

Fram Forum

FRAM – Nordområdesenter for klima- og miljøforskning

NORSK UTGAVE

2025

VARMERE HAV GIR FLERE ARTER I TRÅLEN, MEN TRUER LOKALE FISKESAMFUNN

SIDE 72

FREMTIDEN
FOR ARKTISKE
KYSTØKOSYSTEMER

SIDE 52

HVA VET
FORSKERNE OM
PUKKELAKSEN?

SIDE 92

RETROSPEKTIV:
FORSKERNES INNSATS FOR
Å GJØRE SVALBARD NORSK

SIDE 96

Foto: Cleo Davie-Martin / NILU



Fra gater til hav: Nye, grønnere måter å analysere snøforurensning på
Cleo Davie-Martin et al *Side 20*

Foto: Lena Seuthe / UIT Norges arktiske universitet



Bølgemålingsbøyer for en bedre naturfagsundervisning
Lena Seuthe *Side 30*

Foto: Geir Wing Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt



Fremtiden for arktiske kystøkosystemer
Geir Wing Gabrielsen et al *Side 52*

- 4
- Hva det handler om
- Helge M. Markusson
- 6
- Profil: Tone Reiertsen: Sjøfuglmesteren
- Helge M. Markusson
- 14
- Hjemmekjære hvalrosser
- Lonnie Mikkelsen et al
- 20
- Fra gater til hav: Nye, grønnere måter å analysere snøforurensning på
- Cleo Davie-Martin et al
- 24
- Utvikling av bærekraftige matsystemer og vurdering av risiko langs en kyst i endring
- Kathy Dunlop et al
- 30
- Bølgemålingsbøyer for en bedre naturfagsundervisning
- Lena Seuthe
- 32
- Surf ’n’ turf: Mer bærekraftig mat fra både land og sjø i Nord-Norge?
- Eirik Mikkelsen og Ellen Elverland
- 38
- Bærekraftig forvaltning av jordbruksarealer i Nord-Norge
- John Olav Oldertrøen og Morten Günther
- 46
- Vitenskapelig dykking i arktiske tareskoger for å påvise klimarelaterte endringer
- Haakon Hop et al
- 52
- Fremtiden for arktiske kystøkosystemer
- Geir Wing Gabrielsen et al
- 58
- Den største forflytningen av dyr på planeten
- Kanchana Bandara
- 62
- Folkeforskning for en helhetlig forståelse av klimaendringer
- Ann Eileen Lennert et al
- 68
- Tretti år med overvåking av miljøgifter langs den arktiske kysten
- Merete Schøyen et al
- 72
- Varmere hav gir flere arter i trålen, men truer lokale fiskesamfunn
- Vibeke Lund Pettersen og Ellen Kathrine Bludd
- 76
- Kamp mot kålfluer, en voksende trussel mot arktisk landbruk
- Siri Elise Dybdal
- 82
- Endringsdrivere i Svalbards fjorder
- Pedro Duarte et al
- 88
- Arktis fortsetter å varmes opp raskere enn globalt gjennomsnitt
- Helge M. Markusson

Foto: Guttorm Christensen / Akvaplan-niva



Tretti år med overvåking av miljøgifter langs den arktiske kysten
Merete Schøyen et al. *Side 68*

Foto: Ulrike Naumann / Tromspøtet



Kamp mot kålfluer, en voksende trussel mot arktisk landbruk
Siri Elise Dybdal et al *Side 76*

Foto: Erling Svensen



Et kystbarometer for å balansere blå vekst for Nord-Norges fremtid
Emma Vogel et al *Side 104*

- 92
- Fra fjell til fjord – økologisk påvirkning av pukkellaksyngel
- Kathy Dunlop et al
- 96
- Retrospektiv: Forskernes innsats for å gjøre Svalbard norsk
- Harald Dag Jølle
- 104
- Et kystbarometer for å balansere blå vekst for Nord-Norges fremtid
- Emma Vogel et al
- 110
- Utforskning av observasjonsbaserte forvaltningsområder for det sentrale Polhavet
- Paul A Dodd et al
- 118
- Spredningen av krebling i Nord-Norge – en økologisk utfordring
- Kathrine Torday Gulden
- 126
- Bedre steinbitfôr
- Terese Vollstad-Giæver og Atle Foss
- 128
- Målet er bedre samspill mellom forskere og institutter
- Anna Nikolopoulos et al
- 132
- To usedvanlig varme somre i den norske delen av Arktis
- Rolf A. Ims et al
- 140
- Ny kunnskap om livet i det nordlige Barentshavet
- Zoe Koenig et al
- 144
- Blåisområder: Antarktis skjulte oaser
- Aga Nowak et al
- 148
- Utenfor mitt eget økosystem!
- Pernilla Carlsson et al
- 154
- Dekoding av frosne budskap – Torgny Vinjes is- og klimalaboratorium
- Sebastian Gerland et al
- 158
- Forskerne kommer, fra idé til turné
- Helge M. Markusson
- 160
- NGI nytt medlem av Framsenteret
- Helge M. Markusson
- 162
- Retrospektiv: Hvordan Leonhard Seppala ble verdens mest berømte hundekjører
- Christine Smith-Simonsen og Ellen Kathrine Bludd

Hva det handler om

Av **Helge M. Markusson** // Leder, formidlingsgruppa i Framsenteret

VI STÅR FORAN VALG. Ikke bare hvert annet år, men hele tiden. Politikere, forvaltere og næringsdrivende. Og folk flest. Vi møter dilemmaer hele tiden. Det hender det tas feil avgjørelser, noen kan omgjøres, men ikke alle. En ting er å velge feil farge i stua, du kan alltid male over. Verre er det når vi tar gale avgjørelser som påvirker miljø og klima.

Nedbygging av natur, utryddelse av dyre- og fuglearter. Overfiske, forurensing og mer ustabil vær på grunn av klimaendringer. Det hender ikke bare hos naboene, men hos oss. Og det vi gjør påvirker andre. Alt henger sammen med alt.

Man skal feire de jubileene og milepælene man kan, og i 2025 er det mange fine anledninger til festtale og skål. En liten milepæl er at det er 15 år siden FRAM - Nordområdesenter for klima- og miljø, til daglig Framsenteret, ble realisert. 29. september 2010 åpnet daværende statsminister Jens Stoltenberg det som skulle bli et av de det mest tydelige trekkene i nordområdesatsingen.

Et forskningssamarbeid bestående av de sentrale forskningsaktørene i nord, som i dag har vokst til 20 medlemsinstitusjoner. Mange av dem samlet i et bygg i Tromsø, Framsenteret, som også er vertskap for Arktisk Råds sekretariat. Framsenteret er det sentrale møtestedet i den arktiske hovedstaden, i skjæringspunktet mellom forskning, forvaltning, næring og politikk.

Vi skal gjøre det hver enkelt ikke kan gjøre alene, det er fundamentet i forskningssamarbeidet i Framsenteret. Vi er finansiert over statsbudsjettet, via Klima- og miljødepartementet. Pengene bruker vi på felles forskning, nettverksbygging og formidling.

I Framsenteret samarbeider vi i 2025 om 19 forskningsprogrammer og prosjekter. De har varighet fra ett til fem år. Til sammen involverer det rundt 400 forskere og teknikere.

Siden 2012 har vi utgitt Fram Forum, et engelsk-språklig magasin der forskinga som gjøres i medlemsinstitusjonene og i felleskap blir formidlet. Etter mange oppfordringer kommer nå Fram Forum i norsk utgave. I tillegg til papirutgaven finnes også artiklene i pdf-utgave og digitalt på våre nettsider, framsenteret.no og framforum.com.

Denne utgaven er stor og mangfoldig. Fra ferske forskningsresultater til historiske tilbakeblikk. Vi begynner med det siste først. I 2025 er det 100 år siden Svalbardtraktaten tredde i kraft, sagt forenklet: Svalbard ble norsk.

I denne kampen inntok vitenskapsmenn en sentral rolle. Men den største polarforskeren av dem alle, var fraværende. Hva er arven etter Fritjof Nansen i norsk svalbardforskning? Det svarer historiker i Norsk Polarinstitut, Harald Dag Jølle, på i vår retrospektive artikkel på side 96.

Hvis du har du gått i fjellet, og tatt en rast. Strukket ryggen i all den deilige lyngen, du kjenner følelsen. Lyng! Men det er ikke alt som er like bra med det. I Nord-Norge er det en økologisk endring på gang som både forskere og lokalsamfunn er opptatt av. Kreklingen brer stadig mer om seg og skaper store endringer i landskapet. Planten ser også ut til å trives under tøffe forhold, og frigjør biokjemikalier som hemmer nyetablering av konkurrerende planter. Denne undertrykkelsen av andre plantearter skaper betydelige utfordringer når man ønsker å gjenopprette og bevare ulike økosystemer. Mer i Kathrine Torday Guldens (NIBIO) artikkel på side 118.

Bærekraftig utvikling av matproduserende sektorer krever en grundig forståelse av sektorenes miljøpåvirkning. Det vil si hvordan den samlede matproduksjonen utgjør en risiko for det kystnære havmiljøet. Dette er en utfordring som forskningsprogrammet CoastShift ved Framsenteret tar for seg, med forskere ved Havforskningsinstituttet, Akvaplan-niva og Norsk Institutt for bioøkonomi (NIBIO). Les mer på side 24.

Dette er bare tre smakebiter på hva du kan lese i denne første norske utgaven av Fram Forum.

God lesing! ■

Utgiver

Framsenteret Drift AS, på vegne av FRAM – Nordområdesenter for klima- og miljøforskning

Ansvarlig redaktør

Helge M. Markusson
Framsenteret
// helge.markusson@framsenteret.no

Redaktør, engelsk utgave

Janet Holmén

Redaksjonskomite

Trude Borch
Akvaplan-niva

Morten Günther

NIBIO

Elin Vinje Jenssen

Norsk Polarinstitut

Vibeke Lund Pettersen

Havforskningsinstituttet

Ellen Kathrine Bludd

UiT Norges arktiske universitet

Christine F Solbakken

NILU

Forsidefoto

Jørn Berger-Nyvoll, UiT Norges arktiske universitet

Layout

Tank Design Tromsø AS
www.tank.no

Trykk

Lundblad Media AS

Norsk utgave i pdf-format og engelsk versjon

www.framforum.com

Kontaktinformasjon

FRAM Forum
Framsenteret Drift AS
POB 6606 Stakkevollan, N-9296 Tromsø

www.framsenteret.no
post@framsenteret.no



Helge M. Markussen // Framsenteret

Sjøfugl- mesteren

PROFIL

Når journalister trenger en ekspertuttalelse om sjøfugler, ringer de henne. Og hun tar telefonen. Tone Kristin Reiertsen har som nyttårsforsett å formidle skamløst!

Tone Kristin Reiertsen

Alder: 51

Tittel: Forsker NINA

Bosted: Tromsø

Familie: Gift, tre barn

Foto: Ingun Alette Mæhlum



DET SKAL HANDLE MYE OM SJØFUGLER.

Men det høyere studieløpet til Tone Kristin Reiertsen starta med hovedfag, på det som da het Universitet i Tromsø, på en liten hagefugl som svært mange har sett.

– Svarthvit fluesnapper, en sånn liten fuglekassehekker, og jeg gjorde arbeidet inne i en dal i Balsfjord. Det var der jeg startet, men jeg hadde egentlig veldig lyst til å jobbe med sjøfugler, og i 1998 ringte jeg til NINA og spurte om de hadde noen oppgaver på sjøfugl.

Nei, nå har vi fullt av studenter som jobber med sjøfugler, var svaret hun fikk. Tone utforsket derfor muligheten for et hovedfagsstudie på jerv og reinsdyr, men et tilfeldig møte med forskerne på NINA like før hun skulle møte jerveforskerne, førte til tilbud om en oppgave på fugl.

– Kullet i -98 var kjempestort. Vanskeligheter på jobbmarkedet var nok en årsak. Det var lettere å studere på den tiden. Alle fikk studielån og vi klarte oss på studielån. Nå er det annerledes. Studenter i dag, er nødt til å jobbe ved siden. For oss lå alle muligheter der, uansett hvilken bakgrunn vi hadde. Så var det kanskje litt i tiden med miljøvern og sånne ting. Folk var opptatt av det; natur og friluftsliv og Tromsø var en fin plass å komme til. Det var kjempeartig, og vi hadde ikke noe tidspress på oss heller. Vi var en gjeng

VARSLERNE PÅ MYKEN

Tone Reiertsen er fra Myken, ei lita øy langt ute i havet utenfor Nordland. Arv og miljø har alt å si. Også hennes interesse for sjøfugl.

– Hvordan skal man begynne da når det gjelder de tingene? Jeg har jo vokst opp i et lite øyvær. Jeg har skjønt, merkelig nok siden det å ta en doktorgrad ikke var gitt for en som meg, vokst opp i en ikke-akademisk familie, at det er en rød tråd fra min families sterke tilknytning til sjøfugl. Noe som har vært en stor inspirasjon og har ført meg mot en doktorgrad på sjøfugl. I ettertid har jeg skjønt at familien min hadde masse kunnskap om sjøfugler. De var jo fuglevoktere.

Så det har det vel noe med at sjøfuglene er varslere?

– Ja, på fagspråket kaller vi det indikatorer. Indikatorer på hvordan det står til ute i havet. Og de her fiskerne, som slekta mi har vært i generasjoner, de var helt avhengig av denne kunnskapen. Hvor var fisken, og hvordan endret det seg? De så på alle tegn i naturen, og tolket dem. Måsen, som mange her i Tromsø ikke liker, som er forhatt, den var en del av det hele. Det kunne være ulikt syn på den der ute på Myken også, men folk hadde respekt for hele greia. Måsen kunne fortelle dem at hvis den la lite egg, så da var det lite mat i havet, og da var det også et varsel på at det gikk dårlig med fiskeriet.

Det du oppdaget når begynte å studere sjøfugler, var at muntlig overlevering av nedarvet kunnskap har ganske mye å si. Er det undervurdert, tror du?

– Ja, jeg opplever at når man ser på naturvitenskapen og norsk forvaltning og det hele, så kan det framstå ovenfra og ned. Her er ekspertene, her er det vi som sitter på kunnskapen! Nå er det jo i tiden at man skal løfte opp lokalkunnskap og tradisjonskunnskap, og da får jeg det selv også midt i fleisen. Jeg synes det er viktig å anerkjenne at det finnes mange typer kunnskap, og jeg har blitt mer ydmyk ettersom jeg har fått innsikt i hva slags kunnskap lokal og tradisjons-kunnskapen er. Eksempelvis folk vet ikke hvorfor de skal flytte potetåkrene. Men de vet at de skal gjøre det. De kan kanskje ikke forklare det med de faglige ordene. Men det ligger ganske mange generasjoner med kunnskap om hvorfor man gjør sånn og sånn, noe som de er fortalt av sine besteforeldre og så videre. Konsekvensen av å ikke gjøre det riktig eller å feile eller ikke forstå det hele kunne være store; de fikk ikke mat på bordet, i form av poteter, hvis de ikke gjorde det riktig. Det ekspertene lærer ved å lese bøker, har våre forfedre lært gjennom erfaring og tilknytning til naturen. Noen ganger er ikke denne kunnskapen så forskjellig fra ekspertenes. Men en ting vi kanskje ikke lærer fra naturvitenskapen er omsorgen for natur. I mange tradisjonskunnskaper er det en sterk omsorg for naturen, som er en drivkraft mot mer bærekraftig bruk. Kanskje har vi alle noe å lære av det, sier Reiertsen.

ULIKE ROLLER UTFORDRER



Foto: Ingun Alette Mæhlum



Tone Reiertsen at work high up on a bird cliff at Hornøya.

Foto: Norwegian Institute for Nature Research

I dagens norske mediebilde og offentligheten ellers har det i de siste årene vært satt et stadig sterkere søkelys på at stadig mer, og til dels uberørt, natur bygges ned til fordel for blant annet næringsarealer og samferdsel. Både som forsker og privatperson lar Reiertsen seg engasjere.

- Hva er verdien av land? Hva er verdien av det hele? Lovverket er jo laget sånn at det ofte blir praktisert slik at utbyggerne kan utfolde seg så langt de kan innenfor lovens rammer. Jeg trodde at loven var laget for å ta vare på natur og sørge for at arter ikke dør ut, og for å ta vare på de lokale fine tingene, Inntrykket er derimot at den er laget mer for å ivareta menneskers kortsiktige gevinst enn naturens, og da vinner oftest næringslivet. Gjerne de store aktørene som ofte kommer utenifra, mens de lokale verdiene, eksempelvis det å plukke molte på myra eller dra ut på den holmen for å sanke egg, slike verdier blir ikke hørt i samme grad.

Mener du at du som forsker og som

en kapasitet blir hørt når du sier disse tingene? Eller føler du at du blir beskyldt for å være en aktivist?

- Der er du jo inne på akkurat det som er vanskelig i den forskningsrollen man har. Man skal ikke vise følelser som jeg gjør nå og man skal belyse alle sider av en sak. Naturvitenskapelig forskning har som mål å være objektiv, og det er kjempevanskelig særlig når du blir så berørt. På den ene siden så er jeg Tone Reiertsen som er et menneske som har vokst opp og som bor i dette. På andre siden skal jeg være ganske kynisk og gi klare råd. Som jeg vet, kan brukes i begge retninger. Og det er jo det som er problemet med naturvitenskapen. Fordi vi hele tiden gir et råd ut ifra hvor sikre vi er, og så er det en viss form for usikkerhet i resultatene. Og så vet du at noen kan velge å bruke usikkerheten til sin fordel. Og da er det ofte hvem som har tyngst stemme som får gjennomslag. Klimaforskere sier det samme; det er jo nesten sånn at de tør nesten ikke å heve stemmen lenger for at det er så mange som har et annet syn, man blir redd for bråk!

KRYKKJA



Foto: Ingun Alette Mæhlum

Er det en art du er kjent for, så er det krykkja. For ti år siden hatet byfolk den lille måsearten. Hvorfor skulle de absolutt hekke her? Byrotter! Nå bygger vi hotell for dem. Hva skjedde?

- Ja, debatten var så polarisert, og det kjentes ut som en helt håpløs greie. Og i starten, særlig i mediebildet, var det jo bare hat. Så det var sånn at hvis en forsker kom og sa, ja, vi må ta vare på måsen, så var man en idiot. Det var utrolig mange sterke ord, og mye hat, Måsen var en pest!

- Så vi startet med å opplyse folk om at det var ulike arter måser og fortelle om hvorfor de kom hit. At årsakene var knyttet til store miljøendringer og at de fleste måser er truet og trenger at vi tar vare på dem. Vi måtte få folk til å skjønne forskjellen på artene, at det er ulike problemstillinger, tilnærminger, og løsninger. Dette krevde nitidig gjentakelse av kunnskap til media og publikum generelt. Vi har jobbet opp imot kommune, vi har jobbet mot lokalbefolkning. Vi oppdaget veldig fort at det var forskjell på holdninger i byene og ellers. Det var mye større aksept for måsene ute ved kysten enn i byen. Mens i byen var holdningen oftest; her skal den ikke være, den skal tilbake til kysten. Men så har den begynt å komme inn i byen, som medførte utrolig komplekse problemstillinger rundt det hele da. Men så følte jeg at vi måtte bygge lokal kunnskap, i kysten fantes jo denne lokalkunnskapen, mens i byen fantes den ikke. Så vi måtte etablere denne kunnskapen for å øke forståelsen og aksept for løsninger, forteller Reiertsen.

Det hjalp. Tone og de andre sjøfugltilhengerne merket en gradvis bevegelse i folks holdninger.

SKAMLØS FORMIDLER

En nyttårsaften påla hun seg selv et nyttårsforsett: i år skal jeg drive med skamløs formidling! Det har fungert, selv om det er utfordrende for en ganske så stillfaren person. Det gjaller ikke i gangene der Tone beveger seg. Og hvorfor skulle hun gidde?

Kanskje vi bare skal slutte med det her, og bare holde på med vår forskning, og så bare la det skure og gå, men så registrerte vi de gradvise endringene. Så da tok vi hver en telefon som kom, fra diverse medier, fra alle, stilte opp på alle foredrag jeg hadde mulighetene til, var med og skrev debattinnlegg i byen, ting på ting. Og så begynte ting å skje, og jo mer man stilte opp, jo flere henvendelser fikk man, og så tok det liksom helt av. Det endret det totalt, og vi merket at det kom til en gruppe i byen som begynte å vise omsorg for fuglene. Og så fikk man kommunen med på laget for å bygge krykkjehotellene.

Debatten er ikke så polarisert lenger. Tone



Foto: Ingun Alette Mæhlum

opplever å stå på treningssenteret og høre fremmede som sier; stakkars krykkja, hun dør jo av denne fugleinfluenta, la de bare kakle, det er jo ikke så ille!

- Det er de små dryppene hele tiden. Man må legge eggene i mange kurver. Man må spre det utover. Det hjelper ikke bare å dra på en konferanse og bli ferdig med det. Eller skrive den ene artikkelen. Nei, det er egentlig en ganske krevende oppgave. Det er de små stegene og de små dryppene, og det betyr at du må hele tiden være på.

HORNØYA

I 2016 gikk Tone Reiertsen fra å være en anonym forsker til å bli fjes som vistes på TV. NRK produserte 5 ukers direktesending på TV, minutt for minutt, fra fuglefjellet på Hornøya i Finnmark. Ikke bare for det norske publikummet, men også resten av Norden. Reiertsen var en av forskerne som ble utvalgt til å stille i prime-time for å kommentere det vi fikk se, og svare på spørsmål som kom inn. Det var kjempeartig, men ganske heftig. Jeg hadde jo ikke så mye erfaring med å jobbe på den måten.

Men det ble jo en boble der ute i fuglefjellet, og jeg tenkte ikke så mye på at dette gikk ut til hele landet. Vi var jo der, og vi levde med journalister hele tiden, men glemte at det var journalister. Det ble jo kollegaer, det var hyggelig, det var artig, det var kreativt. Og så var det kult med all den teknologien og alle de greiene.

Hun hadde et motiv for det hele. Reiertsen visste at situasjonen for sjøfugler var dårlig allerede da. Tanken var at hvis forskerne og NRK fikk vist dette fram på en fin måte, så vil folk bry seg mer om det, og så vil man få et større engasjement. Og det var akkurat det som skjedde.

MEDALJENS BAKSIDE

Men medaljen har en bakside. Hornøya var et veldig lett tilgjengelig fuglefjell som allerede var besøkt av mye turisme i 2016. Men mye vil ha mer. Det lokale næringslivet i en sårbar region grep sjansen og giret opp markedsføringa av Hornøya. Kom og se på fuglene!

Det ble for mange turister, og fuglene, som allerede var i nedgang ble forstyrret. Den voldsomme økningen gjorde forskerne veldig bekymret. Det ble for mye folk, rett og slett, og det var ikke noe godt system for å håndtere utfordringene som dette medførte.

- Jeg tror på samproduksjon av kunnskap og at man skal kunne få til ting, også for næringa. Men det er ingens interesse at man utnytter en ressurs så den ikke lenger er der i fremtiden. Det er hverken i turistnæringa eller andres interesse. Men i og med at det ofte er stor avstand mellom norsk forvaltning og det lokale, så er det en risiko at det blir avstand og tillitsbrudd som igjen kan føre til konsekvenser som ikke alltid blir bra for hverken det ene eller det andre. Det er noe med at vi skal leve langs kysten. Vi er jo spesielle i global målestokk, vi bor så langt nord, og samtidig har vi de temperaturer vi har, og de naturressursene som gjør det går an å leve her. Det er jo helt vanvittig. Vi får jo canadiere og amerikanere på besøk som er helt sjokkert når de ser på kartet hvor vi bor og så er det bare 6-7 minusgrader om vinteren, sier Reiertsen og peker opp mot et imaginært kart.

Hun registrerer det som skjer i Tromsø nå. Byen har satt tidenes turistrekord, i år er det 26

direkteruter til utenlandske destinasjoner, turistene er overalt, ikke bare i bysentrum, men også i naturen. Det er rent for meget, mener flere.

- Det var det som var i ferd med å skje på Hornøya, og man var ikke forberedt på det. Det sviktet i besøksforvaltningen og verktøyene for å håndtere dette var ikke på plass. Hadde det vært på plass, så hadde situasjonen vært en annen. Men nå står hele Hornøya i ferd med å bli helt stengt for besøkende. Slitasjen er for stor, det er stor påvirkning på fuglene. Jeg tror ikke svaret er å stenge alt, med heller å få løftet den lokale omsorgen frem og samarbeide mot en forsvarlig besøksforvaltning.

ARVEN

–Tilbake til Hornøya: du arvet på en måte Hornøya?

- Jeg har i hvert fall overtatt et ansvar for å videreføre overvåkingen av sjøfugl der. Rob Barret fra Tromsø universitetsmuseum startet overvåkinga av fuglelivet på Hornøya i 1979/80. Hver sommer dro han dit; tellinger, ringmerking, måling av egg, for så dra til Tromsø og analysere, når sommeren var over. Det var før SEAPOP, og utgjør nå en av nøkkel-lokalitetene og grunnfjellet i SEAPOP, som er det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl.

Når Tone kom dit første gang som vitenskapelig assistent i 2005, hadde hun aldri satt sine bein i et fuglefjell.

- Jeg hadde høydeskrekk og ikke visste helt hva jeg holdt på med. Fuglefjellforsker, det blir jeg i hvert fall ikke, tenkte jeg! Men jeg fortsatte å være der, og så fikk jeg muligheten til å begynne på doktorgraden i 2009. Når jeg var ferdig i 2013, begynte Rob å si at han hadde vært der i mange, mange år, og at det begynte å bli litt mye. Så da fikk jeg tilbud om å overta hans del av ansvaret for overvåkingen. Som selvfølgelig var en stor ære, men også fylte meg med ærefrykt. Noen år senere trakk også en annen kjempe i sjøfuglverdenen seg fra feltlivet på Hornøya, Kjell Einar Erikstad, og jeg fikk alt ansvaret lagt i hendene. Det er jo et stort ansvar, som jeg har kjent veldig på. Det betyr også at jeg må dra dit hver sommer og være der i

ukesvis, noe som jeg ikke har noe imot. Men jeg mister jo noe tid med familien, mister noen somrer og sånne ting som vanlige folk har. Men, det er kjempeflott og viktig å få lov å jobbe med sjøfugl og opprettholde de lange tidsseriene som to store kjemper har gjort før meg, sier Reiertsen.

Samtidig kjenner hun på ansvaret for å gjøre det like bra og holde ting vedlike.

Du har vært på Hornøya i snart 20 år. Føler du at holdninga til forskere har endret seg?

- Det er en verden i endring. Både fra naturens side og i samfunnet skjer det store endringer. Det å være på en sånn plass år etter år, så er jeg ikke bare en forsker som kommer og gjør mine ting, men blir på en måte en del av det samfunnet. Jeg er nødt til å forholde meg til det, inkludert ansvaret med å bringe den lokale kunnskapen videre.

- Jeg føler ikke at vi forskere har et dårlig forhold til folk i Vardø. Men det er jo sånn; vi kommer utenifra, det må vi være klar over. Vardøs og Finnmarks historie har en kolonialistisk historie i seg. Av og til kjenner jeg litt på de der motsetningene. Når jeg får tilbud, holder jeg foredrag så ofte jeg kan der. Jeg har tro på å bygge allianser mellom ekspert- og lokal-kunnskapen. Og en ting har vi felles - omsorgen for sjøfuglene. Der har vi et felles mål. Jeg ser på min rolle som forsker, også som en som formidler kunnskap og på den måten støtter eller bygger lokal-kunnskapen og den lokale omsorgen for fuglene. Dette tror jeg er mer viktig enn noen gang nå som vi lever i en naturkrise. Vi trenger å samarbeide og bygge en levende kyst sammen - både ekspertene og de som bor der, påpeker Tone Kristin Reiertsen. ■

Lonnie Mikkelsen, Kit M Kovacs, Marie-Anne Blanchet* og Christian Lydersen // Norsk Polarinstitutt
Gary Brodin // Pathtrack Ltd, Otley, Storbritannia

Hjemmekjære hvalrosser

FORSKERNE FORTELLER

Hvis du synes det er noe kjent med hvalrossen du ser andre gang du passerer liggeplassen på Sarstangen, kan det stemme. Slik vet forskere at hvalrosser har favorittsteder som de vender tilbake til.

HVALROSSENE PÅ SVALBARD og Franz Josefs Land er en genetisk distinkt bestand. Etter nesten å ha blitt utryddet som følge av jakt ble de vernet i 1952. Bestanden er nå i en positiv utvikling. Flytelling av den delen av bestanden som lever på Svalbard, viser at antallet har mer enn doblet seg fra rundt 2600 i 2006 til rundt 5500 i 2018. Svalbards hvalrossbestand er sterkt dominert av hanner, selv om antallet av mor-kalv-par har økt den siste tiden, spesielt på nordøst-Svalbard.

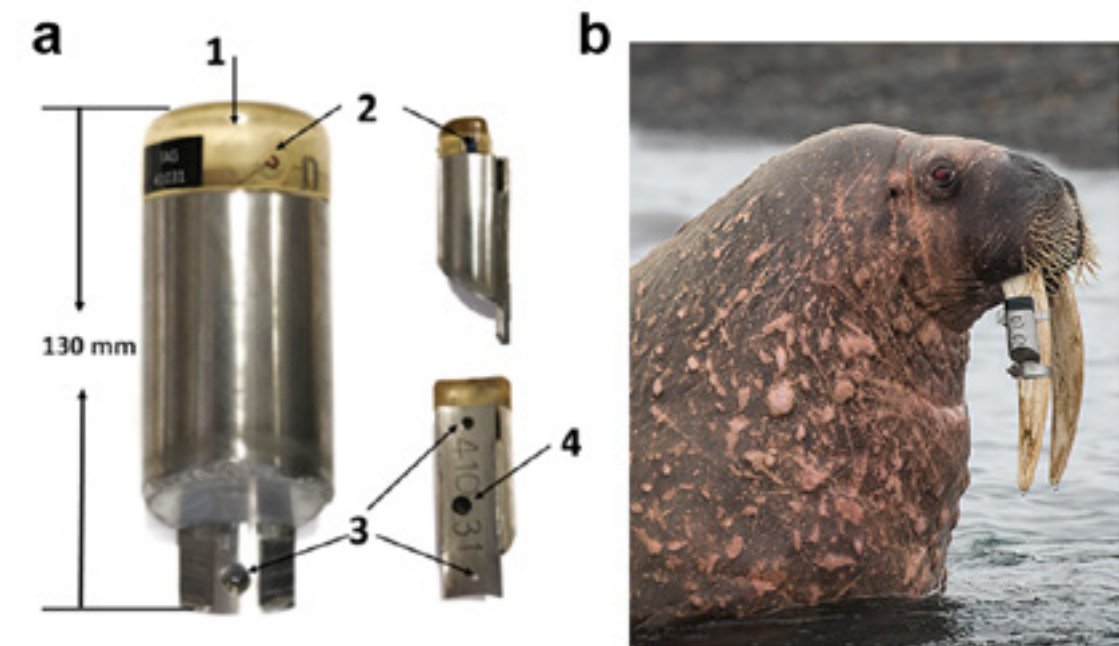
Seler kan spores ved å lime sendere på pelsen. Hvalrosser har lite pels, men har til gjengjeld støttenner – et perfekt sted å feste ulike instrumenter. Følgelig har mange brukt sporingsenheter

festet til støttenner for å spore hvalrosser når de forflytter seg, og slik kastet lys over dyrenes bevegelser og dykkeatferd. Tidligere sporingsstudier av Svalbard-Franz Josefs Land-bestanden har vist at mange hvalrosshanner vandrer fra Svalbard mot Franz Josefs Land om høsten/vinteren, mest sannsynlig fordi de fleste hunnene er der. Flere yngleområder er identifisert langt inne i havisen mellom Svalbard og Franz Josef Land. I tillegg har noen få lange (> 1 år) tidsserier vist at noen hvalrosser vender tilbake til mer eller mindre de samme beiteområdene fra et år til det neste. Vi vet imidlertid ikke om dette er et generelt fenomen, og heller ikke om hvalrossene vender tilbake til de samme yngleområdene hvert år.

* Også tilknyttet UiT Norges arktiske universitet



Etter merkingsprosedyren er det godt å være tilbake blant venner
Foto: Kit M Kovacs / Norsk Polarinstitutt



GPS-logger montert på hvalrossstann. Spesialdesignede GPS-sporingsenheter ble montert på støttennene til hvalrosser på Svalbard. a) GPS-loggeren sett forfra, fra siden og bakfra. 1: epoksyinnkapslet GPS; 2: saltvannsbryter; 3: skruehull; 4: kommunikasjonsport. b) Hvalross med en logger med ID D0. Bildet tatt ett år etter at enheten ble montert. Foto: Burney Iversen



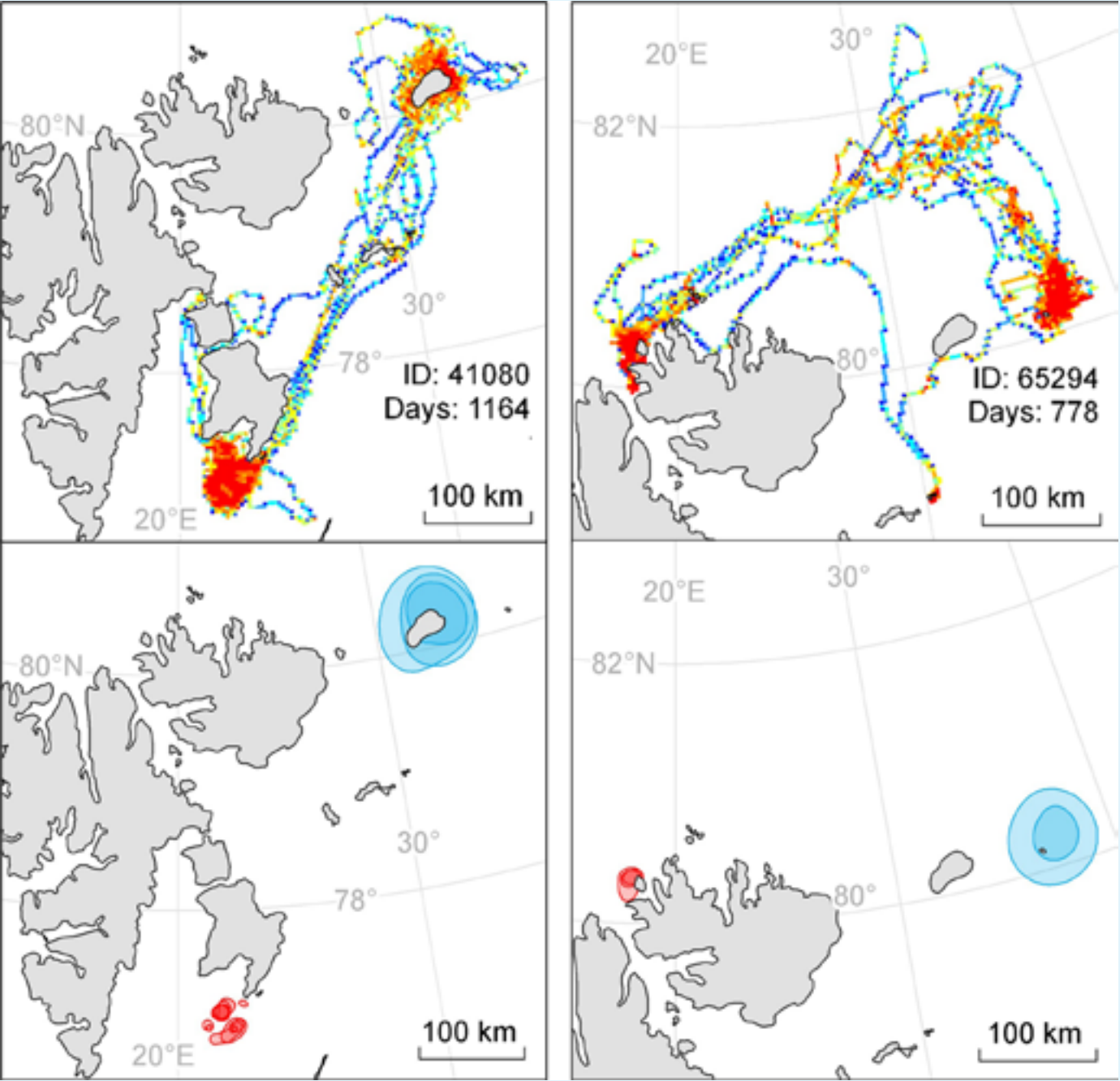
En hvalross som er i ferd med å våkne opp etter å ha blitt immobilisert – det er på tide å ta ut intuberingsrøret. En GPS-logger er festet til høyre støttann. Foto: Kit M Kovacs / Norsk Polarinstitutt

Selv om hvalrossstener er perfekte til å montere instrumenter på, har det vært noen logistiske utfordringer. Hovedproblemet har vært høy dødsrisiko i forbindelse med å bedøve disse store dyrene. For vårt studie utviklet vi en ny metode for å immobilisere hvalrossene. Vi brukte et nytt reverseringsmiddel, samt intubering og ventilasjon med 100 prosent oksygen, under håndtering og oppvåkning. Denne prosedyren var svært vellykket: Ingen av hvalrosserne som var med i dette studiet døde.

