere funn i arktiske arter som lever lang borte fra utslippskildene. For å få en fullstendig oversikt over forekomsten av organofluorine hos arktiske dyr, er det behov for nye tilnæringsmåter for å avdekke tilstedeværelsen av nye sykliske, flyktige forbindelser av PFAS, klorerte PFAS, fluorinerte pesticider og farmasøytiske fluorforbindelser.

43. C. Heuzé, H. Zanowski, S. Karam, and **M. Muilwijk**. 2023. The deep Arctic Ocean and Fram Strait in CMIP6 models. *Journal of Climate*: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-22-0194.1>

En evaluering av CMIP6 modeller i Arktis og Framstredet

Tapet av havisen i Arktis har blitt en indikasjon på den pågående klimaendringen, men klimamodeller sliter fortsatt med å gjengi det nøyaktig, for ikke å snakke om å forutsi det. En grunn til dette er den stadig mer tydelige rollen havet, spesielt laget av atlantisk havvann, spiller inn på sjøisprosessen. Vi kvantifiserer i denne studien usikkerheter og svakheter i simuleringer av det atlantiske laget og de dypere lagene i Arktis i 14 klimamodeller som deltok i Climate Model Intercomparison Project fase 6 (CMIP6). Vi sammenligner modellene med observasjoner og har blant annet funnet at det atlantiske laget er for dypt og for kaldt, og at lagdelingen er for svak i de fleste modellene. Vi tilskriver «usikkerhetene» i modellene til en unøyaktig representasjon av prosesser på kontinentalsokkelen, mangel på dyp konveksjon i åpent hav og unøyaktige havstrømmer gjennom Framstredet. Unøyaktige strømmer i Framstredet er relatert til modellforskjeller i de nordiske hav, som i seg selv tidligere ble tilskrevet unøyaktig havisutbredelse og atmosfæriske variasjoner. I denne artikkelen fremhever vi behovet for generelle forbedringer i de forskjellige modellkomponentene og deres kobling. Den gir også konkrete anbefalinger på hvilke prosesser som må forbedres, for eksempel dannelse av dyptvann og sirkulasjonsmønstrene til atlantisk vann.

44. **Hop, H., Wold, A., Vihtakari, M., Assmy, P., Kuklinski, P., Kwasniewski, S., Griffith, G.P., Pavlova, O., Duarte, P. and Steen, H.** 2023. Tidewater glaciers as “climate refugia” for zooplankton-dependent food web in Kongsfjorden, Svalbard. *Frontiers in Marine Science* 10: 1161912. Journal link: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1161912>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2175077>

Tidevannsbreer som «klima refugier» for dyreplankton-baserte næringskjeder i Kongsfjorden, Svalbard

Klimaoppvarming medfører at mange tidevannsbreer trekker seg tilbake. Ferskvann, rikt på sedimenter, kommer ut under breene, mikses med havvann fra dypet, og strømmer til overflaten nær brefronten som et synlig oppkomme. Dette konstante oppkomme bringer med seg dyreplankton og småfisk til overflaten som tiltrekker seg beitende sjøfugl. Fordi tilgjengeligheten av andre næringsområder, som den marginale iskantsonen, er blitt mer energetisk kostbar å fly til på grunn av minkende isdekke, har tidevannsbreer blitt viktigere som «klimarefugier» der tilgjengelighet av byttedyr har økt. I dette studie undersøkte vi konsentrasjoner av dyreplankton i oppkomme av brevann foran fire tidevannsbreer i Kongsfjorden på Svalbard, fra tidlig i august 2016 til sent i juli 2017. Målsetting var å sammenlikne sammensetning og tettheter av dyreplankton og deres isotopiske signatur i områder nær tidevannsbreene med tilsvarende områder i selve fjorden og ute på sokkelen. Vår hypotese var at oppkomme av brevann foran tidevannsbreene resulterer i økt dødelighet av dyreplankton på grunn av osmotisk sjokk, som igjen bidrar til økt tilgjengelighet for sjøfugl. Resultatene viste imidlertid at dødeligheten fra osmotisk sjokk var lav, mindre enn 5 prosent dødelighet hos dyreplankton i prøvene. Men våre observasjoner av høy tetthet og biomasse av dyreplankton i disse områdene styrker vår antagelse av at dette er en konsekvens av en «heis effekt» fra oppkomme av brevann, og en bekreftelse på at oppkomme av brevann foran tidevannsbreer skaper viktige «klima refugier» for beitende sjøfugl. Våre resultater fra studiet av stabile isotopsignaturer viste at dyreplankton og fiskesamfunn ved breene representerer en distinkt isotopnisje. I tillegg beregnet vi at dyreplanktondødelighet i vannsøylen, estimert over 100 dager i smeltesesong, resulterte i en strøm av 12,8 tonn organisk karbon til bunnsamfunnet ved breene. Bunnlevende krepsdyr, som amfipodene *Onisimus caricus* og *Anonyx nugax*, fantes i stort antall ved breene, der de lever av synkende organisk materiale.

45. Hughes, K. A., **Lowther, A.**, Gilbert, N., Waluda, C. M., & Lee, J. R. (2023). Communicating the best available science to inform Antarctic policy and management: a practical introduction for researchers. *Antarctic Science*, 1-35. Journal link: <https://doi.org/10.1017/S095410202300024X>

Formidling av vitenskapelig kunnskap for å informere Antarktisk politikk og ledelse: en praktisk introduksjon for forskere

Kommunikasjon i grensesnittet mellom vitenskap og politikk kan være utfordrende både for forskere i tidlig karriere, men også for andre innenfor forskningsmiljøer. Beslutningstakere som opererer innenfor Antarctic Treaty System (ATS) i Antarktis og Sørishavet ønsker å bruke beste tilgjengelige vitenskapen som grunnlag for sine avgjørelser. Derfor, for å maksimere virkningen av Antarktistraktatpartenes betydelige investering i polarforskningen, må forskere som ønsker å bidra til politikk og ledelse forstå; 1) hvordan deres arbeid forholder seg til, og potensielt kan bidra, til å informere om global politikk og særskilt Antarktis, og 2) hvilke tilgjengelige kanaler deres resultater fra forskning kan formidles. I denne publikasjonen beskriver vi behovene for å kjenne til de viktigste juridiske virkemidlene som er relevante for forvaltning av Antarktis primært innenfor ATS, og tilhørende møteplasser og interessegrupper som bidrar til politikktutforming i regionen. Vi fremhever effektive metoder som kan benyttes i formidling av vitenskapelige arbeider inn mot politiske miljøer, inkludert nasjonale

delegasjoner eller beslutningstagere innenfor Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), og beskriver de viktigste temaene som kan være av interesse for beslutningstakere, inkludert behovet for ytterligere forskning. Avslutningsvis beskriver vi utfordringer ved det antarktiske vitenskapspolitiske landskapet som potensielt kan være til hinder for politikktutvikling.

46. Iglíkowska, A., Przytarska, J., Humphreys-Williams., E., Najorka, J., Chełchowski, M., Sowa, A., **Hop, H.**, Włodarska-Kowalczyk, M. and Kukliński, P. 2023. Shell mineralogy and chemistry – Arctic bivalves in a global context. *Marine Pollution Bulletin* 189: 114759. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114759>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145580>

Skjell mineralogi og kjemi – arktiske bivalver i en global kontekst

I dette studie bidrar vi med nye data om skjellmineralogi for 23 arktiske arter av skjell der de fleste artene hadde skjell av aragonitt. I tillegg målte vi konsentrasjoner av grunnstoffene Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr og Zn i 542 skjell fra 25 arktiske arter. Vi observerte at artsrelaterte forskjeller i konsentrasjoner av spesifikke elementer var signifikante uavhengig av lokaliteter og vanddybde. Disse observasjonene tyder på at biologiske prosesser dominerer reguleringen av elementopptak i skallene, i større grad enn faktorer relatert til variabilitet i abiotiske miljøbetingelser. Våre resultater, samt litteraturdata fra tempererte og tropiske regioner, viser at de høyeste konsentrasjonene av grunnstoffene ble observert i skjell innsamlet i tempererte regioner, mellomnivåer i tropiske regioner, og lavest i polare regioner. Denne trenden skyldes trolig metallforurensing fra antropogene kilder i tempererte områder.

47. **Isaksson E., & Ryall A.** The Queen of the Arctic: Louise Arner Boyd. *Polar Research*, 42. (2023). <https://doi.org/10.33265/polar.v42.9075>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2159099>

Dronning av Arktis: Louise Arner Boyd

Louise Boyd (1887–1972) var en kvinnelig pioner innen arktisk forskning, inkludert utforskning av Nordøstgrønland. I denne artikkelen har vi brukt en bred tverrfaglig tilnærming for å undersøke hennes karriere som fotograf og ekspedisjonsleder. I løpet av 1930-årene ledet hun flere forskningsekspedisjoner til Nordøstgrønland som bidro til utviklingen av glasiologi som forskningsdisiplin, særlig med henblikk på hennes dokumentasjon av isbreenes tilbaketrekning. Uten familieforpliktelser, med tilsynelatende uuttømmelige økonomiske ressurser, brukte hun arktisk utforskning til å skape et selvstendig og selvdefinert liv for seg selv.

48. Itkin, P., Hendricks, S., Webster, M., von Albedyll, L., Arndt, S., **Divine, D.**, Jaggi, M., Oggier, M., Raphael, I., Ricker, R., Rohde, J., Schneebeli, M., and Liston, G.E. 2023. Sea ice and snow characteristics from year-long transects at the MOSAiC Central Observatory. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11 (1): 00048. DOI: 10.1525/elementa.2022.00048

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2140899>

Undersøkelser av havis og snø langs linjetransekter gjennomført under MOSAiC ekspedisjonen i Polhavet

Gjentatte havismålinger langs linjetransekter er en metode som blir benyttet for å få kunnskap om massebalansen av havis og sesongmessige variasjoner. Grunnet logistiske utfordringer, finnes det fortsatt få datasett av denne typen fra Polhavet, et område som gjennomgår store endringer i klima og havisdekket. Denne studien er basert på et datasett som ble samlet inn det sentrale Polhavet under MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate). I løpet av driften med det tyske forskningsfartøyet «Polarstern» fra høst 2019 til sommer 2020, studerte vi ukentlig snø- og havisdekket langs flere hundre meter lange linjetransekter med instrumenter som målte både is- og snøtykkelsen, samt is- og snøegenskaper som er viktige for fjernmåling. En viktig del av studiet var å undersøke havisen gjentatte ganger langs de samme linjene. Med denne metoden kunne vi overvåke sesongendringer i både havisen og snødekket, og hvordan fysiske egenskaper varierte mellom ulike havistyper. Linjetransektene ble gjennomført på ulike istyper i undersøkelsesområdet: nyis, som senere ble til førsteårsis, og andreårshavis som ikke hadde smeltet i løpet av sommeren. I tillegg var deformert havis inkludert i linjetransektene. Snødekke på havisen i det sentrale Polhavet i undersøkelsesperioden var i gjennomsnitt bare 20 cm tykk. Dette førte til rask vekst i den tynne havisen som forekom da studiet ble satt i gang, men som etter hvert utviklet en tykkelse lignende førsteårsis og andreårsis. Det gjennomsnittlige sesongmaksimum i istykkelsen ble målt til 1.7 meter i slutten av mai. Snødekket økte fram til april særlig i områder med deformert is med skrugarder. På jevn is økte snødybde forholdsvis saktere, og snødekke var ofte ujevnt fordelt. Resultater fra studiet tyder på at den romslige fordelingen av snø hadde signifikant betydning for veksten og tykkelsen av havis. Datasettet fra dette studiet representerer verdifulle data for modellering av snø og havis, og for utvikling av fjernmålingsprodukter. Dette fordi den har en høy tidsoppløsning, og at den omfatter alle vesentlige istyper som forekommer i den undersøkte delen av Polhavet.

49. Jeglinski, J., Wanless, S., Murray, S., Barrett, R., Gardarsson, A., Harris, M. Dierschke, J., **Strøm, H.**, Lorentsen, S-H, Matthiopoulos, J. 2023. Metapopulation regulation acts at multiple spatial scales: insights from a century of seabird colony census data. *Ecological Monographs* 93(2): e1569. <https://doi.org/10.1002/ecm.1569>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2133768>

Bedre forståelse av populasjonsdynamikken hos havsule

De pågående klimaendringene setter stort press på mange sjøfuglpopulasjoner, og det er viktig å forstå sjøfuglenes populasjonsdynamikk for å kunne forvalte dem på en god måte.

Tetthetsavhengige faktorer, slik som tilgangen på mat og egnede hekkelokaliteter, er viktige for å regulere populasjonsstørrelsen. Slike tetthetsregulerende faktorer kan også operere over både rom og tid, hvor flere nærliggende kolonier, såkalte metapopulasjoner, kan være av betydning for hver enkelt koloni. Til tross for at mekanismene i metapopulasjoner er kjent, er betydningen av tetthetsregulerende faktorer i en romlig skala mer usikker. Havsula er en art som lever lenge og har stor rekkevidde. Under hekkesesongen flyr de voksne fuglene gjerne over 500 km daglig for å finne mat, noe som gjør at fugler fra ulike kolonier fisker i de samme havområdene. Hekkende havsuler er tro mot koloniene sine, men ringmerkningsdata har vist at ungfugler ikke nødvendigvis velger å hekke i kolonien de er klekket i. Dette gjør at det er noe utveksling av individer mellom koloniene. I tillegg bruker de unge havsulene flere

år på å bli kjønnsmodne, noe som gjør at det ofte tar tid før tetthetsregulerende faktorer og klimapåvirkninger gjør seg gjeldende. I den nordøstlige delen av Atlanterhavet er det mange havsulekolonier av ulik størrelse, hvorav enkelte kolonier er overvåket i over 100 år, noe som gjør havsula til en svært egnet art for metapopulasjonsstudier. I denne studien, ble disse tidsseriene brukt til å sammenligne ulike matematiske modeller som forklarer populasjonsdynamikken hos havsula i den nordøstlige delen av Atlanterhavet. De enklere modellene anså koloniene som lukkede enheter med kun lokale tetthetsregulerende faktorer, mens de mer komplekse modellene inkluderte både lokale og regionale tetthetsregulerende faktorer. I modellene ble det også lagt inn tre ulike immigrasjonsmønstre: ingen immigrasjon i koloniene, lik immigrasjon uavhengig av koloniens størrelse og ujevn immigrasjon med mer immigrasjon i de større koloniene. Selv om alle modellene samsvarte relativt godt med dataene i tidsseriene, var det likevel modellen som inkluderte både lokale og regionale tetthetsavhengige faktorer, og hvor koloniens størrelse hadde betydning for antall immigrerende individer, som samsvarte best med den observerte utviklingen. Dette bekrefter viktigheten av å inkludere de romlige tetthetsregulerende faktorene for å fullt ut forstå populasjonsdynamikken i metapopulasjoner hos arter som lever lenge med stor aksjonsradius.

50. Elizabeth Jones, Melissa Chierici, **Agneta Fransson**, Karen Assmann, Angelika H. H. Renner, Helene Hodal Lødemel (2023) Inorganic carbon and nutrient dynamics in the marginal ice zone of the Barents Sea: seasonality and implications for ocean acidification. Progress in Oceanography. Doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103131

Uorganisk karbon- og næringsstoffdynamikk i iskantsonen i Barentshavet: sesongvariasjoner og implikasjoner for havforsuring

Barentshavet er et produktivt havområde hvor det pågår havoppvarming, tap av sjøis, og økt påvirkning av atlantisk vann, såkalt «atlantifisering». Virkningen av disse endringene på dynamikken av uorganisk karbon, næringsstoffer og havforsuring, er ennå ikke fullt ut forstått. I denne studien undersøkte vi havvannet mellom breddegradene 76°N i Barentshavet og 82°N i Nansenbassenget, slik at vi dekket både atlantisk og arktisk havvann sommer og vinter 2019 og vinter/vår 2021. Våre resultater viser at smeltevann fra sommerisen er den viktigste driveren (henholdsvis 55% og 81%) til endringen i mengden av uorganisk karbon og økt havforsuringstilstand i overflatelaget i form av minket aragonittmetning – som er en indikator for oppløsning av kalkskall. Biologisk produksjon i undersøkelsesområdet reduserte havforsuringen med ca. 40% ved å øke aragonittmetning i de isfrie havområdene, i første rekke i atlantisk havvann. Denne «atlantifiseringen» kan i fremtiden øke den biologiske produksjonen, redusere fortynningseffekter av smeltevann, og dermed motvirke forsuring i Barentshavet. Vertikal blanding av havvann, nedbrytning av organisk karbon, og opptak av CO₂ fra atmosfære, bidro til tilførsel av CO₂ i overflaten, noe som førte til redusert aragonittmetning og økt havforsuring i perioden mellom vinter og vår. Denne studien viser viktigheten av sesongmessige og romlige studier for å fange opp variabilitet i forekomsten av uorganisk karbon, næringsstoffer, og effekter av endringer i havisdekket.

51. Jouanneau, W., Léandri-Breton, D.J., Herzke, D., Moe B., Nikiforov, V.A., Pallud, M., Parenteau, C., **Gabrielsen, G.W.** & O. Chastel. 2023. Does contaminant exposure disrupt maternal hormones deposition? A study on per- and polyfluoroalkyl substances

in an Arctic seabird. STOTEN.868: 161413. Doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161413>

Forstyrrer forurensningseksponering mors overføring av hormoner? Studie av per- og polyfluoralkylstoffer i arktisk sjøfugl

«Morseffekten» har vist seg å være en viktig egenskap hos hunner av sjøfugl til å påvirke utviklingen hos avkommet. Overføring av hormoner fra morfuglen til avkommet kan bidra til en strategisk justering av fenotypen til avkommet om det skjer endringer i omgivelsene. Under dannelsen av egget blir flere ulike miljøgifter overført fra mor til egget. En type miljøgift som overføres til egget er fluorforbindelser (PFAS), som er en organisk miljøgift med hormonhermende egenskaper, men det er ukjent om PFAS fra mor kan forstyrre hormonsystemet i avkommet. I denne studien undersøker vi hvordan PFAS overføres fra mor (krykkje *Rissa tridactyla*) til avkommet, her egget. Våre resultater viser at hormonnivået i eggeplommen ikke nødvendigvis er relatert til morfuglens hormonnivå i blodet. Vi ser at fuglens andre egg har et lavere nivå av androstenedione enn fuglens første egg. Nivået av Triiodothyronine i eggeplommen minker med økt egg-størrelse og øker med morfuglens kroppskondisjon. Testosteron var det eneste overførte hormonet som var korrelert til morens PFAS-nivå, en positiv korrelasjon funnet mellom testosteron i eggeplommen fra det første egget og morens blodinnhold av perfluorononanoic acid (PFNA), perfluorodecanoic acid (PFDA) og perfluoroundecanoic acid (PFUnA). Dette korrelative studiet gir innsikt i hvordan noen langkjedete fluorforbindelser fra morfuglen kan forstyrre hormonproduksjonen til embryoet i egget. Spørsmålet en stiller seg er hvilke konsekvenser økt testosteronproduksjon vil ha på utviklingen av embryoet.

52. Kebir, Z., Chambers, C., Frainier, A., Hausner, H., Lennert, A. E., Lento, J., Poste, A., **Ravolainen, V.**, Renner, A. H., Thomas, D. N., Waylen, K. 2023. Fifteen research needs for understanding climate change impacts on ecosystems and society in the Norwegian High North. *Ambio* 52, 1575–1591. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01882-9>

Cristin link: <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01882-9>

Femten forskningsbehov for å forstå effekter av klimaendring på økosystem og samfunn i norsk Arktis

Det er stort behov for å forstå og adressere risikoer for økosystem og samfunn i arktiske og sub-arktiske områder assosiert til varmere klima. Det er store kunnskapshull i vår forståelse av de komplekse effektene klimaendring skaper – noe som inkluderer ekstremhendelser, effekter på tvers av økosystemer, og underliggende sosio-økologiske tilbakekoblinger. Alle disse kunnskapshullene krever forskningssamarbeid for å skape bedre forståelse. I denne studien presenterer vi resultater fra klimaforskere, økologer, samfunnsvitere, og brukere av vitenskapelig kunnskap, som blir etterspurt for å identifisere de mest presserende forskningsbehovene innen feltet klimaeffekter. Data ble samlet inn i en to-steps prosess der skriftlige spørsmål tilsendt deltakere, og gjennomføring av etterfølgende møte hvor svarene ble drøftet. Respondentene ble i tillegg spurt om å identifisere tiltak som kan redusere fremtidige risiko i vassdragsregioner i nordlige Norge, både i arktiske og sub-arktiske områder. Panelet bestod av 19 forskere og kunnskapsbrukere som ble bedt om å svare på 77 spørsmål, og i denne prosessen ble det identifiserte 15 forskningsbehov for fremtiden. Et av

hovedfunnene er at det er behov for forskning på klimaeffekter som spenner over flere typer økosystemer, og på sosio-økologiske tilbakekoblinger som kan øke eller minste risiko for samfunnseffekter. Forskningsbehovene grupperte seg i fire hovedkategorier; i) økosystem, samfunn og forvaltning, ii) biodiversitet og næringsnett, iii) koblinger mellom land, vann og klima, og iv) økosystem og samfunnstilpasninger. Resultatene fra studien er ment å gi veiledning for videre forskning, og stimulere til forskningssamarbeid på tvers av disipliner. Studien er et bidrag fra Framsenter prosjektet «Catchment to Coast».