For vårt? studie ble også en ny GPS-sporingsenhet tilpasset hvalrosser utviklet i samarbeid med Sirtrack (nå Lotek.com) i New Zealand. Enhetene drives av litumbatterier med en forventet levetid på 5 år og henter inn GPS-posisjonen hver time. GPS-data som samles inn av loggerne, lastes ned via radiosignaler til mobile eller stasjonære mottakerstasjoner opptil 500 meter unna. Det ble satt opp stasjonære mottakerstasjoner ved åtte forskjellige hvalrossliggeplasser på Svalbard, og med disse nye dataloggerne kunne vi følge hvalrosser i flere år og studere bevegelsene deres. Vi kunne følge med på hvilke habitater de valgte, når de dro hvor, og om de vendte tilbake til de samme stedene.



Liggeplass for hvalross på Andréeetangen på Edgeøya. En mast med en mottaksstasjon ses i bakgrunnen. Hvis et dyr kommer innenfor 500 m fra stasjonen, blir data overført og lagret. Foto: Hallvard Strøm / Norsk Polarinstitutt



Sporingsdata fra to hvalrosser utstyrt med GPS-loggere på Svalbard. De øvre panelene viser «tid brukt i området». Varmere farger reflekterer mer tid brukt innenfor en piksel. De nedre panelene viser kjerneområder for de samme individene. Rødt indikerer sommerområder og blått vinterområder. Disse to hvalrossene ble sporet i henholdsvis 1164 og 778 dager. (Fra Mikkelsen et al. 2024)

Det ble montert GPS-loggere på 40 hvalrosshanner ulike steder på Svalbard. Av disse fikk vi innhentet data i mer enn et helt år fra 12 dyr. I gjennomsnitt fikk vi posisjoner for 933 dager for hvert av disse dyrene; hvalrossen vi fulgte lengst, fikk vi data for i 6,2 år. Hvalrossene viste tydelig sesongmessig vandringsatferd, og det var tydelig overlapp fra det ene året til det andre når det gjaldt valg av både sommer- og vinterområder. Individuer som vandret fra sør på Svalbard, dro alle sørover igjen om sommeren, og de som kom fra nord for Svalbard, vendte alle tilbake til sine nordlige sommerområder. Om vinteren vandret alle hvalrossene øst- eller nordøstover, til områdene rundt Kvitøya og Victoriaøya, slik man også har sett i tidligere studier. Sommerkjernehabitatene var kjennetegnet av grunt vann (median 18-89 m). Vinterområdene hadde dypere vann (median 91-144 m). Haviskonsentrasjonene varierte betydelig fra år til år og fra sted til sted, men vinterområdene hadde generelt mer havis enn sommerområdene. Alle sommerkjerneområdene hadde relativt høye haviskonsentrasjoner tidlig om sommeren, men var isfrie midt på sommeren.

Den totale avstanden en hvalross forflyttet seg per år, varierte fra 5 225 til 10 406 km, og denne avstanden var bemerkelsesverdig lik fra år til år for hvert enkelt individ. Også tidspunktet for individenes sesongmessige vandring var bemerkelsesverdig likt fra år til år, men varierte sterkt mellom individer. Selv om verken havis eller antall timer med dagslys hadde klar innvirkning på når hvalrossene vandret, påvirket havis forflytningssatferden. Hvalrossene valgte mer snirklete ruter når haviskonsentrasjonene var høye, både om sommeren og om vinteren.

Slik stedfasthet utvikler seg vanligvis når dyr opplever at tilgangen på vitale ressurser (her: mat og potensielle make) i et område er forutsigbar. De pågående klimaendringene forventes å endre miljøet drastisk, og dette vil kunne påvirke forutsigbarheten av ressurser hvalrosser er avhengige av. Det gjenstår å se om disse dyrene vil kunne omstille seg fra sine tilsynelatende ganske faste rutiner. ■

LES MER:

Lydersen C, Kovacs KM (2014) Walrus *Odobenus rosmarus* research in Svalbard, Norway, 2000-2010. NAMMCO Sci Publ 9: 175–190. <https://doi.org/10.7557/3.2613>

Mikkelsen L, Kovacs KM, Blanchet M-A, Brodin G, Lydersen C (2024) Interannual site fidelity by Svalbard walrus. Sci Rep 14: 15822: 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66370-w>

Ølberg R-A, Kovacs KM, Bertelsen MF, Semenova V, Lydersen C (2017) Short duration immobilization of Atlantic walrus (*Odobenus rosmarus rosmarus*) with etorphine, and reversal with naltrexone. J Zoo Wildl Med 48: 972–978. <https://doi.org/10.1638/2016-0232R.1>

Cleo Davie-Martin og Alexander Håland // NILU
 Kristine Bondo Pedersen // Akvaplan-niva
 Anne Katrine Normann // UiT Norges arktiske universitet

Fra gater til hav: Nye, grønnere måter å analysere snøforurensning på

FORSKERNE FORTELLER

Dumping av snø utenfor Framsenteret
 Foto: Cleo Davie-Martin / NILU

Hvert år blir tonnevis med snø forurensset med mikroplast fra dekkslitasje og andre trafikkrelaterte miljøgifter dumpet i havet.

TIL TROSS FOR AT SNØDUMPING er noe som skjer hver vinter, har vi begrenset kunnskap om virkningene av de forurensende stoffene som på denne måten transporteres fra veier til sjøen.

I prosjektet «DUMP - Direct analysis of Urban snow particulates for traffic-related Microplastic additives and Polycyclic aromatic hydrocarbons» satte et team av forskere i Tromsø seg fore å utvikle en mer miljøvennlig måte å analysere trafikkrelaterte miljøgifter i snø på.

GRØNN ANALYSE AV PARTIKLER I SNØ

- Vi står overfor et paradoks når vi skal analysere trafikkrelaterte miljøgifter. Før prøven kan analyseres, må den tas ut av det den er bundet til eller blandet med (for eksempel organisk materiale). Ved bruk av tradisjonelle laboratoriemetoder innebærer dette ekstraksjon med giftige løsemidler og omfattende renseprosedyrer. Det er derfor behov for å utvikle mer miljøvennlige laboratoriemetoder, og for å øke kunnskapen vår om de forurensende stoffene vi dumper i havet, sier prosjektleder Cleo Davie-Martin fra NILU.

Hun fortsetter: - Den nye, «grønn kjemi» metoden er basert på termisk desorpsjonsteknologi. Ved hjelp av rask oppvarming desorberes - det vil si frigjøres - forbindelsene vi er interessert i, direkte fra overflaten av en prøvematriks (i vårt tilfelle partikler i snø) inn i gassfasen for analyse.



Prosjektleder, Cleo Davie-Martin, samler inn nysnø.
Foto: Cleo Davie-Martin / NILU

Metoden innebærer å la gass passere gjennom spesielt utformede termiske desorpsjonsrør. De er av metall og konstruert for å tåle høye temperaturer. Dette muliggjør direkte analyse av faste prøver, uten behov for ekstra klargjøringstrinn.

EKSISTERENDE METODE I EN NY KONTEKST

Metoden tar sikte på direkte måling av partikler fra smeltet snø samlet inn på glassfiberfiltre (GFF). Denne tilnærmingen er mer miljøvennlig, mindre tidkrevende og mer kostnadseffektiv enn eksisterende metoder. Metoden ble først utviklet for polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH-er). PAH-er er en gruppe kjemikalier som forekommer naturlig i kull, råolje og bensin, men som også dannes via ufullstendig forbrenning, for eksempel når man kjører en bensindrevet bil.

Utvikling av metoden involverte testing av mange trinn av smeltevannsfiltrering og termisk desorpsjon. Eksempler på disse trinnene var volumet av smeltevann som kreves for å samle inn målbare nivåer av PAH-er, tørketiden som er nødvendig for at vann skal fordampe fra filtrene før analyse, og prøveoverføring under analyse. Til slutt hadde forskerne utviklet en metode som kunne dokumentere konsentrasjoner av PAH-er i partikler fra urban snø.

PRØVETAKING AV URBAN SNØ

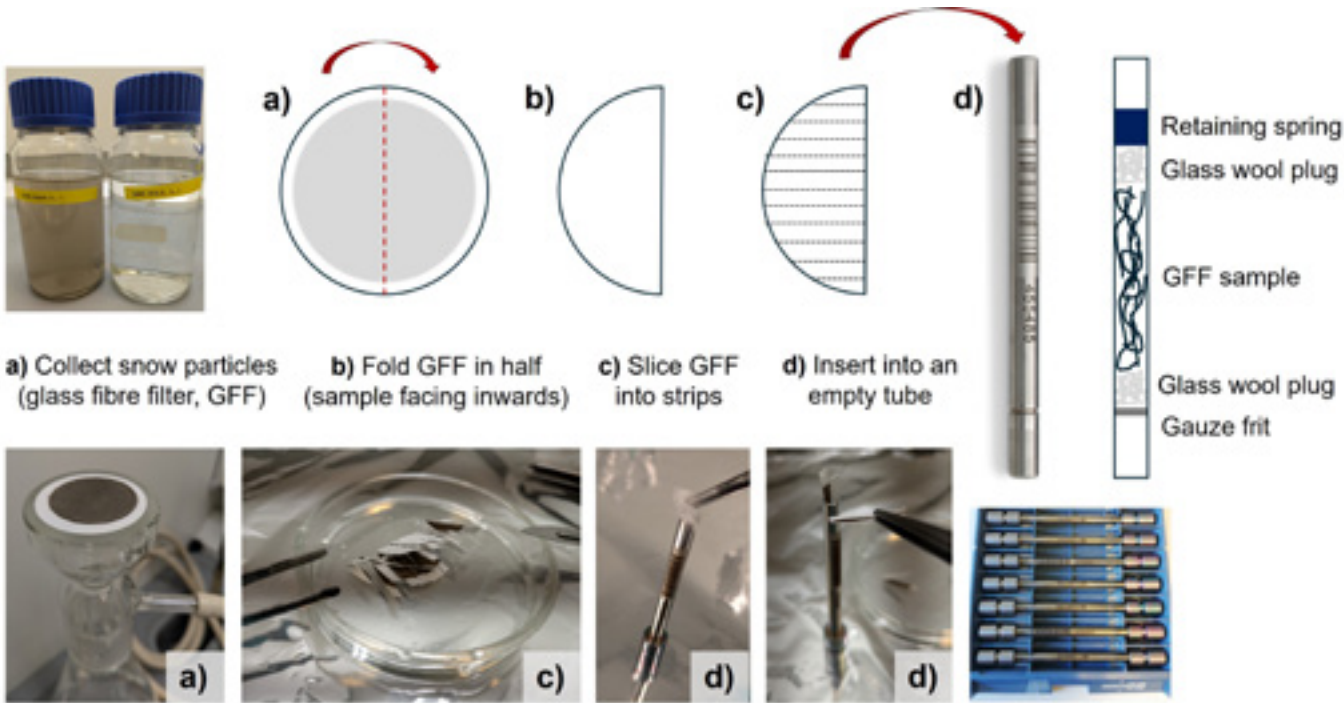
Det ble tatt prøver av snø i Tromsø i april 2024. Kristine Bondo Pedersen, senior miljørådgiver ved Akvaplan-niva, forklarer at snøprøvene ble tatt på tre forskjellige steder der snø fra gatene samles opp før den dumpes: Kløvervegen, et boligområde med lett trafikk; Framsenteret, et blandet nærings- og boligområde med tung trafikk; og flyplassen, et travelt område nær en tungt trafikkert hovedvei. Snøen fra disse tre stedene ble sammenlignet med nysnø samlet inn om natten i et boligområde med lite trafikk.

Snøprøvene ble langsomt smeltet og grovsiktet for å fjerne grus og større partikler. Deretter ble de filtrert på GFF-er for å samle partiklene i snøen. GFF-ene ble deretter pakket i prøverør av metall som ble varmet opp til 300 °C for å desorbere PAH-ene direkte. PAH-ene ble deretter analysert ved hjelp av gasskromatografi kombinert med massespektrometri.

GRØNN KJEMI MÅ UTVIKLES VIDERE

DUMP-teamet fant høyere konsentrasjoner av PAH-er i snø fra Framsenteret og flyplassen enn fra boligområdet Kløvervegen. Cleo Davie-Martin forklarer: - Disse funnene var forventet, fordi disse stedene mottar snø fra mer tungt trafikkerte veier og hadde flere partikler.

Konsentrasjonene i nysnø var generelt under deteksjonsgrensen. På steder der PAH-er kunne påvises, var det høyere konsentrasjoner av de tyngre PAH-ene enn mange av de lettere PAH-ene. Dette var også forventet, fordi de tyngre PAH-ene har en tendens til å binde seg sterkere til partikler, mens de mindre PAH-ene har en tendens til å løse seg opp i smeltevannet og passere gjennom filteret.



Klargjøring av smeltevannsprøver for direkte analyse ved termisk desorpsjon.
Diagram: Cleo Davie-Martin / NILU

Selv om funnene er lovende, må metoden forbedres ytterligere og optimaliseres før den kan brukes mer generelt. En av hovedutfordringene ved direkte termisk desorpsjon er interferens fra prøvematriksen. Slike forstyrrelser fører til dårligere analyser og behov for hyppigere instrumentvedlikehold. Fremtidig testing bør satse på å justere mengden GFF som kommer inn i metallrørene, og på strømningshastighetene i instrumentet, for å minimere interferens fra andre stoffer i prøven enn de forurensende stoffene vi er interessert i. Så langt har resultatene gitt oss kunnskap om at PAH og andre miljøgifter kan finnes i urban trafikkrelatert snø.

I fremtiden vil metoden kunne anvendes på en rekke grupper forurensende stoffer og innenfor en rekke disipliner - GFF-er er billige, lett tilgjengelige, og brukes ofte til å samle inn partikler fra luft og vann. Termisk desorpsjon kan for eksempel brukes til å undersøke innendørs luftkvalitet, husstøv, pollen eller suspenderte sedimenter i hav- og ferskvannssystemer som vektorer for miljøforurensning, og partikler fra veiavrenning relatert til ny infrastruktur. ■



Dette arbeidet er en del av DUMP-prosjektet (Direct analysis of Urban snow particulates for traffic-related Microplastic additives and Polycyclic aromatic hydrocarbons), som er finansiert med insentivmidler fra Framsenteret (#KAD/SG/132024).

LES MER:

Om termisk desorpsjon: e-bok: What Is Thermal Desorption? | Markes International <https://markes.com/content-hub/ebooks/what-is-thermal-desorption>
Om polysykliske aromatiske hydrokarboner: https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/pahs_factsheet_cdc_2013.pdf



Kathy Dunlop, Hans Kristian Strand og Johanna Myrseth Aarflot // Havforskningsinstituttet

Anna Siwertsson // Akvaplan-niva

Tamar Abu-Alam og Vera Hausner // UiT Norges arktiske universitet

Eirik Mikkelsen // Nofima

Ellen Elverland // Norsk institutt for bioøkonomi

Utvikling av bærekraftige matsystemer og vurdering av risiko langs en kyst i endring

FORSKERNE FORTELLER

Bærekraftig matproduksjon kan sikre matsikkerhet, ernæring og inntekter i generasjoner fremover. Men hvordan vet vi hvor mye miljøet påvirkes av aktivitetene våre?

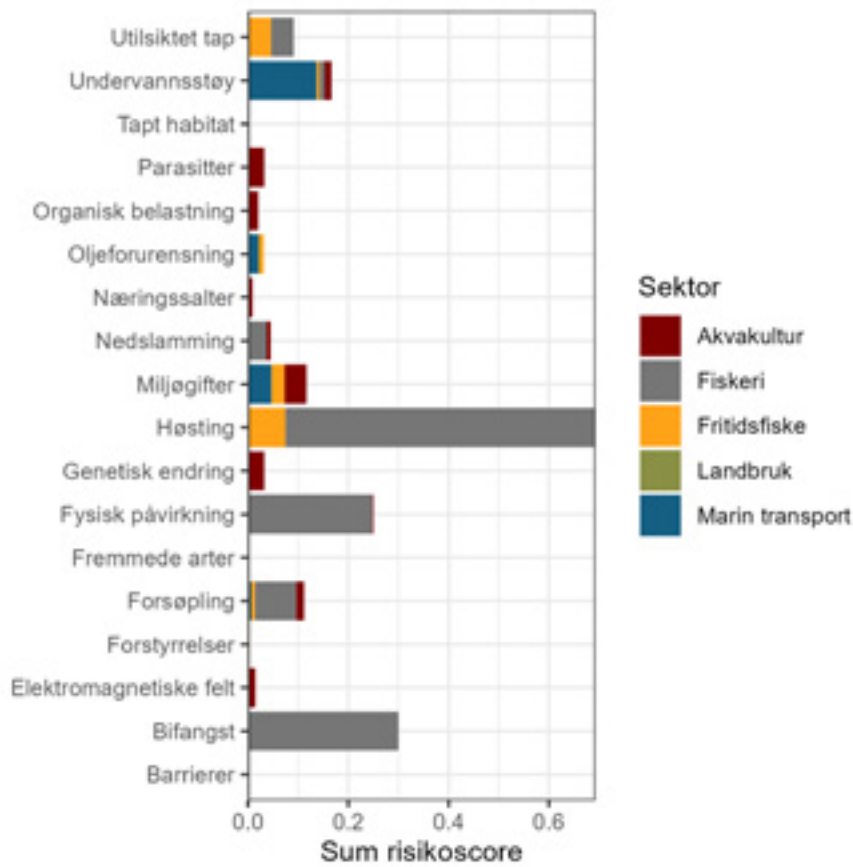
BÆREKRAFTIG UTVIKLING av matproduserende sektorer krever en grundig forståelse av sektorenes miljøpåvirkning. Det vil si hvordan den samlede matproduksjonen utgjør en risiko for det kystnære havmiljøet. Dette er en utfordring som forskningsprogrammet CoastShift ved Framsenteret tar for seg, med forskere ved Havforskningsinstituttet, Akvaplan-niva og Norsk Institutt for bioøkonomi (NIBIO).

I dette prosjektet har vi gjennomført en integrert vurdering av risikoen for negativ innvirkning på det marine økosystemet fra dagens matsystemer, ved hjelp av rammeverket Options for Delivering Ecosystem-Based Marine Management (ODEMM). ODEMM anbefales av ICES (International Council for the Exploration of the Seas) som en svært

effektiv metode for vurdering av kumulative virkninger.

Risikoen for negativ innvirkning fra matvaresystemer på det marine økosystemet er identifisert og vektet ved hjelp av ODEMM-tilnærmingen i et studieområde fra Kvaløya til Loppa.

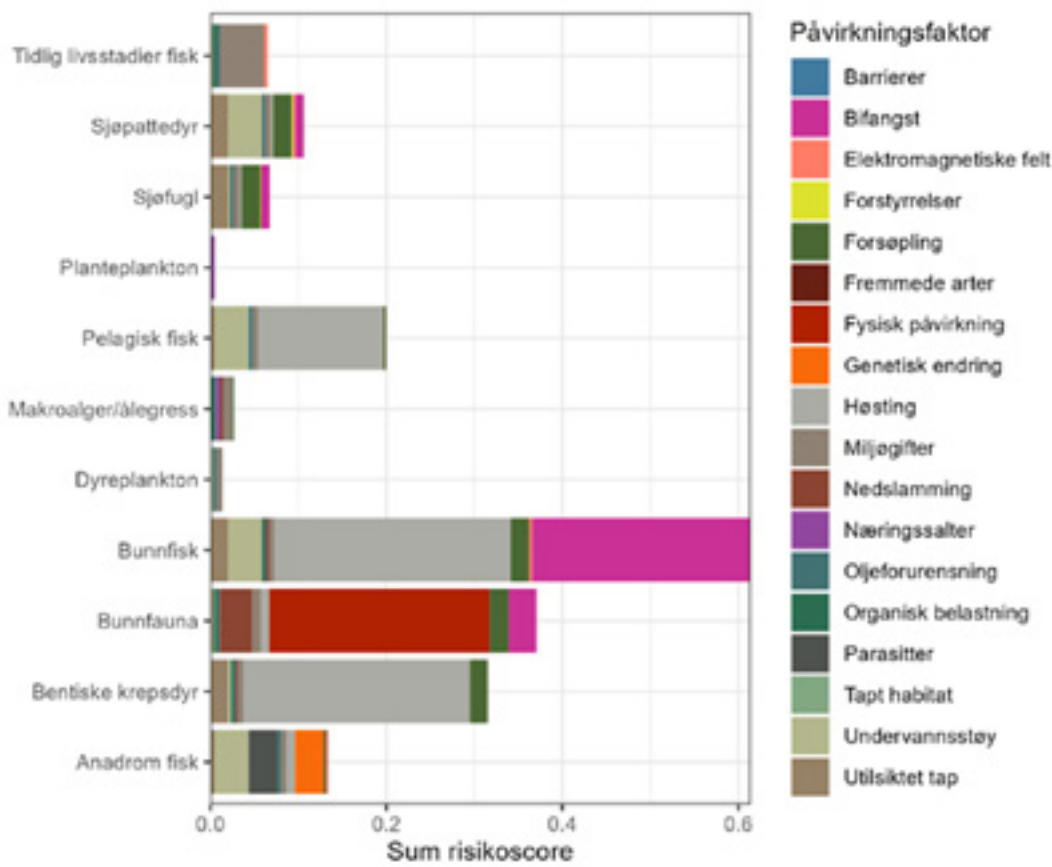
Ifølge en fersk studie om lokal matproduksjon og -sikkerhet, bestilt av Troms fylkeskommune, var 92 prosent av maten som ble produsert i Troms i 2022, sjømat fra akvakultur og fiskeri, og nesten alt eksporteres. Kystmatsystemene som inngår i CoastShift-studien, er derfor fiskeri, akvakultur, fritidsfiske, landbruk og marin transport knyttet til matproduserende sektorer.



Risiko for kumulative virkninger fra 18 typer press knyttet til de fem viktigste matproduserende sektorene på det nordnorske marine kystøkosystemet. Diagram: Johanna Myrseth Aarflot / Havforskningsinstituttet

Akvakultur: De 38 oppdrettsanleggene i produksjonsområde 11 for akvakultur (fra Kvaløya til Loppa), produserte 6,4 prosent av Norges 1,26 millioner tonn oppdrettsfisk i 2022. Resultatene viser at de største virkningene av akvakultur i åpne merder på hele økosystemet er fra parasitter og genetisk endring som påvirke anadrom fisk, forurensende stoffer (for eksempel stoffer som brukes til antigrobehandling av nett og til å bekjempe lakselusinfeksjoner), og organisk berikelse (fôr og fiskeekskremitter på avveie). Det er særlig anadrom fisk, tidlig livsstadier av fisk som risikerer å bli negativt påvirket. Akvakulturanlegg produserer også undervannsstøy og elektromagnetiske endringer som mulig kan påvirke mange kystøkosystemgrupper, men hvilken effekt slik støy har på spesifikke arter, vet man lite om.

Fiskeri: Total ilandføring i kommunene innenfor studieområdet i 2022 var 270 000 tonn fisk, verdsatt til 6,1 milliarder kroner. Dette tilsvarer 12 prosent av totalvekten og 21 prosent av den totale verdien av ilandført fangst i Norge. Fangsten i regionen domineres av norsk vårgytende sild, og det fiskes også mye etter torsk, sei, lodde, flatfisk og dypvannsreker. Risikovurderingen viser at fiskeri først og fremst påvirker økosystemkomponenter gjennom uttak av bunnfisk, pelagisk fisk og bentiske krepsdyr. Videre slitasje på havbunnen, som hovedsakelig påvirker fastsittende bentisk fauna, bifangst av bunnfisk og utslipp av sjøfugl og marine pattedyr. Fiskeri er også assosiert med undervannsstøy og marint søppel, for eksempel tau og plast, som potensielt kan påvirke en lang rekke økologiske grupper.



Risiko for kumulative virkninger på hver komponent i det marine økosystemet fra ulike typer press fra matproduserende systemer. Fargekodingen er forklart til høyre. Tidlige livsstadier av fisk = egg og larver. Diagram: Johanna Myrseth Aarflot / Havforskningsinstituttet

Fritidsfiske: Fritidsfiske er populært blant både lokalbefolkning og tilreisende. I 2022 eide en tredjedel av husholdningene i Troms og Finnmark en fritidsbåt, og til sammen var det 115 000 båter i regionen. Turistfiske rapportert i region Nord utgjorde ca. 385 000 fisk i 2022, men disse dataene er ikke helt pålitelige og må tolkes med forsiktighet. De samlede virkningene av uttak av arter, søppel, undervannsstøy og utslipp av forurensende stoffer fra fritidsfiskefartøyer anses som lik virkningene fra akvakultur og marin transport knyttet til matproduserende sektorer.

Landbruk: Mesteparten av landbruksarealet i casestudieområdet brukes til husdyrhold, og avrenning fra dyrket mark kan øke næringsbelastningen i kystnære farvann. Dette ble ansett som det eneste relevante presset fra landbruket på det marine økosystemet, da det brukes svært lite plantevernmidler i området.

Marin transport knyttet til matproduserende sektorer: Den totale eksporten av næringsmidler fra Troms og Finnmark har vokst med 164 prosent det siste tiåret, i stor grad som følge av en økning i sjømateksporten. Villfanget fisk eksporteres via vei og sjø, mens kongekrabbe får en eksklusiv tur med fly. Det er et skifte mot økt eksport av hel fisk til bearbeiding i andre land før distribusjon til sluttmarked på grunn av høyere EU-tollsats på bearbeidet enn på ubehandlet fisk. Det viktigste presset marin mattransport øver på de kystnære marine økosystemene, er press fra skipstrafikk: undervannsstøy, forurensning fra biocidholdig grohemmende maling, kobber og sink på båtskrog og utslipp av hydrokarboner (oljeforurensning) under normale fartøyoperasjoner. Tidligere studier har estimert lekkasje av propellhylseolje til 3-5 liter per dag for fiskefartøy og laste- og containerskip.

Samlet sett viser våre analyser at fiskerinæringen er den matproduserende sektoren som innebærer størst samlet risiko for negativ innvirkning på kystøkosystemet som helhet i studieområdet. Deretter følger akvakultur, marin transport og turistfiske, fritidsfiske og jakt. Når vi ser alle sektorer og typer press under ett, er uttak av arter det presset som er forbundet med den høyeste risikoen for negativ innvirkning på mange elementer i økosystemet, etterfulgt av fysiske påvirkning på havbunnen først og fremst knyttet til bunntråling og bifangst av arter som ikke er målarter for fisket.

For å sikre at matproduksjonen forblir bærekraftig og motstandsdyktig mot fremtidige klimaendringer, må vi diskutere handlingsmåter som oppfyller mål som den norske regjeringen har forpliktet seg til, inkludert FNs bærekraftsmål, Det globale Kunming-Montreal-rammeverket for naturmangfold (Naturavtalen) og Parisavtalen.

Slik Arctic Sustainability Group ved UiT Norges arktiske universitet, ledet av Vera Helene Hausner, har identifisert, er «[business as usual [...]] ett fremtidig scenario, men det er andre som tar opp de ovennevnte utfordringene ved implementering av ny teknologi. Andre scenarioer er for eksempel regenerative tilnærminger med sirkulære lokale løsninger og løsninger som legger vekt på vern ved hjelp av marine verneområder og andre miljøtiltak for å beskytte og gjenopprette våre kystøkosystemer.»

Endring i forvaltning, og ny teknologi og praksis som kan forbedre bærekraften i matproduksjon, blir også grundig utforsket i CoastShift. Det vurderes blant annet flytende semilukkede og landbaserte lakseoppdrettsanlegg, metoder for å redusere kråkebollebestander som har beitet ned taeskoger i Nord-Norge, og bruk av slam fra fiskeoppdrett og andre marine råvarer i landbruket.

Evaluerings og vektning av press fra dagens mat-systemer i risikovurderingen vil bli justert for å representere disse nye scenarioene og teknologiene. Landbaserte oppdrettsanlegg vil for eksempel eliminere press knyttet til rømming av oppdrettsfisk og til lakselus, men vil de legge nytt press på kystlandskap og økosystemkomponenter? Hva er konsekvensene av å fjerne habitater på land for å gi plass til nye anlegg, og hvor stor vil effekten være? Bruken av akvakulturavfall i landbruket vil kunne fjerne noe organisk avfall fra fjordene våre, og redusere virkningen på marine økologiske grupper, men hvordan vil denne nye kilden til organisk materiale interagere med økosystemer på land? Og kan utslipp fra akvakultur balanseres med implementering av akvakultur på lavt trofisk nivå? Hva vil i så fall kostnadene være?

Det er slike spørsmål CoastShift-prosjektet vil ta for seg de neste to årene. Ved hjelp av risikovurderingsrammeverket vil det undersøke hvilken virkning fremtidige scenarioer med nye teknologier og nye matproduksjonspraksiser vil ha på kystøkosystemene. ■

Kystakvakultur er en av de matproduserende sektorene som er viktige for Nord-Norge, og som tas i betraktning i den økologiske risikovurderingen. Foto: Kathy Dunlop / Havforskningsinstituttet



Lena Seuthe // UiT Learning Lab for Science and Technology

Bølgemålingsbøyer for en bedre naturfagsundervisning

FORSKNING OG FOLK

– Dette er som å bygge med Lego, bare morsommere.

Avtrekksvifter summer høyt mens russedress-kledde elever fra Sortland videregående skole lodder sammen enkle bølgemålere. De deltar på en unik skoledag i Myre, initiert av forskningsprosjektet Arven etter Nansen (nansenlegacy.org), som har studert miljøendringer i det nordlige Barentshavet de siste seks årene.

Marit Reigstad, leder av Arven etter Nansen ved UiT Norges arktiske universitet, forklarer at stigende havtemperaturer vil presse fiskebestander og gyteområder for torsk lenger nord og øst. Hun understreker viktigheten av dialog med de som har interesser i Barentshavet.

– Ungdommene som nå går på skole for å bli fiskere, vil oppleve de endringene datamodellene våre forutsier, i virkeligheten, sier Reigstad.

Hun trekker også frem hvordan forskning direkte og indirekte påvirker fiskere, fra bestandsforvaltning og kvotefastsetting til viktige værmeldinger for sikkerheten til sjøs. Hun tror på å gi elevene praktisk erfaring i forskningsprosessen ved å få dem til å bygge og bruke måleinstrumenter, og samle og analysere data.

– En konstruktiv dialog mellom fiskere og forskere krever at man har forståelse for og tillit til hverandres arbeidsmetoder, legger hun til.

Derfor har Arven etter Nansen, sammen med Meteorologisk institutt og UiT Skolelaboratoriet i

realfag og teknologi, utviklet et undervisningsopplegg for videregående elever der man skal bygge og utplassere små bølgemålingsbøyer.

Denne typen bølgemålingsbøye ble ikke opprinnelig utviklet for skoleelever, men for å studere brytende bølger nær kysten. Mannen bak bølgemåleren, Gaute Hope ved Meteorologisk institutt, forklarer: – Drivbøyer som også måler bølger, er svært nyttige for å validere og forbedre modeller som brukes i søk og redning, som er viktige for alle som ferdes til sjøs.

Elevene er ferdige med å bygge bøyene sine. I morgen legger de ut med en båt fra et akvakulturselskap i Myre for å plassere bøyene ut i havet. Deretter vil Hope og de andre forskerne motta bølgehøydemålinger fra Vesterålen via mobilnett og dele dem med elevene.

– Dette var morsomt, sier en elev i blå russedress, klar til å dra hjem. – Nå kan jeg lodde!

LES MER:

Hope G, Seldal TI, Rabault J, Bryhni HT, Bohlinger P, Bjorkqvist J-V, Nordam T, Kleven A, Mostaani A, Furevik BR, Hole LR, Størvik R, Breivik O (2024) SFY—A lightweight, high-frequency and phase-resolving wave-buoy for coastal waters.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.02286>



Settene fra UiT Skolelaboratoriet gir detaljerte instruksjoner om hvordan man lodder.
Foto: Lena Seuthe / UiT Norges arktiske universitet

Det ferdige produktet, klart til bruk.
Foto: Lena Seuthe / UiT Norges arktiske universitet



Lodding er alvorlige greier!
Foto: Lena Seuthe / UiT Norges arktiske universitet



Elever i naturbruk ved Sortland videregående skole i Myre konsentrerer seg om oppgaven med å sette sammen en enkel bølgemålingsbøye.
Foto: Lena Seuthe / UiT Norges arktiske universitet

SKOLEPROSJEKTET TIL ARVEN ETTER NANSEN:

Målgruppe: Elever i naturbruk ved videregående skoler i Nordland, Troms og Finnmark.

Mål: Å formidle overordnede funn fra forskningsprosjektet Arven etter Nansen som er relevante for livene til mennesker langs norskekysten. Bygge forståelse for og tillit til hvordan forskere jobber.

Bølgemålingsbøye: Utviklet av Gaute Hope ved Meteorologisk institutt. Hvis du vil vite mer, se Hope et al 2024.

Skolebesøk: Ansvar for undervisningsopplegget og gjennomføringen av skolebesøk ligger hos UiT Skolelaboratoriet i realfag og teknologi.

Matproduksjon i endring. Et lakseoppdrettsanlegg i nærheten av et ubrukt beite.
Foto: Eirik Mikkelsen / Nofima



Eirik Mikkelsen // Nofima

Ellen Elverland // Norsk institutt for bioøkonomi

Surf 'n' turf: Mer bærekraftig mat fra både land og sjø i Nord-Norge?