53. Kersten, O., Star, B., Krabberød, A.K., Atmore, L.M., Tørresen, O.K., Anker-Nilssen, T., **Descamps, S., Strøm, H.**, Johansson, U.S., Sweet, P.R., Jakobsen, K.S. and Boessenkool, S. 2023. Hybridization of Atlantic puffins in the Arctic coincides with 20th-century climate change. *Sci. Adv.*9, eadh1407(2023). DOI:10.1126/sciadv.adh1407

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2184014>
Hybridisering hos lunde sammenfaller med endringer i klima

Ny analysemetodikk gjør det mulig å kartlegge en organismes arvemateriale eller «genom». Kunnskap om en arts genetiske struktur og oppdeling i underarter er viktig i forhold til valg av bevaringsstrategier og for forvaltning underarter. I dette studiet ble hele genomet til de ulike underartene av lunde kartlagt basert på blodprøver fra kolonier på Spitsbergen, Bjørnøya og det norske fastlandet, og sammenlignet med gamle, utstoppede eksemplarer i museenes samlinger. Det mest oppsiktsvekkende funnet var at lundene *Fratercula arctica* som holder til på Bjørnøya har endret seg genetisk. I starten av forrige århundre var de identiske med den sentrale underarten, *F. a. arctica*, som hekker på det norske fastlandet, Island og Færøyene. I dag er de resultat av en hybridisering mellom denne underarten og den nordlige underarten *F. a. naumanni*, som bl.a. hekker på Spitsbergen. Det har altså oppstått en ny genetisk variant av lunde på øya, og det i løpet av bare 120 år – en svært kort periode i et evolusjonært perspektiv. Resultatene diskuteres i lys av pågående klimaendringer, og hvorvidt det er sannsynlig at disse kan være en viktig årsak til de raske genetiske endringene som ble funnet.

54. Kettmer, L.E., Ramm, T., Broms, F., Biuw, M., **Blanchet, MA**, Bourgeon, S., Dubourg, P., Ellendersen, A.J., Horaud, M., Kershaw, J., Miller, P.J.O., Øien, N., Pallin, L.J., Rikardsen, A.H..2023. Don't mind if I do - Arctic humpback whales respond to winter foraging opportunities before migration. *Royal Society Open Science*. <https://doi.org/10.1098/rsos.230069>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2182092>
Arktiske knølhval reagerer på vinter furasjerings muligheter før vandring
Vandringsmønstre er knyttet til de spatiotemporale fordelingene av byttedyr. Hvordan migrerende dyr kan reagere på endringer i byttedyr fordelingen og mengde er fortsatt stort sett uklart. I løpet av det siste tiåret har knølhval (*Megaptera novaeangliae*) brukte spesifikke vinterforsøkssteder i fjordene i Nord-Norge, utenfor deres viktigste sommer forsesong, for å beite på sild som overvintrer i området. Vi brukte fotografisk matching for å vise at hvaler observert om sommeren i Barentshavet søkte næring i Nord-Norge fra slutten av oktober til

februar, med opphold i opptil tre måneder. Opptil 82 % av hvaler observert i Barentshavet var observert igjen i Nord Norge. Vi ser at det er flere hunner enn hanner i Nord-Norge med brukt av genetisk kjønnsbestemmelse i begge områder. I tillegg er det flere gravide hunner i Nord Norge enn i Barentshavet. Dette kan tyde på at den fjordbaserte vinterføringen er viktig for drektige hunner før migrasjon.

55. Koch, I., Drews, R., Franke, S., Jansen, D., Oraschewski, F. M., Muhle, L., Višnjević, V., **Matsuoka, K.**, Pattyn, F., Eisen, O. 2023. [Radar internal reflection horizons from multisystem data reflect ice dynamic and surface accumulation history along the Princess Ragnhild Coast, Dronning Maud Land, East Antarctica.](#) Journal of Glaciology. doi 10.1017/jog.2023.93

Overflate-massebalanse og isdynamikk langs kysten av Dronning Maud Land, Antarktis: data fra flere radarsystemer

Ved undersøke lag den Antarktiske iskappe får vi informasjon om overflatens massebalanse og hvordan isen har utviklet seg gjennom tiden. Lagene kartlegges ved bruk av ulike typer av radar under isen. I studiet har vi syntetisert tre datasett samlet langs østkysten av Dronning Maud Land ved bruk av både bakkebasert og luftbåren radar gjennomført under av belgiske, tyske og norske ekspedisjoner. Vi har identifisert distinkte soner med ulike glasiologiske karakteristikk. Dette nye datasettet bidrar til AntArchitecture, en SCAR-innsats for å samle glasiologiske reflekterer over hele Antarktiske isen, og til RINGS, en annen SCAR-innsats for å studere kystregionene rundt isbreen. Denne viten vil bli brukt til å evaluere utviklingen av den Antarktiske iskappe i framtiden.

56. **Koenig, Z., Muilwijk, M., Sandven, H., Lundesgaard, Ø., Assmy, P., Lind, S., Assmann, K.M., Chierici, M., Fransson, A., Gerland, S., Jones, E., Renner, A.H.H. and Granskog, M.A.** 2023. From Winter to Late Summer in the Northwestern Barents Sea Shelf: Impacts of Seasonal Progression of Sea Ice and Upper Ocean on Nutrient and Phytoplankton Dynamics. Progress in Oceanography 219: 103160. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103174>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2200756>

Fra vinter til sensommer på sokkelen nordvest i Barentshavet: Effekter av sesongmessig endringer i havis og de øvre havmassene på dynamikken i næringsstoffer og planteplankton

Sterk sesongvariasjon er et sentralt trekk ved systemer på høye breddegrader som Barentshavet. Mens de mellomårlege variasjonene og langsiktige endringene i Barentshavet er godt dokumentert, er sesongutviklingen av de fysiske og biologiske systemene mindre kjent. I denne studien bruker vi et omfattende sett med fysiske og biologiske *in situ*-observasjoner fra fire vitenskapelige tokt i prosjektet «Arven etter Nansen» som dekker sesongutviklingen fra senvinteren til sensommeren 2021 i det nordvestlige Barentshavet, fra helt isdekket til isfrie forhold. Resultatene viser at smeltevann fra sjøis, og tidspunktet for isfrie forhold om sommeren, former miljøet, kontrollerer varmeakkumulering, lys- og næringstilgjengelighet og biologisk aktivitet vertikalt, sesongmessig og meridionalt. I mars og mai var havet nord for Polarfronten isdekket og hadde et dypt blandingslag. Konsentrasjonen av klorofyll-a økte sterkt fra mars til mai sammen med større eufotisk dybde, noe som indikerer begynnelsen av

vårblomstringen til tross for fraværet av lagdeling i overflatelaget. I juli og i september skapte smeltevann av sjøis et grunt overflatelag med lav tetthet som styrket lagdelingen. I åpent vann ble de høyeste konsentrasjonene av klorofyll funnet ved bunnen av dette laget da overflatenæringsstoffer ble utarmet, mens i nærvær av is var høyest nærmere overflaten. Solvarmen og tykkelsen på overflatelaget økte med antall isfrie dager. Sommerdataene viste et godt eksempel på en arktisk-lignende sesongvariabilitet i rom og tid i de viktigste fysiske og biologiske mønstrene. Størrelsen på havissmelting (lokal eller importert) kontrollerer i stor grad forholdene i det nordvestlige Barentshavet, og forholdene i slutten av 2021 lignet arktiske forhold før 2010 ved å ha et høyt ferskvannsinhold og lavere varmeinnhold i havet.

57. **Zoe Koenig**, Ilker Fer, Melissa Chierici, **Agneta Fransson**, Elizabeth Jones, Eivind H. Kolås 2023. Diffusive and advective cross-frontal fluxes of inorganic nutrients and dissolved inorganic carbon in the Barents Sea in autumn. Progress in Oceanography. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103161>

Diffusive og advektive kryssfrontale flukser av næringsalter og oppløst uorganisk karbon i Barentshavet om høsten

Atlantehavsvannet, som kommer inn i Arktis gjennom Barentshavet og Framstredet, er den viktigste kilden til næringsalter i Polhavet. Barentshavet er delt av Polarfronten i et atlantiskdominert område i sør, og et arktisk dominert område i nord. Polarfronten er en termohalin struktur, som er topografisk styrt på havbunnen, og påvirket av den sesongmessige iskanten nær overflaten. Utveksling av næringsstoffer mellom det innstrømmende atlantehavsvannet og havområdene rundt er sentralt for primærproduksjonen i Barentshavet. I oktober 2020 målte vi næringsstoffer (nitrat, fosfat og kiselsyre), oppløst uorganisk karbon (DIC), havlagdeling, strøm og turbulens i nærheten av Polarfronten i Barentshavet innenfor rammen av Nansen Legacy-prosjektet, slik at vi kan beregne horisontale og vertikale advektive flukser og turbulente flukser av nitrat og DIC. Vi studerte høstsituasjonen da primærproduksjonen var fallende. Resultatene viser at det er en betydelig overføring av nitrat og DIC over polarfronten fra atlantehavsområdet til det arktiske området. Opptil en fjerdedel av etterfyllingen av nitrat i blandingslaget om vinteren kan tilskrives vertikal blanding under vindhendelser, delt omtrent likt mellom advektive og turbulente flukser. De vertikale turbulente fluksene bringer næringsstoffer fra atlantehavsvannet under overflaten til overflaten. Vi identifiserte også en eksport av nitrat og DIC fra Barentshavet til de nordiske hav (Norskehavet, Islandshavet, Grønlandshavet) langs den østlige sokkelen av Svalbard. Denne studien viser hvilken rolle vertikale flukser om høsten og vinteren spiller for å forutse den påfølgende vårblomstringen.

58. **Kohlbach, D., Goragner, L., Bodur, Y.V., Müller, O., Amargant-Arumí, M., Blix, K., Bratbak, G., Chierici, M., Dąbrowska, A.M., Dietrich, U., Edvardsen, B., Garcia, L.M., Gradinger, R., Hop, H., Jones, E., Lundesgaard, Ø., Olsen, L.M., Reigstad, M., Saubrekka, K., Tatarek, A., Wiktor, J.M., Wold, A. and Assmy, P.** 2023. Earlier sea-ice melt extends the oligotrophic summer period in the Barents Sea with low algal biomass and associated low vertical flux. Progress in Oceanography 213: 103018. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103018>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2137827>

Tidligere smelting av havis fører til forlengelse av den oligotrofiske sommerperioden i Barentshavet med lav algebiomasse og assosiert lav vertikal fluks

Havisen i Arktis minker i utstrekning og tykkelse som et resultat av klimaoppvarming. Dette påvirker tidspunkt, lengde, størrelse og sammensetning av fyttoplankton og planktonproduksjon med påfølgende effekter på det arktiske, marine næringsnettet, og på biogeokjemiske sykluser. I dette studie dokumenterer vi miljødrivere som påvirker sammensetning, tetthet, biomasse, trofisk nivå, og den vertikale strømmen av encellede eukaryoter (protister) og fyttoplankton i Barentshavet, sent i august 2018 og 2019. Disse to årene var karakterisert av ulike havisforhold. I august 2018 hadde iskanten trukket seg bort fra sokkelkanten og inn i Nansen bassenget nord for 82 °N, mens det i 2019 var mye is i den nordvestre delen av Barentshavet nord for 79 °N. Våre resultater viser at de varierende isforholdene bidro til markerte forskjeller i strukturen i de pelagiske protistsamfunnene i disse havområdene. I august 2018 var protistsamfunnet i et avsluttet blomstringsstadium, karakterisert av næringsfattig overflatevann som på de fleste stasjonene var dominert av små fyttoplanktonarter og protister, i første rekke flagellater og ciliater. I 2019 var det et større innslag av autotrofe arter med store celler, særlig diatoméer, som medførte at den totale protistbiomassen hadde høyere innhold av klorofyll *a*, noe som indikerte at protistsamfunnet fremdeles var i en sen oppblomstringsfase. Diatoméer utgjorde en høyere andel av protistbiomassen på isdekte stasjoner i begge årene sammenliknet med stasjoner i åpent vann. Dette mønsteret var også synlig ved å ha en større vertikalstrøm av protistbiomasse i 2019, dominert av dinoflagellater og diatoméer, sammenliknet med 2018. Resultatene indikerer at den forutsatte overgangen til det isfrie Barentshavet vil forlenge den næringsfattige sommerperioden, med en lav algebiomasse og redusert vertikal transport.

59. **Kohlbach, D.,** Lebreton, B., Guillou, G., **Wold, A., Hop, H.,** Graeve, M. and **Assmy, P.** 2023. Dependency of Arctic zooplankton on pelagic food sources: New insights from fatty acid and stable isotope analyses. *Limnology and Oceanography* 68: 2346-2358. Journal link: <https://doi.org/10.1002/lno.12423>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2171981>

Arktisk dyreplanktons avhengighet av pelagiske næringskilder: Ny innsikt fra fetttsyre- og stabile isotopanalyser

Global oppvarming forårsaker dramatiske miljøforandringer i arktiske økosystemer. Mens den pelagiske primærproduksjonen starter tidligere og øker i intensitet på grunn av tidligere ismelting og mer åpent havvann, begrenses den is-assosierte produksjonen av en kortere sesong for havis, dette med ukjente konsekvenser for det is-assosierte (sympagiske) næringsnettet. For å forstå økologiske responser overfor endringer i tilgjengelighet og komposisjon av pelagiske og sympagiske ressurser er det nødvendig å kunne forklare potensielle endringer i næringsnettets struktur og funksjon i arktiske marine samfunn med minkende isdekke og mer åpent vann. I dette studiet fokuserte vi på viktigheten av suspendert partikulært organisk materiale vs. sympagisk organisk materiale for 12 dyreplanktonarter med forskjellige næringsvalg, og som dekker de fire taksonomiske artsgruppene kopepoder, krill, amfipoder, pilormer, og halesekkdyr på to stasjoner med isdekke og ulike miljøforhold i det nord-vestre Barentshavet i august 2019. Andelen diatomé- og flagellat-assosierte fettstoffer, relatert til totalt fettinnhold, og sammensetning av stabile isotoper i disse fettstofferene, ble benyttet til å skille føderessurser og følge strømmen av organisk materiale i det marine

næringsnett. Resultatene viste at kombinasjonen av andel fettsyremarkører og isotopisk sammensetning av fettsyrene indikerte at konsumentene var mest avhengige av pelagiske diatoméer og flagellater, direkte for herbivore arter eller indirekte for omnivore og karnivore arter, uavhengig av miljøforholdene i prøvetakingsområdet, trofisk posisjon og næringsvalg. Forskjeller ble imidlertid observert mellom arter. I motsetning til andre studier som har demonstrert høy viktighet av sympagisk organisk materiale for næringsnettprosesser, viste våre resultater kompleksitet og variabilitet i trofisk strukturer, og avhengigheter i forskjellige arktiske næringsnett.

60. Konecky, B.L., McKay, N.P., Falster, G.M., Stevenson, S.L., Fischer, M.J., Atwood, A.R., Thompson, D.M., Jones, M.D., Tyler, J.J., DeLong, K.L., Martrat, B., Thomas, E.K., Conroy, J.L., Dee, S.G., Jonkers, L., Churakova (Sidorova), O.V., Kern, Z., Opel, T., Porter, T.J., Sayani, H.R., Skrzypek, G., Abram, N.J., Braun, K., Carré, M., Cartapanis, O., Comas-Bru, L., Curran, M.A., Dassié, E.P. Deininger, M., **Divine, D.V.**, Incarbona, A., Kaufman, D.S., Kaushal, N., Klæbe, R.M., Kolus, H.R., Leduc, G., Managave, S.R., Mortyn, P. G., Moy, A.D. Orsi, A.J., Partin, J.W., Roop, H.A., Sicre, M.-A., von Gunten L., and Yoshimura, K. 2023. Globally coherent water cycle response to temperature change during the past two millennia. *Nature Geosciences*. DOI: 10.1038/s41561-023-01291-3.

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2200814>

Globalt sammenhengende vannsyklusrespons på temperaturendringer i løpet av de siste to årtusen

Den hydrologiske syklusen, eller «vannets kretsløp», er en kontinuerlig bevegelse av vann i jordatmosfæren, hav og jord i sine tre faser som flytende, fast eller i gassform. Vannfasene endrer seg i samsvar med temperaturvariasjoner på lokale til globale skalaer. Pågående global oppvarming har trolig en rekke effekter på vannets kretsløp, men omfang av bivirkninger fra oppvarmingen er fortsatt et åpent spørsmål i klimaprognoiser. Stabile vannisotoper som kan måles i nedbør og havvann integrerer en mengde prosesser knyttet til den hydrologiske syklusen på alle skalaer, og er derfor et unikt verktøy for å spore globale variasjoner i hydroklima. For å forutse mulige effekter i fremtiden, analyserte vi fortidens temperaturvariasjoner over de siste 2000 år og deres respons på hydroklima. Analysen er basert på målinger av stabile vannisotoper fra en rekke naturlige klimaarkiver som breis, dryppstein, koraller og treer fra hele verden. Resultatene viser at global gjennomsnittlig overflatetemperatur har hatt en sammenhengende innflytelse på global nedbør og meteorologisk vann (vanndamp) gjennom de siste to årtusenene, drevet av globale havfordampnings- og kondensasjonsprosesser, med lavere verdier under den lille istiden (1450–1850) og høyere verdier etter påvirkning av menneskedrevet oppvarming begynte å bli merkbar (etter ~1850). Studien viser videre at både global og regional nedbør og sirkulasjonsmønstre kan endre seg ganske raskt, kun på et tiårskala, i samsvar med global atmosfærisk nedkjøling eller oppvarming.

61. Jude V. Lane, Jana W.E. Jeglinski, Stephanie Avery-Gomm, Elmar Ballstaedt, Ashley C. Banyard, Tatsiana Barychka, Ian H. Brown, Brigitte Brugger, Tori V. Burt, Noah Careen, Johan H.F. Castenschiold, Signe Christensen-Dalsgaard, Shannon Clifford,

Sydney M. Collins, Emma Cunningham, Jóhannis Danielsen, Francis Daunt, Kyle J.N. D'entremont, Parker Doiron, Steven Duffy, Matthew D. English, Marco Falchieri, Jolene Giacinti, Britt Gjerset, Silje Granstad, David Grémillet, Magella Guillemette, Gunnar T. Hallgrímsson, Keith C. Hamer, Sjúrdur Hammer, Katherine Harrison, Justin D. Hart, Ciaran Hatsell, Richard Humpidge, Joe James, Audrey Jenkinson, Mark Jessopp, Megan E.B. Jones, Stéphane Lair, Thomas Lewis, Alexandra A. Malinowska, Aly McCluskie, Gretchen McPhail, Børge Moe, William A. Montevecchi, Greg Morgan, Caroline Nichol, Craig Nisbet, Bergur Olsen, Jennifer Provencher, Pascal Provost, Alex Purdie, Jean-François Rail, Greg Robertson, Yannick Seyer, Maggie Sheddan, Catherine Soos, Nia Stephens, **Hallvard Strøm**, Vilhjálmur Svansson, T. David Tierney, Glen Tyler, Tom Wade, Sarah Wanless, Christopher R.E. Ward, Sabina I. Wilhelm, Saskia Wischnewski, Lucy J. Wright, Bernie Zonfrillo, Jason Matthiopoulos, Stephen C. Votier. 2023. High pathogenicity avian influenza (H5N1) in Northern Gannets (*Morus bassanus*): Global spread, clinical signs and demographic consequences. *Ibis*. <https://doi.org/10.1111/ibi.13275>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2193697>

Spredningen av og de demografiske effektene av fugleinfluenzaen for bestanden av havsule i Nord-Atlanteren

Fugleinfluenzaen (HPAI) tok i 2021 og 2022 livet av tusenvis av ville fugler over hele Europa og Nord-Amerika, noe som tydet på en endring i infeksjonsdynamikken og et skifte til nye verter, inkludert sjøfugl. Havsule ble tilsynelatende hardt rammet, og i denne artikkelen blir forløpet for sykdomsspredningen og de demografiske konsekvensene for denne arten beskrevet basert på data fra kolonier rundt hele Nord-Atlanteren. Uvanlig høye antall døde havsuler ble først registrert i kolonier på Island i løpet av april 2022. Utbrudd i mai skjedde i mange skotske kolonier, etterfulgt av kolonier i Canada, Tyskland og Norge. I slutten av juni hadde det oppstått utbrudd i kolonier i Canada og Den engelske kanal. Utbrudd i 12 kolonier i Storbritannia og Irland så ut til å følge et mønster som gikk med klokken, med de siste infiserte koloniene registrert i slutten av august/september. Uvanlig høy dødelighet ble registrert ved totalt 40 kolonier i artens utbredelsesområde (75 % av globale totale kolonier). Døde fugler som testet positivt for HPAIV H5N1 var assosiert med 58 % av disse koloniene. Ved Bass Rock i Skottland falt antallet okkuperte reirplasser med minst 71 %, hekkesuksessen falt med ca. 66 % sammenlignet med gjennomsnittet i Storbritannia, og gjenfunn av merkede individer antydte at voksenoverlevelsen mellom 2021 og 2022 var betydelig lavere enn i de foregående årene. Serologiske undersøkelser oppdaget antistoffer spesifikke for H5 hos tilsynelatende friske fugler, noe som indikerer at noen havsuler ble friske etter HPAIV-infeksjon. Videre hadde de fleste av disse fuglene svarte iris, noe som er en indikasjon på tidligere infeksjon. Å forstå fugleinfluenzaens effekt på truede sjøfuglbestander, og å skille denne påvirkningsfaktoren fra annen påvirkning, er viktig for forvaltningen og bevaringen av sjøfuglene, da sannsynligheten for ytterligere epizootier øker på grunn av økende tap av habitat og industrialisering av fjørfeproduksjonen.

62. **Lange, B.**, Salganik, E., Macfarlane, A., Schneebeli, M., Høyland, K., Gardner, J., Müller, O., **Divine, D.V.**, **Kohlbach, D.**, Katlein C., and **Granskog, M.A.** 2023. Snowmelt contribution to Arctic first-year ice ridge mass balance and rapid consolidation during summer melt. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11(1): 00037. DOI: 10.1525/elementa.2022.00037

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2151132>

Frysing av smeltevann i skrugarder på sommertid i Polhavet

Nåtidens endringer av havisen i Polhavet medfører ikke bare tynnere is og redusert isutbredelse, men også endringer i utbredelsen av ulike istyper. På grunn av isens bevegelse dannes det skrugarder når isflak presses sammen. Dette danner svært store samlinger av isblokker formet som et «seil», som stikker opp fra overflaten og en dyp iskjøle som stikker langt ned i vannet. En stor del av havisen i Polhavet er faktisk skrugarder, men siden disse er veldig vanskelige å tallfeste i felt vet vi veldig lite om skrugarders rolle i klimasystemet. Vår studie er basert på et datasett innsamlet i det sentrale Polhavet under ekspedisjonen MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate). I løpet av sommeren 2020 samlet vi metodisk inn observasjoner om smeltingen av havisen i Polhavet, spesielt fra skrugarder. Studien viste at i løpet av sommeren, når mesteparten av isen smelter, samlet det seg ferskt smeltevann fra overflaten inn i kjølene av skrugarder som siden frøs til. Dette medførte at det ble dannet is om sommeren fordi isblokkene i kjølen av skrugarder er kaldere enn frysepunktet til ferskvann. Våre resultater tyder på at isen som dannes om sommeren, bidrar til tregere smelting av skrugarder. Fordi det blir mer av tynnere og mer bevegelig førsteårsis i Arktis, forventer vi at det dannes flere skrugarder. Disse prosessene må i større grad tas i betraktning i klimamodellene.

63. **Julius Lauber, Tore Hattermann, Laura de Steur**, Elin Darelius, Matthis Auger, Ole Anders Nøst, and **Geir Moholdt**. 2023. Warming beneath an East Antarctic ice shelf due to increased subpolar westerlies and reduced sea ice. *Nature Geoscience*: <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01273-5>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2178627>

Oppvarming under Fimbulisen på grunn av økte subpolare vestavinder og redusert sjøis i Antarktis

Vår forståelse av hvordan klimaendringer påvirker smeltingen av isbrekkene i Antarktis er avgjørende for å kunne forutsi fremtidig havnivåstigning. Når varme vannmasser med temperaturer flere grader over frysepunktet møter kysten av Vest-Antarktis, bidrar det til å erodere undersiden av isbrekkene. Men i Dronning Maud Land, og store deler av Øst-Antarktis, omgis kontinentet av kaldere vannmasser som fungerer som en beskyttende barriere mot de varmere dypvannsmassene. Våre resultater fra ni års kontinuerlig datainnsamling fra havrigger plassert under Fimbulisen, avslører likevel at fremtidige klimaendringer vil kunne føre til økt smelting også i Øst-Antarktis. Fordi, siden 2016, har vi observert økt innstrømming av varmt dyphavsvann, samtidig som satellittmålinger viser en fordobling av smeltingen på isbrekkens underside. Den økte innstrømningen sammenfaller med reduksjonen av sjøisdekke, en forsterkning av de subpolare vestavindene rundt kontinentet, og en redusert beskyttelse av isbrekkene mot varmere vann langs kysten. Klimamodellene indikerer at disse endringene i vind og sjøis vil fortsette som følge global

oppvarming, og dermed kan isbremmene i Øst-Antarktis bli mer utsatt for smelting, noe som i økende grad vil bidra til fremtidig havnivåstigning.

64. Layton-Matthews, K., Vriend, S.J.G., Grøtan, V., Loonen, M.J.J.E., Sæther, B.-E., **Fuglei, E.**, Hansen, B. 2023. Extreme events, trophic chain reactions, and shifts in phenotypic selection. *Scientific Reports* 13:15181. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41940-6>.

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2178242>

Ekstreme hendelser, trofiskekjedereaksjoner, og endringer i fenotypisk seleksjon.

Demografiske konsekvenser av raske miljøendringer og ekstreme klimahendelser (ECEer) kan ha store kaskadeeffekter over trofiske nivåer med evolusjonære implikasjoner som sjelden blir utforsket. Her viser vi hvordan en ECE hendelse på høyarktiske Svalbard utløste en trofisk kjedereaksjon, som direkte eller indirekte påvirket demografien til både overvintrende og migrerende virveldyr, og til slutt induserte et skifte i tetthetsavhengig fenotypisk seleksjon hos migrerende gjess. En rekordstor regn-på-snø hendelse og islåste beiter førte til massesult og bestandskrasj hos reinsdyr, etterfulgt av en periode med lav reinsdyrdødelighet hvor bestanden tok seg opp igjen. Dette resulterte i forsinket, lenge-varende nedgang i antall reinsdyrkadaver og lav forekomst av fjellrev, en åtseleter på reinsdyrkadaver og predator på migrerende fugler. Mindre rev førte til nedgang i predasjon på gåsunger og rask økning i tetthet av hvitkinngås. Gjessenes kroppskondisjon, som påvirker reproduksjon og overlevelsen til gåsungene etter at de er flyvedyktige, økte med dette skiftet i bestandstetthet. Dette viser at vinterens ECE, som påvirket reinsdyr og dens åtseleter fjellrev, indirekte selekterte for bedre kroppskondisjon hos migrerende hvitkinngås. Denne høyarktiske studien gir sjeldne empiriske bevis på sammenhenger mellom ECE-er, bestandsdynamikk og evolusjon, noe som har implikasjoner for vår forståelse av indirekte øko-evolusjonære virkninger av klimaendringer. Denne type kunnskap er av betydning for å forstå bestandsutviklingen til de ulike artene og hvordan de samspiller med hverandre.

65. **Llobet, S.M., Ahonen, H., Lydersen, C. and Kovacs, K.M.** 2023. The Arctic and the future Arctic? Soundscapes and marine mammal communities on the east and west sides of Svalbard characterized through acoustic data. *Frontiers in Marine Science* Front. Mar. Sci. 10:1208049. doi: 10.3389/fmars.2023.1208049

Arktis og fremtidens Arktis? Undervannslyd og marine pattedyr på øst- og vestsiden av Svalbard karakterisert basert på akustiske data.

Svalbardområdet blir raskt varmere, og antakelig har dette resultert i miljøendringer som har påvirket lydmiljøet i havområdene rundt Svalbard, et kritisk habitat for marine pattedyr. I denne studien satt vi ut to stasjonære lyttebøyer for å identifisere og karakterisere undervannslyd, og tilstedeværelse av ulike marine pattedyr på to lokaliteter. Den ene ble plassert i Kongsfjorden på vestkysten, en fjord som allerede har gjennomgått store endringer i havmiljøet, den andre ble plassert sør for Kvitøya på østkysten av Svalbard der miljøet er mindre påvirket av klimaendring og fortsatt er mer arktisk. Våre resultater viser at lydmiljøet, og artssammensetningen av marine pattedyr, er svært forskjellig på de to stedene. I Kongsfjorden hørte vi lyden av arktiske arter fra vinter til sommer, og noen sommer-gjestende hvalarter utover høsten. På østkysten ble arktiske arter påvist året rundt og noen få sommer-gjestende hvalarter,

og både grønlandshval og narhval ble hørt så lenge området var islagt. Ingen av disse artene ble påvist i vest. Støy fra skipstrafikk ble registrert langt oftere i vest enn i øst, noe som i samsvar med data fra AIS. Støy fra vind og is dominerte lydbilde på begge stedene. I Kongsfjorden var det overraskende mye menneskeskapt støy fra fiskefartøy, og enkelte ganger var støynivået skadelig for marint liv. I øst var lydbildet dominert av lyd fra havisen og ulike arktiske marine pattedyr. Det var lite menneskeskapt lyd fra båter, men lyden fra seismikk ble hørt noen uker om sommeren. Denne studien har fremskaffet ny informasjon om støy og lyd fra marine pattedyr på Svalbard. Det er forventet at havmiljøet rundt Svalbard vil endre seg på grunn av klimaendringene, og dermed skape et lydbilde som har negativ effekt på marine pattedyr uten at det gjennomføres tiltak som regulerer skipstrafikken i området.

66. **Lydersen, C., Langenberger, K. and Kovacs, K.M.** 2023. An observation of white whale (*Delphinapterus leucas*) mating behaviour in the wild. *Polar Research* 42: 8875. Journal link: <https://doi.org/10.33265/polar.v42.8875>

Observasjon av hvithval-paring på Svalbard

Vellykket paring er essensielt for levedyktigheten av bestander, men det er svært lite kunnskap om når paring skjer, og om atferden i forbindelse med dette hos mange hvalarter. I denne publikasjonen beskriver vi en paringsatferd hos frittlevende hvithval, som sjeldent eller kanskje aldri er beskrevet før. Aktiviteten pågikk i en gruppe på rundt 20 hvithval på østkysten av Svalbard. Et enkelt hundyr var sentrum for begivenhetene som varte i rundt 45 minutter, noe vi fotograferte og filmet langs iskanten nord i Storfjorden i juni 2022. Flere hanner omringet hunnhvalen og presset henne hardt fra alle kanter. Hunnen stod ofte loddrett med hodet høyt over vannflaten, og av og til ble hele hennes kropp presset ut av vannet av de andre hvalene. De omringende hannene løftet ofte halen høyt opp i lufta og smalt den hardt ned på havoverflaten. Erigerte penis ble ofte observert, og trompet-liknende lyder ble hørt. Ved én anledning observerte vi at tre hanner med erigerte penis presset seg mot hunnen samtidig. Hunnhvalen blødde fra flere sår i hode og halsregionen som så ut til å være påført henne ved bitt fra de andre hvalene. Hun blødde også fra genitalåpningen. En enkelt paring ble observert fra overflaten, men det er sannsynlig at flere hanner paret seg med hunnen i løpet av denne hendelsen. Det er vanskelig å vurdere hvor representativ denne observasjonen er i forhold til typisk paringsatferd hos hvithval, men atferden er bemerkelsesverdig lik hva som er beskrevet for ulike tumler-arter. Her dannes det allianser mellom flere hanner som følger én hunn av gangen, forhindrer henne fra å stikke unna, og holder henne tilgjengelig for paring, kun for hannene i alliansen.

67. Maraszewska, M., Majka, J., Harlov, D. E., Manecki, M., Schneider, D. A., Broska, I., **Myhre, P.-I.** 2023. Multi-stage metamorphic and metasomatic imprints on apatite-monzonite-xenotime assemblages in a set of small iron oxide-apatite (IOA) ore bodies, Prins Karls Forland, Svalbard. *Ore Geology Reviews* 155, <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2023.105344>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2134839>

Sjeldne vulkanske jern-fosfor-bergarter på Prins Karls Forland, Svalbard.

Prins Karls Forland er en langstrakt øy vest for Spitsbergen hvor geologien består av bergarter som ble avsatt som slam, sand og grus for omtrent 500-650 millioner år siden. Enkelte

lokaliteter består av vulkansk berg. Området ble omdannet for millioner av år siden i dypet under noen store fjellkjeder. Vår studie dokumenterer funn av rustholdige, eller nesten svarte bergarter, som blir kalt jern-apatitt-mineraliseringer fordi de er rike på mineraler som inneholder grunnstoffene jern, fosfor og svovel. Men hvordan kan slike bergarter dannes fra en opprinnelig vulkansk bergart? Svaret er at de oppstod i en kombinasjon av noen spesielle væsker (fluider) kombinert med en fjellkjede-deformasjon som førte til mineralisering. Fast fjell inneholder vann eller CO₂, og slike fluider kan bevege på seg, «flyte» i en bergart dypt nede i jordskorpen via bergsprekker eller langs små mineralkorn. På denne måte kan omvandling av bergartene vi har observert oppstått. Fosfor, jern og sjeldne jordartmetaller ble frigjort og omdannet i bergartene som mineralene monasitt og xenotim – to spesielle fosfor-mineraler. Xenotim ble først oppdaget på øya Hydra ved Flekkefjord i 1824, og geologene Brøgger og Blomstrand publiserte begge artikler om xenotim. Det er et pussig sammentreff at disse to personene har navn som er benyttet på lokalitetene Brøggerhalvøya og Blomstrandhalvøya i Kongsfjorden, like ved stedet hvor vi nå har funnet xenotim. Vår studie har global relevans for denne typen mineralprosesser, og er også viktig for forståelsen av geologien på Svalbard. Resultatene vil inngå i oppdaterte kart og geologiske data som NP forvalter.

68. Marquardt, M., **Goraguer, L., Assmy, P.**, Bluhm, B.A., Aaboe, S., Down, E., Patrohay, E., Edvardsen, B., Tatarek, A., Smola, Z., Wiktor, J. and Gradinger, R. 2023. Seasonal dynamics of sea-ice protist and meiofauna in the northwestern Barents Sea. *Progress in Oceanography* 218: 103128. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103128>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2180275>

Sesongdynamikk til havis protister og meiofauna i det nordvestlige Barentshavet

Rask reduksjon av havis i Arktis gjør behovet for økt forståelsen av det is-assosierte økosystemet til en særlig presserende oppgave. I denne studien undersøker vi den forholdsvis dårlig kjente sesongvariasjonen i sammensetningen, mengden og biomasse av isbiotafunn bestående av encellede protister og meiofauna i de nederste 30 cm av havisen, i forhold til egenskaper i havisen og isdrift i det nordvestlige Barentshavet. Vi forventet lave mengder av isbiota om vinteren og de høyeste verdiene om våren, før ismelting. Våre resultater viser at havisforhold og biomassen av isalger varierer sterkt gjennom sesongen, mens konsentrasjonene av partikulært organisk karbon er relativt stabile gjennom alle årstidene. Lav biomasse av isbiota i mars synes å være relatert til sen start på isdannelsen og følgelig kort tidsperiode for etablering av isalger og meiofauna. Diatoméer, som *Navicula* spp. og *Nitzschia* spp., dominerte samfunnene av isalger gjennom alle årstidene. Med unntak fra mai måned, dominerte ciliater, dinoflagellater – spesielt av ordenen Gymnodiniales, og små flagellater. Meiofaunaen bestod hovedsakelig av is-assosierte hoppekreps, rotiferer og store ciliater, med dominans av omnivore arter gjennom alle årstidene. Store ciliater utgjorde den mest tallrike artsgruppen av meiofauna i alle isprøvene og årstider (50–90 %), men bidrar ikke nødvendigvis til den totale mengden av biomasse. Ismeltingen reduserer trolig biomasse av isalger i juli, mens biomassen av meiofauna holder seg høy – noe som indikerer ulike årssykluser for protister vs. meiofauna. Det tallrike isbiotafunnene som ble observert i desember styrker den økende oppfatningen av en aktiv isbiota om vinteren. Resultatene viser en sterk og delvis uventet sesongvariasjon i isbiotaen i Barentshavet, og indikerer at endringer

i dannelsen av havis, drift og smelting, vil påvirke det is-assosierte økosystemet i betydelig grad.

69. [K. McKoy, C. Toty, M. Dupraz, J. Tornos, A. Gamble, R. Garnier, S. Descamps and T. Boulinier. Climate change in the Arctic: testing the poleward expansion of ticks and tick-borne diseases. Global Change Biology 29: 1729-1740](#)

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145595>

Klimaendringer i Arktis: Tester for ekspansjon av flått og flåttbårne sykdommer til Arktis

Observasjoner av sjøfuglflåtten *Ixodes uriae* i høyarktis har indikert at arten har ekspandert nordover gjennom de siste tiårene som følge av klimaendringer. Siden arten kan påvirke sjøfuglers hekkesuksess, og kan være bærer av flere patogener, inkludert Lyme borreliose, er det viktig å forstå hvordan arten sprer seg for å kunne forutsi dens virkning på polare sjøfuglbestander. I denne studien har vi benyttet genetik og serologi for å teste hypotesen om *I. uriae* nylig er spredd til Svalbard. Flått og blodprøver ble samlet inn fra både krykkje og polarlomvi i Kongsfjorden på Spitsbergen. I strid med vår hypotese, viser resultatene at *I. uriae* har vært på Spitsbergen lenge, og at borreliose for første gang er vist å forekomme i høyarktis. Fremtidige observasjoner av sjøfuglflått er nødvendig for å forstå endringer i forekomsten av borreliose som følge av klimaendringer.

70. Meier, W.N., Petty, A., Hendricks, S., Perovich, D., Farrell, S., Webster, M., **Divine, D., Gerland, S.**, Kaleschke, L., Ricker, R., and Tian-Kunze, X. 2023. Sea ice. In: Blunden, J., T. Boyer, and Bartow-Gillies, E., Eds., 2023: "State of the Climate in 2022". Bull. Amer. Meteor. Soc., 104 (9), Si-S501. Section 5e, S290-S292. DOI: 10.1175/2023BAMSStateoftheClimate.1.

Cristin database link (for kapittel om Arktis):

<https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2179074>

Klimastatus for 2022. Arktisk havis

Denne artikkelen inngår i kapittelet «The Arctic» i den omfattende publikasjonen «State of the Climate in 2022» som årlig blir utgitt av American Meteorological Society. Kapittelet er igjen basert på en delartikkel i «NOAA Arctic report card» (<https://www.arctic.noaa.gov/Report-card>) fra desember 2022. Artikkelen gir en oppdatering av status for havisen i Arktis i 2022. Utvikling av havisutbredelsen viser fremdeles negative trender, både for vinter- og sommersesongen. Utbredelsen om sommeren målt i september 2022 var den 11-te laveste årlige minimumsutbredelsen siden oppstart av observasjoner fra satellitt i 1979. Trenden for reduksjon av havisutbredelsen mellom 1979 og 2022 er på 14.2 % per tiår. De 16 år med lavest utbredelse av sommerhavis i Arktis har alle vært i den siste delen av observasjonene mellom 2007-2022, men uten nevneverdig trend innenfor dette tidsrommet. Utbredelsen om vinteren (mars 2022), var den niende laveste årlige maksimale utbredelsen registrert siden 1979. Havisen er nå i gjennomsnitt blitt betydelig yngre sammenlignet med 1990-tallet, og siden 2012 er havis eldre enn 4 år nesten fraværende. Yngre havis er ofte tynnere, og mer utsatt ved endringer i havmiljøet og atmosfære enn eldre havis. Overvåkingen av tykkelse av havis fra satellitt i april 2022 viste regionale variasjoner sammenlignet med tidligere år, med relativt tynnere havis nord for deler av kanadiske Arktis og Grønland, i Laptev havet og Karahavet, men relativt tykkere is i Beauforthavet og Øst-Sibir-havet. Endringer i

havisutbredelse, tykkelse, alder og andre fysiske egenskaper har direkte betydning for klimaprosesser, økosystemer og menneskelig aktivitet i Arktis.