FORSKERNE FORTELLER

Matproduksjon i Nord-Norge er viktig for matsikkerhet og folks levebrød, men byr også på også miljømessige og andre utfordringer. Kan samfunnets ambisjoner om å øke regional matproduksjon oppfylles samtidig som hensynet til bærekraft, sameksistens og sirkularitet ivaretas?

FOR Å UNDERSØKE DETTE har Framsenteret finansiert forskningsprosjektet CoastShift. Det analyserer hvordan ny teknologi og praksis i akvakultur og landbruk i Nord-Norge kan bidra til en mer bærekraftig matproduksjon. Det undersøker også potensialet for å gjenopprette regionens tareskoger, som er viktige habitater for fiskeyngel.

AKVAKULTUR – VEKST UNDER TILSYN

Akvakultur i Norge domineres av lakseoppdrett, der vekstfasen skjer i åpne merder langs kysten. Nord-Norges produksjon har økt både i absolutte tall og som andel av Norges produksjon. I 2023 var den på 700 000 tonn, 43 prosent av den nasjonale produksjonen. 6 700 personer var ansatt i kjernevirksomheten og ytterligere 10 000 i tilknyttede næringer.

Miljøkonsekvensene av lakseoppdrett har vært mindre i Nord-Norge enn i de fleste andre regioner i landet, både når det gjelder lakselus og rømt fisk. Både lakselus og rømninger påvirker ville laksebestander og har stanset akvakulturvekst andre steder.

Utslippene fra lakseoppdrettsanlegg dominerer den totale tilførselen av næringsstoffer til kystvann, men eutrofiering er ikke et betydelig problem for tiden. Utslipp av medisiner til bekjempelse av lakselus kan redusere rekebestander, så man har i større grad gått over til mekaniske og termiske lusefjerningsmetoder. Disse har imidlertid negative effekter for fiskens velferd og dødelighet, og dermed også for lønnsomheten for oppdretterne.

Tettheten av lakseoppdrettsanlegg er lavere enn i andre regioner, og risikoen for arealbrukskonflikter med andre interessenter er dermed også sannsynlig lavere, og mulighetene for utvidelse større. Klimaendringer ser også ut til å favorisere vekst i Nord-Norge fremfor i sør. Med økt produksjon må det imidlertid forventes stadig mer negative konsekvenser, både for miljøet og for andre interessenter, med mindre ny teknologi og praksis kan redusere virkningene.

TARESKOGER – NEDBEITEDE ØKOSYSTEMER

Tareskoger har en viktig rolle i det kystnære marine økosystemet. De legger til rette for biologisk mangfold og matproduksjon, ikke minst gjennom sin betydning som gyte- og oppvekstområder for kommersielle fiskearter. På 1970-tallet eksploderte antallet kråkeboller i nord, sannsynligvis på grunn av overfiske av predatorer. Kråkeboller beitet ned tareskogene og sørget deretter for å holde dem nede ved å spise nye tarespirer. Dette vedvarende beitet har ført til at vi fortsatt mangler millioner av tonn tare. Det er anslått at 9800 km² tareskog har gått tapt, med store konsekvenser for biologisk mangfold og fiskeri.

LANDBRUK – LEVEBRØD UNDER PRESS

Selv om landbruket i nord er relativt beskjedent, er det et viktig levebrød for folk på landet og viktig for lokal matforsyning. Det kjølige klimaet begrenser det meste av dyrkbar mark til dyrking av gress til husdyr. I 2022 inkluderte produksjonen 151 millioner liter melk, 19 000 tonn storfe-, lamme- og svinekjøtt, 2500 tonn egg, 6000 tonn poteter og 500 tonn korn. Landbruket sysselsetter rundt 3000 bønder og rundt 3000 personer i tilknyttede næringer. I årenes løp har imidlertid antallet aktive bønder og dyrket areal gått mer markant ned i nord enn i landet under ett.

Landbruksarealet utgjør bare 1,6 prosent av det totale arealet i Nord-Norge, så man er opptatt av å bevare landbruksarealet. Regionen har Norges største og beste beiteområder for husdyr, og disse kan brukes mer. Siden beiting hindrer gjengroing, vil økt bruk av arealer til beitemark kunne øke ikke bare matproduksjonen, men også det biologiske mangfoldet.

Landbruket i nord står overfor flere bærekraftsutfordringer. Arbeidet med å utnytte slam fra

Vårharving på Tjøtta nær Sandnessjøen.
Foto: Sven Emil Hinderaker /
Norsk institutt for bioøkonomi



Landbrukslandskap i Lofoten, med biologisk mangfoldig beitemark i forgrunnen.
Foto: Ellen Elverland / Norsk institutt for bioøkonomi



I Ballstad i Lofoten ligger forholdene til rette for lokal matproduksjon i form av landbruk, fiskeri og akvakultur. Foto: Ellen Elverland / Norsk institutt for bioøkonomi

oppdrettsanlegg som gjødsel har som mål å fremme en sirkulær økonomi og forbedre miljøpraksis. Men for at næringen skal være levedyktig på sikt, må det gjøres noe med de økonomiske og sosiale faktorene som fører til redusert produksjon og færre bønder.

PRODUSERE MER MAT PÅ EN MER BÆREKRAFTIG MÅTE?

Ny teknologi og ny praksis kan gjøre det mulig å øke matproduksjonen og bidra til det grønne skiftet gjennom forbedret bærekraft og en mer sirkulær økonomi. En viktig del av CoastShift-prosjektet er å undersøke hvordan slike innovasjoner tas i bruk både lokalt og i Nord-Norge som helhet.

I lakseoppdrett utvikles og etableres det ulike typer landbaserte anlegg og semilukkede merder i sjø. Slike anlegg gir mer kontroll over vannstrømmen enn tradisjonelle åpne merder, og kan dermed redusere eller eliminere problemer med lakselus, rømning, sykdom og utslipp til vann, selv med større produksjon. De gir også muligheter for å samle opp slam. På den annen side er de dyrere å kjøpe og drive, de bruker mer energi, og de kan føre til nye arealkonflikter.

Det forskes for tiden på ulike metoder for å redusere antall kråkeboller og dermed bidra til gjenvekst av tareskoger. For eksempel har man undersøkt om man kan gjøre kråkeboller til verdifulle matprodukter ved å høste dem inn levende og deretter føre dem. En annen idé som blir testet ut, er å sette turister og frivillige til å knuse kråkebollene. Resultatene er lovende, men en kombinasjon av metoder kan være nødvendig.

Klimaendringene byr på nye utfordringer for så vel bønder som oppdrettere i nord, men de gir også muligheter. Begge deler må undersøkes. Med «presisjonsoppdrett» forbedres miljømessig bærekraft og økonomiske resultater gjennom teknologi og digitalisering. Sirkulærøkonomipotensialet ved bruk av akvakulturslam, kråkebolleskall og tang og tare i landbruket er noe det forskes på for tiden.

CoastShift-prosjektet fortsetter med studier av ny teknologi og ny praksis for økt og mer bærekraftig matproduksjon i Nord-Norge. Andre studier til fremme av det grønne skiftet i regionen pågår også ved Framsenterets institusjoner, slik artiklene i dette nummeret av Fram Forum viser. ■

LES MER:

Eirik Mikkelsen og Ellen Elverland (red.): Arealbruk, sameksistens, bærekraft og sirkulærøkonomi for nordnorske kystmatnæringer. Rapport 8/2025. Nofima og Framsenteret. (Report in Norwegian with summary in English.)

John Olav Oldertøen og Morten Günther // Norsk institutt for bioøkonomi

Bærekraftig forvaltning av jordbruksarealer i Nord-Norge

FORSKERNE FORTELLER

Landbruket i Nord-Norge er avhengig av å ta vare på sitt begrensede produksjonsgrunnlag. Det er viktig å hindre nedbygging, men man må også sikre at jordbruksarealene drives og holdes i hevd. Dessuten må bruken av utmarksressursene opprettholdes. Som lokal planmyndighet er det kommunene som har hovedansvaret for å forvalte areal i Norge, men hvordan jobber de egentlig for å sikre en bærekraftig forvaltning av landbruksarealene?

BÆREKRAFTIG AREALFORVALTNING handler om å forvalte og bruke land- og arealressurser på en måte som balanserer økonomiske, sosiale og miljømessige hensyn. Målet er å sikre at arealene brukes på en måte som oppfyller dagens behov uten å ødelegge mulighetene for fremtidige generasjoner til å gjøre det samme.

– Nord-Norge har begrenset tilgang på arealer som er egnet til matproduksjon. En bærekraftig arealforvaltning forutsetter derfor et strengt jordvern som både omfatter vern av dyrka og dyrkbare

arealer, men også ivaretagelse av jordsmonn og jordhelse gjennom aktiv drift. Samtidig er det viktig å motvirke gjengroing og interessekonflikter som begrenser bruken av utmarka, forteller forsker Frøydís Gillund ved NIBIO Tromsø.

– Dette er også viktig i et beredskapsperspektiv. På grunn av endringer i klima er det ventet at arealer i nordlige og tempererte områder vil kunne få økt betydning både for verdens matproduksjon, og for norsk matsikkerhet.



Frøydís Gillund, NIBIO.
Foto: Elise Dybdal / NIBIO

Jordbruksareal utgjør en veldig liten del av arealressursene i Nord-Norge. I Nordland fylke utgjør jordbruksareal kun 2 prosent av det totale landarealet. For Troms og Finnmark fylker, henholdsvis 1,5 prosent og 0,3 prosent. Kulturlandskap blir stadig mer gjengrodd på grunn av strukturelle endringer, og det er arealer som kan gjenvinnes og brukes til matproduksjon.
Foto: Finn Arne Haugen / NIBIO



Subarktisk landbruk i Nord-Norge er verdens nordligste jordbruk. Vekstsesongen er kort og intens, med betydelige forskjeller mellom kystregioner og innlandsområdene. I indre Finnmark varer sesongen 100 dager, mens den i de ytre kystområdene av Nordland strekker seg til 180 dager.
Foto: Oskar Puschmann / NIBIO

HAR STUDERT TRE UTVALGTE KOMMUNER

Som en del av forskningsprosjektet CoastShift ønsket forskerne å undersøke hvordan det jobbes med forvaltning av jordbruksareal og utmark i tre nordnorske kommuner: Alta i Finnmark fylke, Tromsø i Troms fylke og Vestvågøy i Nordland fylke. Dette er tre aktive landbrukskommuner som alle har et betydelig press på arealene sine.

- Vi startet med å gå gjennom kommunenes gjeldende planverk for å se hvilke mål de har satt seg og hvilke virkemidler de ser for seg å bruke, forteller Gillund.

- Deretter intervjuet vi ansatte i kommunene for å kartlegge hvilke ressursmessige barrierer som utfordrer den kommunale forvaltningens mulighet

til en bærekraftig arealforvaltning av landbrukets arealbehov. Vi har også utviklet jordbruksareal-regnskap for de tre kommunene og presentert og diskutert denne metoden med de ansatte.

UTFORDRINGER MED POLITIKK I PRAKSIS

Nasjonal strategi for jordvern, fra 2023, viser til at planlegging etter plan- og bygningsloven er det viktigste verktøyet for å sikre jordvernet og dermed en bærekraftig arealforvaltning. Kommunen er den viktigste planmyndigheten, og plansystemet er kommunens viktigste styringsverktøy. - Vi har funnet ut at de utvalgte kommunene i stor grad har oppdaterte planverk som følger opp nasjonale og regionale føringer og forventninger, fortsetter Gillund.

- Det viktigste styringsverktøyet for kommunene er samfunns- og arealplan. Arealplanen er juridisk bindende. Den viser hvor i kommunen utbygging kan skje, og hvilke arealer som skal brukes til for eksempel landbruk. Arealdelen er viktig for å sikre en langsiktig, bærekraftig utvikling og forvaltning av arealene, naturen og kulturmiljøene i kommunen. Alle de tre kommunene har for eksempel kartfestet kjerneområder for landbruk og avsatt disse som hensynssoner i arealplanene. Dette er viktig for å sikre vern og drift av de viktigste jordbruks- og beitearealene.

BEGRENSET KAPASITET OG KOMPLISERT REGELVERK

Forskerne har undersøkt hvilke utfordringer de tre utvalgte kommunene står overfor i arealforvaltningen, basert på intervjuer med ansatte i plan- og landbruksavdelingene.

- Hovedinntrykket er at de tre kommunene gjør mye godt arbeid med arealforvaltning og har sterke fagmiljøer med gode samarbeidsrutiner innad i administrasjonen, sier NIBIO-forsker Hilde Halland.

- Likevel ser vi at begrenset kapasitet er en stor utfordring. Dette kan føre til at planprosesser tar lang tid, at driveplikten ikke følges opp godt nok, eller at det blir lite tid til utviklingsarbeid i landbruksnæringa.

Et viktig tiltak for bærekraftig arealforvaltning er “planvask”, som innebærer å rydde opp i gamle planer. Kommunene har ofte mange hundre, noen ganger tusen, gamle planer som ikke er iverksatt. Selv om planvask er ønskelig, er det svært krevende både juridisk og kapasitetsmessig.

Ansatte i kommunene opplever at regelverket har blitt mer detaljert og vanskeligere å håndtere, noe som også gjør det komplisert å forklare til innbyggerne. Økende krav om reguleringer og mye tid brukt til juridiske avveininger kan gå på bekostning av muligheten for å gjøre faglige vurderinger av hva som er god arealbruk.

VESTVÅGØY KOMMUNE
Vestvågøy er en kommune i Nordland fylke. Administrasjonssenteret er Leknes. Totalt innbyggertall: 11 628 innbyggere. Samlet landareal: 424 km², jordbruksareal: 42 km².

TROMSØ KOMMUNE
Tromsø er en kommune i Troms fylke. Administrasjonssenteret er Tromsø kommune. Totalt innbyggertall: 79 421 innbyggere. Samlet landareal: 2 520 km², jordbruksareal: 35 km².

ALTA KOMMUNE
Alta er en kommune i Finnmark fylke. Administrasjonssenteret er byen Alta. Totalt innbyggertall: 21 955 innbyggere. Samlet landareal: 3 848 km², jordbruksareal: 31 km².



Hilde Halland, NIBIO.
Foto: Sigrídur Dalmannsdóttir / NIBIO



Jordbruksland utgjør en forsvinnende liten del av arealressurser i Nord-Norge. I Nordland fylke utgjør jordbruksareal kun 2 prosent av det totale landarealet. For fylkene Troms og Finnmark er andelen henholdsvis 1,5 prosent og 0,3 prosent. Kulturlandskapet blir stadig mer gjengrodd på grunn av strukturendringer, og det er begrenset med jord som kan gjenvinnes og brukes til matproduksjon. Tross det har Vestvågøy (bildet) hele 10 prosent jordbruksareal, selv med bratte fjell og mye stein. Foto: Finn Arne Haugen / NIBIO



- Den beste måten å ta vare på landbruksarealer er å sørge for at de driftes godt. Driveplikten må følges opp. Det viser seg også at det er ekstra utfordrende å regulere arealer i distriktene, der søknader ofte behandles som enkeltsaker. Dette svekker helheten i arealforvaltningen og gjør det vanskeligere for folk å leve i distriktene, fortsetter Halland.

POLITISK FORSTÅELSE, VILJE OG PRIORITERINGER

Ansatte forteller at det er lett å få politisk støtte til overordnede planer, men konflikter og ulike hensyn oppstår ofte i enkeltsaker.

Politisk selvstyre er viktig, spesielt i saker om jord, areal og natur. Politikerne i de tre kommunene vurderer disse sakene ulikt:

- I to av kommunene, som opplever vekst, vinner ofte nærings- og boligutvikling over landbruksinteresser.

- I den tredje kommunen er forståelsen at mange krefter, også politiske satsinger i kommunen, nå drar i en mer bærekraftig retning som styrker jordvernet.

Forskerne peker på at det er viktig å øke politikernes kompetanse blant annet gjennom styrket politikeropplæring, samt å skape arenaer utenfor de politiske møtene hvor administrasjonen og politikere kan diskutere fagtemaer.

Manglende juridisk kompetanse trekkes frem som et problem. For eksempel kan politiske vedtak noen ganger være lovstridige, men likevel ikke bli overprøvd av Statsforvalteren. Politisk vilje til å prioritere landbruksarealer henger også sammen med holdninger i samfunnet.

- Vi ser en økt bevissthet og kunnskap om betydningen av naturen, og i noe mindre grad også for jordbruk og jord, i befolkningen, avslutter Halland.

Fôrbasert husdyrhold utgjør ryggraden i landbruket i Nord-Norge. Meieriproduksjon er den største bidragsyteren til verdiskaping, til tross for betydelige strukturelle endringer de siste tiårene. Antall melkebruk har gått ned fra 2237 i 2000 til kun 659 i 2023. Produksjonen holder seg imidlertid stabil på grunn av økt effektivitet og større besetningsstørrelser. Foto: Solveig Goplen

JORDBRUKSAREALREGNSKAP

Med utgangspunkt i den nasjonale jordvernstrategien som kom i 2023, har NIBIO fått i oppdrag å utvikle et eget jordbruksarealregnskap. Også i dette arbeidet har man brukt Alta, Tromsø og Vestvågøy som testkommuner.

- Et jordbruksarealregnskap hjelper til med å holde oversikt over jordbruksarealene. Det kan vise hvilke kvaliteter jordbruksarealene har, eller hvor mye som er planlagt nedbygd ved å koble på kommunale arealplaner, forteller NIBIO-forsker Linda Aune-Lundberg som selv har vært med å utvikle verktøyet.

- Over tid kan vi også finne ut hvor mye jordbruksareal som har blitt bygget ned, nydyrket eller gjengrodd. Dette gir bedre oversikt over inntekter og utgifter i «arealvaluta».

- Med utgangspunkt i jordbruksarealregnskapet er det for eksempel mulig å si noe om hvilke vekster som kan dyrkes på jordbruksarealene. Man kan også regne ut hvor mye klimagassutslipp en nedbygging vil medføre, eller om arealet er viktig for å absorbere vann og dermed redusere risiko for flom, avslutter Aune-Lundberg. ■

KYSTEN I ENDRING: AREALBRUK, BÆREKRAFT OG ØKT MATPRODUKSJON

CoastShift (2022-2026) vil evaluere veier til bærekraftig produksjon av mer lokal, sunn mat, samtidig som innvirkningen på det arktiske økosystemet langs kysten minimeres.

Programmet ledes av Havforskningsinstituttet i samarbeid med ulike forskningsinstitusjoner, inkludert NIBIO, og er finansiert av FRAM – Nordområdesenter for klima- og miljøforskning.



Forsker Linda Aune-Lundberg, NIBIO.
Foto: Erling Fløistad / NIBIO

Haakon Hop // Norsk Polarinstitutt

Kjell Magnus Norderhaug, Thomas Wernberg* og Karen Filbee-Dexter* // Havforskningsinstituttet

Taylor Simpkins og Albert Pessarrodona // University of Western Australia

Morten Foldager Pedersen og Jacob Nepper-Davidsen // Roskilde University, Denmark

Vitenskapelig dykking i arktiske tareskoger for å påvise klimarelaterte endringer

FORSKERNE FORTELLER

I Arktis finnes frodige tareskoger fra vannoverflaten ned til 15–25 meter. I 2024 gjennomførte BlueARC-prosjektet et vitenskapelig dykketokt for å studere tareskoger i Kongsfjorden, og besøkte steder der det ble tatt prøver for 26 år siden.

TARESKOGER ER VIKTIGE for kystøkosystemene. De legger til rette for et unikt biologisk mangfold, og de gir et betydelig bidrag til karbonbudsjettet i brefjordene, som Kongsfjorden på Svalbard. BlueARC-prosjektet tar sikte på å sette Norge i fremste linje i forskningen på hvordan klimaendringer påvirker tareskoger i nordområdene.

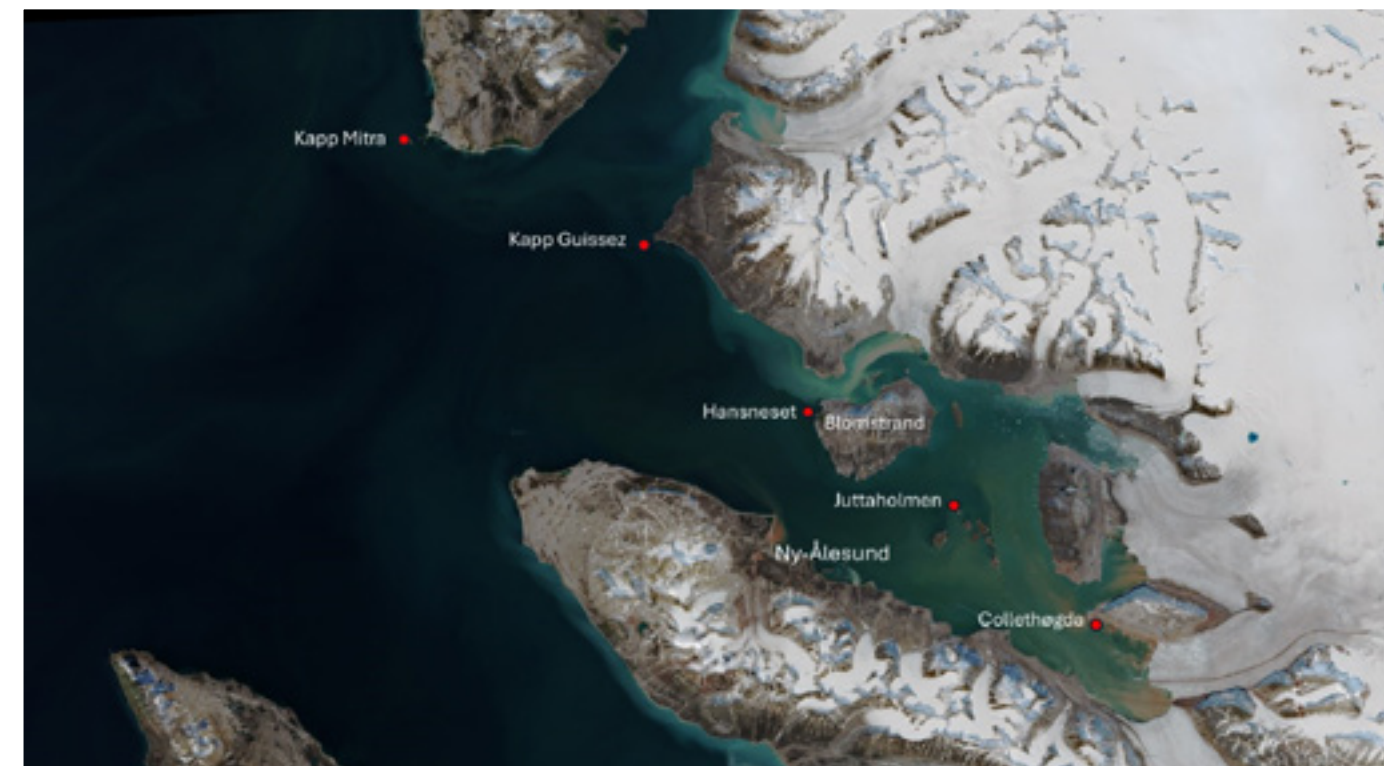
Marin vegetasjon langs arktiske kyster øker i noen områder fordi et varmere klima fører til lengre sesonger med åpent vann og mindre isskuring. På mange undersøkte steder rundt omkring i Arktis har det vært økninger i forekomst, biomasse og artsrikdom, og utvidelse av utbredelsesområder. På Svalbard er den mest bemerkelsesverdige endringen en stor økning i biomasse av makroalger i øvre sublittorale sone på grunn av mindre

isskuring fra landfast havis, men også mindre biomasse i dybden på grunn av formørkning av vannet.

Den dominerende makroalgegruppen i arktiske farvann er brunalger, som kan bli flere meter lange, og som muliggjør et stort biologisk mangfold. De viktigste brunalgeartene er fingertare (*Laminaria digitata*), butare (*Alaria esculenta*) og sukkertare (*Saccharina latissima*). Brunalgene begynner vanligvis å vokse sent på vinteren, når solstrålingen er lav, men næringsnivåene høye, før planteplanktonoppblomstringen begynner i begynnelsen av mai. Tareskoger fungerer som viktige basisarter og er viktige primærprodusenter langs steinete kyster. I Kongsfjorden kan den årlige produksjon deres være på størrelse med produksjonen til planteplankton.

* Also affiliated with the University of Western Australia

BlueARC-teamet fra venstre til høyre: Taylor Simpkins, Thomas Wernberg, Albert Pessarrodona, Kjell Magnus Norderhaug, Morten Foldager Pedersen, Jacob Nepper Davidson og Haakon Hop. Foto: Ansatte i Kings Bay



Kart over Kongsfjorden som viser dykkestasjonene som ble besøkt i 1996/1998 og på nytt under BlueARC-feltkampanjen i 2024 (Colletthøgda ble bare besøkt i 2024; den var dekket av landfast is i 1996/1998). Sentinel-2_L2A-bilde fra 29. juni 2024,



Dykkerne Albert og Kjell Magnus er klare, og Thomas forklarer hvordan taren skal samles inn innenfor rammene.

Foto: Haakon Hop / Norsk Polarinstitutt

I Kongsfjorden har tang og tare ekspandert og økt i biomasse i enkelte områder siden vår første dykkeundersøkelse i 1996/98, da landfast havis fortsatt var utbredt i fjorden. De største endringene har skjedd i grunne områder (2,5 m dybde), der det på ett av våre studiesteder, Hansneset, har vært observert 7-8 ganger økning i tarebiomassen siden den tidlige undersøkelsen. Den stående biomassen i området var 11-14 kg fersk vekt per kvadratmeter i perioden 2012-2021. Med en slik biomasse begynner tareskogen å ligne på tareskoger langs kysten av fastlands-Norge. Taresamfunnet har også endret seg. Butare har fått økt dominans

ned til 10 m dybde, mens fingertare og sukkertare har trukket seg tilbake til de grunneste områdene (2,5 m).

Klimaoppvarming har også betydd mer avrenning fra land, på grunn av økt nedbør og tining av permafrost og isbreer. Dette har resultert i økt turbiditet fra ekspanderende sedimentskyer noe som begrenser mengden lys i dybden. Ved dybder under 10 m har store brunalger dermed i stor grad forsvunnet, bortsett fra i noen grad butare. Det som gjenstår, er for det meste rødalger, som klarer seg med lave lysnivåer ned til minst 40 m dybde.



Butaren *Alaria esculenta* har ekspandert i grunne områder på grunn av mindre isskuring. Haakon og Taylor viser frem store individer. Skogene på Svalbard er under vann!

Foto: Lonnie Mikkelsen / Norsk Polarinstitutt

Langs kysten av Nord-Norge har kråkeboller beitet ned hele tareskoger; for eksempel har sukkertare forsvunnet fra Tromsø-området. Kråkebollebeiting er mindre tydelig på Svalbard og er bare flekkvis dokumentert. Det ble imidlertid observert horder av kråkeboller i den ytre delen av Kongsfjorden i mai 2024, noe som tyder på at disse beitedyrene vil kunne spre seg lenger inn i fjorden med stigende temperatur og bedre vekstforhold.

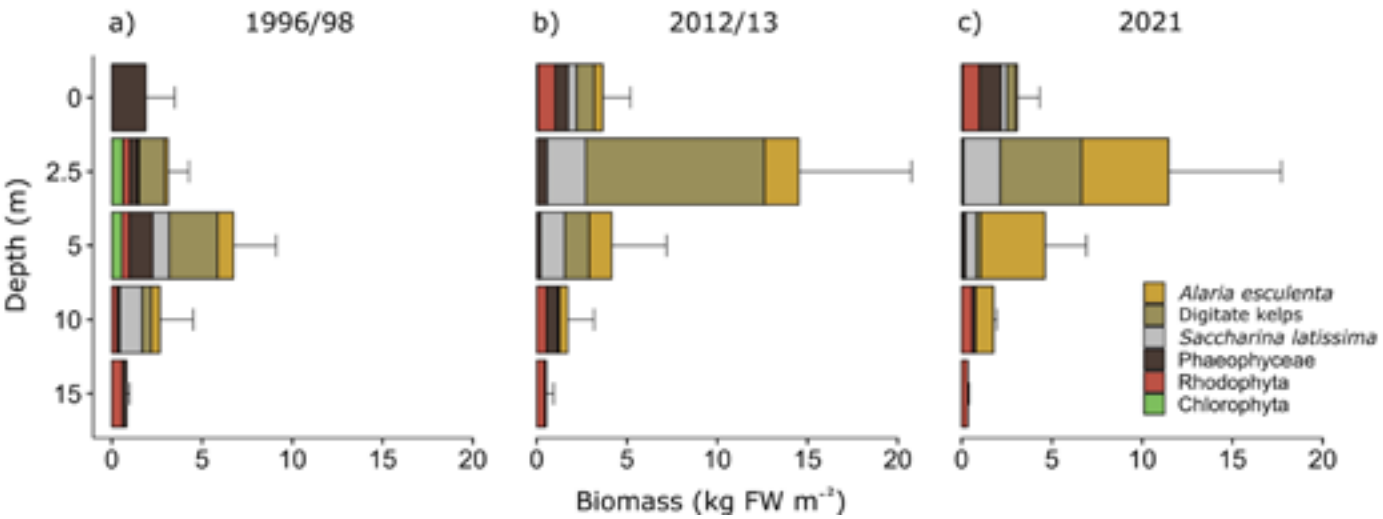
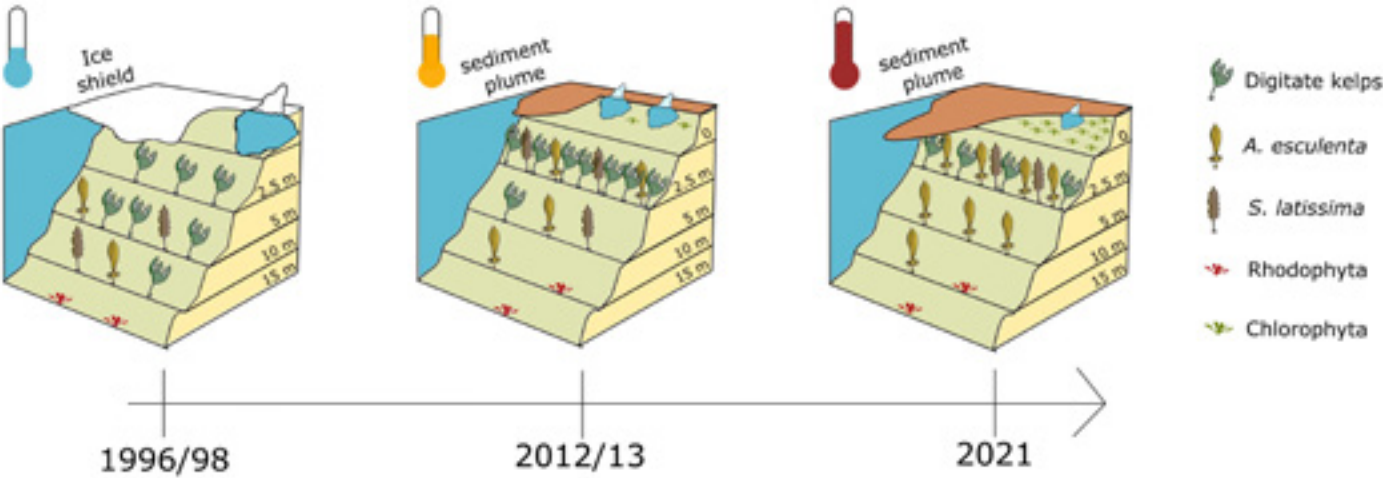


Thomas med sukkertare *Saccharina latissima*. Sukkertaren, som kan bli flere meter lang, har blitt nesten helt nedbeitet av Drøbakkråkeboller langs kysten av Nord-Norge. Den ytre delen av Kongsfjorden har i dag også høy tetthet av kråkeboller.

Foto: Haakon Hop / Norsk Polarinstitutt

Svalbards kystsone endrer seg raskt med klimaendringer, og vitenskapelige dykkebaserte forskningsprosjekter er avgjørende for å forstå hvilke konsekvenser disse endringene har for Norges unike arktiske havøkosystem. Tareforskningen i Kongsfjorden er en del av en større panarktisk studie, *Klimaendringer og blått karbon i Arktis (BlueARC)*, ledet av Karen Filbee-Dexter ved Havforskningsinstituttet.

Endring i tareskogbiomasse og dybdefordeling over 25 år med arktisk oppvarming ved Hansneset i Kongsfjorden, Svalbard. Taresamfunn langs arktiske fjordsystemer har økt i biomasse nær overflaten på grunn av mindre havis og økt lys tidlig på våren. De har imidlertid minket ved 10–15 m dybde etter hvert som isbresmeltingen har økt og kystformørkningen har intensivert. Denne kystformørkningen gjør dypere habitater ugjestmilde for viktige tarearter til tross for en lengre periode med åpent vann. *Figure fra Düsedau et al. (2024)*



Fersk biomassevekt (kg/m², gjennomsnittlig ± SD) av dominerende makroalgearter og -grupper langs dybdegradienten og over tid ved Hansneset, Kongsfjorden. Det finnes to digitate tarearter med «fingre»: *Laminaria digitata* og *Hedophyllum nigripes*. Disse artene er morfologisk ganske like med «fingre». *Figur fra Düsedau et al. (2024)*

Dette prosjektet tar sikte på å bestemme hvor effektive arktiske tarer er når det gjelder å fiksere og lagre karbon etter hvert som de vokser, og hva som skjer med dette karbonet når taren dør og begraves i sedimentene og slik fungerer som et «karbonsluk». Dette settes inn i et klimaendningsperspektiv med økte lagre av «blått karbon» på grunn av økt tarebiomasse i grunt vann og dermed økt karbonlagring ved lave temperaturer og langsom forråtnelsesprosess.

TAKK

BlueARC-prosjektet finansieres av Norges forskningsråd (334760) og Arctic Field Grant (RIS 12373). Norsk Polarinstitutt støtter prosjektet logistisk. Vi takker Luisa Düsedau for at vi får gjenbruke hennes publiserte figurer fra et open access-tidsskrift (rettigheter gitt), og til Anca Cristea (Norsk Polarinstitutt) for å ha skaffet Sentinel-bildet. ■

LES MER:

Bartsch I, Paar M, Fredriksen S, Schwanitz M, Daniel C, Hop H, Wiencke C (2016) Changes in kelp forest biomass and depth distribution in Kongsfjorden, Svalbard, between 1996–1998 and 2012–2014 reflect Arctic warming. *Polar Biology* 39: 2021–2036. <https://doi.org/10.1007/s00300-015-1870-1>

Düsedau L, Fredriksen S, Brand M, Fischer P, Karsten U, Bischof K, Savoie A, Bartsch I (2024) Kelp forest community structure and demography in Kongsfjorden (Svalbard) across 25 years of Arctic warming. *Ecology and Evolution* 14: e11606. <https://doi.org/10.1002/ece3.11606>

Hop H, Kovaltchouk NA, Wiencke C (2016) Distribution of macroalgae in Kongsfjorden, Svalbard. *Polar Biology* 39: 2037–2051. <https://doi.org/10.1007/s00300-016-2048-1>



Bladtare *Saccorhiza dermatodea* målt i Marine Laboratory i Ny-Ålesund, her med Taylor og Albert i aksjon. *Foto: Haakon Hop / Norsk Polarinstitutt*



Haakon klar til å dykke ved det historiske transektet (0–30 m) på Hansneset. *Foto: Taylor Simpkins / University of Western Australia*

Geir Wing Gabrielsen, Sebastian Gerland, Dmitry Divine, Jack Kohler, Marika Marnela, Allison Bailey, Christophe Sauser, Sebastien Descamps, Kit M Kovacs og Christian Lydersen // Norsk Polarinstitutt
 Janne E Søreide og Anna Vader // Universitetssenteret på Svalbard
 Simon Jungblut // Universitetet i Bremen

Utsikt fra Ny-Ålesund mot indre Kongsfjorden, Svalbard.
 Foto: Geir Wing Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt

Fremtiden for arktiske kystøkosystemer

FORSKERNE FORTELLER

Isbreer og havis blir mindre, og dette påvirker det marine biologiske mangfoldet, økosystemenes funksjon, turismen og levebrødet til folk i Arktis. Her presenterer vi noen resultater fra det EU-finansierte forskningsprosjektet FACE-IT (The Future of Arctic Coastal Ecosystems – Identifying Transitions in fjord systems and adjacent coastal areas).