71. Merkel, B., Trathan, P., Thorpe, S., Murphy, E.J., Pehlke, H., Teschke, K. and **Griffith, P.G.** 2023. Quantifying circumpolar summer habitat for Antarctic krill and Ice krill, two key species of the Antarctic marine ecosystem. ICES Journal of Marine Science 80: 1773-1786. Journal link: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad110>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2174801>

Kvantifisering av sirkumpolare sommerhabitater for antarktisk krill og iskrill, to nøkkelarter i det antarktiske marine økosystemet.

Antarktisk krill (*Euphausia superba*) og iskrill (*Euphausia crystallophias*) er nøkkelarter i de marine økosystemene i Sørishavet. På grunn av krillens betydning i regionale næringsnett, de usikre konsekvensene av klimaendringene, den pågående gjenoppbyggingen av krillspisende sjøpattedyr og det voksende kommersielle fisket etter antarktisk krill, er det et økende behov for å forbedre de nåværende estimatene for utbredelsen av krillens sirkumpolare habitat. Her gir vi et estimat av den sirkumpolare habitatfordelingen for begge artene om sommeren ved hjelp av et ensemble av habitatmodeller og oppdaterte miljøkovariater. Modellene våre var i stand til å løse opp de segregerte habitatene til begge artene. Vi fant at Antarktisk krill har et stort potensielt habitat hovedsakelig i åpent hav og konsentrert i den atlantiske delen av Sørishavet, mens iskrillens habitat var mer jevnt fordelt rundt kontinentet, hovedsakelig på kontinentalsokkelen. Iskrillens habitat ble hovedsakelig predikert av oksygenkonsentrasjonen i overflaten og temperaturen i vannsøylen, mens Antarktisk krill i tillegg ble karakterisert av dybden på blandingslaget, avstanden til kontinentalsokkelkanten og saltholdigheten i overflaten. Resultatene våre bidrar til å øke kunnskapen om disse viktige artene, noe som igjen kan bidra til en bærekraftig sirkumpolar forvaltningspraksis.

72. **Merkel, B. and Strøm, H.** 2023. Post-colony swimming migration in the genus *Uria*. Journal of Avian Biology: e03153. <https://doi.org/10.1111/jav.03153>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2191165>

Svømmetrekket hos lomvi og polarlomvi kartlagt ved hjelp av satellittelemetri

Lomvi, polarlomvi og alke har en unik hekkestrategi ved at ungene forlater hekkekolonien før de er flygedyktige, med en kroppsvekt som bare utgjør en fjerdedel av de voksne fuglenes kroppsstørrelse. Ungen ledsages av hannen, og blir flygedyktig – og senere uavhengig - ute på havet. I dette studiet ble svømmetrekket for lomvi og polarlomvi fra Bjørnøya kartlagt gjennom å utstyre 34 unger med små satellittsendere og følge de på deres ferd fra hekkehyllene på Bjørnøya til oppvekstområdene i Barentshavet. Alle ungene, sannsynligvis i følge med sine fedre, svømte aktivt mot artsspesifikke oppvekstområder sentralt i Barentshavet, i stedet for å drive passivt med overflatestrømmer bort fra kolonien. Svømmehastighet var dobbelt så høy som hastigheten observert i de omkringliggende overflatestrømmene, og ungene svømte raskest i løpet av de to første dagene etter hopping. Dette sammenfaller med den perioden hvor de aktivt krysser en overflatestrøm og tiden det tar å komme seg unna de flygende predatorerne som hekker på Bjørnøya (primært polarmåke og

storjo). Fuglene utnyttet ellers tilgjengelige overflatestrømmer mens de svømte aktivt mot de artsspesifikke oppvekstområdene. Oppvekstområdene viste seg å være områder hvor også de voksne fuglene i bestandene hadde tilhold, og som har blitt kartlagt tidligere ved bruk av lysloggere. Svømmetrekkets varighet var korrelerte med avstanden, noe som resulterte i artsspesifikke migrasjonsperioder som var vesentlig kortere en tidligere beskrevet basert på direkte observasjoner fra skip. Resultatene har stor forvaltningsmessig betydning da svømmetrekket og oppvekstområdene for disse to artene ligger innenfor den delen av Barentshavet hvor blant annet petroleumsindustri er under utvikling.

73. Merkel B, **Aars J**, Laidre KL, Fox JW. 2023. Light-level geolocation as a tool to monitor polar bear (*Ursus maritimus*) denning ecology: a case study. *Animal Biotelemetry* 11:11, DOI: 10.1186/s40317-023-00323-4

Lysloggere for geolokalisering som et redskap for å studere hiøkologi hos isbjørn

Lysloggere blir oftest benyttet til å se på flytting hos fugl fra ett område til et annet. Ved å registrere tiden på døgnet lyset vender tilbake, når lyset avtar, og derfra kalkulere lyslengden igjennom døgnet, får vi en omtrentlig posisjon for fuglene påsatt lysloggerne. Loggerne er små, bare noen få gram. Mellom 2012 og 2021 er isbjørnbinner påsatt slike loggerne i ett øre, og loggerne fra 54 ulike binner er i perioden samlet inn og data lastet ned. Bortsett fra to loggerne satt på binner nord og sør på Øst-Grønland, ble de alle satt ut på Svalbard. I tillegg til å måle lys, blir det registret temperaturdata. Inne i et isbjørnhi (en hule i snøen), er det både mørkt og varmt sammenlignet med forholdene utenfor. Binner går bare i hi når de får unger, og overlever ungene, går binna i hi ikke oftere enn hvert tredje år. Fra lysloggerne lastet vi ned data fra ett år og opp til åtte år, og i snitt data fra 4,3 år, med reproduktiv historie om binner fikk unger eller ikke. Videre fikk vi tidspunkt for når på høsten binner gikk i hi, og når på våren de gikk ut av hiet. I tillegg fikk vi omtrentlige posisjoner for disse binnene på våren innenfor en radius på i gjennomsnittlig 93 km, og på høsten på et gjennomsnittlig på 58 km. Våre resultater viser at disse loggerne fungerer bra når det gjelder å skaffe viktige overvåkingsdata om isbjørn, og overvåkning er relativt billige sammenlignet med GPS-halsbånd, og loggerne har dessuten lengre batterilevetid. Kunnskap om demografi og hiøkologi hos isbjørn er viktig for framtidig forvaltning av denne lokale isbjørnbestanden. Studier som dette øker vår generelle forståelse rundt artens biologi, og vil være av verdi for forvaltningen av bestander i andre geografiske områder. Kunnskap om hiøkologi er spesielt viktig nå fordi reduksjon av sjøis rundt viktige ynglingsområder for isbjørn fører til store endringer i tilgjengelighet og bruk av området. For forvaltningen vil det være viktig både å etablere kunnskap om endringer av ynglingsområder, endringer i tidspunktene for når binna går inn i og ut av hiet, og hvordan disse endringene kan relateres til klimaendringer – dette for å kunne verne bjørnene mot unødig forstyrrelser.

74. **Moreau, S., Hattermann, T., de Steur, L., Kauko, H.M., Ahonen, H.,** Ardelan, M., **Assmy, P.,** Chierici, M., **Descamps, S.,** Dinter, T., Falkenhaus, T., **Fransson, A.,** Grønningsæter, E., Halfredsson, E., Lebrun, A., **Lowther, A.,** Lubcker, N., Monteiro, P., Peeken, I., Roychoudhury, A., Rózańska, M., Ryan-Keogh, T., Sanchez, N., Singh, A., Simonsen, J.-H., N. Steiger, S., Thomalla, S.J., van Tonder, A., Wiktor, J. and **Steen, H.** 2023. Wind-driven upwelling sustains dense blooms and food webs in

eastern Weddell Gyre. Nature Communications 14: 1303. Journal link:
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36992-1>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2137051>

Vind-drevet upwelling opprettholder intense oppblomstringer og næringsnett i østre Weddel Gyre

Sørishavet har netto opptak av menneskeskapt CO₂, og er et viktig næringsområde for arter øverst i næringskjeden. Jernmangel setter imidlertid en øvre grense for produktiviteten hos primærprodusenter. I denne artikkelen rapporterer vi om en stor fytoplanktonoppblomstring sent på sommeren over et 9 000 km² havområde i østre del av Weddellgyren. Over en periode på 2,5 måneder akkumulerte denne oppblomstringen opp til 20 g karbon per kvadratmeter av organisk materiale, noe som er uvanlig høyt i de åpne havområdene i Sørishavet. I årene mellom 1997-2019 ble denne oppblomstringen sannsynligvis drevet av uvanlig forekommende østlige vinder som blåste havisen sørover og skapte oppkomme av varmt og mineralrikt dypvann anrikt med jern fra vulkanske områder, og muligens også jern fra andre kilder. Denne gjentatte oppblomstringen i åpent hav fører sannsynligvis til økt eksport av karbon som opprettholder høy biomasse av antarktisk krill, et viktig byttedyr for sjøfugl og bardehvaler.

75. **M. Muilwijk**, A. Nummelin, C. Heuzé, I.V. Polyakov, H. Zanowski, and L.H. Smedsrud. 2023. Divergence in Climate Model Projections of Future Arctic Atlantification. Journal of Climate <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-22-0349.1>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2093875>

Klimamodeller er uenige i prognoser av fremtidig «atlantifisering» i den eurasiske delen av Polhavet

Koblede klimamodeller, som benyttes av FN's klimapanel, er de beste verktøyene vi har for å forutsi og forberede oss på effektene av fremtidige klimaendringer. I Arktis er usikkerheten i fremtidsprosjeksjonene dessverre stor på grunn av dårlig representasjon av visse polare prosesser, og lite data til å validere modellene. I denne studien undersøker vi prognoser av fremtidig lagdeling i Polhavet, en egenskap som påvirker den vertikale utvekslingen av gasser, næringsstoffer og varme mellom overflaten og dyphavet. Polhavet har en sterk lagdeling i de øvre lagene på grunn av store forskjeller i saltholdighet. Observasjoner mellom 1970 og 2017 viser at lagdelingen i vestlige Arktis, i de kanadiske bassengene, har blitt sterkere, mens lagdelingen i de eurasiske bassengene har blitt svakere. Den svekkede lagdelingen er en prosess som har blitt omtalt som «atlantifisering». Våre funn viser at 14 klimamodeller er enige om fremtidige endringer i det vestlige Arktis, noe som betyr at lagdelingen her vil fortsette å bli sterkere på grunn av økt tilførsel av ferskvann på overflaten. I de eurasiske bassengene og områdene nord for Svalbard divergerer modellene i sine prognoser for fremtiden, og noen modeller projeksjoner helt motsatte scenarier når det gjelder fremtidig lagdeling og videre atlantifisering, noe som også påvirker havisdekket. Dette innebærer at det er vanskelig å beregne konsekvensene av fremtidig oppvarming i Arktis. Prosesser relatert til lagdeling i Polhavet må forbedres i modellene før vi kan få mer nøyaktige prognoser av fremtidig atlantifisering. På tross av uenighet om lagdeling viser alle modeller en sterk oppvarming og negativ trend i saltholdighet i alle vannmasser i Polhavet i det kommende århundre.

76. Nowicki, R.C., Borgå, K., **Gabrielsen, G.W.** & Ø. Varpe. 2023. Energy content of krill and amphipods in the Barents Sea from summer to winter: variation across species and size. *Polar Biology*, 46: 139-150. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00300-023-03112-0>

Energiinnhold i krill og amfipoder i Barentshavet fra sommer til vinter: variasjon mellom arter og størrelse

Zooplankton i Arktis bygger opp store energireserver som en tilpasning til store sesongvariasjoner. Dette gjør dem til viktige næringsorganismer for fisk, sjøfugler og marine pattedyr. I denne studien kvantifiserte vi energiinnhold (kJ g^{-1} tørr vekt) hos to krillarter (*Thysanoessa inermis* og *Meganyctiphanes norvegica*) og to amfipodarter (*Themisto libellula* og *Themisto abyssorum*) innsamlet i Barentshavet på sensommeren (august) og tidlig vinter (desember). Variasjonen i energiinnhold skyldes art-spesifikke egenskaper inkludert ulike kategorier av kroppsstørrelser. *Thysanoessa inermis* hadde høyest energiinnhold (August: 26.8 ± 1.5 (SD) kJ g^{-1}), som holdt seg på samme nivå både sommer som vinter. Energiinnholdet økte fra august til desember for krillarten *M. norvegica*, men minket for begge amfipodeartene. Det laveste energiinnholdet ble funnet i *T. abyssorum* (Desember: 17.8 ± 0.8 kJ g^{-1}). Energiinnholdet økte med størrelsen hos *T. inermis* og *T. libellula*, men var uendret for ulike størrelser av *M. norvegica* og *T. abyssorum*. Under reproduksjonstiden for *T. libellula* fant vi forskjell i energiinnhold der det høyest energinivået ble funnet hos gravide rognfulle hunner av *T. libellula*. Energiinnholdet varierte og var art-spesifikk, og våre resultater viser at fylogenetiske og morfologiske likheter hos byttedyr arter ikke kan betraktes likeverdig sett fra et predatorperspektiv. Energiinnhold hos den nordlige krillarten *T. inermis* er høyere sammenlignet med den sørlige arten *M. norvegica*. Resultatet viser at det i økologisk modellering og utvikling av forvaltningsstrategier er viktig å ha kunnskap om variasjoner i energiinnhold og kvalitet hos byttedyr. Dette er særlig aktuelt i en tid hvor boraliseringen av Arktis pågår som endrer artssammensetning og energiinnholdet av byttedyr for predatorer som fisk, sjøfugler og marine pattedyr.

77. Nymo, I.H., Siebert, U., Baechlein, C., Postel, A., Breines, E., **Lydersen, C., Kovacs, K.M.** and Tryland, M. 2023. Pathogen exposure in white whales (*Delphinapterus leucas*) in Svalbard, Norway *Pathogens* 2023, 12, 58. Journal link: <https://doi.org/10.3390/pathogens12010058>

Eksposering for patogener hos hvithval på Svalbard

Bestanden av hvithval på Svalbard er en av de minste vi har av denne arten, noe som gjør den særdeles sårbar for ulike påvirkningsfaktorer, som for eksempel klimaendringer og ulike sykdommer. I denne studien analyserte vi blodprøver fra levendefanget hvithval i perioden 2001-2016 for antistoffer mot influensa A-virus, morbillivirus *Brucella* spp. og *Toxoplasma gondii*. Antistoffer for *Brucella* spp. ble funnet i 59 % av de undersøkte hvalene (16 av 27), og antistoffer for influensa A-virus ble funnet i en enkelt hanhval fanget i Van Mijenfjorden i 2001. Alle testene for morbillivirus og *T. gondii* var negative. Våre resultater viser at hvithvalene på Svalbard har blitt eksponert for influensa A-virus og *Brucella* spp, selv om vi ikke har funnet syke dyr. Det pågår drastiske klimarelaterte endringer i det marine økosystemet på Svalbard, slik at overvåking av helseparametere, inklusive patogener, er

særdeles viktig for å oppdage mulige endringer i status til denne sårbare bestanden av hvithval på Svalbard.

78. Nina J O'Hanlon, Alexander L Bond, Elizabeth A Masden, David Boertmann, Thomas Bregnballe, Jóhannis Danielsen, **Sébastien Descamps**, Aevan Petersen, **Hallvard Strøm**, Geir Systad and Neil A James. 2023. Using foraging range and colony size to assess the vulnerability of breeding seabirds to oil across regions lacking at-sea distribution data, *Ornithological Applications*, Volume 125, Issue 4, 6 November 2023, duad030, <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duad030>

Bruk av furasjeringsområde og kolonistørrelse for å vurdere sjøfuglers sårbarhet i forhold til olje

På grunn av økende skipstrafikk og oljeutvinning globalt, øker faren for negativ påvirkning på havmiljøet, inkludert sjøfugler, på grunn av oljeforurensning. Oljesårbarhetsindekser (OVIs) brukes ofte for å vurdere sjøfuglenes sensitivitet for oljeforurensning og finne ut hvor de er mest sårbare, vanligvis på regionalt nivå og for et begrenset antall arter. Imidlertid mangler det ofte data for å bruke denne tilnærmingen i mange regioner. I denne studien ble det utviklet en enklere OVI ved å bruke eksisterende data for kolonistørrelse og furasjeringsområder, for å forutsi hvor sjøfugl befinner seg til havs i hekkesesongen. Tilnærmingen ble brukt på den østlige delen av Nord-Atlanteren, inkludert områder uten data om sjøfugler utbredelse til sjøs mangler. Resultatene viser områder utenfor vest-Grønland, Island og Norge der sjøfugl er spesielt sårbare for oljeforurensning i hekkesesongen, hovedsakelig på grunn av store kolonier av alkefugl. Vi har også identifisert steder langs kysten av fastlands-Norge, Island og Skottland der sjøfugler er spesielt sårbare for oljeforurensning knyttet til viktige skipsruter. Å identifisere disse sårbare områdene kan bidra til å tiltak for å beskytte sjøfugler mot oljeforurensning, for eksempel ved å unngå høyrisiko-områder. Tilnærmingen kan tilpasses andre geografiske regioner som mangler data på sjøfuglers bevegelser til sjøs, samt brukes til å vurdere risiko fra oljeutvinning og andre menneskeskapt trusler i havet.

79. Ollus, V. M. S., Biuw, M., **Lowther, A.**, Fauchald, P., **John Elling Deehr, J.**, Martín López, L. M., ... & Lindstrøm, U. O. (2023). Large-scale seabird community structure along oceanographic gradients in the Scotia Sea and northern Antarctic Peninsula. *Frontiers in Marine Science*. Vol10 - 2023 <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1233820>

Storskala sjøfuglsamfunnsstruktur langs oseanografiske gradienter i Scotiahavet og den nordlige antarktiske halvøya

Scotiahavet og den antarktiske halvøya varmes opp raskt og endringer i artsfordelingen forventes. For å forutsi habitatskifter og vurdere passende forvaltningsstrategier for marine rovdyr, er det ønskelig med en forståelse på samfunnsnivå av hvordan disse rovdyrene er fordelt. Å få tak i slike data er ofte vanskelig gitt kostnadene til forskningsfartøy. Her bruker vi cruise-fartøyer som prøvetakingsplattformer for å utforske sjøfugldistribusjon i forhold til habitategenskaper. Vi viser viktigheten av storskala miljøegenskaper i utformingen av sjøfuglsamfunnets struktur, antagelig gjennom underliggende byttedyrdistribusjon og interspesifikke interaksjoner. Denne studien bidrar til kunnskapen om sjøfugldistribusjon og bruk av habitat, samt grunnlaget for å vurdere responsen til antarktiske sjøfuglsamfunn på klimaoppvarming. Vi argumenterer for at cruise-fartøy, kombinert med strukturerte

forskningsundersøkelser, kan gi et kostnadseffektivt tilleggsværktøy for overvåking av endringer på samfunns- og økosystemnivå.

80. **Orheim O.**, Giles A.B., Jacka T.H., **Moholdt G.** 2023. Quantifying dissolution rates of Antarctic icebergs in open water. *Annals of Glaciology*, doi:10.1017/aog.2023.26

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2242695>

Nedbrytingstid av antarktiske isfjell i åpent hav

Til enhver tid flyter det 130 000 isfjell i Sørishavet og 97 % av disse er for små til å registreres i nåværende satellittbaserte databaser. Smeltingen av disse små isfjellene gir et betydelig bidrag av ferskvann og mineraler til Sørishavet som er viktig for havforhold og marine økosystem. I denne studien brukes et unikt datasett med historiske skipsobservasjoner av isfjell, SCAR International Iceberg Database, til å beregne gjennomsnittlig nedbrytingstid for isfjell langs hovedruten for isfjelldrif i Sør-Atlanterhavet; en ~2,3 millioner kvadratkilometer sone som strekker seg fra Antarktishalvøya nordøstover forbi Sør-Orknøyene og Sør-Georgia til Greenwich-meridianen. Estimatene er basert på statistiske endringer i antall og størrelse av isfjell langs denne ruta, totalt 53 000 isfjellobservasjoner fordelt over 17 geografiske seksjoner. Den dominerende nedbrytingsprosessen for tabulære isfjell er at de splittes i to deler, med en gjennomsnittlig halveringstid på 30 dager for isfjell under 4 km lengde og 60 dager for større isfjell. Plutselig oppløsning av isfjell til mange mindre isfjell med under 1 km lengde er sjelden. Med en antatt gjennomsnittlig drifhastighet på 6 km per dag, så kan man avlede at sidene av isfjellene eroderer eller smelter med ca. 23 cm per dag. Det største bidraget fra disse isfjellene til saltholdighet og temperatur i havet er nord for Weddellhavet, og i noen regioner er bidraget forskjellig fra det som indikeres av driften for de større isfjellene som overvåkes med satellitt. De historiske isfjellobservasjonene og funnene fra denne analysen vil være nyttige for studier av oseanografi og økosystem i Sørishavet som påvirkes av isfjellenes gradvise «gjødsling» av ferskvann og mineraler, viktig for mange små og store marine arter.

81. **Paulsen, I.M.G., Pedersen, Å.Ø.**, Hann, R., **Blanchet, M.-A.**, Eischeid, I., van Hazendonk, C., **Ravolainen, V.T.**, Stien, A., Le Moullec, M. 2023. How Many Reindeer? UAV Surveys as an Alternative to Helicopter or Ground Surveys for Estimating Population Abundance in Open Landscapes. *Remote Sens.* 2023, 15,

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2107909>

UAV-undersøkelser som et alternativ til helikopter eller bakkeundersøkelser for å estimere antall dyr i åpent landskap

Bevaring av dyreliv er avhengig av presis og objektiv kunnskap om forekomst og utbredelse av arter. Det er en utfordring å velge hensiktsmessige tellemetoder for å oppnå en tilstrekkelig høy sporingsgrad av artene, deres romlige dekning som matcher artskarakteristikkene, og tidsmessig bruk av landskapet. I avsidesliggende områder, som i Arktis, er overvåkingsarbeid ofte ressurskrevende, og det er behov for billige og presise tellemetoder. I vår studie sammenligner vi tellinger av svalbardrein fra drone med tradisjonelle bestandstelling fra bakke og fra helikopter, dette for å undersøke om små multirotordroner kan være en effektiv og alternativ teknologi. Vi fant at dronetellingene underestimerer reinbestanden og er mer tidkrevende enn eksisterende tellemetoder, særlig på forvaltningsrelevant romlig skala. Vi foreslår at mer effektive langdistansedroner bør evalueres for jobben for å øke størrelsen av

målingsområdet, og at det bør gjøres flere målinger over samme område for å øke presisjonen. I tillegg vil valg av metode avhenge av tilgjengeligheten av effektive prosesseringsmetoder, som automatisk foretar objekt-gjenkjenning ved hjelp av maskinlæring, og analytiske metoder som tar høyde for usikkerhet.

82. **Pedersen, Å.Ø.**, Soinen, E.M., Hansen, B.B., Le Moullec, M., Loe, L.E., **Paulsen, I.M.G.**¹, Eischeid, I, Karlsen, S.R., Ropstad, E., Stien, A., Tarroux, A., Tømmervik, H. and **Ravolainen, V.** 2023. High seasonal overlap in habitat suitability in a non-migratory High Arctic ungulate. *Global Ecology and Conservation* (45), e02528.

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2152589>

Høy sesongmessig overlapp i habitatbruk hos svalbardreinen

I denne studien utviklet vi habitatmodeller som viser egnethet av sommer- og vinterhabitat for den endemiske svalbardreinen (*Rangifer tarandus platyrhynchus*). Den høyarktiske tundraen på Svalbard er utsatt for de raskeste temperaturøkningene på jorda, og reinens muligheter til å respondere på tilhørende miljøendringer er sterkt begrenset på grunn av barrierer i landskapet (f.eks. høye fjell og breer) og mangel på havis som den kan bevege seg over når forholdene er dårlige om vinteren. Vi brukte et omfattende datasett av voksne, GPS merkede simler (2009-2018; n = 268 individuelle år) for å modellere sesongbestemt habitatvalg som en funksjon av fjernmålte miljøvariabler på tvers av år, og bygde deretter statistiske modeller som viser egnethet av sommer og vinter habitater på Svalbardskala. Vi fant som forventet i begge årstider at reinen foretrakk produktive habitater som i studien var beskrevet av en vegetasjonsindeks (engelsk: NDVI) og plantebiomasse (utledet fra et vegetasjonskart). Vi fant også at fuglefjellene, som er rike på plantebiomasse, hadde betydning for habitat valg, særlig om vinteren. I motsetning til våre forventninger hadde terrengvariablene, som ofte sier noe om snøforholdene om vinteren, begrenset innvirkning på habitatets egnethet i begge årstider, bortsett fra bruk av høyereliggende områder om vinteren. Sistnevnte er sannsynligvis relatert til forbedret mattilgang på grunn av mindre snø. Egnede habitater dekket bare en liten del av landskapet og var konsentrert i areal i begge årstider. Omtrent 13,0 % av det totale landarealet var egnet i begge årstider, mens kun sommer- og vinterområder alene bidro med en marginal endring på henholdsvis rundt + 4,7 % og 1,5 %. Dette antyder at i motsetning til de fleste andre reinsdyrbestander, så vil bevaring av relativt små geografiske områder være tilstrekkelig for å ta vare på reinens arealbruk gjennom året. Kartene som er utviklet er relevante for forvaltning av svalbardreinen, spesielt når det gjelder arealbruk.

83. **Pedersen, Å.Ø.**, Bårdsen, B.-J., Veiberg, V., Irvine, R.J. and Hansen, B.B. 2023.

Hunting for ecological indicators: are large herbivore skeleton measures from harvest data useful proxies for monitoring? *European Journal of Wildlife Management*. 69, article 12

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2064574>

Jakt på økologiske indikatorer: Er skjelettmål fra høstingsdata nyttige for overvåking av svalbardreinen?

Jegerinnsamlede data og prøver fra felte dyr brukes ofte som mål på bestanders kondisjon og utvikling og kan dermed være nyttige i langtidsovervåking. I denne studien brukte vi jegerdata fra Svalbard til å studere sammenhengen mellom skjelettstørrelse (her underkjeve

levert av jegerne og mål på nedre del av bakbenet fra forskningsfelling) og slaktevekt for dyr med kjent alder og kjønn. Vi brukte to datasett; det ene er basert på innleverte underkjever og slaktevekter fra jegere på Svalbard (1984 til 2012) og det andre på tidligere forskningsfelling (1994-2007). De to skjelettmålene var sterkt korrelert innenfor aldersklassene. Både kjevelengde ($R^2 = 0,78$) og bakbenslengde ($R^2 = 0,74$) samsvarer godt med slaktevekt, men disse sammenhengene ble hovedsakelig drevet av en alderseffekt (dvs. på grunn av vekst). Skjelettmålene nådde en asymptote ved 4 og 6 års alder for henholdsvis simle og bukk. Derfor var de sterke positive sammenhengene mellom skjelettmål og slaktevekt tydeligst i unge aldersklasser, dvs. for kalver og åringer. For de voksne aldersklassene (2 år og oppover) ble disse sammenhengene svekket på grunn av at skjelettveksten opphørte og at miljøfaktorene i større grad ble styrende for kroppsmasse. Selv om kroppsmassen til hjortevilt ofte blir sett på som "gullstandarden" i overvåking, viste resultatene våre at skjelettmål kan gi tilsvarende verdifull informasjon om variasjon hos individer og bestander, spesielt for de yngste aldersklassene. Jegerdata er derfor et viktig tillegg til annen bestandsovervåkingen av svalbardrein.

84. Petit Bon, M., Bråthen, K. A., **Ravolainen, V. T.**, Ottaviani, G., Böhner, H., & Jónsdóttir, I. S. 2023. Herbivory and warming have opposing short-term effects on plant-community nutrient levels across high-Arctic tundra habitats. *Journal of Ecology*, 111, 1514–1530. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14114>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2150581>

Beite og oppvarming har motsatte effekter på næringsinnhold i høy-arktiske plantesamfunn

Nivåer av næringsstoffer i planter på tundraen blir påvirket av endringer i plantenes miljø, som for eksempel forstyrrelser fra beitedyr, og endringer i sommertemperatur. I denne studien ble det gjort et eksperimentelt forsøk i tre ulike tundrahabitater i Adventdalen på Svalbard, der prøvefeltene ble varmet passivt opp av små drivhus, og forstyrret med den hensikt å etterligne aktivitet fra beitende gjess om våren. Vi studerte konsentrasjonen av næringsstoffene nitrogen og fosfor (prosent), og mengden næringsstoffer (gram/m²). Forsøket varte i to år, og over 1200 prøver av blad fra de vanligste karplantene ble samlet inn og analysert. Våre resultater viste at simulert beite av kortnebbgås på våren resulterte i økt konsentrasjon av næringsstoffer i to av de tre studerte habitatene – en økning på 8-13%, mens vi observerte en reduksjon på 31-49 prosent i mengden av næringsstoff i alle habitatene. Oppvarming om sommeren ga nedsatt næringsstoff konsentrasjon på 10-20% i to av tre habitater, og en økning på 50 prosent i mengde næringsstoff i fuktige habitat. Noen plantetyper hadde forhøyet næringsinnhold ved simulert beite, her urter og gress med ca. 20 prosent økt konsentrasjon av næringsstoffer, mens oppvarming reduserte konsentrasjon av næringsstoffer i snelleplanter, urter og gress med ca. 15%. Denne studien viser at næringsinnhold i arktiske planter kan endres i løpet av relativt kort tid, som her, i løpet av 2 år. Generelt var effekten av simulert beite fra gjess slik at konsentrasjon av næringsstoffer økte, mens mengde næringsstoff per arealenhet ble redusert. Oppvarming hadde motsatt effekt, dvs. konsentrasjon av næringsstoffer var lavere, men mengde næringsstoffer per arealenhet høyere ved oppvarming om sommeren. Resultatene var spesifikke for type habitat eller plantetype, og det at hele plantesamfunnet på tundraen viser en heterogen respons til beite eller oppvarming, sammenfaller med tidligere studier. Med

fremtidige endringer i bestander av kortnebbgås, og endret sommertemperatur, kan vi derfor forvente ulike responser i ulike deler av tundraen. Fremtidig overvåking bør derfor ta hensyn til ulike forventede responser i ulike habitater.

85. Prakash, A., Zhou, Q., **Hattermann, T.**, and Kirchner, N. 2023. Impact of the Nares Strait sea ice arches on the long-term stability of the Petermann Glacier Ice Shelf. The Cryosphere (TC): <https://doi.org/10.5194/tc-17-5255-2023>

Virkningen av sjøisplugger i Naresstredet på den langsiktige stabiliteten til Petermann-bremmen

I denne studien benytter vi høyoppløselig numerisk havmodellering for å simulere smeltingen på undersiden av Petermannbreen-isbremmen (PGIS) i Nord-Vest Grønland, og hvordan isbremmen reagerer på endringer i sjøisforholdene i Naresstredet. Med utgangspunkt i den observerte reduksjon av sjøis i Arktis er det nødvendig å forstå hvordan PGIS blir påvirket av et tynnere og mer mobilt sjøisdekke i Naresstredet. Våre resultater viser at endringen fra et tykt og stabilt landfast sjøisregime til et mobilt og tynnere sjøisregime, øker både temperaturen og sirkulasjonsmønsteret i Petermannfjorden. Begge disse effektene øker varmetilførselen til isbremmen, og simuleringene tyder på at de pågående klimaendringene i Arktis vil forsterke smeltingen på undersiden av PGIS. Dette kan påvirke langtidsstabiliteten av Petermannbreen, og bidra til fremtidig generelt tap av ismasser fra Grønlandsisen – som i sin tur vil ha konsekvenser for havnivåstigning.

86. Qian, Y., Humphries, G. R., Trathan, P. N., **Lowther, A.**, & Donovan, C. R. (2023). Counting animals in aerial images with a density map estimation model. *Ecology and Evolution*, 13(4), e9903. Journal link: <https://doi.org/10.1002/ece3.9903>

Telling av dyr på flybilder samt en modell for estimering av tetthet

Beregning av bestandsstørrelse av hos ulike dyrearter er i økende grad basert på drone- eller flyfotografering. Manuell etterbehandling har til nå vært mye brukt, men økende datamengder i forbindelse med bruk av droner krever et i større grad automatisering, enten for fullstendig telling eller som et arbeidsbesparende verktøy. Automatiserte prosesser kan være særlig utfordrende når man bruker slike verktøy på arter som hekker i tette grupper, slik som pingviner. Vi presenterer her en tilpasset metode for estimering av tetthet av pingviner fra flyfoto med lav oppløsning. Vår metode gav en feilrate på kun 0,8 prosent. Metoder for estimering av tetthet kan i stor grad forbedre muligheten til å telle dyr i tette samlinger og i stor grad forbedre overvåkingsinnsatsen fra flybilder.

87. Renner, A.H., **Bailey, A.**, Reigstad, M., **Sundfjord, A.**, Chierici, M. and Jones, E.M. 2023. Hydrography, inorganic nutrients and chlorophyll a linked to sea ice cover in the Atlantic Water inflow region north of Svalbard. *Progress in Oceanography*, 219, 103162. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103162>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2210277>

Hydrografi, uorganiske næringsstoffer og klorofyll-a knyttet til havisdekke i havområdene nord for Svalbard

Endringer i innstrømningen av atlantehavsvann (AW) til Polhavet, og dets egenskaper, fører med seg mer varmt vann, bidrar til at havisen minker, fremmer borealisering av marine økosystemer og påvirker primærproduksjonen i Polhavet. Den ene av de to grenene av AW-strømmen følger sokkelkanten nord for Svalbard, der den dominerer de oseanografiske forholdene og tilfører varme, salt, næringsstoffer og organismer. Samspillet med havis og polart overflatevann (PSW) bestemmer imidlertid tilførselen av næringsstoffer til det eufotiske laget, spesielt nordøst for Svalbard der AW strømmer under PSW. I et forsøk på å bygge opp en tidsserie som overvåker de viktigste egenskapene til AW-innstrømningen, ble det tatt gjentatte prøver av hydrografi, makronæringsstoffer (nitrat, fosfat og silikat) og klorofyll *a* (chl *a*) langs et transekt på tvers av AW-innstrømningen ved 31°Ø, 81,5°N siden 2012 - først på sensommeren og senere på tidlig vinter. Slike tidsserier er sjeldne, men uvurderlige for å undersøke variasjonen i hydrografi og næringskonsentrasjoner. Vi undersøker sammenhengen mellom sensommerens hydrografiske forhold og næringskonsentrasjoner langs transektet og overflate-chl *a* og havisdekket i området nord for Svalbard i sommersesongen før prøvetakningen. Havisforholdene varierte betydelig fra år til år, noe som påvirket sjiktningen i øvre del av havet, lystilgang og potensiell vinddrevet blanding, med et stort potensial for å styre chl *a*-konsentrasjonen i løpet av den produktive sesongen. Målinger tidlig på vinteren viser varierende effektivitet i tilførselen av næringsstoffer gjennom vertikal blanding når sjiktningen var lav, noe som henger sammen med høstens vindpåvirkning og havisforholdene. Selv om denne tilførselen øker næringsnivået tilstrekkelig for primærproduksjonen, skjer den sannsynligvis for sent i sesongen når lysnivået allerede er lavt, noe som begrenser potensialet for høstoppblomstring. Slike tverrfaglige observasjoner gir innsikt i samspillet mellom fysiske, kjemiske og biologiske faktorer i havmiljøet og er avgjørende for å forstå pågående og fremtidige endringer, spesielt ved denne inngangen til det sentrale Polhavet.

88. Rosing-Asvid, A., Löytynoja, A., Momigliano, P., Guldborg Hansen, R., Scharff-Olsen, C.H., Valtonen, M., Kammonen, J., Dietz, R., Rigét, F.F., Ferguson, S.H., **Lydersen, C., Kovacs, K.M.**, Holland, D.M., Jernvall, J., Auvinen, P. and Olsen, M.T. An evolutionarily distinct ringed seal in the Ilulissat Icefjord. *Mol Ecol.* 2023 Nov;32(22):5932-5943. doi: 10.1111/mec.17163. Epub 2023 Oct 19.

En genetisk distinkt bestand av ringsel i Ilulissatfjorden på Grønland

Informasjon om bestandsstrukturen til en art er viktig for å kunne utføre en god forvaltning. Den Arktiske ringselen (*Pusa hispida hispida*) er generelt blitt betraktet som en homogen bestand over hele sitt sirkumpolare utbredelsesområde. Dette til tross for at lokalbefolkningen i deler av Grønland, Canada og Alaska kjenner til mange regionale varianter, og et nylig publisert studie av kroppsstørrelser viser stor regional variasjon i denne egenskapen. Det var imidlertid uklart om disse variasjonene reflekterer plastisitet, ulike morfer eller genetiske økotypen (som da indikerer en genetisk basert bestandsstruktur). I denne artikkelen viser vi at det finnes en unik ringsel økotype i Ilulissatfjorden (lokalt kalt «Kangia») på vestkysten av Grønland. Dette er basert på en kombinasjon av genetiske, sporings, taksering og morfologiske analyser. Genomiske analyser viser at ringselene fra Kangia ble isolert fra andre Arktiske ringsel for omtrent 240.000 år siden, etterfulgt av en sekundær kontakt etter Siste istids maksimum. På tross av noe pågående genflyt inn i denne bestanden på rundt 3.000 dyr, skiller den seg klar ut genetisk med flere genomiske regioner under hardt seleksjonstrykk, som gener som assosieres med pelsfarger, vekst og osmoregulering. Dette forklarer antakelig da hvorfor Kangia-selene er

så ekstremt store, har mørk pels med masse mønster og flere atferdsmessige særegenheter med bl.a. en ekstrem stedfasthet selv for unge individer og høy populasjonstetthet. Denne diversiteten på bestandsnivå som her er beskrevet viser disse selenes evne til regionale tilpasninger til unike miljøforhold, noe som kan være en viktig egenskap i forhold til responser på miljøendringer som følge av pågående klimaendringer.

89. Ruppel, M.M., Khedr, M., Liu, X., Beaudon, E., Szidat, S., Tunved, P., Ström, J., Koponen, H., Sippula, O., **Isaksson, E., Gallet, J.-C.**, Hermanson, M., Manninen, S., & Schnelle-Kreis, J. 2023. Organic compounds, radiocarbon, trace elements and atmospheric transport illuminating sources of elemental carbon in a 300-year Svalbard ice core. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*.
<https://doi.org/10.1029/2022JD038378>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2170957>

Kilder til svart karbon i en 300-årig iskerne fra Svalbard

Svart karbon / Black Carbon (BC) er et fint partikulært svart stoff som dannes ved naturlig og menneskeskapt forbrenning av organisk materiale og fossilt brensel. BC er en effektiv bidragsyter til oppvarming av atmosfæren fordi det bidrar til å framskynde tining når det avsettes på snø og is. BC forsterker de arktiske klimaendringene sterkt, men informasjon om variasjoner i tiningen og spesielt spesifikke kilder til BC er fortsatt svært knappe. Vi studerte kilder til BC i en iskerne fra Holtedahlfonna på Svalbard som dekker tiden mellom årene 1700 og 2005 ved å analysere kjemiske forbindelser og sporelementer. Vi fant at i hele iskernen var bidraget fra biomasseforbrenning til BC ca. 60-70% høyere enn fra fossilt brensel. Bidraget fra fossile brensel-kilder til BC i iskernen ble forhøyet i tiden fra 1860 til 1920, og igjen fra 1960 til 1990-tallet. Atmosfærisk transportmodellering viser at økende BC-avsetning siden 1970-tallet var assosiert med luftmasser fra Asia. Observasjoner av BC-kilder er viktig informasjon for politiske beslutningstakere, om hvilke BC-utslipp som er mest skadelig for det arktiske klimaet, og hvor det først bør kuttes for effektivt å dempe arktiske klimaendringer.