ARKTISKE FJORDER ER I RASK ENDRING. Et varmere klima har vært den viktigste driveren. Men andre faktorer legger også press på naturmiljøet, deriblant fiske, turisme og endringer i sosioøkonomiske forhold. FACE-IT har studert endringer i det marine biologiske mangfoldet, økosystemenes funksjon og konsekvensene av global oppvarming for arktiske samfunn. Målet var å muliggjøre adaptiv samforvaltning av sosioøkologiske fjordsystemer i endring. FACE-IT sammenlignet arktiske fjordsystemer i ulike stadier av tap av kryosfære på Grønland, på og ved Svalbard og i Porsangerfjorden. I denne artikkelen presenterer vi resultater fra Svalbard, med vekt på atlantifisering.

Fjordene på Vest-Svalbard mottar en økt, men variabel tilstrømning av varmt atlanterhavsvann fra Vestspitsbergenstrømmen. FACE-IT har lagt til rette for publisering av hydrografiske data samlet inn i Kongsfjorden av Norsk Polarinstitutt, og utvider dermed tidligere publiserte tidsserier fra årlige tokt frem til 2020 (<https://doi.org/10.21334/npolar.2024.7414766f>). Etter 2020 har det vært gjennomført sesongmessige hydrografiske målinger i fjorden. Det er viktig å overvåke forholdene for å detektere endringer og forstå hvilken sammenheng det er mellom disse endringene og endringer i havis, havterminerende isbrefronter og artssammensetning.

Havis i fjordene på Svalbard er en viktig drivkraft for lokalt og regionalt klima, og påvirker energiutvekslingen mellom atmosfæren og havet. Havisen er også et habitat for arter som ringsel (*Pusa hispida*) og isalger. Langsiktig overvåking av havisen over flere tiår i utvalgte Svalbard-fjorder viser endringer: Havissesongen har blitt kortere, isutbredelsen har blitt mindre, isen har blitt tynnere, og det har blitt mindre snø. FACE-IT-prosjektet hjalp forskere ved Norsk Polarinstitutt med å samle inn og publisere feltdata om havis og isbreer fra Kongsfjorden, og dermed fremme tverrfaglig vitenskapelig samarbeid, inkludert konsekvensmodellering.

Tidevannsbrefronter i Kongsfjorden har trukket seg stadig mer tilbake siden slutten av 1800-tallet, med en viss kortsiktig variasjon styrt av kalving og smelting, og av breens bevegelseshastighet. Bevegelseshastigheten styres delvis av langsiktige trender i massebalansen, mens kalving og smelting påvirkes av vanntemperatur og topografien under breen. En annen faktor er såkalt surge, det vil si kraftige, kortvarige brefremstøt. Noen breer veksler mellom å bevege seg relativt sakte i mange tiår og å gjøre slike plutselige fremstøt, som bare varer noen år.

Miljøendringene i arktiske fjorder, som følge av oppvarming, påvirker planktonsamfunnet. Boreale arter har blitt mer fremtredende, selv om isen blir liggende enkelte steder, som i isbukter og terskelfjorder, der inntrengingen av varmt atlantehavsvann er begrenset. På slike steder er de boreale artene mindre tallrike, fordi den lange næringsfattige vinteren begrenser overlevelsen og artssamfunnet tilbakestilles til en renere arktisk tilstand om vinteren. En lignende tilbakestilling av artssamfunn om vinteren ses også blant encellede organismer (protister) i varmere, isfrie fjorder. Slike organismer har vært studert månedlig i Adventfjorden siden 2011. En omfattende sammenligning av sesongdynamikken til planteplanktonoppblomstringer i tre ulike arktiske fjorder studert i FACE-IT - Nuup Kangerlua (Grønland), Ramfjorden (fastlands-Norge) og Adventfjorden (Svalbard) - viste tydelige våroppblomstringer i alle de tre fjordene, men bare Ramfjorden ved 69.54°N og Nuup Kangerlua ved 64.5°N hadde regelmessige sommer- og høstopplomstringer. En kort primær produksjonssesong begrenser



Feltarbeid i Kongsfjorden på havis.

Foto: Sebastian Gerland / Norsk Polarinstitutt

Feltarbeid på en isbre nær Kongsfjorden. .
Foto: Stein Tronstad / Norsk Polarinstitutt

sekundær produksjon av borealt dyreplankton ved Svalbard (ved $\geq 75^\circ \text{N}$) og vil trolig fortsette å gjøre det i fremtiden, siden solvinkelen er for lav til at alger kan vokse senere enn midten av september. Havtemperaturene vil fortsette å øke med den globale oppvarmingen og redusere utviklingstiden for dyreplankton, noe som potensielt kan favorisere borealt dyreplankton fremfor arktisk dyreplankton i fremtiden. Sesongbaserte dyreplanktondata fra Isfjorden og Kongsfjorden bekrefter at den boreale *Calanus finmarchicus* har etablert lokale bestander og forekommer i lignende eller enda høyere antall enn den arktiske søskenarten *C. glacialis*.

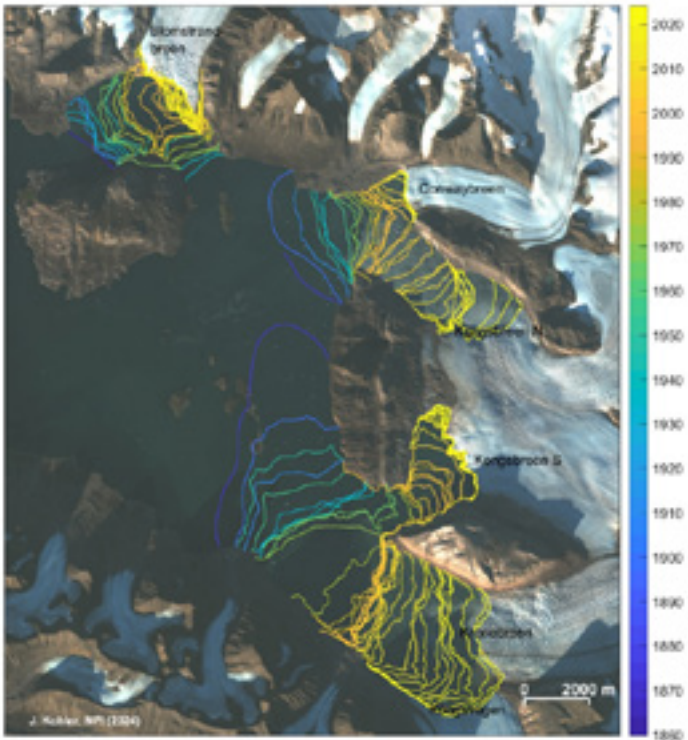
FACE-IT har lagt til rette for flere studier som har undersøkt hvordan variasjoner fra år til år i havisforhold påvirker overlevelse, hekkesuksess og kroppstilstand for Svalbards sjøfugler. Samlet sett tyder disse studiene på at havis om våren kan påvirke kroppstilstand og demografi for arktisk sjøfugl, men at isen ikke spiller en veldig stor rolle. Effekten av havis varierte fra art til art og etter hvilken istype det var snakk om (det var for eksempel forskjell på drivis og fastis). Disse resultatene har vist hvor viktig det er å anerkjenne at havishabitater er forskjellige.

Endringer i havis forventes generelt å påvirke sjøfugl hovedsakelig via effekter på byttet. De kan imidlertid også påvirke sjøfugler via endringer i predasjon. På Svalbard hekker ærfulgl vanligvis på små øyer. Havis om våren kan skape broer som gjør at predatorer som fjellrev (*Vulpes lagopus*) kan nå ut til disse øyene og redusere ærfuglers hekkesuksess betydelig. Nedgangen i havis har redusert forbindelsen mellom øyer og fastlandet, og dermed har risikoen for predasjon blitt redusert. Dette har ført til at utbredelsen av hekkende ærfugl har endret seg, ved at det har etablert seg nye kolonier på øyer som har blitt tryggere etter at den vårlige havisen trakk seg tilbake. Disse resultatene illustrerer at komplekse og finskala endringer i predator-bytte-interaksjoner drevet av havistap kan omforme habitategnethet og påvirke arktisk dyrelivsdynamikk.

Alle arktiske endemiske marine pattedyr er sterkt isassosierte. Hvaler i Arktis er avhengig av havis for å beskytte seg mot stormer og predatorer; se-
ne i Arktis føder på havis, finner mat under isen og ligger på isen når de skal hvile seg og i hårfellingsperioden. Isbjørner (*Ursus maritimus*) legger bak seg lange distanser på havisen på jakt etter sitt primære bytte: sel. Et Arktis som blir varmere, med store reduksjoner i havis, utgjør en sterk trussel mot arktiske endemiske marine pattedyr. Studier utført innen FACE-IT har vist betydelige endringer i utbredelse for mange marine pattedyrarter de siste tre tiårene. For eksempel har boreale hvalarter reagert positivt på økningen i atlantehavsvann på vestkysten av øygruppen, og ekspandert inn i fjorder og til hele det nordlige Spitsbergen. På samme måte har steinkobben (*Phoca vitulina*), som trives i tempererte farvann, fått dramatisk økt utbredelse de siste tiårene. Akustikkstudier tyder på at storkobben (*Erignathus barbatus*) har blitt mindre tallrik i Kongsfjorden. Problemet dens er at det er et misforhold mellom tilgjengelige havishabitater og reproduksjonsatferden. FACE-IT undersøkte også vandringsmønstrene til hvalrossen (*Odobenus rosmarus*), og fant ut at den kommer trofast tilbake år etter år til sommerliggeplassene på Svalbard og vinteroppholdsstedene på havis øst for øygruppen. Pågående isreduksjoner vil redusere det tilgjengelige habitatet for hvalrosser i Barentsregionen. ■

VEIEN VIDERE

FACE-IT har lagt til rette for omfattende ny datainnsamling, og representerer et stort skritt mot å gjøre mer data tilgjengelig for arktiske og subarktiske fjorder. Resultatene gjentar tydelig behovet for konsekvente langsiktige observasjoner. Her ble bare Svalbard-fjordene diskutert; for andre fjorder er det lite data tilgjengelig. I fremtiden bør det for eksempel foretas sammenligninger mellom fjordene for å bestemme hvilke regionalt representative fjorder som egner seg best for fremtidig langtids overvåking.



Brefrontene til Kongsfjordens tidevannsbreer.
Bilde: Jack Kohler / Norsk Polarinstitutt

Kronebreen i Kongsfjorden.
Foto: Geir Wing Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt



Rugende ærfulgl (*Somateria mollissima*) i Kongsfjorden.
Foto: Geir Wing Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt



Storkobbe (*Erignathus barbatus*) i Kongsfjorden.
Foto: Geir Wing Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt





Feltprøvetaking for *C. finmarchicus* under et Migratory Crossroads-tokt våren 2024.

Venstre: Utplassering av Seaglider med sensorer.

Foto: Kanchana Bandara / Akvaplan-niva

Høyre: Utplassering av planktonnett.

Foto: Chathumini Kiel

Kanchana Bandara // Akvaplan-niva

Den største forflytningen av dyr på planeten

FORSKERNE FORTELLER

Under havets overflate lever det en mengde dyr som er mindre enn et riskorn. Dette er hoppekrepsens verden, de mest tallrike av alle dyr på Jorden. Hver kveld forflytter milliarder av hoppekreps seg opp til havoverflaten for å beite. Denne daglige vertikale migrasjonen representerer den største forflytningen av dyr på planeten.

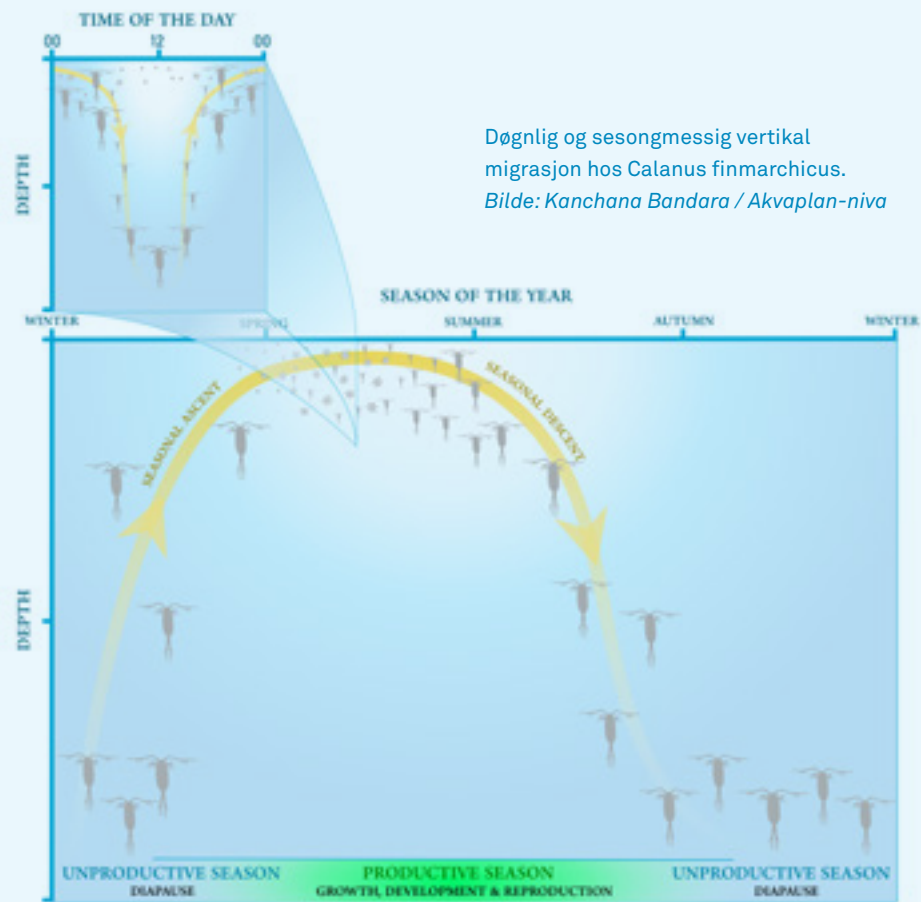
HOPPEKREPS BEITER HOVEDSAKELIG på plan-teplankton om våren og inntil sommeren. Om høsten forlater hoppekrepsen overflatevannet og den går over til i en energisparende dvalemodus på dybdevannet. Om våren går hoppekrepsen ut av dette dvalemodus og kommer opp igjen til overflaten for å fullføre sin livssyklus. Denne atferden kalles sesongmessig vertikal migrasjon og kommer i tillegg til hoppekrepsens daglige migrasjon. Begge disse hoppekrepsens vertikale migrasjoner er følsomme for miljøfaktorer som lys, temperatur, saltholdighet, mattilgang og predasjon, forhold som er i endring på grunn av klimaendringer. Det er ikke kjent i hvilken grad hoppekrepsmigrasjoner kan tilpasse seg disse miljøendringene. Dette er bakgrunnen forprosjektet Migratory Crossroads som hadde sin oppstart i 2024.

Prosjektet skal fylle viktige kunnskapshull om den dominerende hoppekrepsarten i Norskehavet, *Calanus finmarchicus*.

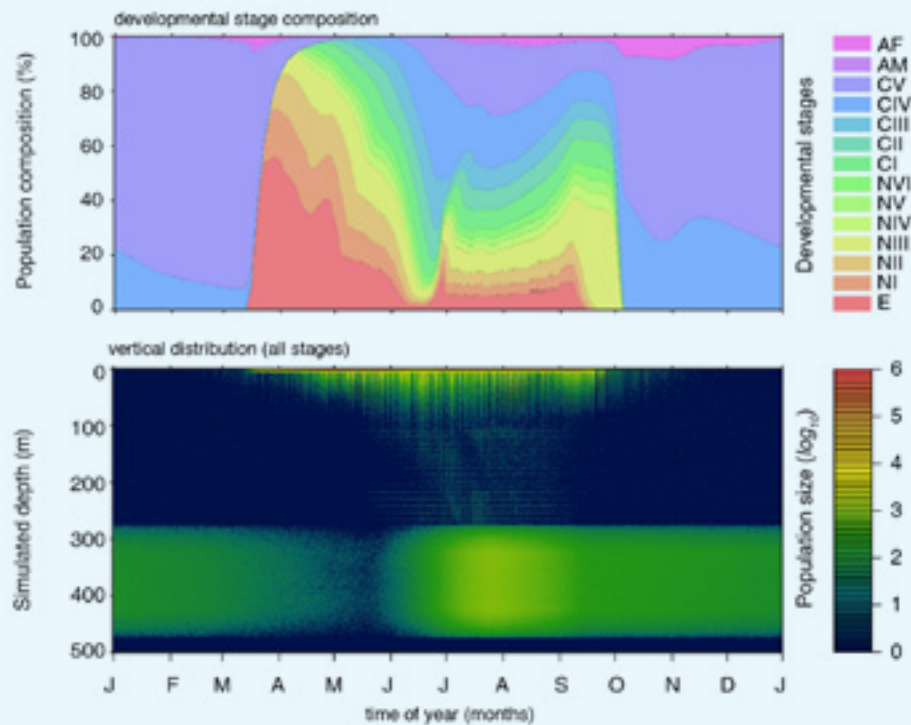
Det å forfølge den vertikale atferden til individuelle hoppekreps i deres naturlige habitat er en utfordrende oppgave. I Migratory Crossroads har vi derfor utviklet simuleringsmodellen PASCAL (Pan-Arctic behavioral og life-history Simulator for *Calanus*). Denne modellen skal bidra med en realistisk representasjon av daglig og sesongmessig vertikal migrasjon hos *Calanus finmarchicus*,

og dekke hele livssyklusen fra egg til voksne hoppekreps. I PASCAL er virtuelle individer av hoppekreps utformet som enheter med kroppsstørrelse, utviklingsstadium, kjønn og energireserve (lipider). I modellen så simuleres vertikal atferd som en funksjon av interne stimuli (kroppsstørrelse, utviklingsstadium, energireserver) og eksterne stimuli (lys, temperatur, saltholdighet, mat og predasjon). For å gjøre simuleringene våre så realistiske som mulig, har





Døgnlig og sesongmessig vertikal migrasjon hos *Calanus finmarchicus*.
Bilde: Kanchana Bandara / Akvaplan-niva



Simulert vertikal atferd hos *C. finmarchicus* over et kalenderår i en prøvekjøring av PASCAL modellen. Den øverste grafen viser endringer over tid i andelen av ulike utviklingsstadier av *C. finmarchicus* fra egg (E), larve (nauplius, N), kopepoditt (C) voksne hanner (AM) og voksne hunner (AF). Den nederst grafen viser dybdefordelingen av de ulike stadiene på tvers av samme tidslinje, hvor daglig migrasjon ses i grønt i de øverste 0-100 meter i havsøylen. Den sesongmessig migrasjonen er vist i grønt på dybde mellom 300-500 meter. Bilder: PASCAL

vi basert disse på forskningsbasert kunnskap om hvordan hoppekreps reagerer på ulike interne og eksterne stimuli samt deres svømmehastighet.

For å ytterligere forbedre realismen i modellen så har vi gjennom feltarbeid samlet inn data om den vertikale fordelingen av *C. finmarchicus* i Norskehavet. Dette arbeidet er gjennomført i samarbeid med prosjektet CliN-BluFeed (se Les mer). Datainnsamlingen ble gjennomført ved hjelp av en kombinasjon av tradisjonelle og innovative feltmetoder, inkludert plankton-nett, autonome fartøy utstyrt med avanserte sensorer samt fjernmåling fra satellitt. Disse felldataene bidrar til at vi kan sammenligne modelldrevet og reell atferd hos *C. finmarchicus*. I PASCAL tar vi nå simuleringene våre til et neste nivå ved å oppskalere fra en enkel én-dimensjonal vannsøylemodell til en full tredimensjonal representasjon av Norskehavet. Denne digitale tvillingen vil gjøre oss i stand til å forfølge de vertikale hoppekrepsforflytningene under tidligere, nåværende og potensielle fremtidige miljøforhold. Denne typen tredimensjonal digital representasjon av *C. finmarchicus*-bestander, basert på realistiske simuleringer av deres livssyklus, kan gi verdifull innsikt og bidra til en mer effektiv innhøsting og bærekraftig forvaltning av *Calanus*-bestander i Norskehavet. ■

LES MER:

Prosjektet Migratory Crossroads:
<https://akvaplan.no/en/project/migratory-crossroads>

Prosjektet CliN-BluFeed:
<https://akvaplan.no/en/project/clin-blufeed>

CALANUS

I nordatlantiske og arktiske farvann så er det tre ulike *Calanus*-arter som utgjør størsteparten av biomassen av dyreplankton. I Norskehavet så er *Calanus finmarchicus* den mest tallrike. De ulike artene av *Calanus* er avgjørende for både struktur og funksjon i det pelagiske næringsnett. Dette er fordi de utgjør en sentral forbindelse mellom primær-produsenter (planteplankton) og fisk, marine pattedyr, sjøfugl og mennesker. Disse *Calanus* artene er kjent for å utføre daglige og sesongmessige vertikale migrasjoner. Denne migrasjonen bidrar til forflytting av CO₂ fra atmosfæren til dyphavet og representerer derfor en naturlig buffer mot effekter av klimaendringer. Dette påvirker også syklusen av næringsstoffer i havet og påvirker derfor marin produktivitet.



Calanus finmarchicus (preadult stadium).
Foto: Juan Vicente de Muga



«Jordskred langs hele fjellsiden, muligens utløst av regn over permafrost. Telte opptil 20 steder.» – Svalbard-beboer.
Foto: Patrick Sneider

Ann Eileen Lennert, Espen Viklem Eidum og Linn Bruholt // UiT Norges arktiske universitet

Folkeforskning for en helhetlig forståelse av klimaendringer

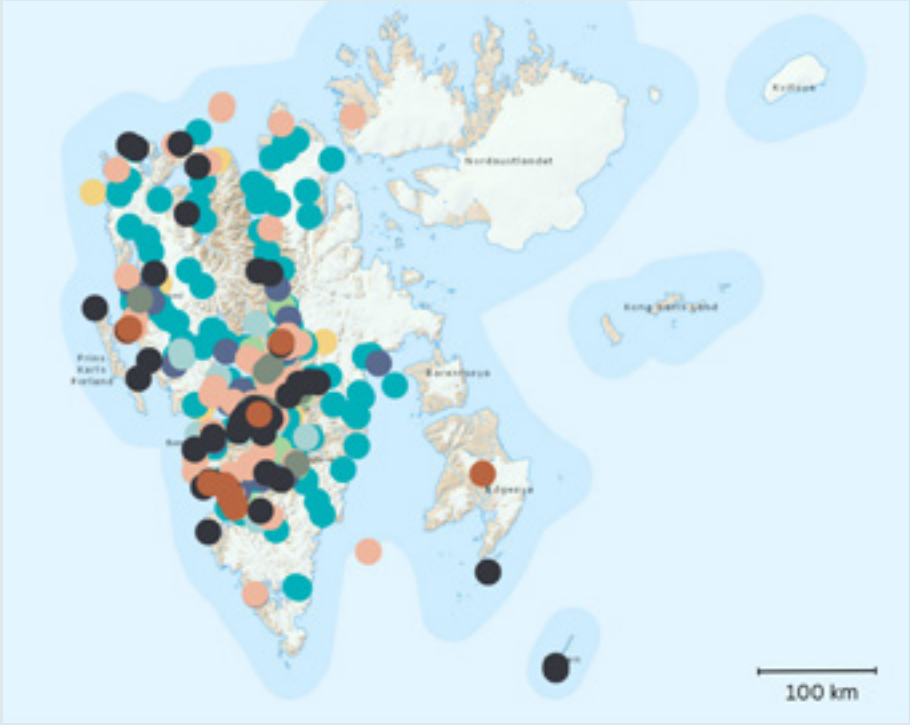
FORSKNING OG FOLK

Forståelse av og tilpasning til miljøer som nå endres innenfor et menneskes levetid, krever mer enn naturvitenskapelige metoder, fordi tradisjonell vitenskapelig overvåking ofte ikke fanger opp lokalsamfunns nyanserte erfaringer. Vi har undersøkt den rike lokale kunnskapen til innbyggerne på Svalbard.

Prosjektene SVALUR and Catchment 2 Coast understreker viktigheten av å kombinere ulike folkeforskningsmetoder og brukte derfor både spørreundersøkelser, fokusgrupper, intervjuer og kognitiv kartlegging. Resultatet var 750 observasjoner over hele Svalbard. Disse observasjonene, både nåtidige og historiske, ga dyp innsikt i miljøendringer. De var mangefasetterte og relasjonelle og supplerte de vitenskapelige dataene med en mer helhetlig forståelse av endringene.

Ved hjelp av Maptionnaire, en elektronisk kartbasert plattform som gjør det mulig for privatpersoner å dele sin kunnskap, gjorde Svalbard-beboere observasjoner om endrede årstider, våtere klima og miljø, permafrosttining og -forstyrrelser, mikroklimaer, endringer i dyrearter og -utbredelse, havis og revner. De reflekterte over bevegelsene sine, sikkerhet og vinterreisruter som endres fra dag til dag, eller de delte personlige refleksjoner over hvordan landskapet har endret seg. Kunnskapen de delte, knyttet sammen vær, økosystemer, fauna og landskap på en helhetlig måte gjennom erfaringer.

Isbreen som munnet ut i elva, har trukket seg så mye tilbake at elva ikke lenger renner ut i innsjøen. Det betyr at røya der har blitt stasjonær, siden den ikke kan komme seg fra innsjøen tilbake til havet.



Legend

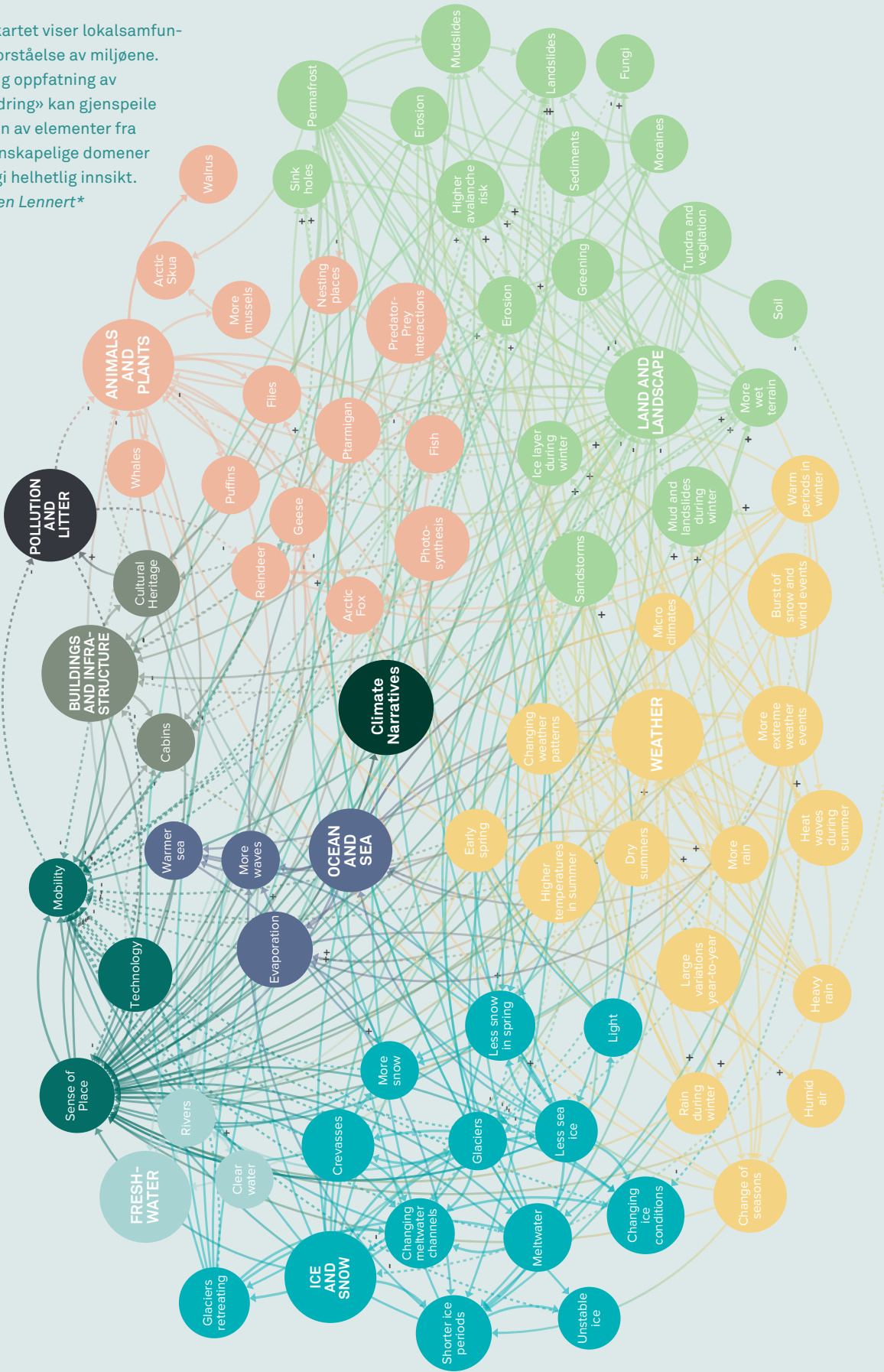
- Land & landscape
- Plants & animals
- Ice & snow
- Freshwater
- Pollution & litter
- Ocean & sea
- Weather
- Buildings & infrastructure
- Other

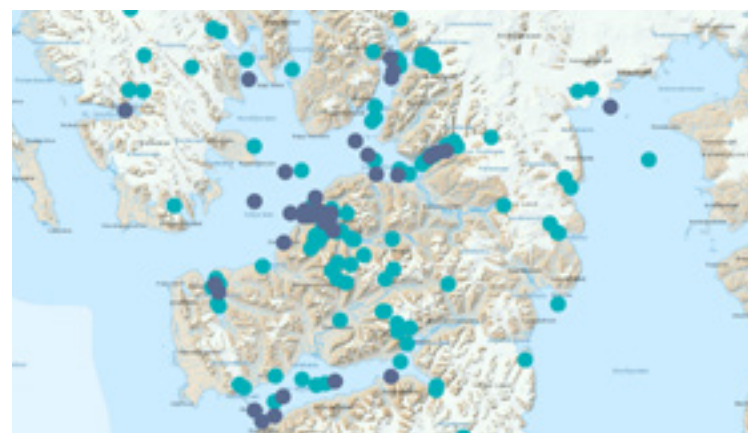
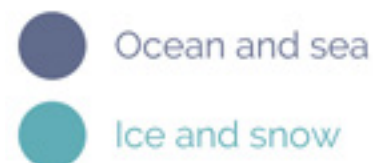
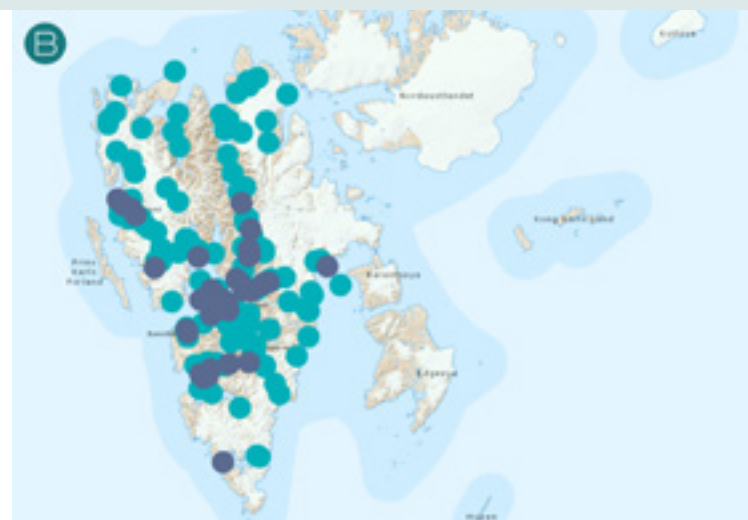


Den romlige fordelingen av Maptionnaire-observasjonene viser at lokal kunnskap kan samles inn fra et stort geografisk område. Verksteder og fokusgrupper utvidet den geografiske dekningen ytterligere. *Figur: Ann Eileen Lennert**

* Disse figurene omfattes av lisensen Creative Commons Attribution 4.0 International.

Det kognitive kartet viser lokalsamfunnets utrolige forståelse av miljøene. En menneskelig oppfatning av «landskapsendring» kan gjenspeile en kombinasjon av elementer fra flere naturvitenskapelige domener og kan derfor gi helhetlig innsikt. *Figur: Ann Eileen Lennert**





Det kognitive kartet viser lokalsamfunnets utrolige forståelse av miljøene. En menneskelig oppfatning av «landskapsendring» kan gjenspeile en kombinasjon av elementer fra flere naturvitenskapelige domener og kan derfor gi helhetlig innsikt. *Figur: Ann Eileen Lennert**

Overvåkingshull uttrykt og identifisert gjennom Maptionnaire og fokusgrupper. Da studien først ble publisert i Nature Humanities and Social Sciences Communications, ble det vitenskapelige miljøet overrasket over noen av «overvåkingene» som ble identifisert. Et eksempel er svalbardreinen. Mange sa at den burde overvåkes, men den er allerede gjenstand for omfattende overvåking. Forskerne burde ha tolket dette som et tegn på at overvåkingen og forskningen deres ikke var tilstrekkelig synlig for lokalsamfunnet, og spurte seg hvordan de kan gjøre denne innsatsen mer synlig og nyttig. *Figur: Ann Eileen Lennert**



* Disse figurene omfattes av lisensen Creative Commons Attribution 4.0 International.

Kystlinjen endrer seg hele tiden. Hver gang jeg er ute og padler, har den forandret seg.

Kognitive kart gir et fugleperspektiv over dataene og gir en tydelig visualisering av den dype miljø- og systemforståelsen de som bor og ferdes på Svalbard, har, og hvordan de knytter sammen, forstår og oppfatter variasjonene og endringene de registrerer. I kartene ble de innsamlede observasjonene transformert fra individuelle observasjoner til et mer generelt sett av sammenflettede miljøforhold.

Luften føles annerledes. Før var den tørrere, nå lukter den annerledes.

Observasjonene avslørte også et nettverk av ruter som illustrerer infrastruktur og geografiske muligheter som kan bidra som ressurser for naturvitenskapelige prosjekter. Disse nettverkene av observasjoner kan også bidra til å identifisere viktige overvåkingene knyttet til transport, sikkerhet og velferd.

Isbreen her har endret seg betydelig de siste ti årene. Og vi må hele tiden se etter nye måter å reise på i dette området.

Ikke minst fikk studien oss til å se nærmere på vår rolle som forskere, og spørre oss selv om overvåkingen og forskningen vi gjør på Svalbard, er synlig, tilgjengelig og relevant for de som bor der. Oppfyller den behovene innbyggerne identifiserer, spesielt med hensyn til sikkerhet og mobilitet?

Likevel mener vi at det er store muligheter for å øke relevansen og inkluderingen av folkeforskning i langtidsovervåking av miljøendringer. Helhetlig innsikt og observasjoner byr på rike muligheter når det gjelder å tette de mange kunnskapshullene som finnes i dagens langtidsovervåking, samtidig som det gjør overvåkingen relevant og meningsfull for lokalsamfunnet.

LES MER:

Lennert AE, van der Wal R, Zhang J, Hausner VH, Murguzur FJM, Miles MW (2023) Rich local knowledge despite high transience in an Arctic community experiencing rapid environmental change. Humanities and Social Sciences Communications 10: 782. <https://www.nature.com/articles/s41599-023-02310-9>

INVOLVERTE PROSJEKTER:

C2C:

<https://framsenteret.no/forskning/fra-fjell-til-fjord-c2c/> (Site mainly in Norwegian. For a brief summary in English, click on the link below the first illustration.)

SVALUR:

<https://arcticsustainability.com/2020/07/09/svalur/>

Merete Schøyen, Merete Grung, Anders Ruus* og Dag Ø Hjermann // Norsk institutt for vannforskning
Guttorm Christensen og Kjetil Sagerup // Akvaplan-niva

Tretti år med overvåking av miljøgifter langs den arktiske kysten

FORSKERNE FORTELLER

I over 30 år har NIVA og Akvaplan-niva samarbeidet om å overvåke miljøgifter langs norskekysten. I områder hvor tidstrender kan påvises, avtar nivåene og de negative effektene av de fleste miljøgifter over tid. For torsk har imidlertid nivåene av enkelte miljøgifter økt.

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING (NIVA) og Akvaplan-niva overvåker årlig nivåer, tidstrender og effekter av miljøgifter i torsk, blåskjell, snegler og ærfugl for Miljødirektoratet. NILU Tromsø utfører flere av de kjemiske analysene. Den lengste tidsserien for torsk og blåskjell i Arktis startet i 1991.

Overvåkingsprogrammet inkluderer analyser av eldre miljøgifter, som metaller (for eksempel kvikksølv, bly og kadmium), tributyltinn (TBT), klororganiske forbindelser (for eksempel PCB, DDT og HCB), tjærestoffer (PAH) og bromerte flammehemmere (PBDE), samt miljøgifter man har blitt mer bekymret for i det siste, som PFAS (PFOS og andre «evighetskjemikalier»), klorerte parafiner og siloksaner.

Tidstrender og referansekonsentrasjoner
Nedadgående tidstrender for miljøgifter dominerer i områder hvor det kunne påvises trender. Programmet har utviklet nye referansekonsentrasjoner for biota, og resultater fra uberørte områder som Svalbard er verdifulle.

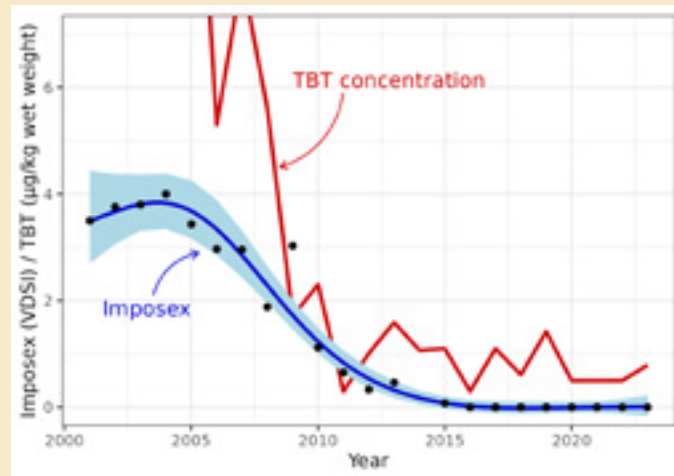
HUNNER MED PSEUDOPENIS

Hunnsnegler kan utvikle maskuline kjønnskarakteristika når de utsettes for TBT. Fenomenet kalles imposex. TBT ble brukt som antibegroingsmiddel på båter til det ble forbudt i 2008. Vi har de siste årene ikke påvist imposex på noen av prøvestasjonene i Svolvær og Varangerfjorden. Disse resultatene fra Arktis, og norskekysten generelt, viser at TBT-forbudene har vært effektive.

* Også tilknyttet Universitetet i Oslo.



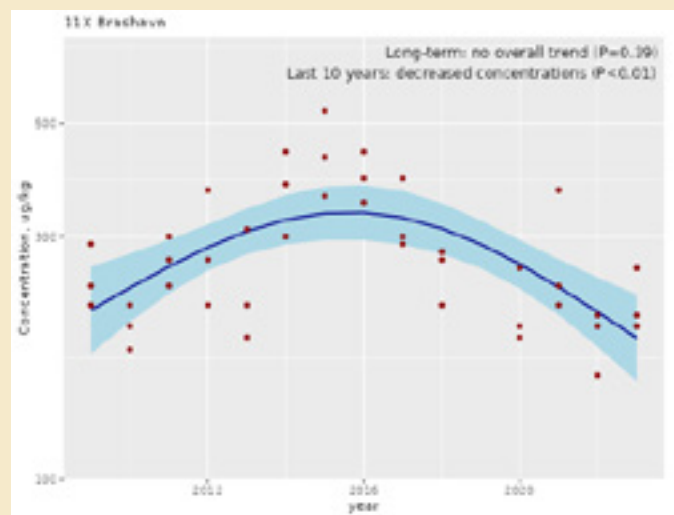
Purpurnegl (*Nucella lapillus*). Foto: Lise Tveiten / NIVA



Tidstrender for TBT (rødt) og imposex (blått) hos purpursnegl fra Svolvær. Graf: Dag Ø. Hjermann / NIVA



Tidstrend for PFOS i torsk (*Gadus morhua*) fra Isfjorden (logskala). Graf: Dag Ø. Hjermann / NIVA



Tidstrender for nikkel i blåskjell (*Mytilus edulis*) fra én stasjon i Varangerfjorden. Graf: Dag Ø. Hjermann / NIVA

NOEN BEKYMRRINGSFULLE TRENDER HOS TORSK

All torsk som ble analysert for PCB, PBDE og kvikksølv i 2023, hadde konsentrasjoner som overskred miljøkvalitetsstandardene. Det eneste unntaket var torsk undersøkt nær Longyearbyen, som hadde kvikksølvkonsentrasjoner under miljøkvalitetsstandarden. Torsk på de arktiske stasjonene hadde lav samlet forurensning sammenlignet med mer urbaniserte og/eller industrialiserte steder lenger sør langs norskekysten. Det var økende konsentrasjoner for noen metaller, for eksempel sølv i torsk fra Varangerfjorden og Tromsø havn. Økende konsentrasjoner av PBDE ble funnet i torsk utenfor Lofoten. Det mest overraskende var at PFOS-konsentrasjonene økte i torsk fra Isfjorden på Svalbard.

METALLER I BLÅSKJELL I ARKTIS

I blåskjell nord for polarsirkelen var miljøgift-nivåene generelt lave, men ikke vesentlig lavere enn i avsidesliggende områder i Sør-Norge. Unntakene er nikkel og kadmium, som ble funnet med relativt høye konsentrasjoner i blåskjell fra Varangerfjorden. Smelteverket i Nikel i Russland (stengt i 2020) har vært årsaken til høye konsentrasjoner av nikkel i Pasvikelva. Nikkel i blåskjell har avtatt på den ene stasjonen i Varangerfjorden, men ikke på den andre. Blåskjell fra Svolvær hadde relativt høye kadmiumkonsentrasjoner, noe som stemmer overens med kjente høye konsentrasjoner i krabbe fra området nord for Bodø.

ÆRFUGL PÅ SVALBARD

Ærfuglhunner ruger i 3-4 uker, og under rugingen faster de og mister mye av kroppsvekten. Lagrede fettreserver mobiliseres under fastingen, og siden mange miljøforurensende stoffer er forbundet med lipider, gjør dette ærfugl til en interessant art å studere med tanke på miljøgifter. Blod og egg fra ærfugl har blitt overvåket siden 2017 i Kongsfjorden på Svalbard. I perioden 2017-2023 dominerte «ingen endring» for ærfugl, etterfulgt av nedadgående trender. Ingen oppadgående trender ble observert i 2023.

STABILE ISOTOPER SOM DIETTMARKØRER

Stabile isotoper av karbon og nitrogen er nyttige indikatorer for matopprinnelse og trofiske nivåer. $\delta^{13}\text{C}$ gir en indikasjon på karbonkilde, mens $\delta^{15}\text{N}$ er høyere i organismer på høyere trofisk nivå på grunn av en større tilbakeholdelse (retensjon) i kroppen av den tyngre isotopen (^{15}N). Stabile isotoper har blitt overvåket siden 2012 og det er påvist en geografisk forskjell som er konsekvent over tid. For eksempel er $\delta^{15}\text{N}$ høyest i Oslofjorden og lavest på kysten av Vestlandet. Nivået langs kysten av Nord-Norge ligger et sted imellom. Isotopsignaturene i blåskjell fra overvåkingen gir dermed verdifull informasjon om «baseline»-nivåene av isotoper langs norskekysten, inkludert den arktiske kysten.

RAPPORTERING

Dataene rapporteres til Miljødirektoratets vannmiljødatabase (<https://vannmiljo.miljodirektoratet.no>), og resultatene brukes av flere organisasjoner som har som oppgave å studere eller beskytte naturmiljøet, for eksempel Oslo-Paris-konvensjonen (OSPAR), Det internasjonale havforskningsrådet (ICES), Det europeiske miljøbyrået (EØS), Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) og Mattilsynet. ■

FAKTA

Overvåking av miljøgifter i kystområdene (MILKYS) er en del av det internasjonale Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP), som administreres av Oslo-Paris-konvensjonen (OSPAR). NIVA utfører miljøovervåkingen for Miljødirektoratet.

LES MER:

MILKYS-prosjektet (Miljøgifter i kystområdene/Contaminants in coastal waters): Overvåkning av miljøgifter i kystområdene (MILKYS) | NIVA

Schøyen M, Grung M, Lund L et al (2024) Contaminants in coastal waters 2023. NIVA-rapport 8022-2024. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2025/januar-2025/contaminants-in-coastal-waters-2023/>



Vibeke Lund Pettersen // Havforskningsinstituttet
Ellen Kathrine Bludd // UiT Norges arktiske universitet

Varmere hav gir flere arter i trålen, men truer lokale fiskesamfunn



FORSKERNE FORTELLER

Havforskere har undersøkt hvordan fiskesamfunn langs kysten er i ferd med å endre seg i takt med klimaendringer og høyere temperaturer.

ILØPET AV DE SISTE 30 ÅRENE har flere fiskearter langs norskekysten forflyttet seg lenger nord, i takt med at klimaet har endret seg og havet har blitt varmere.

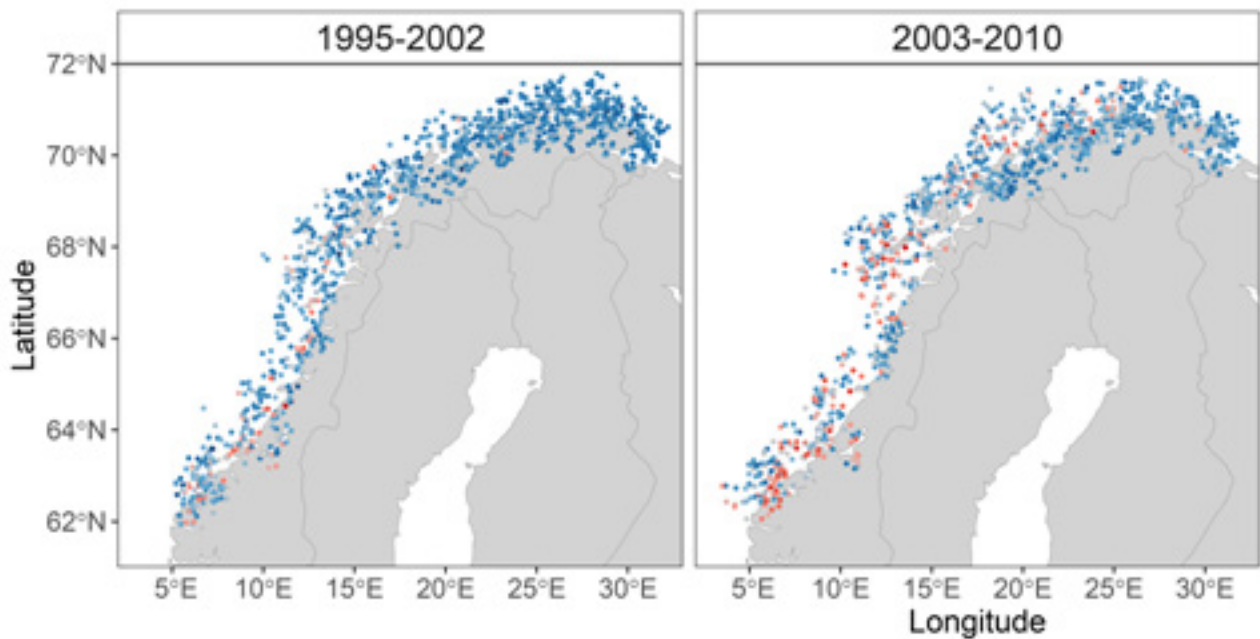
- Før i tiden bød en vanlig trålfangst fra Nord-Norge på omtrent 6-7 ulike fiskeslag. I dag er det fullt mulig å få opptil 15 forskjellige fisk i trålen, sier forsker Anna Siwertsson.

I en ny studie viser forskere fra Framsenterprosjektet CLEAN hvordan fiskebestander langs norskekysten har endret seg på grunn av klimaendringer.

Hvordan skal vi ta forvaltningsbeslutninger når det kommer nye arter til farvann der akvakultur og kystfiske allerede er etablert? Foto: Jørn Berger-Nyvoll / UiT Norges arktiske universitet

Klippfisk til tørk i Reine i Lofoten. Kysttorsk kan møte nye utfordringer når sørlige fiskearter vandrer opp langs kysten av Norge. Foto: Kedardome/Mostphotos





FLERE ARTER I NORD

Forskerne har analysert data fra kysttokt utført av Havforskningsinstituttet over en 25-årsperiode. Målet er å finne ut hvordan fiskesamfunn har endret seg over tid på grunn av et varmere klima og hav.

- Det er ingen tvil om at artsrikdommen i nord har økt betraktelig. Det er en konsekvens av varmere klima, som fører til at fisk som liker seg i kaldere vann, flytter nordover. Blant fiskeartene som er kommet til i nord, finner vi blant annet brisling og sølvtorsk, sier Siwertsson.

Når nye arter kommer inn i et kystøkosystem, kan det føre til endringer i næringskjeden.

- Når fisk må flytte på seg, endrer det sammensetningen av arter langs kysten. Hvis det er store endringer i økosystemet, vil det også kunne få konsekvenser for fiskerinæringen, sier Ulf Lindstrøm, en annen av forskerne bak studien.

ENDRER LOKALE ØKOSYSTEMER

Når fisk på flyttetot slår seg ned i et nytt område, endrer det spillet mellom artene i området. Dette kan skape problemer for lokale fiskebestander som allerede er etablert.

- Dersom lokale fiskebestander som kysttorsk får utfordringer, vil det kunne påvirke fiskeriene langs kysten. Med stadig økende sjøtemperaturer

og økt menneskelig aktivitet langs kysten, må effekten av klimaendringer på biologisk mangfold tas hensyn til i fremtidig forvaltning av arter og områder, sier Lindstrøm.

Et eksempel på at det kan gå galt i forvaltningen, er kollapsen av torskbestanden i Mainebukta for 15 år siden*. De som hadde ansvar for forvaltningen, tok ikke hensyn til at et varmere klima ville påvirke fisken, og derfor ble torsken overfisket.

Det at det kommer til nye arter, kan også være til fordel for fiskerinæringen.

- At nye ressurser blir tilgjengelige for fiskerinæringen, kan være bra, sier Lindstrøm.

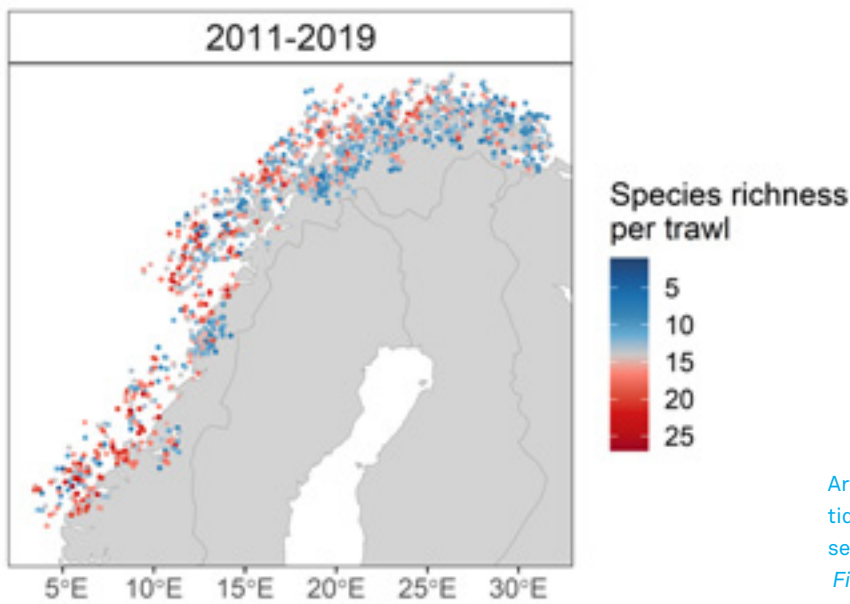
TRUET FRA ULIKE VINKLER

Men det er ikke bare vandrende fiskearter som er en fare for kystøkosystemene. Langs kysten finner vi også havbruksnæring, forurensning fra land, turisme og andre menneskelige aktiviteter.

Forskerne i forskningsprosjektet CLEAN setter sammen alle faktorer som kan påvirke økosystemene, slik at disse kan håndteres på en mer helhetlig måte.

- Vi mangler denne kunnskapen i dag. Sektorene arbeider separat, og virkningene studeres separat. Det er svært sjelden at vi setter alt sammen, sier Raul Primicerio, førsteamanuensis ved UiT og leder av CLEAN-prosjektet.

* Må ikke forveksles med kollapsen i torskefisket rundt Newfoundland på 1970-tallet og tidlig på 1990-tallet..



Artsrikdom per trål langs kysten av Nord-Norge tidlig (venstre panel), midt (midtre panel) og sent (høyre panel) i studieperioden.
Figur: Siwertsson et al. 2024

OM PROSJEKTET CLEAN

CLEAN tar for seg de kombinerte virkningene og risikoen forbundet med flere stressfaktorer i økosystemer i nordområdene.

94 forskere/teknikere fra 13 medlemsinstitusjoner deltar, og prosjektet ledes av UiT Norges arktiske universitet.

Finansiering: Framsenteret.

Varighet: 5 år (2022–2026)

LES MER:

Siwertsson A, Lindström U, Aune M, Berg E, Skarðhamar J, Varpe Ø, Primicerio R (2024) Rapid climate change increases diversity and homogenizes composition of coastal fish at high latitudes. *Global Change Biology* 30(5): e17273. <https://doi.org/10.1111/gcb.17273>

Siri Elise Dybdal // Norsk institutt for bioøkonomi

Kamp mot kålfluer, en voksende trussel mot arktisk landbruk

FORSKERNE FORTELLER

De unike forholdene i Nord-Norge gjør det mulig å dyrke kålrot og nepe i stor skala til tross for kort sesong og lave temperaturer. Klimaendringer, problemer med skadegjørere og logistiske hindringer skaper imidlertid utfordringer.

PRODUKSJONEN AV KÅLROT OG NEPE i Nord-Norge drar nytte av regionens særegne vekstforhold. Rikelig med dagslys i vekstsesongen legger til rette for rask vekst, mens de kjølige temperaturene bidrar til gunstige kvalitetstrekk som søthet, saftighet og sprøhet.

Til tross for disse fordelene står produsentene overfor betydelige utfordringer. Den korte vekstsesongen er fortsatt den største hindringen, selv om et stadig varmere klima har ført til litt tidligere vår. Samtidig fører stigende temperaturer til økt press fra skadegjørere og et miljø der skadegjørere og sykdommer trives.

VERDENS NORDLIGSTE GRØNNSAKSPRODUKSJON

Ulrike Naumann er produsentrådgiver i Tromspotet, verdens nordligste pakkeanlegg for poteter og grønnsaker, som også produserer ferdigmatretter som kålrotstappe.

- Vi bruker lokale råvarer så mye som mulig, sier Naumann, og legger til at pakkeanlegget mottar 5000 tonn poteter årlig fra nærområdet.

Da Tromspotet ble etablert i 1995, var det mini-malt med grønnsaksproduksjon i Nord-Norge.

NIBIO-forsker Anne Muola ser etter kålmølegg. Evnen til å vandre over lange avstander og i stort antall gjør at kålmøllen er den skadegjøreren som gjør størst skade på verdens kålavlinger. Kålmøllen tilpasser seg raskt til skiftende klimatiske forhold, har kort generasjonstid og høy reproduksjonskapasitet. Foto: Hannu Aaltonen



Larver av kålmøll (sett her) gjør stor skade på kålblader. Foto: Ulrike Naumann / Tromspotet

Et mobiliseringsprosjekt lansert i 2014 forsøkte å etablere dyrking av kålrot, neper og gulrøtter. I dag har regionen tre kålrotprodusenter, én nepeprodusent og flere produsenter som tester ut gulrøtter. Denne innsatsen har gitt bøndene kunnskap og erfaring, slik at de kan levere grønnsaker gjennom hele sesongen.

- Dette har gjort det mulig å inkludere nordnorske grønnsaker i våre sous vide-produkter, som distribueres til hele landet, sier Naumann.

Unike vekstforhold som midnattssol kombinert med lavere temperaturer gir fordeler som styrker plantekvaliteten.

TDenne mulige fremtidige bonden er ikke glad for å se kålfluene som ble fanget i fellene NIBIO testet sommeren 2024. Fellene har gul farge og avgir dufter som tiltrekker seg insekter som liker kålplanter.
Foto: Anne Muola / NIBIO

- Kålrøttene får for eksempel en balansert sødme som følge av høyt innhold av løselige sukkerarter og lavt innhold av bitterstoffer, noe som gir en mer tiltalende smak.

Men å være så langt nord betyr også sen vår og tidlig høst; vekstsesongen er kort, men intens. Globale kriser i nyere tid som kriger, pandemier og naturkatastrofer har understreket behovet for lokal matproduksjon og bedre matsikkerhet.

- Til tross for dette gjør sentraliseringen av dagligvaremarkedet det utfordrende å drive som lokal produsent i Nord-Norge, forklarer Naumann. Logistiske problemer, for eksempel forstyrrelser forårsaket av togulykker eller stengte veier, kompliserer driften ytterligere.

FORSTÅ BETINGELSENE

Forskere ved NIBIO studerer effekten av lys og temperatur på avlinger som kålrot og nepe for å optimalisere veksten i Nord-Norge. Kontrollerte vekststudier ved NIBIO Tromsø viser at mange timer med dagslys kompenserer for lavere gjennomsnittlige sommer-temperaturer og bidrar til god vekst.

- Midnattssolen er en nøkkelfaktor for at disse vekstene skal kunne trives, sier forsker Jørgen Mølmann.

Nord-Norge har færre skadegjørere enn sørlige regioner, men skadegjørere er likevel et problem. Klimaendringer vil sannsynligvis føre til større utfordringer med skadegjørere, påpeker han.

Liten kålflue, stor kålflue og kålmøll utgjør for tiden en risiko for kålrot og nepe.

- De første registreringene av kålfluer er 200 år gamle. Fluene overvintrer i jorda, og bestanden bygger seg opp hvis det dyrkes kålvekster gjentatte ganger i samme område, sier NIBIO-forsker Anne Muola. Hun fremhever at vekstskifte og beskyttelsestiltak er avgjørende for å håndtere dette problemet.

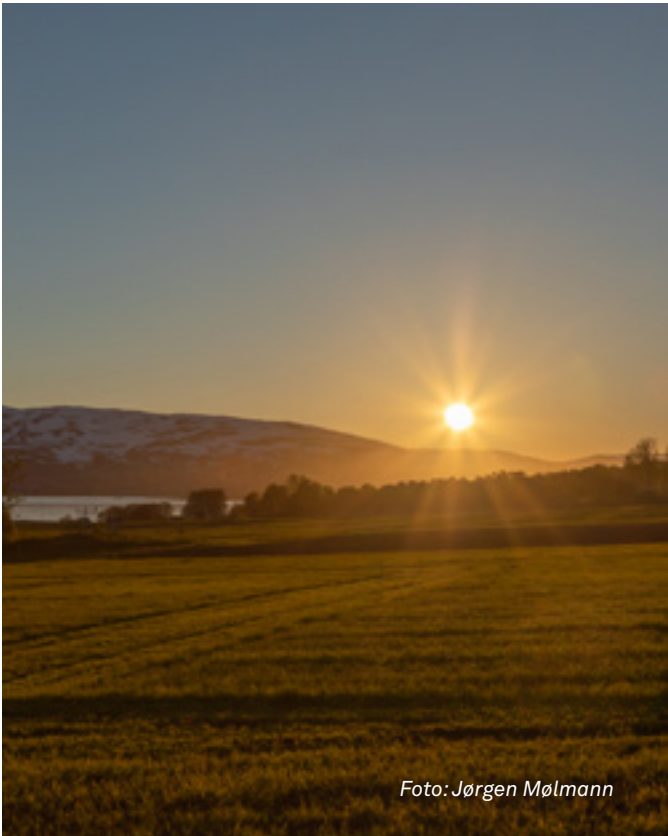


Foto: Jørgen Mølmann



NIBIO-forsker Jørgen Mølmann med Målselv-nepeplanter ved klimalaboratoriet på Holt, NIBIO Tromsø. Foto: Anne Muola / NIBIO



Foto: Ulrike Naumann / Tromspotet



Beskyttende fiberduker holder skadegjørere unna og reduserer fordampning. Foto: Ulrike Naumann / Tromspotet

FIBERDUKER BESKYTTER

Fiberduker, som brukes til å fremme tidlig vekst, skjerner også avlinger mot skadegjørere ved å danne en fysisk barriere som hindrer kålfluene i å legge egg. Dessuten gir de varme for tidlig rotetablering.

Fiberdukene har imidlertid sine begrensninger. Hvis - eller når - kålmøllen ankommer tidlig i sesongen og kommer seg under duken, drar de nytte av varmen.

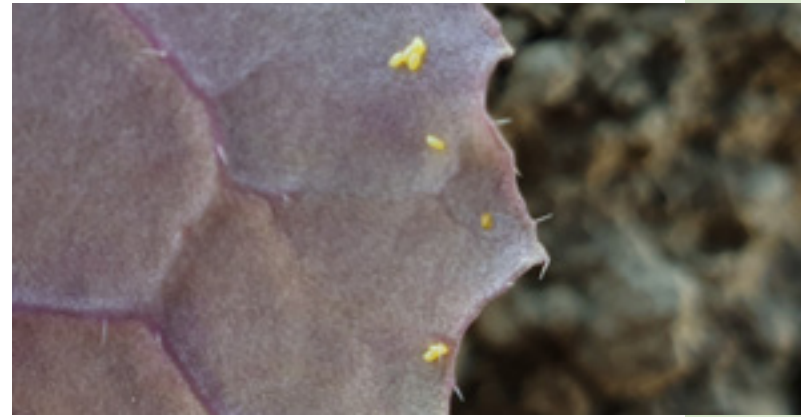
- Det kan føre til større skade på de sensitive ungplantene, sier Muola.

I tillegg gjør duker det komplisert med kjemisk bekjempelse av skadegjørere og ugress. Basert på vekstmodeller bør dukene helst fjernes når rotopp-svulmingen begynner, siden kjøligere temperaturer gir bedre rotkvalitet.

Kålmøll, også kalt vandrekålmøll, er opprinnelig en tropisk art. Den transporteres av luftstrømmer høyt oppe i atmosfæren fra sine overvintringsområder i Europa. Klimaendringer gjør at de kommer tidligere hvert år, og de blir stadig mer problematiske i Nord-Norge. Mange kålmøllbestander er også motstandsdyktige mot plantevernmidler, noe som kan gjøre det ekstra komplisert å håndtere dem.

INTEGRERT BEKJEMPELSE AV SKADEGJØRERE

For å minimere bruken av landbrukskjemikalier og bekjempe skadegjørere på en bærekraftig måte fokuserer forskere og bønder på integrert bekjempelse av skadegjørere. Da kombinerer de forskjellige verktøy og metoder for å holde bestander av skadegjørere under nivåer som fører til økonomiske tap.



Egg av kålflue på et kålblad. Foto: Ulrike Naumann / Tromspotet

- Verktøy som varselsystemer og overvåking av skadegjørere utvikles for å kunne forutsi og reagere bedre på utbrudd, forklarer Mølmann. Det er en prioritert oppgave å videreutvikle disse systemene for forholdene i Nord-Norge.

Det finnes for tiden ingen varslingsmodell for kålmøll, og internasjonalt samarbeid er nødvendig for å etablere en slik modell.

NIBIO har testet feller for overvåking av både kålfluer og kålmøll. Fellene fungerte bra, og mengden bifangst var begrenset, takket være regionens lave mangfold av skadegjørere. Forskere har også identifisert naturlige fiender, som parasittvepser, som infiserte opptil 50 prosent av kålfluepuppene i et testfelt i Målselv.

HELHETLIG TILNÆRMING

Effektiv bekjempelse av skadegjørere krever en helhetlig tilnærming, med plantevekstmodeller, overvåking av skadegjørere, værmeldinger og tilrettelegging for skadegjørernes naturlige fiender. Teknologiske verktøy som smarttelefonapper og irrigasjonsvarsler kan hjelpe utøvere med å ta informerte beslutninger til rett tid. Samarbeid mellom forskere, bønder og bedrifter er viktig for å løse disse utfordringene.

- For å lykkes må vi sette sammen mange ulike løsninger til en effektiv strategi, avslutter NIBIOs Anne Muola. ■



Ulrike Naumann fra Tromspotet ble ansatt for å hjelpe til med å bygge opp dyrking av kålrot, neper og gulrøtter. Foto: Elise Log / Tromspotet

Pedro Duarte, Haakon Hop, Philipp Assmy, Anette Wold, Allison Bailey, Heidi Ahonen, Marie-Anne Blanchet, Dmitry V Divine, Kit M Kovacs, Christian Lydersen, Geir Moholdt og Geir W Gabrielsen // Norsk Polarinstitutt
 Francesco De Rovere // National Research Council, Institute of Polar Sciences, Bologna, Italia

Endringsdrivere i Svalbards fjorder

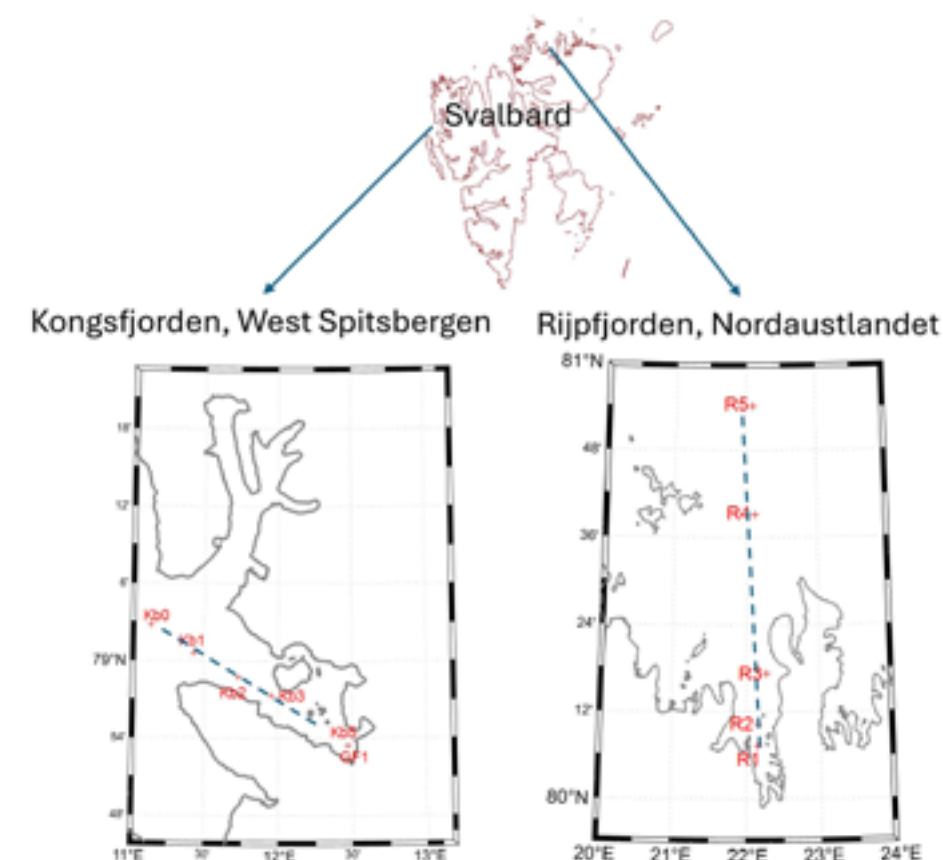
FORSKERNE FORTELLER

The times they are a-changin', synger Bob Dylan, og det stemmer bra i Arktis. Arktis varmes opp fire ganger raskere enn det globale gjennomsnittet, og på Svalbard har middeltemperaturene økt med rundt 3 °C de siste 30 årene. Hva er det som ligger bak disse endringene, og hvilke endringer vil de i sin tur forårsake?



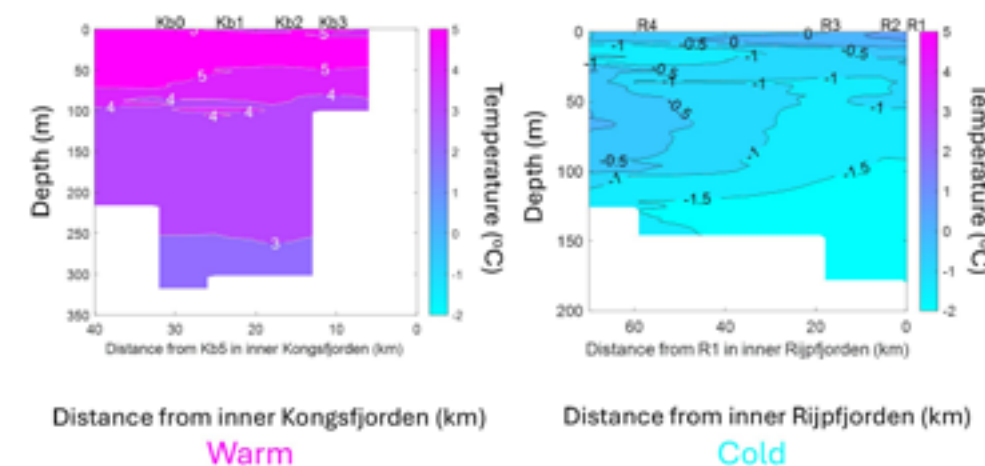
Fronter på tidevannsbreer trakk seg i gjennomsnitt 43 m tilbake per år mellom 2013 og 2024.