90. Salganik, E., Katlein, C., **Lange, B.A.**, Matero, I., Lei, R., Fong, A.A., Fons, S.W., **Divine, D., Oggier, M.**, Castellani, G., Bozzato, D., Chamberlain, E.J., Hoppe, C.J.M., Müller, O., Gardner, J., Rinke, A., Simões Pereira, P., Ulfsbo, A., Marsay, C., Webster, M.A., Maus, S., Høyland, K.V., and **Granskog, M.A.** 2023. Temporal evolution of under-ice meltwater layers and false bottoms and their impact on summer Arctic sea ice mass balance. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11(1): 00035. DOI: 10.1525/elementa.2022.00035

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2139832>

Utforskning av havisens smelteprosesser i Polhavet

Nåtidens endringer av havisen i Polhavet medfører ikke bare tynnere is og redusert isutbredelse, men også endringer i utbredelsen av eldre, flerårig is. Gjennom de siste 20 årene har andelen med flerårig havis, havis som har eksistert lengre enn fra høst, vinter eller vår til en sommersesong, blitt stadig mindre i Arktis. Denne istypen har blitt erstattet av førsteårsis

og enda yngre istyper. Disse endringene har trolig store konsekvenser for isveksten på vinteren og smelting på sommeren. Vår studie, publisert i det vitenskapelige tidsskriftet *Elementa*, er basert på et datasett innsamlet i det sentrale Polhavet under ekspedisjonen MOSAiC (Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate). I løpet av sommeren 2019/2020 samlet vi metodisk inn observasjoner om smeltingen av havisen i Polhavet, spesielt fra andreårsis og førsteårsis. Studien viste at i løpet av sommeren, når isen smelter, samlet seg ferskt smeltevann fra overflaten i tynne lag (med tykkelse på noen titalls centimeter) straks under den tynneste isen. Dette medførte at denne tynnere isen smeltet 7-8 % langsommere enn tykkere is. Utbredelsen og arealet av disse vannlagene er begrenset av tykke skrugarder, som også kan danne såkalte opp-ned-vendte-dammer. Våre resultater tyder på at disse tynne vannlagene som dannes om sommeren, bidrar til langsommere issmelting. Fordi det blir mer tynnere førsteårsis i Arktis, bør disse prosessene i større grad tas i betraktning i klimamodellene.

91. **Salganik, E., Lange, B.A., Itkin, P., Divine, D., Katlein, C., Nicolaus, M., Hoppmann, M., Neckel, N., Ricker, R., Høyland, K.V., and Granskog, M.A.** 2023. Different mechanisms of Arctic first-year sea-ice ridge consolidation observed during the MOSAiC expedition. *Elementa: Science of the Anthropocene* 11(1):00008. DOI: 10.1525/elementa.2023.00008

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2157529>

Ulike mekanismer for vekst og tetthet i isen av arktisk første års skrugarder observert under MOSAiC-ekspedisjonen

Skrugarder utgjør en stor del av havisvolumen i Polhavet. Likevel vet vi forholdsvis lite om utviklingen av disse ismassene. I denne studien undersøkte vi den termiske og morfologiske utviklingen av en førsteårsskrugard i det sentrale Polhavet i løpet av den såkalte MOSAiC-driften med skipet RV Polarstern i 2019–2020. Dette omfattet tiden fra skrugardens dannelse til dens smelting. I begynnelsen var skrugardens kjøldybde 5,6 m med en seil-høyde på 0,7 m. Andel av hulrom fylt med sjøvann, dens porositet, ble estimert til 29 %. Fra januar til midten av april ble skrugarden sakte konsoliderte i form av vekst av det konsoliderte laget (del av skrugarder med null makro-porøsitet) på grunn av varmetap til atmosfæren, og den totale veksten var på 0,7 m. Fra midten av april til midten av juni var det en rask økende konsolidering, til tross for ingen økning i ledende varmefluks. Vi antar at denne endringen var knyttet til redusert makro-porøsitet som følge av transport av snøslusj til kjøle av skrugarder via tilgrensende åpent havvann. I denne perioden økte gjennomsnittstykkelsen av islaget (det konsoliderte laget) i skrugarden med 2,1 m. Observert konsolidering av skrugarden i tiden med maksimal smeltingen i juni–juli antas å være relatert til perioder med gjenfrysing av smeltevann fra snø og is nær overflaten, samt fra smeltevann fra kjølen – en faktor som utgjorde bare ca. 15 % av den totale veksten. I midten av juni skjedde det en drastisk reduksjon av makro-porositeten i det indre av kjølen mens flankene av skrugarden viste liten eller ingen endring i makro-porøsitet. Resultatene fra studien er viktige for å forstå hvilken rolle skrugarder har som smeltevannskilder og -synker, og som fristed for isassosierte organismer i og ved havisen i Polhavet.

92. **Salganik, E., Lange, B.A., Katlein, C., Matero, I., Anhaus, P., Muilwijk, M., Høyland, K.V., and Granskog, M.A.** 2023. Observations of preferential summer melt

of Arctic sea-ice ridge keels from repeated multibeam sonar surveys. *The Cryosphere*. 17, 4873–4887. DOI: 10.5194/tc-17-4873-2023.

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2170512>

Utforskning av skrugarder frysing og smelting i Polhavet

Skrugarder utgjør en stor del av volumet av havis i Polhavet, opptil 40–50 %. Likevel er skrugarder den minst studerte delen av havisen. I denne studien undersøker vi havisens smeltehastigheter ved å bruke unike, gjentatte undersjøiske flerstrålesonarundersøkelser, som dekker en periode på én måned under det mest aktive fasen av sjøissmelting. Smeltingen ved bunne av isen er større for tykkere is enn tynnere is. Denne observasjonen ble gjort på første- og andreårsis og på en førsteårs skrugarder, og reduksjonen tilsvarte et gjennomsnitt på henholdsvis 0,46, 0,55 og 0,95 meter total snø- og issmelting i observasjonsperioden. I gjennomsnitt hadde den studerte skrugarden 4,6 meter nedstikkende dybde (draft), var 42 meter bred og hadde 4 % makroporøsitet. Mens bunnsmeltehastighetene for skrugarden var 3,8 ganger høyere enn for udeformert førsteårsis, var overflatesmeltehastighetene nesten identiske, og ansvarlige for 40 % av skrugarders endring i draft. Gjennomsnittlig smelting av skrugardens tverrsnitt varierte fra 0,2 til 2,6 meter, med maksimalt 6 m målt ved ett enkelt målepunkt, noe som viser at smeltemratene kan variere betydelig i rom. Vi tilskriver 57 % av den totale skrugardsmeltevariasjonen, både for overflate og bunn, til draft 36 %, helling 32 % og bredde 27 %, med høyere smeltehastighet for smalere skrugarder med stort draft og brattere helling. Smeltehastigheten til skrugardens flanker (sidedeler) var proporsjonal med draft, med økt smelting innenfor 10 meter fra bunnhjørnene. Smeltehastighetene mellom disse hjørnene kan sammenlignes med smelting av udeformert havis. Resultatet fra denne studien gir kunnskap som forbedrer representasjon av skrugardrelaterte sjøisprosesser i klimamodeller, inkludert smeltehastigheter og smeltevannsbalanse.

93. **Sandven, H.**, Hamre, B., **Petit, T.**, Röttgers, R., Liu, H., and **Granskog, M.A.** 2023.

Seasonality and drivers of water column optical properties on the northwestern Barents Sea shelf. *Progress in Oceanography* 217, 103076. DOI: 10.1016/j.pocean.2023.103076

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2157522>

Faktorer som påvirker lysforhold i det nordlige Barentshavet

Mengden av sollys under havoverflaten er svært viktig for marin primærproduksjon, og dermed for hele det marine økosystemet. I polområdene er det spesielt stor sesongvariasjon i lysforholdene på grunn av solsyklusen og havis, samt partikler og oppløst materiale i vannmassene. Havisen er i drastisk endring på grunn av de sterke effektene av klimaendringer, særlig i det nordlige Barentshavet. Siden havisen reflekterer mesteparten av sollyset tilbake ut i verdensrommet, blir det enda viktigere å forstå hva som påvirker lyset i vannsøylen uten havis, slik at dette kan bli bedre representert i økosystem- og klimamodeller. Absorpsjon og spredning av lys i vannsøylen er optiske egenskaper som bestemmer hvor fort sollyset svekkes nedover i havdypet, og er knyttet til mengden av planteplankton, nedbrutt organisk materiale og avrenning fra land. I denne studien har de optiske egenskapene i nordlige Barentshavet blitt undersøkt for første gang under isdekte forhold. Målinger fra tre tokt i henholdsvis mars, mai og juli 2021 i regi av Arven etter Nansen prosjektet ble brukt i studien, alle fra geografiske posisjoner/målestasjoner i Barentshavet. Store sesongvariasjoner

ble observert, hovedsakelig drevet av planteplankton. I mars var det tilnærmet ingen planteplankton under isen, dermed var vannet særdeles klart. Til sammenligning hadde våroppblomstringen av planteplankton startet i mai, noe som førte til høyere absorpsjon og spredning. Relasjoner mellom de optiske egenskapene og konsentrasjonen av klorofyll og organiske partikler ble funnet. Her ble det observert noen regionale ulikheter som kan knyttes til lysadapsjon av planteplankton. Nær bunnen plukket de optiske målingene også opp partikler som har blitt virvlet opp fra havbunnen av havstrømmer nær bunnen. Vår studie viser at planteplankton har en nøkkelrolle for de optiske egenskapene til vannmassene i Barentshavet. Samtidig ser man også at optiske instrumentering kan gi oss ny og mer detaljert informasjon om vannmasser og økosystemer i polare havområder.

94. **Sauser, C.**, Angelier, F., Blévin, P., Chastel, O., **Gabrielsen, G.W.**, Jouanneau, W., Kato, A., Moe, B., Ramírez, F., Tartu S., and **Descamps, S.** 2023. Demographic responses of Arctic seabirds to spring sea-ice variations. *Frontiers in Ecology and Evolution* 11: 1107992.

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2145546>

Demografiske responser hos arktiske sjøfugler på variasjoner i forekomsten av sjøis om våren

Det pågår en betydelig reduksjon av sjøisen i Arktis, spesielt om våren og sommeren. Dette har stor innvirkning på dyr som er avhengige av sjøishabitatet for å overleve. Om våren påvirker sjøisen oppblomstringen av fytoplankton som er hovedkomponenten i den marine næringskjeden. Endringer i forekomsten av sjøis kan derfor påvirke demografiske variable hos sjøfugl på toppen av næringskjeden. For å få mer kunnskap om hvordan endringer i sjøis påvirker arktiske sjøfugler, gjennomførte vi en studie av tre ulike sjøfuglarter som lever i to fjorder på Svalbard: krykkje (*Rissa tridactyla*), alkekonge (*Alca alle*) og polarlomvi (*Uria lomvia*). Vi benyttet her et datamateriale samlet inn i perioden fra 2005 til 2021 med hensyn på overlevelse og reproduksjonssuksess hos disse artene. Resultatene viser at alkekonge er mer følsom overfor endringer i forekomsten av sjøis om våren enn de to andre artene. I perioder med forholdsvis mer sjøis om våren, var overlevelsen og reproduksjonen større hos alkekonge. De to andre fugleartene var ikke like følsomme for endringer i sjøisen, bortsett fra en svak negativ effekt på reproduksjonssuksessen hos krykkjer. Denne studien viser at forekomstene av sjøis om våren spiller en rolle for populasjoner av arktiske sjøfugler, men synes ikke å være den viktigste faktoren som påvirker overlevelse og reproduksjon.

95. Schlegel, R., Bartsch, I., Bischof, K., Bjørst, L.R., Dannevig, H., Diehl, N., **Duarte, P.**, Hovelsrud, G.K., Juul-Pedersen, T., Lebrun, A., Merillet, L., Miller, C., Ren, C., Sejr, M., Søreide, J.E., Vonnahme, T.R. and Gattuso, J.-P. 2023. Drivers of change in Arctic fjord socio-ecological systems: Examples from the European Arctic. *Cambridge Prisms: Coastal Futures* 1, e13. Journal link: <https://doi.org/10.1017/cft.2023.1>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2134430>

Drivere for endring i sosioøkologiske systemer i arktiske fjorder

Fjordsystemer er komplekse og dynamiske miljøer som representerer overgangssonen mellom land og hav. De er av spesiell interesse i arktiske områder siden de inneholder økosystemer som har et rikt omfang av arter som representerer verdifulle samfunnsgoder. Vi summerer i denne artikkelen opp nøkkeldrivere for økologiske endringer i fjordsystemene i europeisk Arktis som Grønland, Svalbard, og Nord Norge, og strukturerer disse i fire driverkategorier: kryosfære som havis, bre massebalanse og avrenning fra breer og elver; fysiske faktorer som havtemperatur, saltholdighet og lys; kjemiske faktorer som karbonatsystem, næringsstoffer; biologiske forhold som primærproduksjon, biomasse og artsrikdom; sosio-økologiske forhold som forvaltning, turisme og fiskerier. Data, tilgjengelig fra fortid og nåtid for disse driverne, så vel som fremtidige modell projeksjoner, er behandlet og analysert. Resultatene viser at endringer i sjøvannstemperatur og glacial massebalanse er de to dominerende driverne i de fleste interaksjonene i fjordene, og som vil ha de mest signifikante og omfattende konsekvensene for situasjon i fjordene. Dette er fordi forvaltning av fjorder for å tilpasse seg lokale konsekvenser av klimaendringer ikke vil kunne stoppe smelting av breer, oppvarming av fjordvann, eller påvirke alle øvrige nedstrøms konsekvenser som disse to endringene vil medføre. Vår oversiktsartikkel representerer den første tverrvitenskapelige syntesen av interaksjonene mellom drivere for sosio-økologiske endringer i arktiske fjordsystemer. Kunnskap om drivere og hvordan de påvirker hverandre, vil bidra til et bredere fokus på behovet for fremtidig forskning på tilpasninger til klimatiske endringer i Arktis.

96. Schmidt, C., Nikolenko, A., Appelt, O., Gottsche, A., Sieber, M., Veksler, I., and **Sunde, Ø.** 2023. Chemical controls on niobium and zirconium mobility inferred from dissolution experiments on wöhlerite in alkaline silica-undersaturated melts. *Chemical Geology* 621, <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2023.121370>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2127810>

Ny kunnskap om smelteprosesser og hvordan enkelte grunnstoffer anrikes

Hvorfor noen bergarter har høye konsentrasjoner av spesielle grunnstoffer er ikke fullt ut forstått. Dette er knyttet til prosesser som skjer når en bergart blir varmet til det danner seg en såkalt smelte, og siden utvikler seg videre under avkjøling. Kunnskap om slike prosesser er viktig for å forstå de bergartsdannende prosesser. Ved å skape en eksperimentell smelte undersøkte vi hvordan de to grunnstoffene niobium og zirkonium oppkonsentreres, og hvilke mineraler denne smelten danner ved ulike trykk og temperaturforhold. Høye konsentrasjoner av disse grunnstoffene er assosiert med andre sjeldne jordartsmetaller som kan danne spesielle mineraler. Eksperimentene ble designet for å simulere et forenklet, naturlig system, og testet mot en geologisk struktur som er godt kjent gjennom andre studier. Resultatene viser at spesielle kjemiske bestanddeler, og høy temperatur, øker løseligheten til disse grunnstoffene og dermed deres lagringskapasitet i bergartssmelten. Videre knyttes høye konsentrasjoner av slike grunnstoffer til en spesiell type bergartssmelte. Dette studiet tilfører ny kunnskap om smeltebergarter generelt, og forståelsen av en gruppe bergarter observert i Dronning Maud Land. Denne kunnskapen vil kunne bli benyttet som eksempler på fremtredende geologiske særtrekk under artikkel 3 om spesielle verneområder i Antarktis i *Protokoll til Antarktistraktaten om miljøvern*.

97. Seroussi, H., Verjans, V., Nowicki, S., Payne, A. J., Goelzer, H., Lipscomb, W. H., Abe Ouchi, A., Agosta, C., Albrecht, T., Asay-Davis, X., Barthel, A., Calov, R., Cullather,

R., Dumas, C., Galton-Fenzi, B. K., Gladstone, R., Golledge, N. R., Gregory, J. M., Greve, R., **Hatterman, T.**, Hoffman, M. J., Humbert, A., Huybrechts, P., Jourdain, N. C., Kleiner, T., Larour, E., Leguy, G. R., Lowry, D. P., Little, C. M., Morlighem, M., Pattyn, F., Pelle, T., Price, S. F., Quiquet, A., Reese, R., Schlegel, N.-J., Shepherd, A., Simon, E., Smith, R. S., Straneo, F., Sun, S., Trusel, L. D., Van Breedam, J., Van Katwyk, P., van de Wal, R. S. W., Winkelmann, R., Zhao, C., Zhang, T., and Zwinger, T. Insights on the vulnerability of Antarctic glaciers from the ISMIP6 ice sheet model ensemble and associated uncertainty.

The Cryosphere (TC): <https://doi.org/10.5194/tc-17-5197-2023>

Innsikt i sårbarheten til antarktiske isbreer fra ISMIP6 sammenlignende isdekkemodeller og tilhørende usikkerhet

Endringer av den antarktiske iskapen utgjør de største usikkerhetene i framskrivning av havnivåstigningen. Ifølge det internasjonale ISMIP6-prosjektet (http://www.climate-cryosphere.org/wiki/index.php?title=ISMIP6_wiki_page), som leverte prognoser for fremtidig utvikling av landisen i Antarktis og på Grønland for FN's klimapanel siste rapport i 2021 (IPCC AR6), er bidraget fra Antarktis til endringen av havnivået innen 2100 estimert til å variere fra -5 cm til 43 cm havnivå-ekvivalenter under høye utslippsscenarioer. I ISMIP6-prosjektet ble det understreket spesielt ulikhetene mellom isbreer i Øst- og Vest-Antarktis, samt mulige effekter av økt snøakkumulasjon på overflaten som kan motvirke det dynamiske massetapet fra økt smelting på undersiden av flytende isbremmer i et varmere klima. Det mangler detaljerte undersøkelser av bidraget fra enkelte isbreer, samt fordelingen av usikkerheten knyttet til modellgruppen som bidro i ISMIP6. I denne studien analyserer vi ISMIP6-resultatene for høye karbonutslippsscenarioer for å identifisere nøkkelisbreer rundt det antarktiske kontinentet som bidrar mest til havnivåstigningen, samt deres sårbarhet overfor endringer i det dynamiske massetapet som svar på endrede havforhold. Resultatene viser at, i tillegg til størst massetap ved Thwaites- og Pine Island-isbreene i Vest-Antarktis, vil Totten- og Moscow University-isbreene i Øst-Antarktis bidra med sammenlignbar fremtidig dynamisk massetap og ha høy følsomhet for økt smelting under isbreemene ved kysten i dette området. Den generelle usikkerheten knyttet til ISMIP-estimer av fremtidig bidrag til havnivåstigning er dominert av valget av isbremmodell, utgjør 52 % av den totale usikkerheten for det antarktiske dynamiske massetap i 2100 som følge av endrede havforhold. Usikkerheten knyttet til valget av klimamodell øker over tid, og når 13 % av usikkerheten innen 2100. Usikkerheten knyttet til samspillet mellom is og klima, som fanger opp ulike behandlinger av havpåvirkninger som valg av kobling mellom is og hav, og kalibrering av modellene, utgjør 22 %. Alt i alt hjelper denne studien med å bidra til fremtidig forskning ved å fremheve områder av isbreene som er mest sårbare for oppvarming av havområdene i løpet av det 21. århundre, og ved å påpeke de viktigste kildene til usikkerhet.

98. **Shackleton, C.**, Patton, H., Winsborrow, M., Esteves, M., Bjarnadóttir, L. R., & Andreassen, K. 2023. Distinct modes of meltwater drainage and landform development beneath the last Barents Sea Ice Sheet. *Frontiers in Earth Science*, 11, 508. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1111396>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2141744>

Distinkte former av smeltevanndrenering og landformutvikling under smelting av det siste isdekket i Barentshavet

Under siste istid var Barentshavet dekket av et isdekke som noen steder var opptil tre km tykt. Da isdekket begynte å smelte mot slutten av istiden, strømmet store mengder smeltevann under isen som gravde ut kanaler i havbunnen. Ved å undersøke disse kanalene kan vi bedre forstå hva som i dag skjer under de store breene på Grønland og Antarktis. I dette studiet kartla vi havbunnen i det sentrale Barentshavet, og fant mange forskjellige typer dreneringskanaler dannet av vannkilder som drenerte smeltevann fra både under isen og fra toppen av isen. Det store volumet av smeltevann under smeltingen av isdekket i Barentshavet, førte sannsynligvis til en storskala erosjon av løsmassene på havbunnen. Vi oppdaget et nytt stort system av dreneringskanaler på 67 km i Hopendjupet, som viser en varierende, men generelt avtagende, hastighet på ismeltingen fra 1600 m per år til 620 m per år over en ca. 100 årsperiode. Resultatene viser hvordan og hvor raskt et isdekke reagerer på klimaendringer, og smeltevannets rolle i kollapset av isdekket. Isdekke i Barentshavet hadde mange likhetstrekk med dagens isdekke i Vest-Antarktis. Resultatene fra dette studiet bidrar til å kunne forutsi fremtidige endringer av isdekket i Antarktis, som for eksempel hastigheten på smelting av isdekket, og påfølgende havnivåstigning.

99. **Shackleton, C., Matsuoka, K., Moholdt, G., Van Liefferinge, B., Paden, J.** 2023.