Kart: Geir Moholdt / Norsk Polarinstitutt



Eksempler på en varm fjord påvirket av atlantehavsvann (Kongsfjorden) og en kald fjord (Rijpfjorden). De nedre panelene viser vanntemperaturprofiler langs de stiplede linjene i de mellomliggende panelene.
 Grafikk: Pedro Duarte / Norsk Polarinstitutt

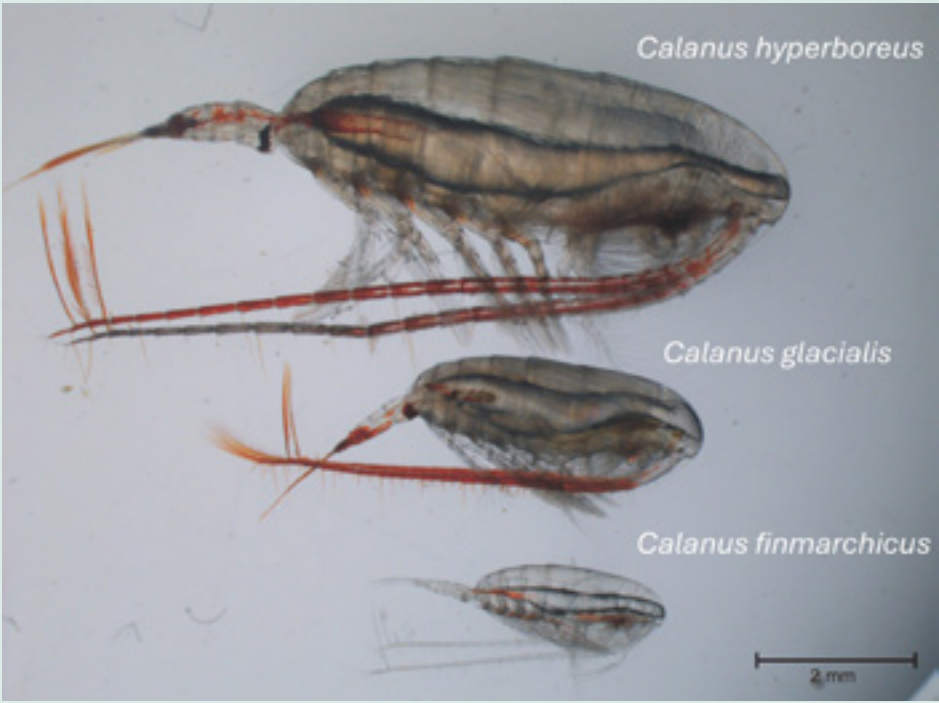
Vertical temperature profiles along dashed lines in summer 2017



SVALBARD ER EN REGIONAL HOTSPOT for global oppvarming, og det pågår for tiden dramatiske endringer over hele øygruppen, spesielt i fjordene langs vestkysten av Spitsbergen. Global oppvarming (sammen med arktisk forsterkning) og atlantifisering er de viktigste kreftene bak nedgangen i havis og tilbaketrekning av isbreer, som igjen endrer økosystemene og deres biologiske mangfold. I tillegg fører økt menneskelig aktivitet i Arktis til en rekke nye innvirkninger på økosystemene.

EN KRYOSFÆRE I ENDRING

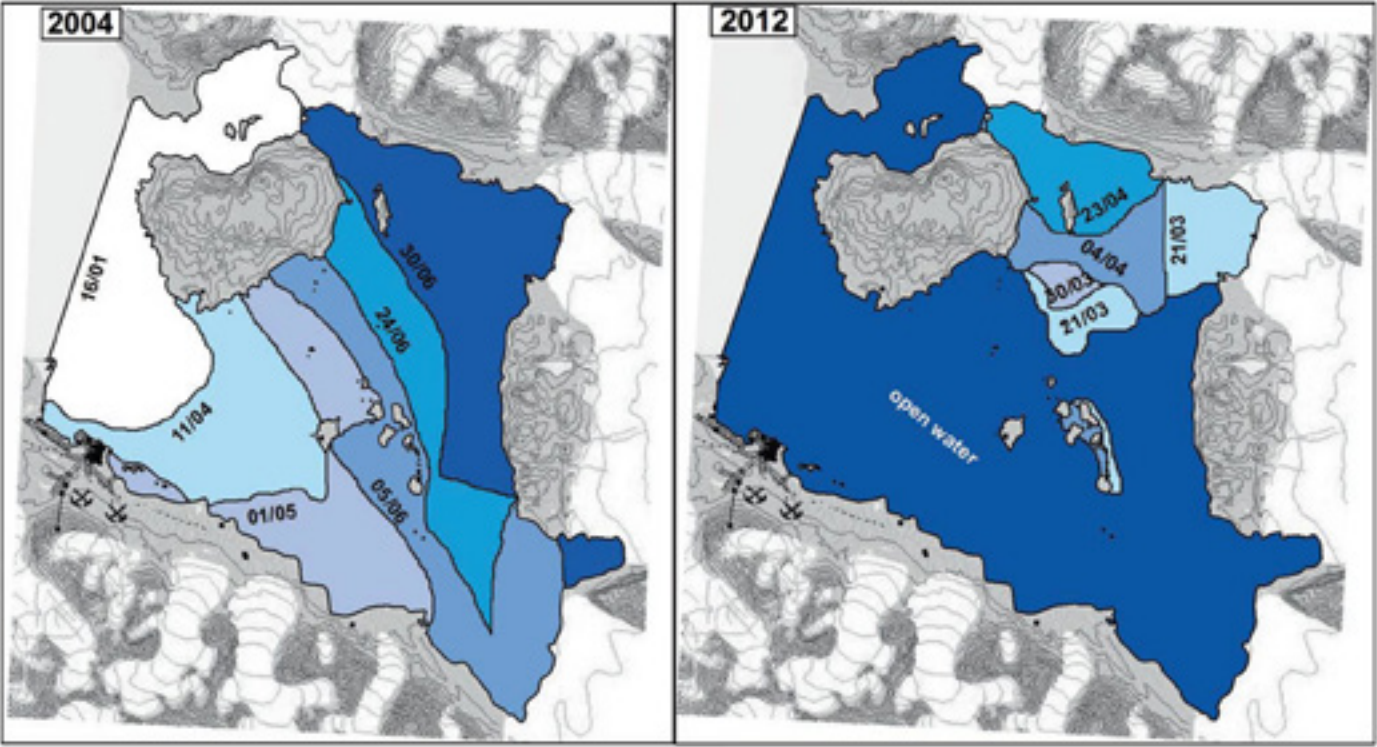
Økende lufttemperaturer og mildere vintre, spesielt i kombinasjon med varmt atlantehavsvann, forårsaker dramatiske endringer i fjordene. Vi ser blant annet redusert havismengde, tilbaketrekning av tidevannsbreer (de som munner ut i havet), økt avrenning av ferskvann og økt sedimentering fra smeltende isbreer og tinende permafrost.



Calanoide kopepoder utgjør noen av de mest tallrike dyreplanktonartene rundt Svalbard. De to øverste er arktiske arter; den nederste er en atlantisk art som det blir stadig mer av i Kongsfjorden. De større arktiske artene er et lettere bytte for fisk og fugler og utgjør en mer verdifull matkilde på grunn av det høyere lipidinnholdet. Foto: Malin Daase / UiT Norges arktiske universitet



De fleste sjøfuglarter påvirkes negativt av endringene som skjer i arktiske fjorder. Bortsett fra lunden (som øker), påvirkes alle artene som er vist her negativt av enten klimaendringer, endringer i næringstilgangen, plastsøppel eller ulike former for forurensning. Fotografier: Geir W. Gabrielsen / Norsk Polarinstitutt



Havisdekke i Kongsfjorden vinteren 2004 og 2012. I kystområdet på Svalbard har det vært et estimert havistap på rundt 100 km² per år de siste 40 årene. Kart tilpasset fra: Pavlova et al. (2019) I: Hop H, Wiencke C (Red.) The ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. Advances in Polar Ecology 2. Springer

ATLANTIFISERING

Med atlantifisering menes den økende påvirkningen som atlanterhavsvann har i Arktis. Svalbard er omgitt av ulike vannmasser og ligger dermed i en «slagmark» av havfronter. Her møtes kalde arktiske vannmasser og relativt varmt atlanterhavsvann. Fjordene langs vestkysten av Spitsbergen er spesielt utsatt for atlantisk oppvarming. Vestspitsbergenstrømmen strømmer nordover langs denne kysten og utveksler vann med fjordene, og derfor er det varmere der enn i andre fjorder på øygruppen. Den kontinuerlige «krigen» mellom vannmasser drevet av store sirkumpolare trykkmønstre gjør at Svalbards fjorder veksler mellom kaldere og varmere perioder. På toppen av disse «kampene» fortsetter imidlertid den globale oppvarmingen med uforminsket styrke. Den forventes å fortsette å påvirke fjorder og isbreer over hele Svalbard i årene som kommer.

Om sommeren genererer smeltende isbreer ferskvannsavrenning til fjordene. I løpet av de siste tiårene har disse tilstrømningene blitt stadig sterkere, og fremmet utstrømning av brakkevann

på overflaten mot havet og tilstrømning av sokkelvann mot fjorden på mellomstore dyp og ved bunnen.

Vind som blåser i retningen nord-sør, har blitt sterkere. De kombinerte effektene av vind og Jordens rotasjon fører til transport av vann vinkelrett på vindretningen. Når slike vinder blåser langs vestkysten av Spitsbergen, tvinger disse prosessene atlanterhavsvann inn i vestvendte fjorder som Kongsfjorden.

ET BIOLOGISK MANGFOLD I ENDRING

Reduksjonen av havis går ut over kvaliteten på og tilgjengeligheten av habitat for ikoniske arktiske arter som isbjørn, storkobbe, ringsel, hvithval og ismåke. I tillegg har tilbaketrekningen av tidevannsbreer implikasjoner for fjordøkosystemer gjennom utvidelse av fjordarmer, økt turbiditet og endret vannsirkulasjon og mønster for nærings-tilførsel. I fravær av havis er tidevannsbrefronter klimarefugier for arktiske fisk og virvelløse dyr som tjener som bytte for sjøfugl og marine pattedyr. Breis i form av isfjell fungerer også som

hvileplattformer for sel når de ikke har tilgang til årlig-dannet landfast havis. Men når tidevannsbreer trekker seg tilbake på land, vil disse habitatene forsvinne, noe som har negative konsekvenser for mange stedegne arktiske arter. Reduksjon i havis har også resultert i økt skipstrafikk og turisme, som tilfører fjordøkosystemer en rekke nye stressfaktorer, som plastsøppel, kjemisk forurensning og støy.

Atlanterhavsvann bringer en rekke arter fra lavere breddegrader til Arktis. Denne prosessen, kalt borealisering, har implikasjoner for lokale næringsnett og biologisk mangfold. Når boreale arter kommer på toppen av hjemlige arktiske arter, øker det biologiske mangfoldet selv om antallet arktiske arter går ned.

ØKT STØYFORURENSNING

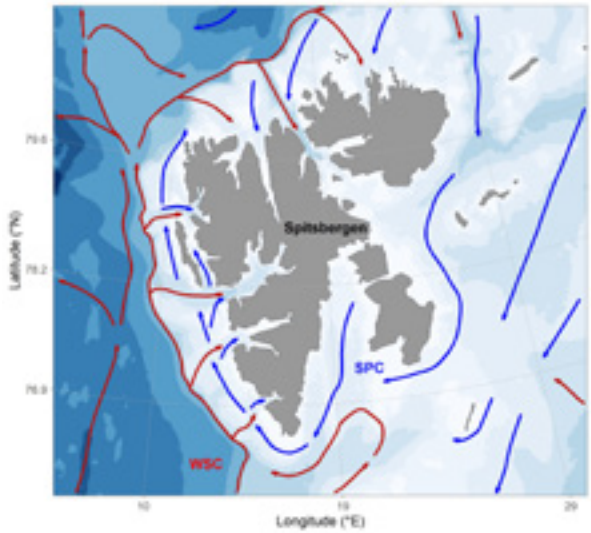
Den maritime aktiviteten i fjordene på Svalbard er økende, og man er bekymret for hvilke konsekvenser undervannsstøyen som følger med kan ha for den lokale marine faunaen. I løpet av det siste tiåret har skipstrafikken økt i Kongsfjorden, og det er særlig fritids- og passasjerfartøyer som står for denne økningen. Støynivået har blitt høyere, spesielt om sommeren og høsten, på grunn av både naturlige fysiske prosesser (issmelting og stormer) og menneskelige aktiviteter.

PERSPEKTIVER

Noen av endringsdriverne som påvirker Arktis, virker globalt og fremkaller en kaskade av effekter helt ned til kystregioner og fjorder. Andre virker regionalt, og forsterker effekten av globale drivere. Vi må øke vår forståelse av effektene av disse driverne for å forfølge et av Norges mål om å gjøre Svalbard til ett av de best forvaltede villmarksområdene i verden. For at man skal kunne redusere disse effektene i stor skala, trengs det internasjonale avtaler og samordnede tiltak, siden drivkreftene bak klimaendringene har et så bredt geografisk virkeområde. Lokale tiltak kan imidlertid bidra til å redusere det kumulative presset på økosystemene. Det som skjer på land og i fjordene på Svalbard kan ses på som en forsmak på det vi kan forvente oss andre steder i Arktis som følge av global oppvarming. ■



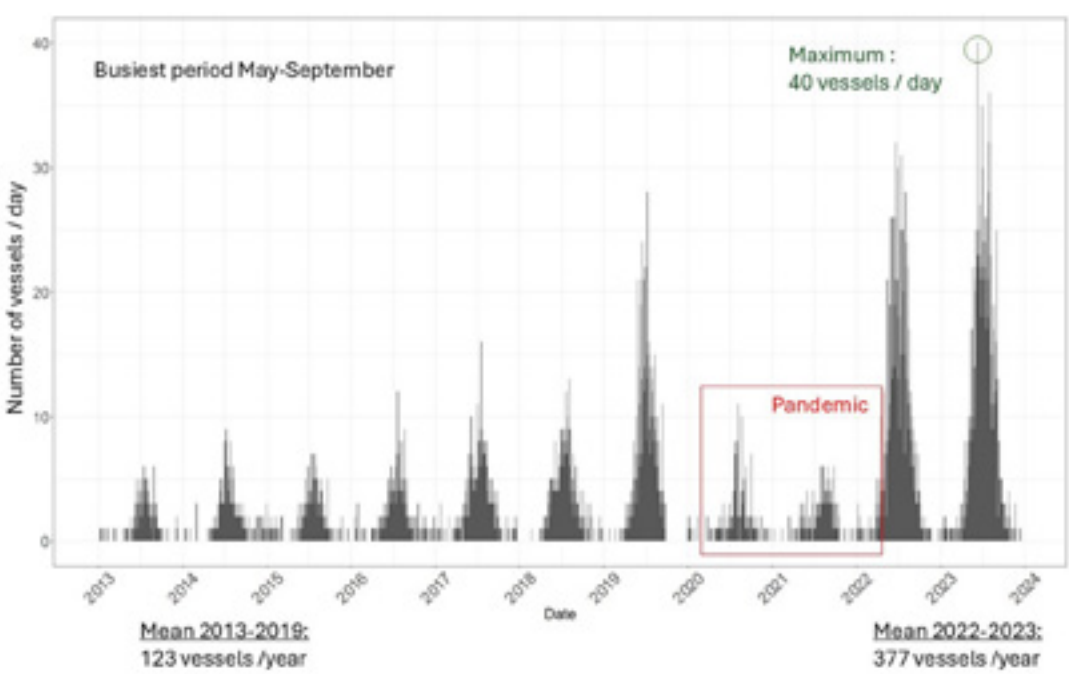
Isbreer dekker 54 prosent av Svalbard. Langs den komplekse kystlinjen leder mange fjorder is og vann fra isbreer til havet. Kart: Norsk Polarinstitutt



Blå (kalde) og røde (varme) linjer representerer strømmer av arktisk vann og atlanterhavsvann. SPC – Østspitsbergenstrømmen; WSC – Vestspitsbergenstrømmen. Reprodusert fra <https://github.com/MikkoVihtakari/PlotSvalbard>



Ringselen sliter med å finne is å yngle og hvile på og er en «klimataper». Steinkobben, derimot, er en «klimavinner», siden den foretrekker isfrie områder. Fotografier: Christian Lydersen og Kit Kovacs / Norsk Polarinstitutt



Skipstrafikk er en viktig årsak til støyforurensning. Bortsett fra en stille periode under covid-19-pandemien har trafikken økt jevnt de siste tiårene. Graf: Norsk Polarinstitutt

Over tid har flere tidevannsbreer blitt landterminerende breer. Flybildene viser Blomstrandbreen i Kongsfjorden i 1936 og 2009. Fotografier: Norsk Polarinstitutt og Jack Kohler (nederst)





Store forskjeller: Arktis og nordområdene gjennomgår drastiske endringer. Men regionale forskjeller gjør lokale og regionale opplevelser av miljøendringer svært varierende. Her fra den snørike marsmåned i Tromsø opplevde i 2024. Foto: Helge M. Markusson / Framsenteret

Permafrostlandskap i endring ved Janssonhaugen på Svalbard. Foto: Ketil Isaksen / Met.no

Blir grønnere: Det er spesielt de østlige og kaldeste områdene på Svalbard som blant annet Edgeøya som viser størst økning i grønnet. Foto: Wikimedia Commons



Helge M. Markusson // Framsenteret

Arktis fortsetter å varmes opp raskere enn globalt gjennomsnitt

FORSKNING OG FOLK

Selv om det er bikkjekaldt utenfor døra di er ikke det bevis for at den globale oppvarminga har stoppet opp. Arktis gjennomgår drastiske endringer. Men regionale forskjeller gjør lokale og regionale opplevelser av miljøendringer svært varierende for mennesker, planter og dyr.

Du har kanskje lest noen av kommentarfeltene, der folk ikke kan fatte og begripe hva «disse klimaforskerne» mener med global oppvarming all den tid termometeret der de bor viser nesten kulderekord!

Om det nytter vet jeg ikke, men her er en rapport som kan være nyttig og opplysende: Uansett hva klimaskeptikerne måtte hevde Arktis fortsetter å varmes opp i en raskere hastighet enn det globale gjennomsnittet. Det viser Arctic Report Card (ARC) for 2024, utarbeidet av 97 forskere og utgitt av National Oceanic and Atmospheric Administration i USA.

Det siste tiåret har vært det varmeste tiåret i Arktis, og det siste året har vært det nest varmeste året siden 1900, viser rapporten.

– Dette så vi også på våre arktiske stasjoner, og særlig sommeren 2024 var svært varm. I august 2024 ble varmerecordene slått med flere grader, ved alle de arktiske stasjonene. Og på Svalbard lufthavn ble det i august for første gang målt over

20 grader, forteller Herdis Motrøen Gjeltén som leverer temperaturdata fra MET sine stasjoner på Svalbard og Jan Mayen til rapporten.

TUNDRA I ENDRING

Det inkludert arktisk tundratransformasjon. Flere skogbranner bidrar til dette. Inkluderes virkningen av økt skogbrannaktivitet, har den arktiske tundraregionen gått fra å lagre karbon i jorda til å bli en karbondioksidkilde. Det betyr at når tundraen varmes opp vil det slippes ut mer CO₂. Det kan igjen forsterke drivhuseffekten og føre til klimaendringer. Utslipp fra sirkumpolare skogbranner har i gjennomsnitt påløpt til 207 millioner tonn karbon per år siden 2003.

Rapporten beskriver også nedgang i hittil store reinflokker, særlig på det amerikanske kontinentet, og økende vinternebbør. Observasjoner avdekker også regionale forskjeller som gjør lokale og regionale opplevelser av miljøendringer svært varierende for mennesker, planter og dyr. Tilpasning er stadig mer

nødvendig, og urfolkskunnskap og tverrfaglige forskningsprogrammer er avgjørende for å forstå og reagere på raske arktiske endringer.

STERKT NORSK INNSLAG

Seks forskere fra medlemsinstitusjoner i Framsenteret har bidratt til ARC2024: Hans Tømmervik, Norsk institutt for naturforskning, Sebastian Gerland og Dmitry Divine, Norsk Polarinstitutt. Robert Ricker og Stein Rune Karlsen, NORCE og Herdis Motrøen Gjeltén, Meteorologisk institutt.

– Dette er et kontinuerlig arbeid som NINA har vært med siden 2016. Våre måleserier fra bakkebaserte instrumenter på Svalbard i regi av Svalbard Integrated Observation System (SIOS) blir brukt som bakkekalibrering. Det forteller seniorforsker i Norsk institutt for naturforskning på Framsenteret, Hans Tømmervik.

Tundra greenness - Tundra grønnet - et mål for produktivitet ble målt i hele det sirkumpolare området til å være den nest høyeste siden år 2000. Fra norsk Arktis inngår Svalbard, Bjørnøya, Jan Mayen og kysten av Finnmark. Det er spesielt de østlige og kaldeste områdene på Svalbard som blant annet Edgeøya som viser størst økning i grønnet siden oppstarten av tidsserien (MODIS-satellitten) i 2000.

– Dette er i samsvar med tilbaketrekking av isbreer og redusert havis i Barentshavet. Men også områdene ned til 60 grader nord som omfatter mesteparten av Norge, Sverige og Finland viser økt grønnet i samme tidsperiode, forteller Tømmervik.

– Men, det er enkelte områder i Sverige og Finnmark som viser redusert grønnet på grunn av skader på skog. Dette er forårsaket av insekter, lauvmakk og sopp. Størst reduksjon av grønnet forekommer i de østlige deler av Sibir og her er skogbranner og smelting av permafrost, som betyr flere vann og tjern, som fører til nedgangen i produktivitet, sier seniorforskeren i NINA.

MINDRE HAVIS

Forskere fra Norsk Polarinstitutt har bidratt til essayene om havisen i Arktis siden 2012. I det nye havisessayet fortelles det om at årets minimumsutbredelse av arktisk havis (september 2024) var den sjette laveste i den 45-år lange tidsserien med kontinuerlige satellittobservasjoner. De 18 laveste havisårsutbredelser (av 45) har alle skjedd de siste 18 år.

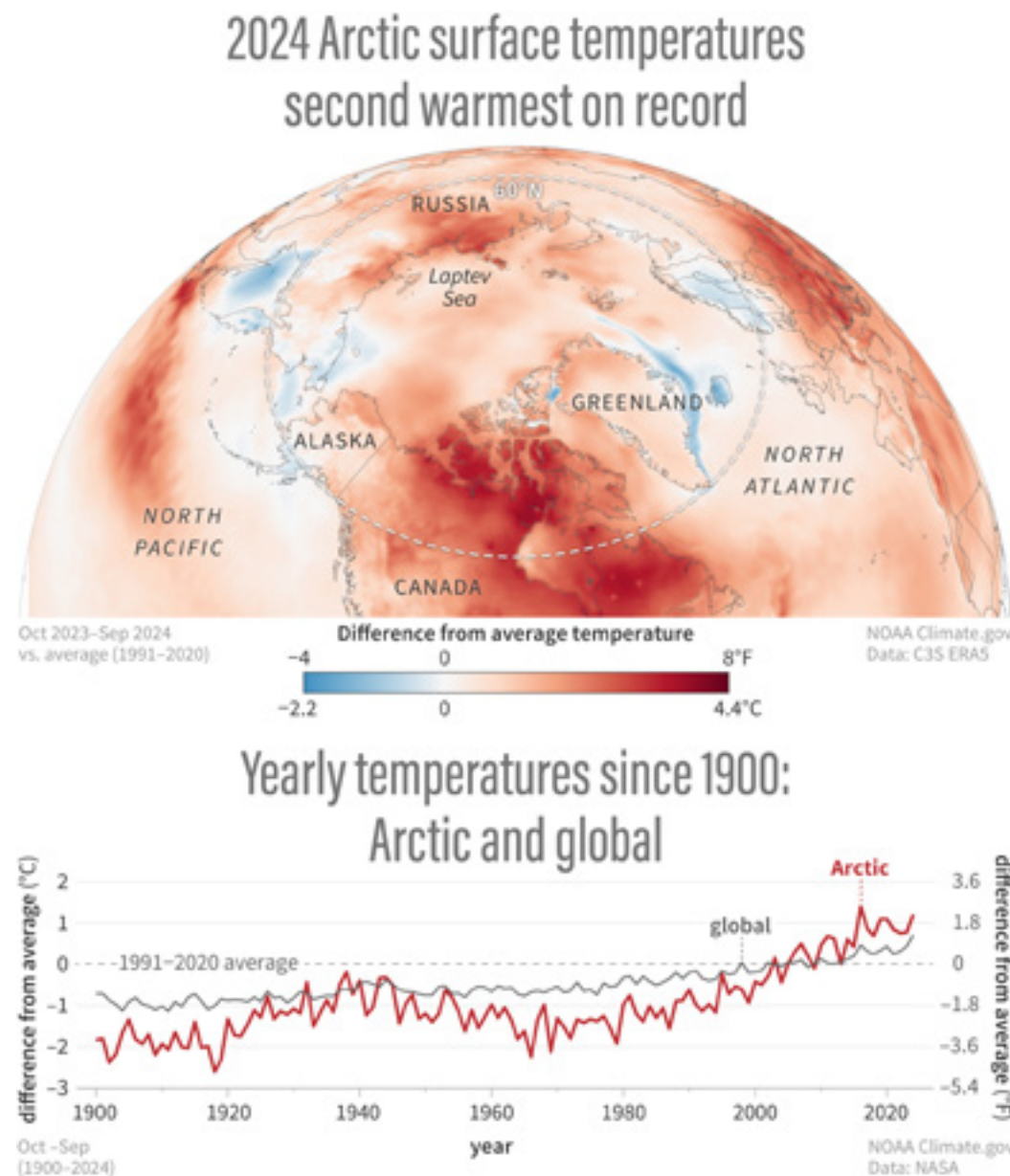
– Det er spennende å få muligheten å bidra til Arctic Report Card, og å jobbe der sammen med internasjonale havisforskere. Arbeidet gir muligheten å se våre langtidshavisobservasjoner i Framstredet, Barentshavet, Polhavet og ved Svalbard i en større sammenheng, sier Sebastian Gerland fra Norsk Polarinstitutt.

OM RAPPORTEN

Arctic Report Card (ARC) har blitt publisert årlig siden 2006. Det er en oppdatert og fagfellevurdert kilde for miljøinformasjon om den nåværende tilstanden til arktiske natur og miljø sammenlignet med tidligere forskningsserier.

Årets rapport inneholder 12 essay skrevet av et internasjonalt team på 97 forskere fra 11 land. En uavhengig fagfellevurdering av ARC2024 ble organisert av sekretariatet for Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP) som har tilhold i Framsenteret i Tromsø.

ARC utgis av National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), som er en vitenskapelig etat underlagt det amerikanske handelsdepartementet. ARC retter seg mot forskere, lærere, studenter, beslutningstakere, og allmennheten.



Ifølge NOAAs Arctic Report Card var 2024 Arktis det nest varmeste året som er registrert, basert på data som går tilbake til 1900. Temperaturene over hele Arktis (60–90°N) var 1,20°C (2,16°F) over 1991–2020-gjennomsnitt for perioden oktober 2023–september 2024. (For å unngå å splitte Arktis kuldesesong går overvåkingsåret fra oktober det ene året til september det neste).

Kartet viser overflatetemperaturer for oktober 2023–september 2024 sammenlignet med gjennomsnittet for 1991–2020. Områder med varmere enn gjennomsnittet er oransje og røde, og områder med kaldere enn gjennomsnittet er blå. Selv om det hersket kjølige forhold i Skandinavia og Island, og langs kystområdene i det østlige Eurasia og det sørøstlige Grønland, dominerte varme forhold over det meste av Arktis. Varmen var spesielt merkbar over det østlige Nord-Amerika og strekninger av Sibir.

Grafen viser årlige arktiske (rød linje) og globale (grå linje) temperaturer sammenlignet med langtidsgjennomsnittet (1991–2020) fra 1900–2024. Globale temperaturer har steget siden 1900. Temperaturene i Arktis (området nord for 60 grader) har økt kraftigere, spesielt siden 1980-tallet – nesten tredoblet den globale hastigheten, ifølge forfatterne av temperaturessayet i årets Arctic Report Card. Denne raskere temperaturøkningen er kjent som "arktisk forsterkning" av klimaendringer. Dette fenomenet er drevet av faktorer som tap av snø og is, noe som reduserer regionens evne til å reflektere sollys, som fører til mer overflateoppvarming.

Referanse for illustrasjonen:

Ballinger, T.J., Crawford, A., Serreze, M.C., Bigalke, S., Walsh, J.E., Brettschneider, B., Thoman, R.L., Bhatt, U.S., Hanna, E., Motrøen Gjeltén, H., Kim, S.-J., Overland, J.E., Wang, M. (2024). Surface air temperature. Arctic Report Card: Update for 2024.

Pukkellaksyngel fanget under utvandring til kystfarvann. Foto: Jenny Jensen / Akvaplan-niva



Hallvard Jensen (NIBIO) leter etter pukkellaksyngel blant isflakene i Skallelva. Foto: Rune Muladal / Naturtjenester i Nord



Kathy Dunlop // Havforskningsinstituttet
 André Frainer*, Karl Øystein Gjelland og Martin Svenning // Norsk institutt for naturforskning
 Bror Bonde // UiT Norges arktiske universitet
 Antti Eloranta // Universitetet i Jyväskylä, Finland
 Rune Muladal // Naturtjenester i Nord
 Jenny Jensen // Akvaplan-niva
 Hallvard Jensen // Norsk institutt for bioøkonomi

Fra fjell til fjord – økologisk påvirkning av pukkellaksyngel

FORSKERNE FORTELLER

Det gjentar seg, desverre. Nordnorske elver invaderes av pukkellaks, og økosystemene langs kysten trues. Hvor mye vet vi egentlig?

PUKKELLAKS I SÅ STORT ANTALL er relativt nytt langs kysten og i elvene i Norge, og ny er også kunnskapen vår om hvilken innvirkning pukkellaksen kan ha på disse økosystemene. Framsenterets forskningsprogram «Fra fjell til fjord» har satt søkelys på å forstå noe av samspillet mellom pukkellaksen og kystøkosystemene. Dette er prioritet for de som forvalter våre nordligste elver. Lokale forvaltnings- og interessegrupper i Finnmark har uttrykt bekymring for manglende kunnskap om i hvilken grad pukkellaks sprer seg til enda mindre sideelver, forstyrrer gytingen til den lokale laksen, påvirker vannkvaliteten i elva med sine råtnende kadavre, og konkurrerer om

næringen med den lokale laksen. Disse bekymringene ble gjentatte ganger uttrykt til Bror Bonde fra Arctic Sustainability Lab ved UiT Norges arktiske universitet, under intervjuer i 2024. Bror satte seg fore å finne ut hvilken viktig økologisk kunnskap som mangler med tanke på en effektiv forvaltning av pukkellaksen.

Et bekymringsverdig forhold som har vært beskrevet som en stor risiko for den opprinnelige laksen, var at et stort antall pukkellaksyngel kunne beite på ferskvannslevende virvelløse dyr og dermed konkurrere med den lokale laksen.

* Også tilknyttet UiT Norges arktiske universitet

Pukkellakseeegg legges i gytegroper som de voksne hunnene lager og beskytter aggressivt. Etter gytingen begynner laksens kropp sakte å gå i forråtnelse - og blir til de mange «zombiefiskene» som hjem søker elver i august og september. Lenge etter at den voksne pukkellaksen har blitt til kadavre - og begynt å levere energi og næringsstoffer til elva og kystnære næringsnett - klekkes pukkellaksyngelen og begynner sin reise nedover elva og ut i kystområdet og havet for å beite. I Stillehavet, der pukkellaksen kommer fra, antas pukkellaksyngel å vandre direkte til havet uten å stoppe for å beite, med mindre havet er veldig langt unna eller vandringen starter sent. Å forstå når pukkellaksyngel klekkes og begynner å beite i elva, er avgjørende for å vurdere i hvilken grad de konkurrerer med lokal laks om mat og plass.

For å forstå dette samspillet bedre ble over 400 kjønnsmodne pukkellaksar fanget i 10 elver i Nord-Norge mellom april og juli 2022, gjennom målrettet prøvetaking med hjelp fra lokale fiskerforeninger. Hallvard Jensen fra Norsk institutt for bioøkonomi og Rune Muladal fra Naturtjenester i Nord lette etter ungfisk blant isflakene i Skallelva. Jenny Jensen fra Akvaplan-niva tok gjentatte ganger prøver av yngel i Eibyelva for å studere fiskens utvikling fra den kommer frem fra grusen om våren, og videre gjennom sommeren. Karl Øystein Gjelland og kolleger fra Norsk institutt for naturforskning samlet inn smolt av pukkellaks under rutinemessig prøvetaking i Skjoma. All fisk ble behandlet av Sigurd Slåteng i UiTs ferskvannssøkologilaboratorium for å se etter mageinnhold og for å forberede prøver som så ble sendt til Antti Eloranta ved Universitetet i Jyväskylä i Finland.

Der analyserte Antti og teamet hans bidragene fra ferskvannslevende og marine matkilder i de assimilerte diettene til pukkellaksyngel og lokal laks.

Vi fant ut at pukkellaksyngel fortsatt brukte plommesekken til ernæring under ferskvannsfasen i april og mai. I midten av mai hadde imidlertid noen pukkellakssmolter begynt å beite i Kvalsundelva og Rungelva. Tidlig i juli begynte fritt svømmende pukkellaksyngel i Kongsfjordelva nær Varangerfjorden å beite på ferskvannsllevende virvelløse dyr og var ikke lenger avhengige av plommesekken. 2. juli var smolt fanget i Skallelva i ferd med å gå over til beiting. Noen hadde mageinnhold, andre baserte seg fortsatt på plommesekken.

Samlet sett viser funnene våre at pukkellakssmolt begynner å beite på ferskvannslevende bytte når de når en kroppslengde på 30-35 mm. De virvelløse dyrene de beiter på, for eksempel larver og pupper av fjærmygg (Chironomidae), knott (Simuliidae) og døgnfluer (Ephemeroptera), er også en primær matkilde for lokal atlanterhavslaks og ørret. Derfor kan det bli konkurranse mellom pukkellaks og lokal laks om de samme matkildene senere på sommeren.

Er den observerte sene utvandringen til havet en utbredt strategi for ung pukkellaks i Nord-Norge, eller finnes den bare i spesifikke elver som Kongsfjordelva? Prediksjoner om når yngelen kommer frem fra grusen, støtter ikke en utvikling mot sen gyting og fremkomst hos pukkellaks i Nord-Norge. Tilstedeværelse av et stort antall fisk tyder på at selv om sen gyting ikke er foretrukket,

kan et betydelig antall fortsatt bruke denne strategien. Å oppnå en større kroppsstørrelse i elva gjennom ekstern beiting har også fordeler for å overleve kaldt kystvann rundt Troms og Finnmark. Vi mangler imidlertid fortsatt grunnleggende kunnskap om pukkellakssmoltenes utvandring, for eksempel når den starter, når den når toppen, og når den slutter.

Selv om pukkellakssmolten kan konkurrere med lokal lakseyngel, kan den også tjene som mat for dem. Ung atlanterhavslaks og ørret kan beite på lakseeegg, og noen større individer kan også beite på pukkellakssmolt. Analyser av stabile isotoper viste at når atlanterhavslaks og ørret øker i størrelse, øker de mengden næringsstoffer av marin opprinnelse i kroppen fra beiting på pukkellakssmolt og -egg, selv om de fortsatt er i elvene. Vi vet fra lokale kontakter at pukkellakssmolt har blitt funnet i magen på ørret, noe som viser at pukkellaksyngel kan være en verdifull matkilde for lokal fisk.

Rune Muladal undersøkte 16 elver i Troms og Finnmark våren 2024 for å vurdere gyting og klekkesuksess hos pukkellaks etter fangstinnssatsen i 2023. Han konkluderte med at ungfiskene var på samme utviklingsstadium, men mer tallrike enn i lignende registreringer i 2022, noe som indikerer en enda større smoltutvandring fra disse elvene i 2024. Pukkellaksyngel fortsetter reisen fra fjell til fjord i Nord-Norge. De som drar sent, har den fordel at de kan spise seg mette på ferskvannsllevende virvelløse dyr før de drar ut til kysten og videre ut i Nord-Atlanteren. ■



Ørret fra Skallelva som har beitet på pukkellaksyngel.
Foto: Jakob Halvari Rushfeldt

Harald Dag Jølle // Norsk Polarinstitutt

Forskernes innsats for å gjøre Svalbard norsk

RETROSPEKTIV

I kampen om å gjøre Svalbard norsk, inntok vitenskapsmenn en sentral rolle. Men den største polarforskeren av dem alle, var fraværende. Hva er arven etter Nansen i norsk svalbardforskning?



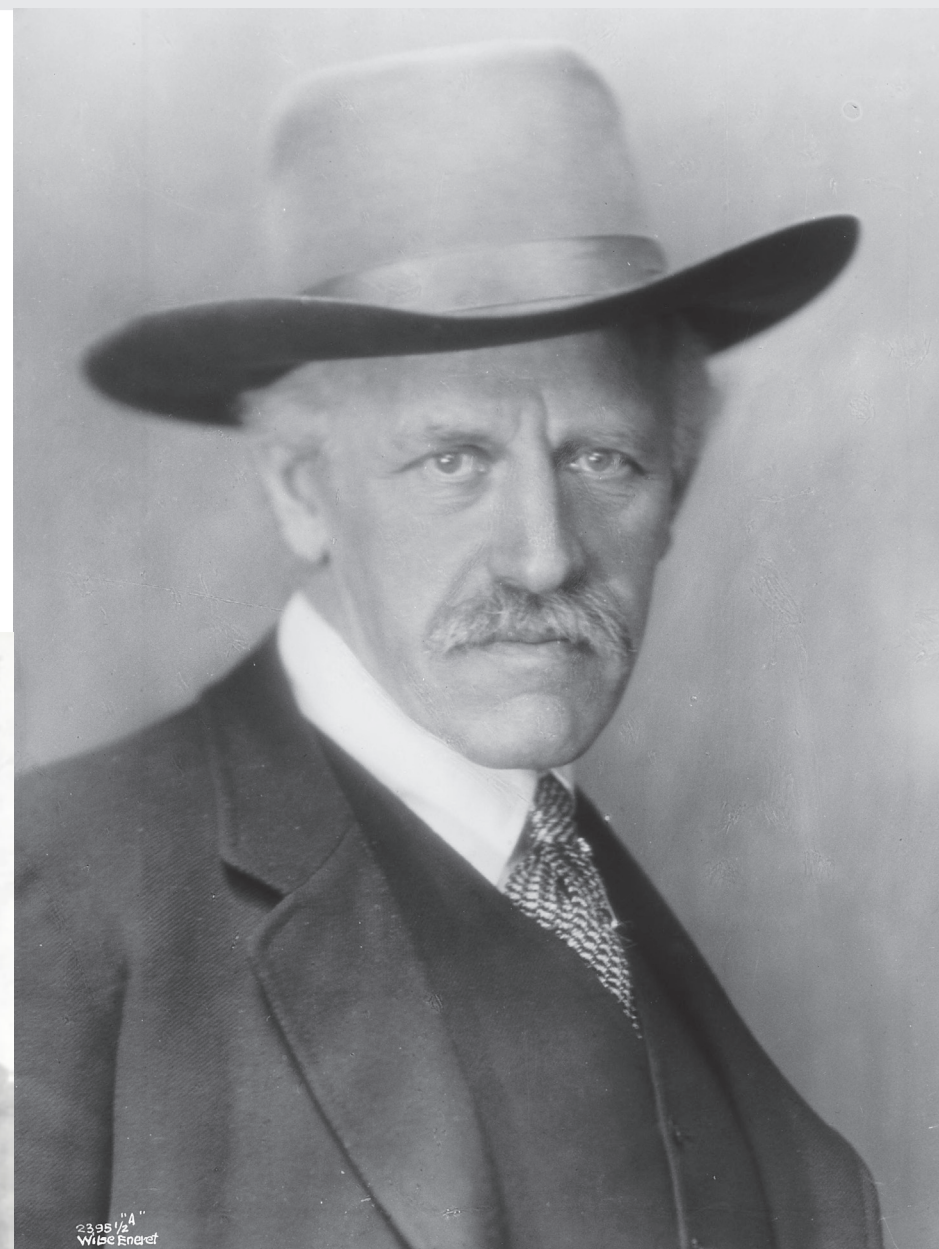
Adolf Hoel. Foto: Thor Askheim / Norsk Polarinstitutt

«Den norske indsats i utforskningen av øygruppen er meget betydelig og har været en av de viktigste faktorer ved erhvervelsen av Norges suverenitet». Dette slo Aftenposten fast 22. juli 1924, dagen etter at Stortinget hadde vedtatt Spitsbergentraktaten fra 1920. Og størst arbeid hadde Adolf Hoel lagt ned, mente avisen. Han hadde «holdt lengst ut, ja, som man kan si har viet sit liv til Spitsbergen».

Hoel kom til Spitsbergen første gang i 1907, som geolog på Gunnar Isachsens andre ekspedisjon

til øygruppa. Året etter søkte Isachsen Stortinget om midler til De Norske Statsunderstøttede Spitsbergen-Ekspedisjoner. Her viste han til de norske interessene for dette arktiske riket og konkluderte: «Skal dette kunne vedvare maa vi – herreløst som landet endnu er – delta i dets utforsking».

Det eksisterte altså en klar oppfatning om at utforsking og forskning var en nøkkel til å kunne sikre seg områder som enda var definert som ingenmannsland. Det var heller ikke



Fridtjof Nansen i 1921.
Anders Beer Wilse / Nasjonalbiblioteket

tilfeldig at den økte norske vitenskapelige og politiske interessen for Svalbard kom like etter unionsoppløsninga med Sverige i 1905, da Norge fikk hånd om egen utenrikspolitikk. Samtidig fantes det en sterkt voksende polar selvtillit i Norge – etter de eksponerte ekspedisjonene til Fridtjof Nansen, Otto Sverdrup og Roald Amundsen.

Den offisielle norske politikken hadde fra 1907 vært at øygruppa skulle være «Terra Nullius», hvor ingen land hadde suverenitet, men hvor alle hadde rettigheter til å drive næringsvirksomhet.

BAKGRUNN - SVALBARD PÅ NORSKE HENDER

I år er det 100 år siden Svalbard ble erklært som en del av Norge.

Norge ble i 1920 tilkjent overhøyhet over arkipelet gjennom Svalbardtraktaten («Treaty concerning the sovereignty of Norway over the Archipelago of Spitsbergen, including Bear Island»). Da traktaten tredde i kraft i 1925, ble navnet endret til Svalbard.

Dette ble markert 14. august 1925. I motsetning til praksis i dagens Svalbard ble dette feiret med en militær parade i Longyearbyen, og mottakelse på marinefartøyet «Heimdal».

Svalbardloven etablerte også Svalbard som en økonomisk frisone og en demilitarisert sone.

Svalbard har i dag sju nasjonalparker og seks naturreservater, 15 fuglereservater og ett geotopvernområde. 65 prosent av Svalbards areal har en form for vern.

Flere av medlemsinstitusjonene i Framsenteret har i dag tilstedeværelse i Longyearbyen og Ny-Ålesund, først og fremst UNIS - The University Centre in Svalbard AS, Norsk Polarinstitutt og Kartverket.

Grunnlaget for innlemmelsen av Svalbard i Norge var de mangeårige vitenskapelige ekspedisjonene til øygruppen ledet av Adolf Hoel.

Historiker ved Norsk Polarinstitutt, Harald Dag Jølle, har sett nærmere på forskernes innsats, og da med et særlig søkelys på Fridtjof Nansen.

Helge M. Markusson

I perioden fra 1910 til 1914 tok Norge initiativet til tre konferanser for å avklare suverenitetsspørsmålet. Samtidig arbeidet forskerne planmessig for en norsk erobring – først økonomisk og kulturelt, og i siste runde politisk. Etter avslutninga av første verdenskrig i 1918 så norske myndigheter plutselig en mulighet for å kreve suverenitet, og da selve saken om Spitsbergen skulle avgjøres, ble den norske forskningsaktiviteten målbevisst brukt som et argument for norsk rett til øygruppa.

Jeg skal ikke påstå at den vitenskapelige forskninga nordmenn hadde gjort på Svalbard i løpet av noen få år, var utslagsgivende for resultatet av forhandlingene. Stormaktenes velvillighet overfor Norge må blant annet forstås på bakgrunn nøytralitetshåndhevelsen under første verdenskrig, og at det var enighet om å gi Norge noe i kompensasjon for alle tap handelsflåten hadde lidd. Ikke desto mindre viser saken at både politikere og forskere mente at vitenskapelig aktivitet hadde politisk og folkerettslig betydning. Det kan også forklare at de statlige bevilgningene til svalbardforskningen økte markant fram mot 1920, men forsvant som dugg for sola etter 1925, da Svalbard formelt hadde blitt en del av kongeriket Norge.

Adolf Hoel, som hadde overtatt ledelsen for De Norske Statsunderstøttede Spitsbergen-Ekspedisjoner i 1910, og grunnlagt Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelser i 1928, hadde en tydelig oppskrift på hvordan en skulle drive effektiv ishavsimperialisme: «Det første som gjøres er å utsende forskningsekspedisjoner.» Da ville en få nødvendig kjennskap til landets naturforhold og økonomiske muligheter. Dernest skulle en opprette «vitenskapelige og humanitære stasjoner og anlegg som f.eks. meteorologiske stasjoner». Videre var det viktig, mente Hoel, å oppmuntre og støtte «økonomiske foretagender». Til sist skulle en drive «agitasjon i innland og utland for å fremme sine formål. Det reklameres da med det som er utført av arbeider til landets opkomst».

Da Hoel kom med denne oppskrifta i 1928, snakket han av erfaring fra Svalbard. Men det var samtidig et program for hvordan Norge skulle gå fram for å sikre suverenitet over Nordøst-Grønland.



Adolf Hoel banket en teltstang inn i isen på Lillehöökreen i 1907, sannsynligvis for å plante et flagg.
Foto: Norsk Polarinstitutt



NANSEN OG SVALBARD-SPØRSMÅLET

«Skulde det da ikke ligge nær for den norske regjeringen ogsaa at benytte sig av Nansens indflydelse i Spitsbergenspørsmålet?» Spørsmålet ble stilt av Aalesund Avis i april 1919. Nansen var i Paris, under fredsforhandlingene, men ikke som norsk delegat. Han var der som representant og leder for Den norske forening for Nationernes Liga, og jobbet med opprettelsen av det kommende Folkeforbundet.

Den norske politiske innsatsen for å sikre suverenitet over Spitsbergen startet for alvor denne våren i Paris. Men selv om Nansen var i samme by, er det ingenting som tyder på at han bidro i kampanjen for å gjøre Svalbard norsk – til tross for han fikk konkrete oppfordringer, også fra diplomatisk hold.

Nansen ga likefullt ut boka En ferd til Spitsbergen i 1920. Det må vel bety at også han ønsket å gi øygruppa et norsk stempel – som mange nordmenn var opptatt av – nettopp i perioden fram til Norge formelt overtok Svalbard i 1925?

Boka handler om et havforskningstokt Nansen hadde hatt til vest- og nordkysten av Spitsbergen i 1912, med sin private yacht «Veslemøy». Og han hadde arbeidet med denne populærvitenskapelige framstillingen av toktet både før og etter traktatinnngåelse 9. februar i 1920. Nansen skriver i forordet at boka hadde fått aktualitet nettopp siden «disse strøk nu er blitt helt norske», men det er likevel påfallende at han ellers ikke er innom norsk overtakelse av Svalbard. Han nevnte en del norske Spitsbergen-forskere, men overdrev på ingen måte deres innsats i utforskingen av øygruppa.

Nansen gjorde heller ingen anstrengelse for å fornorske landskapet, som flere andre forskere gjorde. For eksempel geologen Olaf Holtedahl, som framstilte Svalbards geologi som «overmaade nær knyttet til vårt eget land», og geologen Gunnar Holmsen, som mente det var unaturlig å tenke seg Spitsbergen som et

fremmed land. Nansen understreket snarere hvor forskjellig Spitsbergen var fra Norge. Fjellene på Vest-Spitsbergen var «så ophakket, og på en vis så spinkelt». De var som små «iltre legpredikanter som stadig spretter op, og med sine tynne, skrikende stemmer raser avmektig, men lager bare noen tåke-dotter.» Dette landskapet sto i kontrast til de «rolige formene der hjemme i Norge, som i store linjer bygger høiere og høiere inefter, in i den blå himmelen, og som ingenting kan rukke. Vil de tale, blir det med det dype malm som feier alle disse spinkle små-karene vekk».

Nansen gjorde heller ikke Svalbard til et økonomisk framtidsland, som var en del av den samtidige norske strategien. Han skrev nedlatende om alle som snakket optimistisk om «Spitsbergens muligheter og umuligheter». Han problematiserte om det overhodet var fornuftig å drive kulldrift, og tvilte på om det kunne «bli noen større fastboende befolkning der nord» – siden det ville bli vanskelig å få folk til å slå seg ned i «dette polarlannet med den lange, kalle, og mørke vinteren». Nansen mislikte også fotavtrykket til industrivirksomheten: «For et ingrep i denne naturs ensomme stilhet», reflekterte han etter en tur til Longyear City. Han sa det ikke eksplisitt, men det ligger under i Nansens tekst at det moderne samfunnet hadde lite på disse breddegradene å gjøre. Det ekstreme naturmiljøet passet ikke den «europiske griskhet».

Nansen bar med andre ord ikke ved til fornorskingsbålet – og det er vanskelig å se at han ga ut En ferd til Spitsbergen for å være med på å styrke den norske suvereniteten. Til det er omtalen av det nye landområdet, og den norske aktiviteten der, for avmålt. Og han topper det hele med å stadig skrive om hvor trist det var å seile mellom drivende isflak, omsluttet av «grå tåke – fjernt fra alt pulserende liv».

Som en livskraftig kontrast til Spitsbergen, ble Nansens møte med norskekysten da han seilte «Veslemøy» inn mot det treløse Andenes i starten av september: «Så fruktbart og lunt det syntes dette lannet». Og da de fortsatte inn Andfjorden og så den lave bjørkeskogen i fjellsidene – «følte vi at vi var kommet til syden».

14. august 2025. Norge overtar suverenitet over Svalbard og det norske statsflagget heises i Longyearbyen.
Foto: Sigurd Andreas Rasmussen / Svalbard Museum

MOTSTANDER AV TERRITORIELL EKSPANSJON?

Selv om jeg ikke har funnet tegn på at Nansen deltok i arbeidet med å sikre norsk suverenitet over Svalbard, kan vi ikke slutte at hans manglende deltakelse i saken, skyldtes at han var imot den norske spitsbergenpolitikken. Men det kan heller ikke utelukkes. Nansen hadde utvilsomt et nasjonalt sinnelag, og han var svært opptatt av Norges posisjon og anerkjennelse i verden, blant annet gjennom framragende polarvitenskap. Men han argumenterte aldri for norsk territorial ekspansjon. Snarere gjorde han det motsatte.

I den første runden av den norske kampen om Grønland, som endte med Øst-Grønland-avtalen av 1924, var Nansen ganske tydelig. Like etter at avtalen var signert, som gikk ut på at Danmark og Norge var enige om å være uenige, og dagen før den skulle behandles i Stortinget, gikk han ut i Tidens Tegn mot «det skred av norskhet og national selvfølelse, som er løsnat med Grønlands-saken, og som saa mange bra nordmænd er revet med». Nansens holdning var at Grønland verken tilhørte Norge eller Danmark: «Landets rettmæssige eiere er eskimoene; og deres interesser er det som skulde være de avgjørende. Det beste og riktigste som baade dansker og nordmænd, og andre folkeslag med, kan gjøre, om det var mulig, vilde være at holde sig borte, og la eskimoene leve i fred uten europæisk indblanding.»

Én ting var den bebodde vestkysten av Grønland. Men hva med det folketomme Nordøst-Grønland, som var området den såkalte Grønlandssaken mellom Norge og Danmark handlet om? Ifølge den norske posisjonen var dette et ingenmannsland, og for Adolf Hoel ble det en bevisst strategi å være til stede her med vitenskapelige undersøkelser og næringsaktivitet som et ledd i en framtidig suverenitetsargumentasjon. Altså på mange måter en parallell til det som hadde skjedd på Svalbard.

Nansen, derimot, argumenterte imot de som påsto at Norge hadde hatt stor aktivitet på denne kyststripa – det var «mildest talt en overdrivelse». Han var snarere opptatt av å vise hvor lite hans landsmenn hadde vært på Øst-Grønland. Likefullt mente han at nordmenn skulle ha tilgang til områdene, også for fangst. Han så ingen grunn til «at danskene skulde ha mer rett der enn nordmennene». Men han kunne ikke se hvorfor folk i Norge var opptatt av å eie dette området: «Spørsmålet om suverenitet over denne kysten forekommer mig nærmest å måtte være den rene forfengelighetssak, uten synderlig praktisk betydning.»

LES MER:

Berg, Roald 1995: *Norge på egen hånd*. 1905-1920, bind 3 av Norsk utenrikspolitikk historie, Oslo.

Drivenes, Einar-Arne 2004: «Ishavsimperialisme», i Einar-Arne Drivenes og Harald Dag Jølle (red.), *Vitenskapene*, bind 2 av *Norsk polarhistorie*, Oslo.

Jølle, Harald Dag 2020: *Nansen. Utfordrerer*, Oslo.



Tre menn står rundt et skilt som krever gruverettigheter for Store Norske Spitsbergen Kulkompani. Nansen anså ikke kulldrift på Spitsbergen som et fornuftig forsøk, og mislikte effekten industrien hadde på det arktiske landskapet. Foto: Svalbard Museum

Emma Vogel, Vera Hausner og Anita Holmgren // UiT Norges arktiske universitet
Per Fauchald // Norsk institutt for naturforskning

Et kystbarometer for å balansere blå vekst for Nord-Norges fremtid

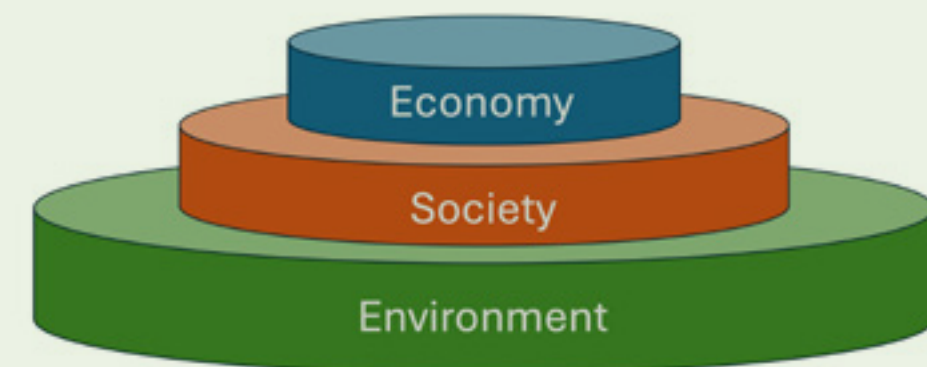
FORSKERNE FORTELLER

Vekst i den blå økonomien vil forandre menneskelig aktivitet, biologisk mangfold og økosystemfunksjoner – og dermed påvirke både kystøkosystemer og kystsamfunn. Formålet med Kystbarometeret er å bidra til å finne en god balanse mellom vekst, miljøvern og velferd for lokalsamfunn.

FREMOVOKSENDE MARINE NÆRINGER vil også påvirke lokale sosiale systemer, inkludert lønn, sysselsetting og andre sosioøkonomiske forhold, og omforme hvordan samfunn verdsetter og er avhengige av sine kystøkosystemer. Dermed forventes blå vekst å føre til betydelige, langvarige endringer i kystsamfunn og økosystemer.

For å håndtere bærekraftsutfordringene disse transformasjonene kan by på, er det viktig å undersøke dem gjennom en sosioøkologisk systemlinse. Ved å fremheve at kystsamfunn og økosystemer er gjensidig avhengige, og sammenkoblet på komplekse, dynamiske måter, legger vi også vekt på potensialet de har for å tilpasse seg.

På bakgrunn av globalisering, industriell utvikling, blå vekst og klimaendringer står kystsamfunn over hele verden overfor betydelige endringer. Det er viktig å forstå disse endringene og navigere mot en bærekraftig fremtid. Kystbarometeret gir et unikt, kontekstspesifikt perspektiv for å overvåke og evaluere Nord-Norges kystbærekraft i en tid med rask blå vekst. Ved å integrere samfunns- og naturvitenskap undersøker Kystbarometeret hvordan den blå økonomiens ekspansjon påvirker økonomiske, sosiale og miljømessige bærekraftsmål. Ved hjelp av ulike datasett utvikler barometeret ni bærekraftindekser for 81 kystkommuner i Nord-Norge.



Tradisjonelt har bærekraft blitt presentert som tre ulike ting: miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft. De tre formene for bærekraft er imidlertid avhengige av hverandre: Sosial bærekraft avhenger av et bærekraftig miljø, og for å oppnå økonomisk bærekraft er vi avhengige av både sosial bærekraft og et bærekraftig miljø. Det kan derfor være bedre å presentere de tre formene for bærekraft som elementer som bygger på hverandre.

De ni bærekraftsmålene i Kystbarometeret kan plasseres langs de tre bærekraftsdimensjonene. Med klokken fra kl. 2: rent hav, biologisk mangfold, karbonlagring, matproduksjon fra akvakultur, matproduksjon fra fiskeri, turisme, stedstilhørighet, lokale fiskerier og sysselsetting og økonomi. Diagrammer fra Kystbarometeret (<https://kystbarometeret.no>)



Foto: Erling Svensen



Kart fra Kystbarometeret som viser tre av de ni bærekraftsmålene, og i hvilken grad hvert mål nås i de 81 kommunene som dekkes av barometeret.

Mer informasjon om hvordan indikatorene beregnes, finnes på kystbarometeret.no. Skjermdumper fra Kystbarometeret (<https://kystbarometeret.no>)

Nord-Norge står i fremste linje i utviklingen av den marine sektoren og gir et verdifullt perspektiv for å forstå kompleksiteten i blå vekst. Regionen har dype kulturelle, sosiale og økonomiske bånd til havet og er avhengig av marine ressurser, som er en integrert del av regionens livsgrunnlag og økonomi. Etter hvert som marine næringer som akvakultur, fiske, naturbasert turisme og energisektorer vokser, er Nord-Norge et interessant case for den som vil studere de mangefasettede virkningene av denne ekspansjonen. Regionen vil måtte ta mange kunnskapsbaserte beslutninger for å sikre at denne utviklingen og veksten er bærekraftig.

Å sikre bærekraftig utvikling er en kompleks utfordring. Bærekraft er i sin kjerne en moralsk rettesnor som sier at vi skal forsøke å oppfylle våre egne behov uten at det går ut over miljøets, andre nålevende menneskers og fremtidige generasjoners muligheter til å få oppfylt sine. Men å oversette denne moralske rettesnoren til målbare indikatorer på bærekraft kan fremstå som uoverkommelig. Det krever en omfattende tilnærming som vurderer det intrikate samspillet mellom ulike samfunns mål på flere nivåer. Man må for eksempel stille seg spørsmål som: Hvilken ressurs eller prosess er det som opprettholdes? Hvem skal den opprettholdes for? Hvor lenge skal den opprettholdes? Svarene på disse spørsmålene bidrar til å finne ut hvilke variable som er relevante når vi skal konstruere målbare indikatorer. Når disse bærekraftsindikatorene er på plass, legger de ikke bare føringer for systematisk langsiktig overvåking, men også for beslutningstaking, ved at de gir kunnskap om hvilke tiltak som kan være nødvendige for å styrke bærekraften.

Kystbarometeret er et samarbeidsprosjekt som er skapt av lokalbefolkning og forskere i fellesskap for å sikre at bærekraft blir sett gjennom en nordnorsk linse. Forskere har samarbeidet tett med lokalsamfunnene for å utvikle ni bærekraftsindikatorer som er skreddersydd etter regionens unike

kontekst. Forskningsgruppen som har tilpasset Ocean Health Index til nordnorske forhold, har hatt bakgrunn innen alt fra økonomi til bærekraft, fiskerivitenskap og marin økologi. Tilpasningen har resultert i ni lokalt relevante bærekraftsindikatorer: rent hav, biologisk mangfold, karbonlagring, matproduksjon fra akvakultur, matproduksjon fra fiskeri, turisme, stedstilhørighet, lokale fiskerier, sysselsetting og økonomi. Disse indikatorene er tett forbundet med FNs bærekraftsmål og nasjonal politikk, og gir lokalsamfunn, interessegrupper og beslutningstakere et godt rammeverk for å vurdere bærekraft og havhelse.

Kystbarometeret fungerer som en digital plattform med åpen tilgang, slik at brukerne kan utforske bærekraftstrender i 81 kystkommuner i Nord-Norge. Det legger til rette for en kunnskapsbasert offentlig diskusjon rundt retningen for den blå veksten i regionen. Tilgjengeligheten sikrer at lokalsamfunn, beslutningstakere og interessenter til enhver tid kan bruke dataene, slik at det fremmes en dynamisk tilnærming til bærekraftig utvikling.

Et viktig fokus for Kystbarometeret er å vurdere bærekraftig matproduksjon gjennom indikatorene matproduksjon fra akvakultur, matproduksjon fra fiskeri og lokale fiskerier. Akvakultur spiller for eksempel en viktig rolle i det økonomiske landskapet i Norges kystregioner, og har betydelig innvirkning på handel, sysselsetting og lokale økonomier. Kystbarometeret måler bærekraftig matproduksjon fra akvakultur ved å ta hensyn til faktorer som forbruk, rømming av fisk, lakselus og lokal forurensning. For eksempel er bærekraftig forbruk definert som forbruk som ikke har netto tap av næringsstoffer som kunne vært brukt til menneskelig konsum, og der alle ingrediensene er produsert på en bærekraftig måte. Ved å beregne disse underindikatorene gir barometeret et klarere bilde av bærekraftig matproduksjon på kommunalt nivå.



En spermhval og en fiskebåt i nærheten av Andenes, begge på jakt etter blåkveite.
Foto: Emma Vogel / UiT Norges arktiske universitet

Det er viktig å forstå hvordan veksten i marine næringer påvirker havhelsen og former folks oppfatninger og prioriteringer når det gjelder nytten man har av kystøkosystemer. Etter hvert som marine ressurser blir stadig viktigere, blir koblingen mellom disse næringene og bærekraften i havet et globalt spørsmål. Kystbarometeret fungerer som en katalysator for bærekraftig utvikling ved å engasjere lokalsamfunn og tilby en lettfattelig oversikt over bærekraftstrender. Dermed blir det mulig for interessenter å ha kunnskapsbaserte samtaler om sine egne bærekraftsutfordringer og ta informerte beslutninger for fremtiden.

I Nord-Norge må man finne ut hvordan virkningene av den blå veksten skal håndteres. Da kan Kystbarometeret bidra med verdifull forståelse av kostnader og bærekraft. Denne kunnskapen er ikke bare til nytte for Nord-Norge, men er også noe andre regioner over hele verden som står overfor lignende utfordringer ved blå vekst i kystsamfunn, kan dra nytte av. ■

LES MER:

Kystbarometeret: <https://kystbarometeret.no/>

Øverst på siden er det en nedtrekksmeny som tar en videre til de ni bærekraftsmålene..



Kystfarvannene mottar avfall fra millioner av oppdrettslaks langs kysten.
Foto: Erling Svensen



To spekkhoggere beiter nær en sildebåt utenfor Skjervøy.
Foto: Emma Vogel / UiT Norges arktiske universitet



Marius Nyborg fra Norsk Polarinstitutt nyter en morgenkaffe langs det tverrfaglige transektet.
Foto: Trine Lise Sviggum Helgerud / Norsk Polarinstitutt

Paul A. Dodd, Agneta Fransson, Mats A. Granskog, Zoe Koenig, Morven Muilwijk,
Haakon Hop og Ole Arve Misund // Norsk Polarinstitutt
Eva Leu // Akvaplan-niva
Lis L. Jørgensen og Angelika H.H. Renner // Havforskningsinstituttet
Janne E. Søreide // Universitetssenteret på Svalbard
Vito De Lucia // UiT – The Arctic University of Tromsø

Utforskning av observasjonsbaserte forvaltningsområder for det sentrale Polhavet

FORSKERNE FORTELLER

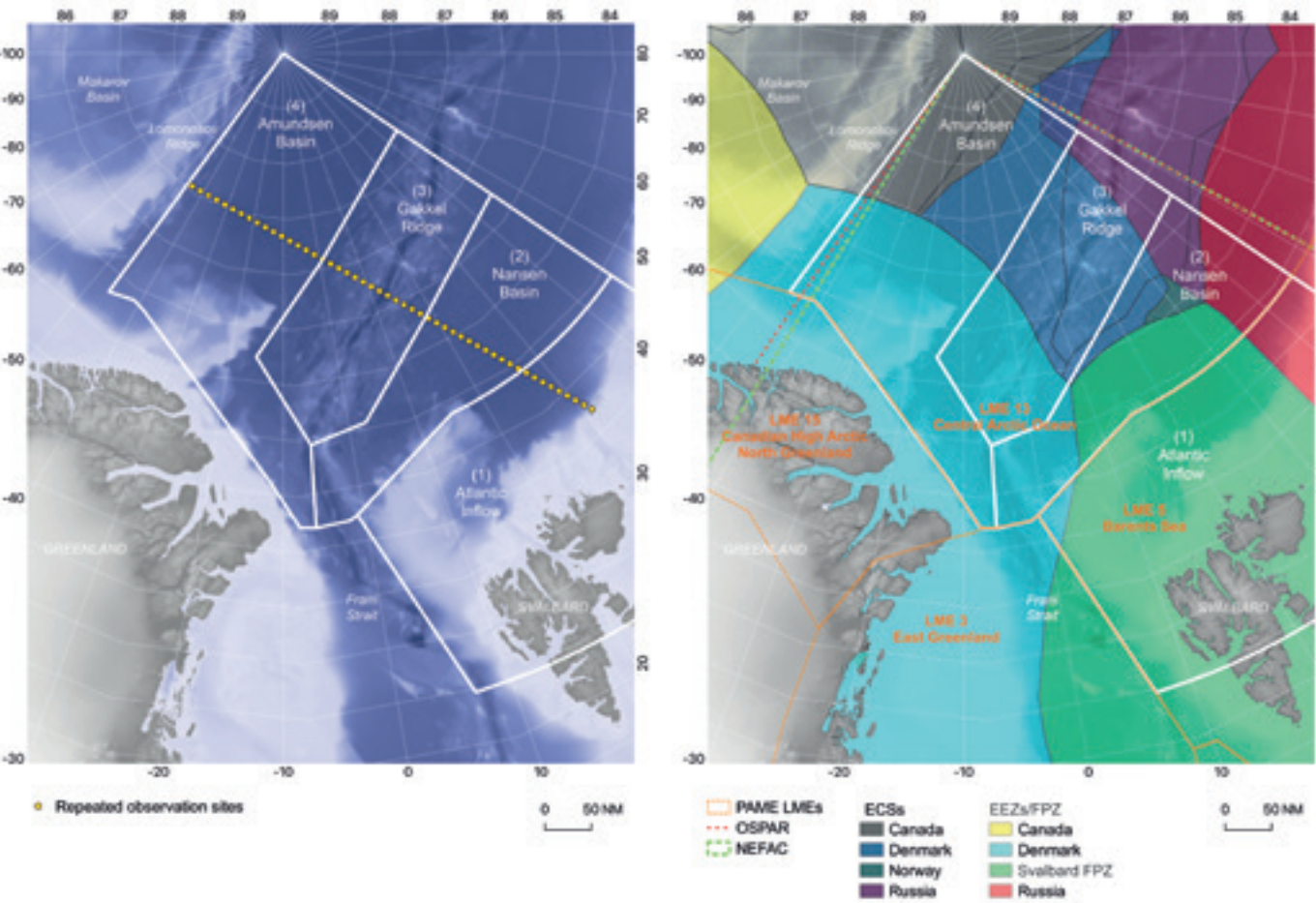
Det sentrale Polhavet gjennomgår raske klimaendringer. Etter hvert som regionen varmes opp og havisen trekker seg tilbake, åpner tidligere utilgjengelige områder seg. Det kan bane vei for økt kommersiell aktivitet.

DET ER FORVENTNINGER om økt menneskelig aktivitet i det sentrale Polhavet. Derfor er det behov for å utforske de sårbare områdene for å fremskaffe best mulig kunnskap, både for å beskytte og sikre bærekraftig forvaltning i årene som kommer.