Stochastic simulations of bed topography constrain geothermal heat flow and subglacial drainage near Dome Fuji, East Antarctica. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 128: e2023JF007269. <https://doi.org/10.1029/2023JF007269>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2203483>

Terrengmodeller under isen nær Dome Fuji, Øst-Antarktis produsert med georadar og stokastiske simuleringer viser geotermiske varmestrømmer og smeltevannsdrenering

Terrenget under isbreer og iskapper påvirker hvordan isen beveger seg og smelter. I Dome Fuji, Øst-Antarktis, kan vi finne is som er opp mot 1,5 millioner år gammel, og for å undersøke klimaendringer så langt tilbake i tid må vi vite hvordan terrenget har påvirket fysiske prosesser under isen. I denne studien er det gjort radarundersøkelser i regionen med avstand mellom radarprofilene på 0,5 - 10 km, og vi har estimert terrenghøyde mellom radarprofilene. Vi har brukt statistiske simuleringer og radardata til å produsere mange mulige modeller av terrenget for å se hvordan terrenget under isen ser ut, og hvordan det påvirker de dypere deler av isen. Ved å bruke de ulike modellene av terrenget, estimerte vi hvordan terrenget påvirker oppvarming fra bakken og smeltevann som strømmer under isen. Resultatene viser at variasjon i terrenget kan ha stor betydning for hvor og hvor mye is som smelter, og hvordan smeltevann renner under isen. Funn tyder på at tidligere antakelser om ismeltingen kan ha vært undervurdert. Vi utviklet i studien en modell for å beregne hvordan usikkerheten i terrengmodellene blir påvirket av terrengendringer i ulike avstander mellom radarprofiler.

100. Alessandro Silvano, Sarah Purkey, Arnold L Gordon, Pasquale Castagno, Andrew Stewart, Stephen Rintoul, Annie Foppert, Kathryn L Gunn, Laura Herraiz-Borreguero, Shigeru Aoki, Yoshihiro Nakayama, Alberto Naveira Garabato, Carl Spingys, Camille Akhoudas, Jean Baptiste SALLEE, Casimir de Lavergne, Povl Abrahamsen, Andrew Meijers, Michael P. Meredith, Shenjie Zhou, Takeshi Tamura,

Kaihe Yamazaki, Kay Ohshima, Pierpaolo Falco, Giorgio BUDILLON, **Tore Hattermann**, Markus A Janout, Pedro Llanillo, Melissa Bowen, Elin Darelus, Svein Østerhus, Keith Nicholls, Craig Stevens, Denise Fernandez, Laura Cimoli, Stanley S. Jacobs, Adele Morrison, Andy Hogg, Alexander Haumann, Ali Mashayek, Zhaomin Wang, Rodrigo Kerr, Guy D Williams, Won Sang Lee. 2023. Observing Antarctic Bottom Water in the Southern Ocean. *Front. Mar. Sci. Sec. Physical Oceanography*: <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1221701>

Observasjoner av bunnvann i Sørishavet

Tett, kalde vannmasser dannet på kontinentalsoklene i Antarktis faller ned langs den antarktiske kontinentalsokkelen hvor de blander seg med annet havvann i Sørishavet og danner antarktisk bunnvann (AABW). AABW sprer seg deretter inn i de dypeste delene av alle de store havbassengene, og isolerer varme og karbon fra atmosfæren i århundrer. Til tross for AABWs nøkkelrolle i å regulere jordens klima på lange tidsskalaer og i registrering av forholdene i Sørishavet, forblir AABW å være dårlig observert. Denne mangelen på observasjonsdata skyldes hovedsakelig to faktorer. For det første forekommer AABW i områder hvor in situ-målinger er begrenset, og hvor havobservasjoner fra satellitter hindres av vedvarende havisdekke og lange perioder med mørke om vinteren. For det andre, nord for den antarktiske kontinentalskråningen, forekommer AABW på dyp større enn 2 000 meter, hvor in situ-observasjoner også er knappe, og der satellitter ikke kan gi direkte målinger. I denne studien gjennomgår vi observasjoner av AABW som er gjort i løpet av de siste tiårene. Vi beskriver: 1) langtidsovervåking oppnådd med målerigger, skipsbaserte undersøkelser, og observasjoner under isbremmer gjennom borehull, 2) nylig utvikling av autonome observasjonsverktøy i kystnære Antarktis og dyphavssystemer, og 3) alternative tilnærminger inkludert dataassimileringsmodeller og satellittavlede indikatorer. Disse tilnærmingene bidrar samlet til en mer omfattende forståelse av AABW, kaster lys over dens dannelsesprosesser, tidsmessige variasjoner og dens rolle i den globale havsirkulasjonens nord-sør retning i omveltningssirkulasjonen. Spesielt understreker studien betydningen av vinder, sjøis og antarktiske isbreer i AABW-relaterte prosesser. Dette understreker viktigheten av å opprettholde og koordinere observasjonsinnsatsen, og fremhever behovet for ytterligere forskning for å bedre forstå betydningen av AABW og dens rolle i jordens klimasystem.

101. Singh, A., Fietz, S., Thomalla, S.J., Sanchez, N., Ardelan, M.V., **Moreau, S., Kauko, H. M., Fransson, A.**, Chierici, M., Samanta, S., Mtshali, T.N., Roychoudhury, A.N. and Ryan-Keogh, T.J. 2023. Absence of photophysiological response to iron addition in autumn phytoplankton in the Antarctic sea-ice zone. *Biogeosciences* 20: 3073–3091. Journal link: <https://doi.org/10.5194/bg-20-3073-2023>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2169595>

Fravær av fotofysiologisk respons på tilsetning av jern i høstfytoplankton i havisssonen i Antarktis

De høye verdiene av næringsstoff og de lave konsentrasjonene klorofyll i Sørishavet er generelt oppfattet å være forårsaket av lav biotilgjengelighet av mikronæringsstoffer, og spesielt jern. Til tross for dette oppstår oppblomstringer i Sørishavet i løpet av den australske våren, de topper seg om sommeren og fortsetter mot høsten. For å øke forståelsen av

potensielle begrensninger i produktiviteten i den antarktiske havisjonen studerte vi fotofysiologiske responser hos fytoplankton for opptak av jern om høsten langs den antarktiske kysten av Dronning Maud Land. Fem kortvarige, 24 timers inkubasjonseksperimenter ble foretatt rundt Astrid Ryggen på 68 °S og langs et 6 °E linjetransekt, hvor høstoppblomstring var blitt observert. Overflatekonsentrasjoner av jern varierte mellom 0.27-1.39 nM rundt Astrid Ridge, og mellom 0.56-0.63 nM langs 6 °E transektet. Våre resultater indikerte, mot våre forventninger, at fytoplankton ikke viste signifikant respons på økt konsentrasjon av jern under eksperimentet. Dette tolkes som at det ikke var jernbegrensning ved tidspunktet for studiet, og at tilstedeværende konsentrasjoner av jern i havvannet var tilstrekkelig for å opprettholde prosessene i cellene.

102. M. Smith, Hélène Angot, Emelia J Chamberlain, Elise S. Droste, Salar Karam, **Morven Muilwijk**, Alison L. Webb, Stephen D. Archer, Ivo Beck, Byron W. Blomquist, Jeff Bowman, Matthew Boyer, Deborah Bozzato, Melissa Chierici, Jessie Creamean, Alessandra D'Angelo, Bruno Delille, Ilker Fer, Allison A. Fong, **Agneta Fransson**, Niels Fuchs, Jessie Gardner, **Mats A. Granskog**, Clara J. M. Hoppe, Mario Hoppmann, Thomas Mock, Sofia Muller, Oliver Müller, Marcel Nicolaus, Daiki Nomura, Tuukka Petäjä, **Evgenii Salganik**, Julia Schmale, Katrin Schmidt, Kirstin Schulz, Matthew D Shupe, Jacqueline Stefels, Linda Thielke, Sandra Tippenhauer, Adam Ulfsbo, Maria van Leeuwe, Melinda Webster, Masaki Yoshimura, Liyang Zhan. Thin and transient meltwater layers and false bottoms in the Arctic Sea ice pack – recent insights on these historically overlooked features. *Elementa: Science of the Anthropocene*: <https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00025>

Tynne og forbigående smeltevannslag og falske bunner i pakkisen i Polhavet – nyere innsikt i disse historisk oversette formasjonene

I Polhavet smelter snø og havis raskt om sommeren. Dette gir mye smeltevann med lavt saltinnhold som samler seg rundt isflakene og skaper tynne lag med ferskvann øverst i vannsøylen. Disse lagene er ofte lokale, kortlevde, og tynne – typisk under én meter tykk, og derfor vanskelig å måle med tradisjonelle metoder. Allikevel spiller de en viktig rolle om sommeren i Arktis fordi smeltevannet kan fungere som et lokk på havoverflaten og dermed påvirke utvekslingen av varme, gasser og næringssalter mellom atmosfæren og havet. I denne artikkelen gir vi en oversikt over tidligere kjente mekanismer relatert til smeltevannslag, og nye funn basert på målinger sommeren 2020 fra «the Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate» (MOSAiC). Vår studie satte søkelys på utviklingen av slike smeltevannslag, noe som resulterte i betydelige fremskritt i forståelsen av deres rolle i det koblete arktiske klimasystemet. Smeltevannslag var til stede i uker til måneder, og hadde en tykkelse på fra 10 cm til 100 cm, og spredte seg over store områder både under isen og i råker. Tilstedeværelsen påvirker havet ved å redusere ismeltingen under isen, og fremmer dannelse av ny is, såkalt «false-bottoms». De nye funnene viser at smeltevannet begrenser varmefluksene til atmosfæren, fluksene av gasser, samt fluksene av næringssalt i øvre del av vannsøylen. Dette har betydelige konsekvenser for dyre- og plantelivet i området, og er avgjørende for økosystemets diversitet og primærproduksjon i Polhavet. Denne studien gir både en oversikt over tidligere vitenskapelige observasjoner av smeltevannslag, og vi

presenterer den nyeste innsikten fra de omfattende observasjonene gjort under MOSAiC-kampanjen.

103. Sromek, L., Ylinen, E., Kunnasranta, M., Maduna, S.N., Sinisalo, T., Michell, C.T., **Kovacs, K.M., Lydersen, C.**, Ieshko, E., Andrievskaya, E., Alexeev, V., Leidenberger, S., Hagen, S.B., Nyman, T. 2023. Loss of species and genetic diversity during colonization: insights from acanthocephalan parasites in northern European seals. *Ecology and Evolution* <https://doi.org/10.1002/ece3.10608>

Tap av arter og genetisk diversitet i forbindelse med kolonisering: innsikt fra studier av tarmparasitter i europeiske selarter

Studier av parasitt-vert systemer som har gjennomgått endringer i utbredelse, fragmentering av utbredelsesområdet og/eller nylige bestandsreduksjoner kan bidra med kunnskap til hvordan parasitt samfunns sammensetningen og genetisk diversitet vil kunne endres som følge av fremtidige menneskeskapt miljøendringer. Det finnes fem underarter av ringsel på den nordlige halvkule med flest antall i underarten som er utbredt rundt i Arktis, mens ringsel i Østersjøen, Okhotskshavet og i innsjøene Saimaa og Ladoga består av færre individer. Alle de ulike ringselene lager huler i snøen over isen for yngling, og de er dermed truet i alle sine utbredelsesområder på grunn av global oppvarming. Den sekvensielle postglasiale koloniseringen av Østersjøbassenget med etterfølgende forflytning av ringsel til innsjøene Saimaa og Ladoga fra Nordishavet utgjør en unik mulighet til å studere hvordan geografisk isolasjon, endring i habitat og redusert bestandsstørrelse påvirker artsrikdom og genetisk diversitet hos parasitter. I dette studiet gjorde vi en stor-skala undersøkelse av en gruppe tarmparasitter kalt krassere (*Corynosoma* - *Acanthocephala*: *Polymorphidae*) hos ringsel fra Arktis, Østersjøen, Saimaa og Ladoga, samt fra gråsel fra Østersjøen. Ulike genetiske metoder ble brukt for å utforske hvilke krasser-arter som var til stede i sel fra de ulike områdene samt kartlegge mønstre av intraspesifikk genflyt og genetisk diversitet. Som forventet fant vi en gradient i antall krasser-arter fra fire i Arktis, til tre i Østersjøen, til to i Ladoga og bare en i Saimaa. Genetisk diversitet var generell høy i krassere fra Arktis og lav i de andre sjøene, men gradienten var ikke så klar som funnet i tidligere studier, muligens som følge av store lokale effektive bestandsstørrelser hos gruppen parasitter som ble studert (hver sel har et stort antall krassere i mage-tarmsystemet). Vi fant i tillegg at det var en del taksonomiske uklarheter innenfor denne gruppen parasitter som må studeres videre med at de morfologiske klassifiseringene ikke matchet de genetiske resultatene særlig bra.

104. Stepien E., Tange Olsen M., Nabe-Nielsen J., Anderson K., Kristensen J., **Blanchet MA**, Brando S., Desportes G., Lockyer C., Marcenaro L., Bunskoek P., Kemper J., Siebert U., Wahlberg M. 2023. Determination of growth, mass, and body mass index of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*): Implications for conservational status assessment of populations. *Global Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02384>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2133275>

Vekst, masse og kroppsmasseindeks for niser: Implikasjoner for vurdering av bevaringsstatus av bestander

Data om individuell vekst og sesongmessige endringer i kroppsmasse, omkrets og spekk tykkelse er sjelden tilgjengelig for hvaler, noe som gjør det vanskelig å vurdere deres bestand sammensetning og individuell ernæringstilstand. I forskjellige tidsintervaller fra 1997 til 2020 samlet vi langsgående data om lengde, kroppsmasse, omkrets og spekktykkelse fra sytten niser (*Phocoena phocoena*) i menneskelig omsorg. Vi brukte en vekstmodell til å forutsi fødselen år på tolv dyr som alder tidligere var estimert basert på tann ring analyse og ossification av flipper bein. Vekstkurven var nøyaktig innen 1 år. av aldersanslag. Innenfor det første året vokste kalvene 66 %, oppnådde 84 % av voksenalengden, og nådde asymptotisk lengde ved 3–4 års alder. For voksne var det store sesongvariasjoner i kroppsmasse, kroppsmasseindeks, omkrets og spekktykkelse, med opptil 28 % variasjon i kroppsmasse mellom årstidene. Vi spådd individuell kroppsmasse innenfor ± 2 kg ved bruk av målinger av lengde og omkrets, tillater estimering av kroppsmasseindeks for individer med ukjent masse. Å estimere alder til dyr basert på kroppsmålinger og samt ernæringstilstand hjelper med forvaltning av bestanden.

105. Sumata, H., de Steur, L., Divine, D.V., Granskog, M.A., and Gerland, S. 2023. Regime shift in Arctic Ocean sea ice thickness. *Nature* 615, 443-449. DOI: 10.1038/s41586-022-05686-x

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2135000>

Rask endring av havistykkelsen i Polhavet

Klimaendringer vises oftest som gradvise endringer i fysiske eller biogeokjemiske miljøegenskaper. Men komponenter i klimasystemet kan vise raske endringer fra det ene regimet til det annet som en ikke-lineær respons i systemet på skiftende påvirkninger. Her viser vi at det arktiske havisregimet i 2007 skiftet tilstand fra tykkere og deformert havis til tynnere og mer ensartet is. Kontinuerlig overvåking av havis i Framstredet gjennom de siste tre tiårene har avslørt denne endringen. Etter skiftet ble andelen av tykk og deformert havis halvert, med lenger varig effekt, i det minste fram til 2019. Før denne endringen kom, ble en totrinns-reduksjon i «levetiden» for havis i Polhavet observert, først med en nedgang i 2005, så etterfulgt av en økt nedgang i 2007. I vår studie viser vi at en enkel modell kan beskrive prosessen med dynamisk havisvekst, og forklarer de observerte endringene i tykkelsen av havis som et resultat av redusert oppholdstid. Studien fremhever den langvarige effekten av klimaendringer på den arktiske havisen gjennom redusert oppholdstid og dens tilknytning til de koblede prosessene mellom havvann og havis. Funnene i dette studiet var bare mulig å få gjennom den kontinuerlige overvåking av havisen i Framstredet som Norsk Polarinstittutt har utført siden tidlig 1990-tallet. Resultatene bidrar til økt forståelse av havisprosesser som er relevant for klima, økosystem og menneskelig aktivitet i polarområdene nå og i fremtid.

106. Neil C. Swart, Torge Martin, Rebecca Beadling, Jia-Jia Chen, Matthew H. England, Riccardo Farneti, Stephen M. Griffies, **Tore Hattermann**, F. Alexander Haumann, André Jüling, Qian Li, John Marshall, **Morven Muilwijk**, Andrew G. Pauling, Ariaan Purich, Inga J. Smith, and Max Thomas. Southern Ocean Freshwater release model experiments Initiative (SOFIA): Scientific objectives and experimental design. *Geoscientific Model Development (GMD)*: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-198>

Southern Ocean Freshwater release model experiments Initiative (SOFIA): Vitenskapelige mål og eksperimentell design

Med økende globale oppvarmingen smelter isbreer og isbremmer i Antarktis. Som en konsekvens av dette frigis stadig mer smeltevann til Sørishavet. De fleste av dagens klimamodeller er ikke tilknyttet dynamiske modeller for iskappene og isbreemene og isbreene som omgir dem i Antarktis og på Grønland. Koblingen mellom landis og resten av klimasystemet er derfor svært forenklet, og eventuelle tilbakekoblingsmekanismer blir ikke tatt med i betraktningene i dagens klimamodeller. Dette utgjør en betydelig usikkerhetsfaktor for globale klimaendringsprognoser. Tidligere modellstudier som har undersøkt virkningen av økt tilførsel av smeltevann rundt Antarktis, har vist regionale påvirkninger på Sørishavets vertikale lagdeling, sirkulasjon og havisdekke, og fjernvirkninger på atmosfæren og havet, tropisk nedbør og global temperatur. Ettersom tidligere studier ble gjennomført med ulike klimamodeller og konfigurasjoner, er det fremdeles stor usikkerhet knyttet til mulige tilbakekoblinger mellom forekomsten av smeltevann og klima. SOFIA har som mål å redusere denne usikkerheten ved å kvantifisere klimasystemets respons på økt smeltevann. Dette skal oppnås gjennom koordinering av flere etablerte globale klimamodeller som alle gjennomfører en rekke sammenlignbare smeltevannseksperimenter. Denne studien oppsummerer den nåværende kunnskapen om effekten av smeltevann på Sørishavet, og beskriver eksperimentene som skal gjennomføres som en del av SOFIA-initiativet. Gjennom koordinering av et ensemble av simuleringer med mange modeller med felles eksperimentell utforming, vil SOFIA bidra til bedre forståelse av klimasystemets respons på smeltevann i Antarktis.

107. Tsubouchi, T., von Appen, W.J., Kanzow, T., **de Steur, L.** Temporal variability of the overturning circulation in the Arctic Ocean and the associated heat and freshwater transports during 2004-2010. *J. Phys. Oceanogr.*, <https://doi.org/10.1175/JPO-D-23-0056.1>

Tidsmessig variasjon av omveltningssirkulasjon I Polhavet og tilhørende varme- og ferskvannstransporter mellom 2004 og 2010.

Utvekslingen av varmt atlantehavsvann og ferskvann fra Polhavet er av betydning for den storskala havsirkulasjonen, og som i stor grad bestemmer vårt milde klima i Vest-Europa. I denne studien kvantifiserte vi omveltningssirkulasjonen i Polhavet og tilhørende varmetransport (HT) og ferskvannstransport (FWT) fra oktober 2004 til mai 2010 basert på hydrografiske og nåværende observasjoner. Vår viktigste datakilde bestod av 1165 fortøyde instrumenttrigger i de fire arktiske hovedstredene: Davisstredet, Framstredet, Beringstredet og Barentshavsåpningen mellom Norge og Svalbard. Vi benyttet en tredimensjonal boksmodeell for å oppnå masse- og saltbalanserte hastighetsfelter, som deretter ble benyttet til å kvantifisere omveltningssirkulasjonen samt HT og FWT. Våre resultater viser at atlantehavsvannet omdannes til to forskjellige vannmasser i Polhavet med en hastighet på 3,9 Sv. Sammen med 0,6 Sv tilsig fra Beringstredet og 0,1 Sv overflate ferskvannsfluks, strømmer 1,8 Sv tilbake mot sør gjennom Davisstredet og vestlige Framstredet som øvre del av omveltningssirkulasjonen, mens 2,8 Sv returnerer sørover gjennom Framstredet som dypere vannmasser i nederste del av omveltningen. Polhavet importerer varme på 180 ± 57 TW og eksporterer 156 ± 91 mSv ferskvann (langsiktig MEA). Estimaten fra denne studien er de første observasjonsbaserte referanseverdier for samlet ferskvanns- og varmetransport inn og

ut av Polhavet, og vil bidra til å forstå hvordan klimaendringer i Polhavet vil påvirke den mest nordlige delen av den storskala atlanterhavsomveltningssirkulasjon.

108. Tulatz, F., **Gabrielsen, G.W.**, Bourgeon, S., Herzke, D., Krapp, R., Langset, M., Neumann, S., Lippold, A. & **F. Collard**. 2023. Implications of regurgitative feeding on plastic loads in Northern fulmars (*Fulmarus glacialis*): A study from Svalbard. *Environmental Science and Technology*, 9: 3562–3570. Doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c05617>

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2128489>

Arter av Stormfugler, som havhest (*Fulmarus glacialis*), er tilbøyelige til å til å spise flytende plastbiter. I Nordsjøområdet har det vært en lang tradisjon å bruke strandet havhest som biologisk indikator for marin plastforurensning. Tidligere overvåkingsdata viser konsekvent lavere plastbelastning hos voksne havhester sammenlignet med yngre aldersklasser. Disse funnene ble antatt å skyldes foreldrenes overføring av plast til ungen. Det har ikke tidligere vært undersøkt om denne mekanismen er til stede i havhester ved å sammenligne plastbelastninger i flyvedyktige unger mot eldre havhester. I dette studiet har vi undersøkt plastinntak i 39 havhester fra Kongsfjorden (Svalbard). Dette inkluderer 21 flyveferdige fugleunger og 18 eldre havhester (voksne/eldre umodne). Studiet viser at 50–60 dager gamle unger hadde betydelig mer plast i magen enn eldre havhester. Mens det ble funnet plast i alle årsunger, inneholdt kun to eldre havhester ingen plast, og flere voksne individer hadde lite plast i magen. Disse funnene støtter tidligere konklusjoner at unger av havhest fra Svalbard får tilført store mengder plast fra sine foreldre. Bivirkninger av plast på havhest ble observert i ett tilfelle der et plastfragment hadde perforerte magesekken mens plastfiber fra trål/tauverk hadde perforert tarmen. Det ble ikke funnet signifikant negative korrelasjoner mellom plastmasse og kroppsfett hos fugleunger og eldre havhest.

109. Vogel, E. F., Skalmerud, S., Biuw, M., **Blanchet, MA**, Kleivane, L., Skaret, G., Øien, N., and Rikardsen, A. Foraging movements of humpback whales relate to the lateral and vertical distribution of capelin in the Barents Sea. **2023**. *Frontiers in Marine Science*. DOI 10.3389/fmars.2023.1254761

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2172931>

Furasjering bevegelser av knølhval er relatert til den laterale og vertikale distribusjonen av lodde i Barentshavet

A forstå hvordan individuelle dyr modulerer deres bevegelse mønstre med miljøvariasjoner spiller en sentral rolle i økologi. Spøringsstudier særlig i marin miljøet bruker vanligvis fysiske miljøkarakteristikker, og/eller proxyer for byttedyrdistribusjon, til å forklare rovdyrbevegelser. Studier som kobler rovdyrbevegelser og det faktiske utbredelser av byttedyr er sjeldne. Her analyserte vi satellittmerkedata fra ti knølhval i Barentshavet (nordøst-Atlanten) for å undersøke hvordan deres romlige bevegelser og dykkemønstre er påvirket av de geografiske og vertikale utbredelse av lodde, som er et viktig bytte art for knølhval. Vi brukte estimater for loddetetthet basert på direkte observasjoner fra en trål akustisk undersøkelse og solhøyde for å utforske driverne til endringer i bevegelse mønstre. Vi fant ut at knølhvalenes karakteristiske område begrenset søkebevegelse der loddetettheten var høyest. Samtidig som horisontale bevegelser viste både positive og negative individer forhold med

solhøyde, knølhval dykkedybde var positivt korrelert med døgnvariasjoner i vertikal fordeling av lodde. Dette antyder at i tillegg til hvaler som søker næring i områder med høy loddetetthet, de retter seg også mot de tetteste stimene av lodde på en rekke dyp, hele veien dagen og natten. Samlet sett tyder våre funn på at regioner med høy lodde tetthet er viktige forsøksplasser for knølhval, noe som fremhever Lodda spiller en sentral rolle i det marine økosystemet i Barentshavet.

110. Wang, Q., Shu Q., Wang, S., Beszczynska-Moeller A., Danilov, S., **de Steur, L.**, Haine T.W.N., Karcher, M., Lee, C.M., Myers, P. G. et al. 2023. A Review of Arctic–Subarctic Linkages: Past Changes, Mechanisms, and Future Projections. *Ocean-Land-Atmosphere Research*, Vol 2; 0013, DOI:[10.34133/olar.0013](https://doi.org/10.34133/olar.0013)

Cristin link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2161029>

En gjennomgang av koblinger mellom arktiske og subarktiske hav: tidligere endringer, mekanismer og fremtidige prognoser.

Havstrømmer fra Polhavet gjennom Barentshavet, Framstredet, Davisstredet, og Beringstredet, spiller en avgjørende rolle i å knytte Arktis til Atlanterhavet og Stillehavet, og påvirke på denne måten klima og marine økosystemer. I dette studiet har vi gått igjennom tidligere studier på koblinger mellom arktiske og subarktiske havområder med hensyn til endringer og drivmekanismer. Vår gjennomgang viser at det har skjedd radikale endringer i inn- og utstrømning i og fra Polhavet i løpet av 2010-årene. Vi ser at temperaturen på havvannet som strømmer inn gjennom Beringstredet og Framstredet har nådd rekordhøye nivåer i denne perioden, mens saltinnholdet i Beringstredet, Davisstredet og Framstredet har nådd rekordlave nivåer. Både den oseanografiske varmetransporten fra lavere breddegrader til Arktis, og den hydrologiske syklusen som forbinder Arktis med subarktiske hav, var sterkere i perioden 2000–2020 enn i 1980–2000. CMIP6-modeller anslår at den samlede innstrømningen av varmt havvann mot polen vil øke kontinuerlig i det 21. århundret. Disse modeller viser også at forekomsten av ferskvann i Polhavet vil øke, og at ferskvannseksperten ut av Polhavet gjennom Framstredet vil medføre økt volumtransport og redusert saltholdighet. Eksperten av havis ut gjennom Framstredet nådde et rekordlavt nivå på 2010-tallet, og forutsettes å avta i takt med nedgangen i arktisk havis.

111. Willis, M., Lannuzel, D., Else, B., Angot, H., Campbell, K., Crabeck, O., Delille, B., Hayashida, H., Lizotte, M., Loose, B., Meiners, K.M., Miller, L., **Moreau, S.**, Nomura, D., Prytherch, J., Schmale, J., Steiner, N., Tedesco, L. and Thomas, J. 2023. Polar oceans and sea ice in a changing climate. *Elementa – Science of the Anthropocene* 11: 1. Journal link: <https://online.ucpress.edu/elementa/article/11/1/00056/197494/Polar-oceans-and-sea-ice-in-a-changing-climate>

Polare hav og havis i et klima i endring

Polare havområder og havis dekker 15% av jordens havoverflate, og miljøet endres raskt ved begge polene. For å øke kunnskap om interaksjoner mellom atmosfære og hav i polområdene i et klimaperspektiv, ble det tatt initiativ til Havoverflate-Nedre Atmosfære studier (SOLAS), som et viktig prosjekt for systemforståelse. Våre muligheter til å overvåke hastighet og størrelse på endringene i polare regioner og evaluere deres påvirkninger for resten av kloden begrenses av tilgjengelighet og isdekke. Havis opprettholder biologiske aktiviteter og bidrar

til gass- og aerosolutveksling, men hindrer *in-situ* observasjoner og fjernmålinger. Satelittmålinger benyttes til overvåking av havis, men kan ikke gi informasjon om forholdene under havisen. Nyere utviklinger av roboter, modelleringsverktøy og *in-situ* målinger har åpnet opp for nye muligheter for å kunne forstå hav-havis-atmosfære systemet, men det er fortsatt kunnskapshull. Sesong og lengere observasjoner mangler for mange variabler og faser. Data om hav og atmosfære må bli koblet bedre sammen for å skape systemforståelse og modeller av polhavene og havismiljøene. Siden polhavene blir varmere, og havisen blir tynnere og mindre tilstede enn før, forventes store endringer i fysiokjemiske og biogeokjemiske prosesser. Slike endringer i havis og havet vil påvirke atmosfæriske prosesser ved å redusere produksjonen av aerosol, aerosol forløpere, reaktive halogener og antioksidanter, og utveksling av drivhusgasser. Kvantifisering av hvilke prosesser som vil øke eller reduseres ved klimaendringer forutsetter tilpassede overvåkingsprogrammer for havområder på høye breddegrader. Åpne spørsmål om dette koblede systemet kan best bli løst med å utnytte internasjonale og flerfaglige programmer, som initiativene ledet a SOLAS på hav-havis-atmosfære.

112. **Wold, A., Hop, H.,** Svensen C., Assmann, K., Søreide, J.E., Ormacyk, M. and Kwasniewski, S. 2023. Atlantification influences zooplankton communities seasonally in the northern Barents Sea and Arctic Ocean. *Progress in Oceanography* 219: 103133
Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103133>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2185188>

Atlantifisering påvirker dyreplankton samfunn over sesong i det nordlige Barentshavet og Polhavet

Barentshavet gjennomgår en rask oppvarming med mindre havis og økt innstrømming av atlantiske vannmasser som fører med seg atlantiske pelagiske arter, en prosess som omtales som «atlantifisering». Slike endringer er allerede dokumentert i det sørlige og sentrale Barentshavet, mens graden av atlantifisering i det nordlige Barentshavet og Polhavet er mindre kjent. Denne studien beskriver biodiversiteten og biomassen av mesozooplankton i det nordlige Barentshavet langs et transekt på syv stasjoner som strekker seg fra det sentrale Barentshavet (76 °N), forbi Kvitøya, over sokkelkanten og inn i Polhavet (82°N) i august og desember 2019, og mars, mai og juli 2021. De fleste dyreplankton taxa forekom over hele studieområdet, men den relative mengden og livsstadier varierte avhengig av årstid, region og den dominerende vannmassen i området. Vi identifiserte tre distinkte biogeografiske regioner med forskjellig dyreplankton sammensetning og sesong dynamikk: (i) sør for Polarfronten, (ii) sokkelen i det nordlig Barentshavet, og (iii) sokkelskråning og Polhavet. Om sommeren ble det funnet høye mengder av atlantisk og kosmopolitisk dyreplankton, hovedsakelig kopepodene *Calanus finmarchicus*, *Metridia longa*, *Oithona similis* og *Microsetella norvegica* i det sentrale Barentshavet sør for polarfronten. På sokkelen i det nordlige Barentshavet dominerte arktiske arter som *Calanus glacialis*, *Pseudocalanus* spp. og vingesneglen *Limacina helicina* året rundt med relativt høy og stabil biomasse. På de nordligste stasjonene langs sokkelskråningen og i Polhavet økte forekomsten av atlantiske arter som kopepodene *C. finmarchicus* og Oncaidae (*Triconia borealis* og *Oncaea* spp.) om vinteren. De dype stasjonene skilte seg også fra grunne stasjoner med forekomst av dyphavsarter som kopepodene *Paraeuchaeta* spp., *Scaphocalanus brevicornis*, *Spinocalanus* spp. og *Gaetanus brevispinus*. Sterkere transport av varmt atlantisk vann og økt utbredelse av

atlantiske dyreplanktonarter nordover i Polhavet forventes i fremtiden, noe som kan påvirke mangfoldet av de mer endemiske arktiske dyreplanktonsamfunnene.

113. Fangzhou Yu, Olivier Bignon-Lau, Åshild Ønvik Pedersen, Olav Strand, Vebjørn Veiberg, Øystein Wiig and Allowen Evin. 2023. Morphometrics highlights subspecies differentiation of continental (*Rangifer t. tarandus*) and insular (*Rangifer t. platyrhynchus*) Norwegian reindeer. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2023-0004>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2207541>

Morfometri fremhever underartsdifferensiering av kontinental (*Rangifer t. tarandus*) og øyboende (*Rangifer t. platyrhynchus*) norsk rein

Villrein (*Rangifer tarandus*) er en karakterart i arktiske og alpine områder, og det finnes en rekke underarter. I Norge er det beskrevet to underarter av reinsdyr: den ville, europeisk tundrareinen (*R. tarandus tarandus*) som lever på fastlands-Norge, og den kortvokste, stedegne svalbardreinen (*R. tarandus platyrhynchus*). Hovedmålet med denne studien er å gjennomføre en deskriptiv og kvantifisert analyse av morfologiske egenskaper mellom disse to underartene. De morfometriske forholdene er kvantifisert basert på 262 voksne dyr felt av jegere, hvorfra det er tatt prøver og biometriske mål fra blant annet kraniet, tenner og fot-bein (*metatarsals/metacarpals*). Det er anvendt standard lineære regresjonsanalyser for å kvantifisere variasjoner i kraniet og tenner, og geometrisk morfometri for å kvantifisere størrelse og form av tenner (molarer). Våre analyser viser at de ulike anatomiske delene fra de to underarten, tilpasset forskjellige levemiljøer, er forskjellige med hensyn til morfometriske egenskaper. Variasjoner i størrelsesforholdet mellom kvantifiserbare mål og kroppsstørrelse er kunnskap som blant annet kan være nyttig i zooarkeologiske studier av tidligere forhold mellom menneskesamfunn og deres miljø.

114. Zhang, Z.-L., Hui, F.-M., Vihma, T., Granskog, M.A., Cheng, B., Chen, Z.-Q., and Cheng, X. 2023. On the turbulent heat fluxes: A comparison among satellite-based estimates, atmospheric reanalyses, and in-situ observations during the winter climate over Arctic sea ice. *Advances in Climate Change Research* 14 (3): 347-362. DOI: 10.1016/j.accre.2023.04.004

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2141898>

En sammenligning mellom satellittbaserte estimater, atmosfæriske reanalyser, og in situ observasjoner under vinterklimaet over arktisk sjøis

I Polhavet og tilgrensende områder finnes det svært få direkte målinger av fysiske forhold, særskilt om vinteren. Derfor må vi ofte ta i bruk atmosfæriske modeller, reanalyser, satellittdata, og klimamodeller for å studere klimavariasjoner og -endringer. I reanalyser blir det brukt observasjoner fra hele verden sammen med en værmodell for å beregne et estimat for atmosfærens tilstand, også for områder hvor det er mangel på direkte målinger. Derfor er data i reanalyser mer usikre i områder med manglende observasjoner, noe som er viktig å ta hensyn til under forsøk på å verifisere og forbedre klima- og værmodeller. I vår studie

benyttet vi unike atmosfæriske observasjoner fra den NP-ledede ekspedisjonen N-ICE2015, som foregikk i Polhavet nord for Svalbard fra januar til juni i 2015, til å evaluere data fra reanalyser og satellitt. Dette ga en sjelden mulighet til å gjøre en evaluering for dette området om vinteren. Resultatene er varierende, og noen langvarige problemer finnes fortsatt i nye produkter, inkludert betydelige avvik. Generelt sett virker reanalyser bedre enn satellittdataprodukter for overflaten av sjøis, men begge har atskillige avvik fra våre direkte observasjoner. Våre resultater viser også et problem knyttet til hvordan reanalysedata presenteres – oftest som gjennomsnittverdier over et stort område med en blanding av is og åpent hav. Selv om det bare er noen få prosent av området som er åpent hav, har dette stor påvirkning på gjennomsnittlig utveksling av varme og vanndamp. At det ikke skilles mellom verdier for isdekke og for åpent hav i reanalyse-datasett, medfører at det er vanskelig å evaluere reanalysene eller bruke dem til å modellere sjøis. Våre resultater gir nyttig kunnskap om reanalyser, hvilke produkter som egner seg best i fremtidige studier, og hvilke parametere som det bør vies mest forsiktig med. Vi tror resultatene også vil bli benyttet til å forbedre eksisterende reanalyse- og satellittdataproduktene.

115. Zoller, K., Laberg, J.S., Rydningen, T.A., **Husum, K.**, Forwick, M., 2023. A High Arctic inner shelf–fjord system from the Last Glacial Maximum to the present: Bessel Fjord and southwest Dove Bugt, northeastern Greenland. *Climate of the Past* 19: 1321-1343. DOI: <https://doi.org/10.5194/cp-19-1321-2023>

Cristin: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2163259>

Utvikling av et arktisk fjordsystem fra istid til nåtid: Besselfjord og Dovebuk, nordøst Grønland

Grønlandsisen (GrIS) reagerer raskt på dagens klima. Derfor er responsen på den forventede fremtidige oppvarmingen bekymringsfull. For å lære mer om virkningen av fremtidig klimaoppvarming på isen, er det viktig å dekode detaljer om endringer i isen fra tidligere perioder med et varmere klima enn dagens. Denne studien inkluderer data fra Nordøst Grønland som dekker slutten av siste istid og det holocene termiske maksimum (HTM), en periode hvor klimaet var varmere enn det er i dag. I studien brukes nye batymetriske data og sedimentkjerner for å forbedre vår forståelse av isdynamikken til GrIS i et indre sokkel- og fjordmiljø og gi en paleomiljømessig rekonstruksjon av sørvestlige Dove Bugt og Besselfjorden siden siste istid (LGM). Under siste istid var området dekket av en isstrøm. Da istiden sluttet minket isstrømmen og rykket mot vest. Underveis beveget isstrømmen seg flere ganger fram og tilbake igjen på grunn av kortere kuldeperioder og isdynamikk. For ca. 9000 år siden endte isstrømmen oppe på land og lengere mot vest enn dagens grense ute i fjorden. Det var under en klimaperiode hvor julitemperaturen var minst 2-3 C varmere enn i dag, og forholdene fra den gang kan brukes som analog for hvordan framtiden forhold kan bli. Den varmere periode sluttet og isstrømmen begynte å rykke fram til dagens grense, som den nådde for rundt 6000 år siden. Denne ny viten har vist at under en klimaoppvarming vil de mindre isstrømmer fra den nordøstlige Grønlandske isstrømmen reduseres gjennom en gradvis og dynamisk prosess i fjordsystemet.

116. Aarflot, J.M., Eriksen, E., Prokopchuk, I., Svensen, C., Søreide, J.E., **Wold, A.** and Skogen, M.D. 2023. New insights into the Barents Sea *Calanus glacialis* population dynamics and distribution. Progress in Oceanography 2017: 103106. Journal link: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103106>

Cristin database link: <https://app.cristin.no/results/show.jsf?id=2171148>

Ny innsikt i bestandsdynamikken og utbredelsen av Calanus glacialis i Barentshavet

Arktiske kopepoder er livsviktig mat for planktonspisende fisk i polare økosystemer, men utfordrende å studere på grunn av avsidesliggende beliggenhet. Modeller kan bidra med høyere romlig og tidsmessig oppløsning og individbaserte modeller (IBMs) er nyttige siden de inkluderer individuell variasjon som er typisk for kopepod-populasjoner. Her presenterer vi en IBM for den arktiske kopepoden *Calanus glacialis*, en sentral art i nordlige områder av Barentshavet. Modellen er koblet til en tredimensjonal fysisk-biologisk modell, og en IBM for den tilsvarende atlantiske arten *C. finmarchicus*. Modellen utfyller sesongmessige "hull" i populasjonsdynamikk studier som skyldes manglende prøvetaking i enkelte perioder av året. Simuleringene våre antyder at både i atlantiske og arktiske områder av Barentshavet er det høyest eggproduksjon i juli, og kopepoditt stadiet 3 er det dominerende overvintringsstadiet og at de migrer ned til overvintringsdyp mellom juli og september. Total biomasse (karbon) av populasjon er 5 ganger høyere enn sesongminimumene og er drevet av sesongmessig vekst. Det er eldre kopepoditt stadier som C4, C5 og voksne som bidrar til økning i biomasse på sensommer og høst. Havstrømmer sprer bestanden over et stort område, med et skille mellom *C. glacialis* og *C. finmarchicus* i henholdsvis det nordlige og det sørlige Barentshavet. Det er en blanding mellom 1- og 2-års livssykluser i modellpopulasjonen, og individer som har tilbrakt en større del av livet nord for 77 °N hvor er kaldere og kortere vekstsesongen trenger ofte to år for å nå voksen stadiet. Et gjenstående spørsmål er hvor kilden til *C. glacialis* bestanden i dette økosystemet befinner seg, og om bestanden er avhengig av lokal overlevelse og reproduksjon eller kontinuerlig tilførsel fra en bestand utenfor Barentshavet.