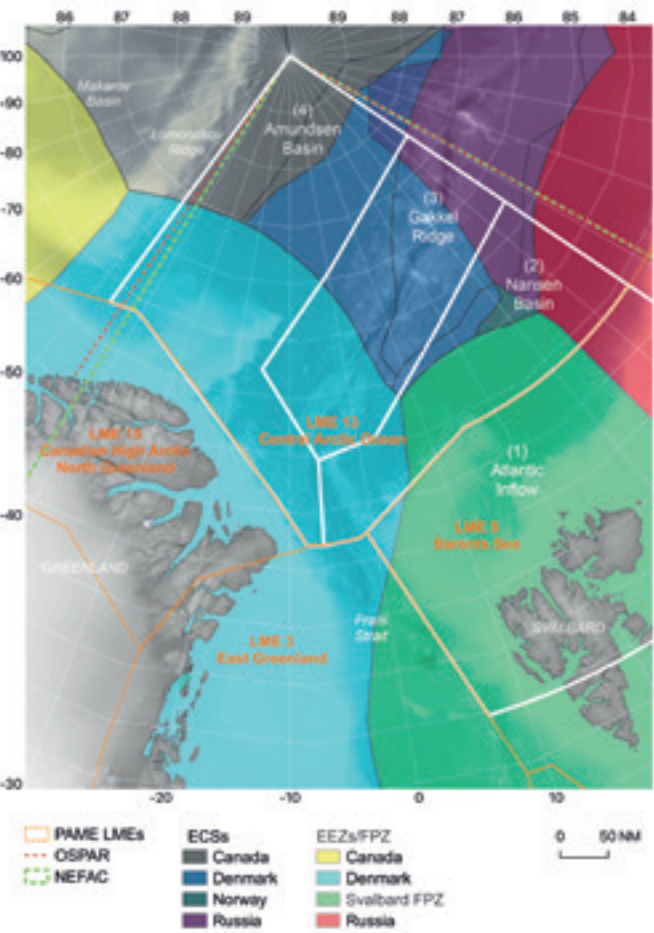
For at det skal være mest mulig relevant for for norsk forvaltning og politikkutvikling fokuserer Framsenter-prosjektet SUDARCO (Sustainable Development of the Arctic Ocean) på å utforske de vestlige delene av Nansen- og Amundsenbassenget. Tverrfaglige tokt i 2022 og 2024 med R/V *Kronprins Haakon* ga ny innsikt fra denne lite utforskede sektoren (kart 1).

OBSERVASJONSBASERTE FORVALTNINGSOMRÅDER

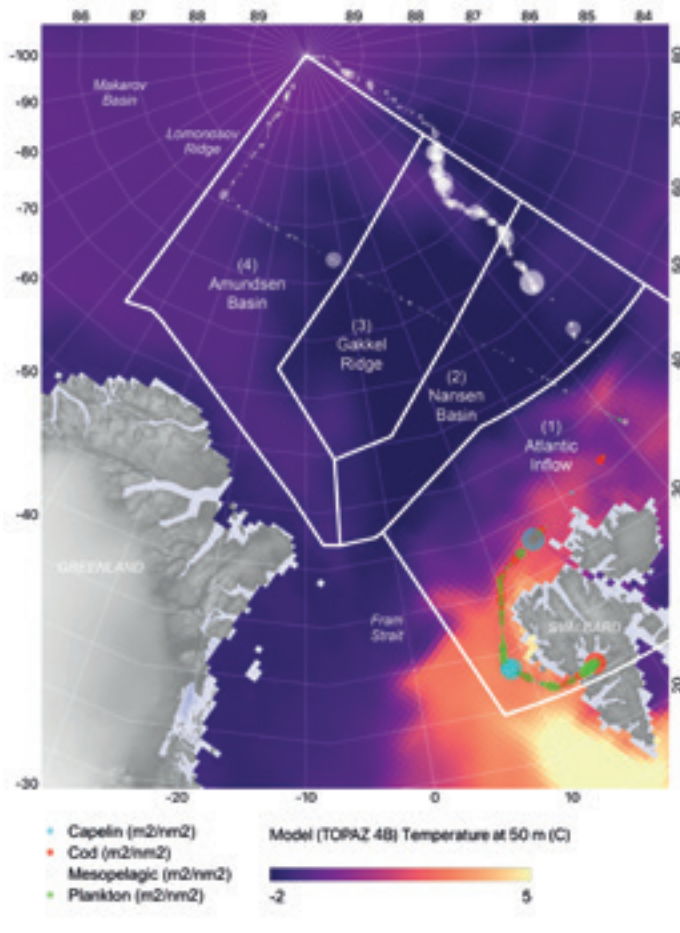
En sentral utfordring når det gjelder å implementere en adaptiv tilnærming til forvaltning basert på helhetlige prinsipper, er effektiv kunnskapsoverføring på tvers av ulike forskningsfelt. Overordnet statistikk og generelle trender er enklere å kommunisere mellom fagområder enn detaljert informasjon. Å definere regioner med felles egenskaper som kan evalueres og beskrives fra ulike perspektiver, kan derfor legge til rette for tverrfaglig kommunikasjon.



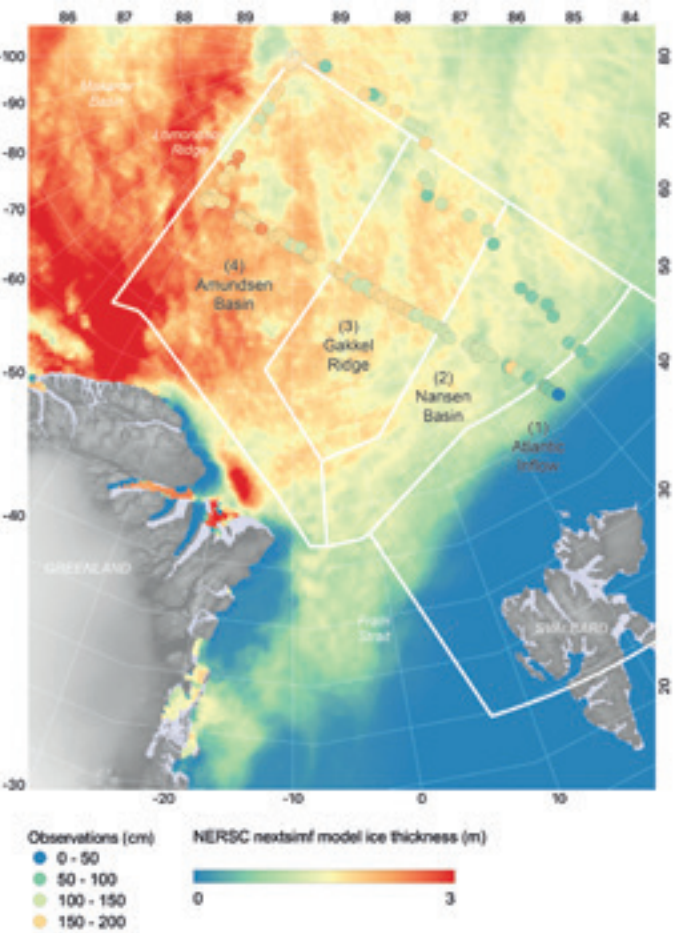
Kart 1: Batymetri- og observasjonssteder langs det tverrfaglige transektet.
Figur: Paul A. Dodd / Norsk Polarinstitutt



Kart 2: De stiplede linjene viser grensene for OSPAR-konvensjonen (rød), PAMEs store marine økosystemer (LME; oransje) og NEFAC-avtalen (grønn). Lyse bakgrunnsfarger viser eksklusive økonomiske soner og fiskevernsonen ved Svalbard; mørke bakgrunner viser krav om utvidet kontinentalsokkel. Hele regionen som vises, ligger innenfor Polarkode-området. Grensene for SUDARCO-regionen vises i hvitt. *Figur: Paul A. Dodd / Norsk Polarinstitutt*



Kart 3: Modellert vanntemperatur ved 50 m og fordeling av fisk og dyreplankton bestemt fra ekkoloddata validert med nett og tråling under toktet i 2022.
Figur: Paul A. Dodd / Norsk Polarinstitutt



Kart 4: Havistykkel juli–august 2022. Modellert tykkelse indikeres av bakgrunnsfarge og observert tykkelse av sirkler. *Figur: Paul A. Dodd / Norsk Polarinstitutt*

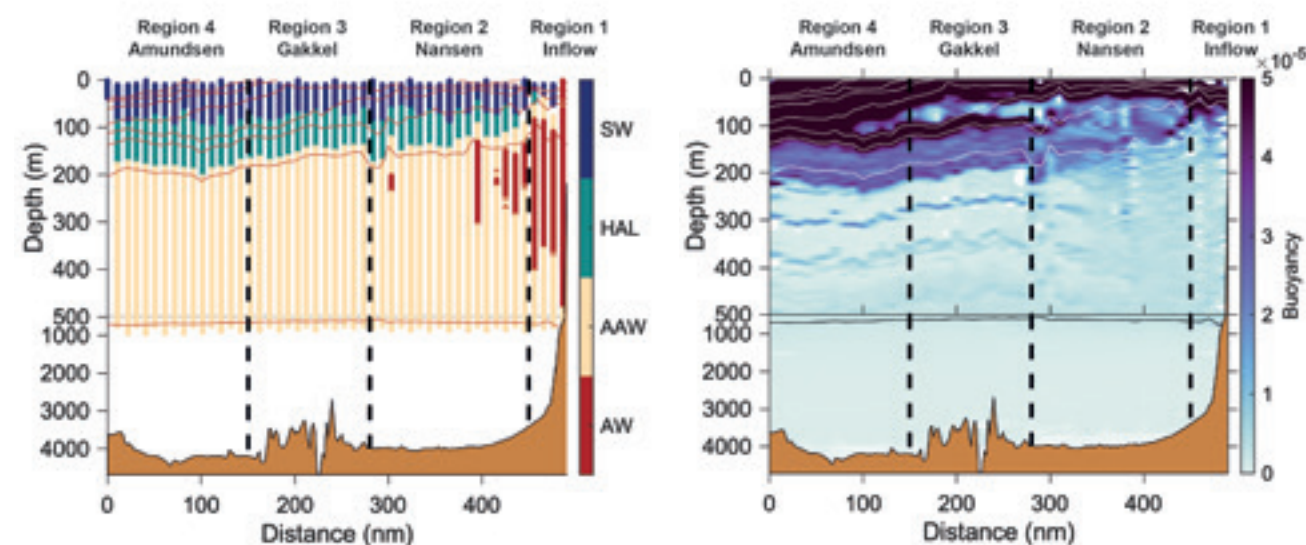
Arktisk råds arbeidsgruppe for beskyttelse av det arktiske marine miljøet (PAME) har definert grenser for store marine økosystemer (LME-er) i det sentrale Polhavet og tilstøtende hav (kart 2). De sentrale arktiske LME-ene er imidlertid svært mangfoldige, både når det gjelder fysisk miljø og geopolitisk situasjon. SUDARCO har som mål å bygge videre på eksisterende arbeid ved å dele den europeiske sektoren av denne LME-en inn i regioner med lignende fysiske egenskaper og utvikle en omfattende forståelse av forholdene innenfor hver av disse. De fire foreslåtte regionene er relatert til eksisterende regulatoriske grenser, nye in situ-observasjoner og modellresultater. Alle regionene ligger i sin helhet innenfor området

omfattet av Polarkoden, som regulerer skipsfart i polare farvann, og (unntatt en smal stripe langs den vestlige grensen av region 4) innenfor områdene som dekkes av konvensjonen om bevaring av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren (OSPAR) og Den nordøst-atlantiske fiskerikommisjon (NEAFC). Disse to konvensjonene regulerer forurensning av henholdsvis det marine miljøet og fiskeriene, og gjelder i områder innenfor og utenfor nasjonal jurisdiksjon. I tillegg er både OSPAR og NEAFC medlemmer av den kollektive ordningen, et forsøk på å koordinere reguleringsaktivitetene til kompetente internasjonale organisasjoner med sikte på å oppnå økosystembasert vern.

REGION 1: DEN ATLANTISKE INNSTRØMNINGEN

Denne regionen domineres av atlantehavsvann fra Den norske atlantehavsstrømmen, som strømmer nordover og holder de øverste 500 m varme og et betydelig område isfritt hele året (kart 3 og 4). Det er imidlertid store sesongmessige forskjeller i havisutbredelse, og forholdene kan endre seg raskt når sterke vinder blåser is inn i regionene. Dette er den eneste regionen der det ble fanget kommersielle fiskearter i vår 2022-undersøkelse. Biomassen av både planteplankton, dyreplankton, torsk (*Gadus morhua*) og lodde (*Mallotus villosus*)

var sterkt assosiert med det varme vannet i Den norske atlantehavsstrømmen. Region 1 omfatter deler av den danske og den russiske eksklusive økonomiske sonen og fiskevernsonen ved Svalbard, hvor hvert land har jurisdiksjon over både levende og ikke-levende ressurser fra overflate til bunn. Kjernen i den varme, næringsrike atlantiske innstrømmingen og mest tilhørende biomasse finnes imidlertid innenfor fiskevernsonen ved Svalbard (kart 2).



Figur 1: Tverrsnitt som viser vannmassetyper påvist langs det tverrfaglige transektet: SW = overflatevann, HAL = haloklin, AAW = arktisk atlantehavsvann, AW = atlantehavsvann.

Figur: Zoe Koenig / Norsk Polarinstitutt

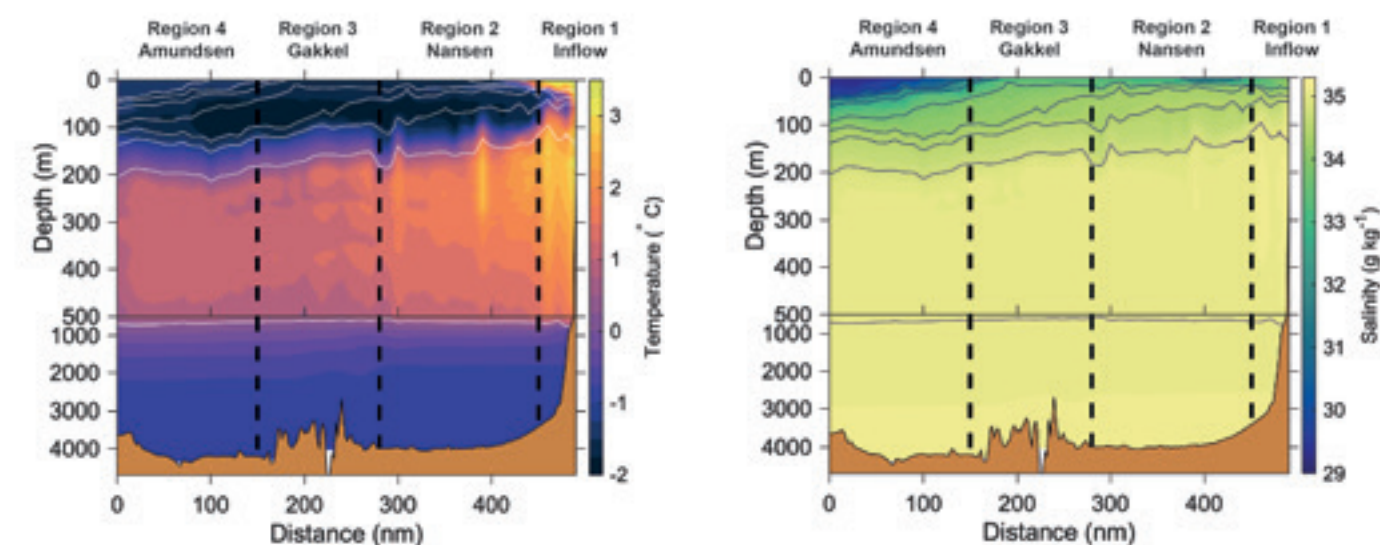
REGION 2: NANSEN

Kaldere arktisk atlantehavsvann fyller det meste av Nansenbassenget (fig. 1), selv om rent atlantehavsvann finnes langs den sørlige grensen ved innstrømningen og innenfor isolerte virvler fra innstrømningsregionen. Et tykt, kaldt, friskt overflatevannslag, bestående av smeltevann fra havis, skiller havis fra varme i det arktiske atlantehavsvannet nedenfor, slik at havisen blir liggende hele året. Hvor mye hav som dekkes av is, varierer med årstidene. Iskantsonen beveger seg frem og tilbake over den sørlige grensen mot innstrømningsregionen. Modellert istykkelse for august 2022 var rundt 0,5-1,5 m. Ekkoloddata viste et mesopelagisk lag ved ca. 400 m, men detekterte ingen kommersielt utnyttbare arter. Region 2 er imidlertid området hvor kommersielle arter først kan forventes å dukke opp fra sør, gitt den sterke innflytelsen fra den varme, næringsrike atlantiske innstrømningen. Region 2 omfatter deler av den danske og den russiske eksklusive økonomiske sonen og fiskevernsonen ved Svalbard. Den overlapper også områder omfattet av danske, russiske og norske krav om utvidet kontinentalsokkel og nasjonal jurisdiksjon over havbunnen.

REGION 3: GAKKEL

Gakkel-regionen er utenfor rekkevidde for det varme, næringsrike atlantehavsvannet beskrevet i region 1 og 2 (fig. 1). Arktisk atlantehavsvann der har en annen opprinnelse enn i Nansen-regionen, slik det fremgår av de dype innlagringslagene som ikke ses i Nansen-regionen (mørke bånd fra 200 til 400 m dybde i figur 2).

Et velblandet lag (lyst bånd fra 50 til 100 m dybde) finnes året rundt, på avstand fra den stratifiserende påvirkningen av sterk sesongavhengig tilførsel av smeltevann fra havis (som i region 2) og store tilførsler av elvevann assosiert med Den transpolare driften (som i region 4, beskrevet nedenfor). Gakkel-regionen opptar et gap mellom den atlantiske innstrømningen og Den transpolare driften som ikke eksisterer nærmere Framstredet. Modellert istykkelse for august 2022 var 1,5-2,5 m, rundt en meter tykkere enn i region 2 (kart 4). Den akustiske undersøkelsen fra 2022 viste store nord-sør-forskjeller i biomasse i det mesopelagiske laget i Gakkel-regionen, som korrelerer med modellert temperaturfordeling. Rundt en tredjedel av Gakkel ligger innenfor den danske eksklusive økonomiske sonen, og to tredjedeler ligger utenfor nasjonal jurisdiksjon. Gakkel inkluderer danske og russiske krav om utvidet kontinentalsokkel (kart 2).



Figur 3: Tverrsnitt som viser temperatur (t.v.) og saltholdighet (t.h.) langs det tverrfaglige transektet.

Figurer: Zoe Koenig / Norsk Polarinstitutt

REGION 4: AMUNDSEN

Overflatevann i denne regionen er sterkt påvirket av Den transpolare driften, som bringer med seg ferskere vann fra den sibirske sokkelen og fra Stillehavet via Beringstredet (fig. 3). De øvre 200 m er sterkere stratifisert enn i de andre regionene, og målinger av oppløst oksygen (ikke vist) indikerer at det blandede laget ved overflaten forblir grunt selv om vinteren, slik at det i begrenset grad fylles på med næringsstoffer. Havistykkelser på 1,5-2,5 m, sammenlignbare med de i Gakkel-regionen, råder i Amundsen-regionen (kart 4), unntatt langs den vestlige grensen, der isen er enda tykkere (> 2,5 m). Mesopelagisk biomasse var lavere i Amundsen-regionen enn i Gakkel- og Nansen-regionen (kart 3). Amundsen inkluderer deler av den danske eksklusive økonomiske sonen og danske og kanadiske krav om utvidet kontinentalsokkel.



Zoe Koenig fra Norsk Polarinstitutt hjelper til med å utplassere et fjernstyrt kjøretøy for å sjekke forholdene under isen i Nansenbassenget. Foto: Trine Lise Sviggum Helgerud / Norsk Polarinstitutt

OPPSUMMERING OG VEIEN VIDERE

Vi presenterer disse foreslåtte regionene med sikte på å stimulere til diskusjon om hva som vil være det mest effektive geografiske rammeverket for en integrert økosystemvurdering av det sentrale Polhavet. Med tiden vil vurderingen bli lagt frem for norske myndigheter som et rådgivende produkt fra SUDARCO; det vil syntetisere informasjon om miljø, biologi og press fra menneskelig aktivitet innenfor den europeiske sektoren av det sentrale arktiske LME-et. ■

LES MER:

ICES (2022) ICES-PICES-PAME Working Group on Integrated Ecosystem Assessment (IEA) for the Central Arctic Ocean (WGICA). ICES Scientific Reports. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.9766>

Skjoldal HR (2022) Ecosystem assessment of the Central Arctic Ocean: Description of the ecosystem. ICES Cooperative Research Reports. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.20191787>



Morven Muilwijk og Mats Granskog fra Norsk Polarinstitutt samler inn profiler av temperatur, saltholdighet og turbulens i Amundsen-bassenget. Foto: Vegard Stuerzinger / Norsk Polarinstitutt



Kreklingbær er rike på antioksidanter. I Norge brukes bærene ofte i syltetøy, saft og desserter.
Foto: Finn Måge / NIBIO

Kathrine Torday Gulden // Norsk institutt for bioøkonomi

Spredningen av krekling i Nord-Norge – en økologisk utfordring

FORSKERNE FORTELLER

I Nord-Norge er det en økologisk endring på gang som både forskere og lokalsamfunn er opptatt av. Krekling, en vintergrønn plante som er vanlig i regionen, brer stadig mer om seg og skaper store endringer i landskapet.

KREKLINGEN (*Empetrum nigrum*) er kjent for sine blanke svarte bær som er rike på antioksidanter. Planten er imidlertid også en kilde til økende bekymring.

I løpet av de siste 50 årene har hei- og viddeområder i det nordlige Fennoskandia gjennomgått betydelige endringer. Dvergbusker som røsslyng og blåbær, som en gang omfattet henholdsvis 60 og 35 prosent av sine respektive hei- og viddeområder, utgjør nå mindre enn 25 prosent. Krekling har blitt den dominerende planten i nesten alle typer hei- og viddeområder.

Siden tidlig på 2000-tallet har forekomsten av krekling økt med gjennomsnittlig 60 prosent. Denne endringen har ført til det som kan beskrives som en «grønn forørkning», der landskap gjøres om til vidstrakte områder med krekling.

Prosjektet MONEC («Bør vi forvalte en vill plantes økosystem-bjørnetjenester?») har spilt en ledende rolle i forskningen på disse økologiske endringene. I samarbeid med reindriftsnæringen og andre interessegrupper, har forskerne de siste årene studert kreklingens ekspansjon i tjue reinbeitedistrikter i Troms og Finnmark.

- Ved å sammenligne dagens vegetasjon med undersøkelser fra 1970-tallet og 2003 har vi fått verdifull innsikt i hvordan disse områdene har endret seg, sier Kari Anne Bråthen, prosjektleder og professor i økologi ved UiT Norges arktiske universitet.

- Vi forventet at mangfoldet av plantearter - urter, blomster, gress, planter som er viktige matkilder for en rekke dyrearter - ville øke med et varmere klima. Men det var ikke det vi fant. Det er bare vedaktige arter som har fått økt forekomst, og krekling er nå den klart dominerende planten i de områdene vi har undersøkt på nytt.

FLERE ØKOLOGISKE DYNAMIKKER I SPILL

Kreklingens spredning sammenfaller med klimaendringene, men flere typer økologisk dynamikk kan også bidra til utbredelsen.

- Det er særlig verdt å merke seg at spredningen er uavhengig av beitetrykk. Det utfordrer tradisjonelle oppfatninger om at naturlig beiting er effektiv vegetasjonskontroll, sier Bråthen.

- Klimaendringene kan bidra til at kreklingen sprer seg ved å skape forhold som er gunstige for vintergrønne arter, med lengre vekstsesonger og mildere vintre.

Når det er sagt, skulle man tro at varmere og lengre vekstperioder ville være til fordel også for andre vintergrønne arter i regionen, for eksempel tyttebær. Dette ser imidlertid ikke ut til å være tilfelle i kreklingdominerte områder.

En forklaring på dette er at kreklingen har biologiske egenskaper som hjelper den med å ekspandere. Blant annet er planten klonal, det betyr at den formerer seg vegetativt og derfor sprer seg raskt over store områder.

Planten ser også ut til å trives under tøffe forhold, og frigjør biokjemikalier som hemmer nyetablering av konkurrerende planter. Denne undertrykkelsen av andre plantearter skaper betydelige utfordringer når man ønsker å gjenopprette og bevare ulike økosystemer.

BRA FOR NOEN, IKKE FOR ANDRE

I Norge blir kreklingbær ofte brukt i syltetøy, saft og desserter. De blir også verdsatt for sitt helsefremmende potensial.

Plantens raske spredning reduserer imidlertid det biologiske mangfoldet, og gjør at det dannes store, homogene områder uten den variasjonen disse økosystemene en gang hadde. Dette gir klare utfordringer for dyr på beite, siden planteetere som reinsdyr må gå forbi mye mer krekling enn før for å finne egnet mat.

- Reinsdyr i Norge og andre nordlige regioner har kreklingblader og kreklingbær som en del av kostholdet, spesielt når det er sparsomt med annen mat, sier Bråthen.

- Bærene gir litt næring, men bladene har lavt næringsinnhold. Derfor er det ikke en foretrukket beiteplante for reinsdyr, hvis de kan velge.

Victoria Gonzalez, rådgiver ved NIBIO Svanhovd, fremhever en annen effekt av ekspansjonen.

- Kreklingens dominans reduserer mengden av tilgjengelig habitat for pollinerende insekter, sier hun.

- I motsetning til blomsterplanter, som er avhengige av at insekter pollinerer dem, spres kreklingpollenet med vinden. Planten produserer derfor ikke nektar for å tiltrekke seg bier og andre pollinatorer. Dette kan føre til en kaskade av effekter. Det påvirker arter som er avhengige av disse insektene – og dermed hele det økologiske samspillet mellom dem.

Fra 2003 til 2023 har forekomsten av krekling økt med gjennomsnittlig 60 prosent, og man har fått en «grønn forørkning». Her i Austerelvdalen i Finnmark invaderes enda av flere kreklingkloner. Grenene vokser i gjennomsnitt 6 cm per år.
Foto: Kari Anne Bråthen /
UiT Norges arktiske universitet





I eksperimenter utført av MONEC ble kreklingplanter fjernet enten mekanisk eller slått tilbake med brenning under kontrollerte forhold. Etterpå ble det tilsatt ulike jordforbedrende midler, som tang og tare, dyregjødsel og mineralgjødsel.
Foto: NIBIO



Hvis kreklingens kjemikalier blir værende lenge i jorda, kan det hindre tilbakevekst av planter og gjøre økologisk restaurering utfordrende i områder der krekling har vært dominerende. Denne hemmende virkningen kan vare ved selv etter at kreklingplantene er fjernet, da jorda forblir ugunstig for andre arter å etablere seg i.
Foto: Helena Klöckener



DKari Anne Bråthen i en mer eller mindre kreklingfri eng. Hun har ikke noe ønske om å utrydde kreklingen, bare holde den under kontroll.
Foto: Janike Kampevold Larsen

ALLELOPATISKE KJEMIKALIER BLIR VÆRENDE I JORDEN

Detaljerte observasjoner fra MONEC-prosjektet understreker hvor sterkt krekling påvirker økosystemer gjennom sine allelopatiske egenskaper: Kreklingbladene frigjør kjemikalier som forstyrrer en rekke andre organismer.

- Hvis disse kjemikaliene blir værende lenge i jorda, kan det hindre tilbakevekst av planter og gjøre økologisk restaurering utfordrende i områder der krekling har vært dominerende. Denne hemmende virkningen kan vare ved selv etter at kreklingplantene er fjernet, da jorda forblir ugunstig for andre arter, sier Gonzalez.

For å håndtere disse økologiske endringene anbefaler hun proaktive tiltak, spesielt i viktige beiteområder.

- Kontrollerte branner har, når de gjennomføres riktig, vist lovende resultater når det gjelder å redusere utbredelsen av krekling, sier hun.

Fysisk fjerning av kreklingplanter er en annen metode som kan hindre at arten etablerer seg i nye områder, spesielt hvis ungplanter fjernes fra områder der krekling fortsatt har en begrenset tilstedeværelse.

- Vi har også eksperimentert med måter å beskytte ulike planteområder på og forbedre jordhelsen ved å bruke naturlig gjødsel som tang og husdyrgjødsel. Målet her er å fremme veksten av varierte plantearter, og kanskje øke økosystemenes motstandskraft mot krekling, sier Gonzalez.

Proaktiv forvaltning kan vise seg å være økonomisk fordelaktig.

- Beregninger viser at kontrollerte branner kan gi besparelser som er større enn kostnadene til tilleggsfor over et tiår, og at de dermed kan være til fordel for reindriftsnæringa, sier Bråthen.

SAMARBEID ER NØKKELEN TIL VERN

Selv om det finnes noen tiltak, er det vanskelig å begrense den stadig økende utbredelsen av krekling i Nord-Norge. Å forstå artens vekstprosesser er avgjørende for å utvikle mer effektive bekjempelsesteknikker.

- Det er viktig å samkjøre økologisk vern med praktiske mål for arealforvaltningen, sier Bråthen.

- Samarbeid mellom interessenter, inkludert reindriftsutøvere, forskere, naturvernere og beslutningstakere, må til skal vi komme frem til enhetlige og bærekraftige løsninger.



Kreklingen er sårbar for nedtråkking, noe man ser langs gjerder hvor beitedyr ofte går. Den generelle økningen i krekling i beiteområder tyder på at nedtråkkingen ikke er intens nok til å bremse spredningen av krekling.
Foto: Kari Anne Bråthen / UiT Norges arktiske universitet

Den komplekse dynamikken rundt kreklingens vekst understreker behovet for en informert og koordinert innsats som ivaretar økologiske, økonomiske og kulturelle prioriteringer. Etter hvert som kreklingen sprer seg, er forebyggen- de og forskningsbaserte tiltak, og involvering av lokalsamfunn, avgjørende for å beskytte økosystemene.

- Målet er ikke å utrydde kreklingen, men å sikre at landskapet, spesielt i områder der kreklingen ennå ikke dominerer, fortsetter å legge til rette for naturlig mangfold og nødvendige økosystemtje- nester, sier Bråthen.

- Dette er viktig, ikke minst med tanke på den forsikringen som plantemangfoldet i disse økosys- temene representerer i møte med klimaendringer. Planter gir mat til reinsdyr og ville planteetere. Områder der urter og gress trives, har bety- delig verdi og bør skjermes mot spredning av krekling. ■

LES MER:

Nhat PM, Armstrong CW, Bråthen KA, Tuomi M (2024) Controlling the stock or the habitat—The crisis of native invasive encroachment in the grazing land of Norwegian reindeer husbandry. Journal of Environmental Management 370: 122457. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122457>

Bråthen KA, Tuomi MW, Kapfer J, Böhner H, Maliniemi T (2024) Changing species dominance patterns of Boreal-Arctic heathlands: evidence of biotic homogenization. Ecography 2024(6): e07116. <https://doi.org/10.1111/ecog.07116>

Pilsbacher AK, Lindgård B, Reiersen R, González VT, Bråthen KA (2020) Interfering with neighbouring communities: Allelopathy astray in the tundra delays seedling development. Functional Ecology 35: 266–276. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13694>

MONEC

Tverrfaglig prosjekt *Forvalte eller ei: Overveielse av fordelene ved å forvalte en plantes økosystem-bjørnetjenester* (MONEC) har fire hovedmål:

1. Å dokumentere utbredelsen – og nylige endringer i utbredelsen – av den allelopatiske planten krekling
2. Å teste forholdet mellom utbredelsen av krekling og økosystemtjenester
3. Å teste forvaltningsmetoder for å redusere utbredelsen av krekling i beiteområder for utøvere av reindrift og sauehold
4. Å vurdere de langsiktige økologiske og økonomiske fordelene ved å forvalte en plante som krekling

MONEC har vært vert for både doktorgrads- og postdoktorstillinger ved UiT Norges arktiske universitet: Minh Nh t Ph m (Viktor) gjennomfører sitt doktorgradsarbeid i bioøkonomisk modellering, og Maria Tuomi har ledet felttokt og gjennomfører nå økologisk modellering på økosystemers biologiske mangfold og funksjon.

Prosjektet er et FRIPRO-prosjekt fra Norges forskningsråd som går frem til april 2025 med NIBIO som hovedpartner. Prosjektleder er UiT Norges arktiske universitet, representert ved professor Kari Anne Bråthen. Victoria Gonzalez fra NIBIO er ansvarlig for den praktiske implementeringen av et sett med kreklingeksperimenter.

Terese Vollstad-Giæver og Atle Foss // Akvaplan-niva

Bedre steinbitfôr

FORSKERNE FORTELLER

Flekksteinbiten beiter på bunnlevende organismer som pigghuder, bløtdyr og krepsdyr. Dens naturlige kosthold er variert, rikt på lett fordøyelig protein og med lavt lipidinnhold. I akvakultur blir steinbit vanligvis fôret med kommersielt fiskefôr. Finnes det bedre løsninger?

KOMMERSIELT FISKEFÔR er hovedsakelig basert på fiskemel og fiskeolje. Disse fôrene inneholder mye fett og få plantebaserte ingredienser. I likhet med mange marine arter er flekksteinbiten evolusjonært tilpasset å innta store mengder mat av gangen som den bruker lang tid på å fordøye. Dette skyldes hovedsakelig langsom magesekktømming som følge av at de naturlige byttedyrene - fisk og krepsdyr - har mye bein og skall, som det tar lang tid å fordøye. I akvakultur er akselererende vekst i alle livsstadier avgjørende for økonomisk suksess; det kan ta opptil fire år før steinbiten har nådd markedsstørrelse (3-4 kg). Derfor er mer effektivt fôr og bedre forståelse av artens ernæringsmessige behov viktige fokusområder.

LARVER

Flekksteinbitlarver er ca. 20-25 mm lange når de klekkes. Da har de bare litt næring igjen i plomme-sekken, og de begynner å beite nesten umiddelbart. Formulert tørrfôr har oftest blitt brukt som tilvenningsfôr for steinbit. Variable overlevelseshaster i løpet av de første 50 dagene etter klekking har imidlertid vært en utfordring, ofte på grunn av manglende oppstart av beiting. Ny forskning fokuserer nå på å identifisere optimale startfôringsprotokoller for flekksteinbitlarver.

I en pilotstudie testet vi to eksperimentelle tilvenningsfôr for de første 20 dagene etter klekking - kryokonservert hoppekreps (*Calanus* spp.) og levende kryokonserverte larver av *Semibalanus balanoides* (som reaktiveres etter kryokonservering). Vi brukte et kommersielt formulert fôr som kontrollfôr. Larver som ble fôret med hoppekreps og larver av Balanus, økte overlevelseshraten fra 18 prosent (med formulert fôr), til henholdsvis 35 og 45 prosent. Disse funnene vil bli ytterligere utforsket og verifisert i et kommende prosjekt finansiert av Mabit-programmet i 2025.

YNGEL

Få studier har undersøkt veksten til flekksteinbityngel i lys av diett, og de kommersielt tilgjengelige diettene for denne arten har vært uendret i mange år. Nylige upubliserte funn hos torsk tyder på at delvis erstatning av fiskemel med krabbemel kan ha gunstige effekter på fôrinntak og tarmhelse ved å forlenge den gastrointestinale passasjen og øke næringsfordøyeligheten. Et seks måneder langt veksteksperiment som testet en standardisert kommersiell diett og sammenlignet den med dietter tilsatt 5 og 15 prosent krabbemel, viste tilsvarende høye vekst-rater i alle tre gruppene. De involverte underliggende fordøyelsesmekanismene - som gastrointestinal pas-sasje, enzymaktivitet og biokjemiske og histologiske indikatorer - har imidlertid ikke blitt analysert ennå.



Flekksteinbityngel.
Foto: Marius Fiskum



STAMFISK

Dietten til stamfisk og næringsstoffene som foreldrene investerer i avkommet sitt, er avgjørende for vellykket reproduksjon. Disse næringsstoffene, herunder vitaminer, proteiner og lipider, overføres til egg- og sædceller, og gjør at embryoene kan utvikle seg frem til yngelen kan beite på egen hånd etter klekking. Det ble formulert en eksperimentell stamfiskdiett svært lik artens naturlige kosthold med lavt lipidinnhold (10-12 prosent) og svært fordøyelige proteinkilder (krill-, blekksprut- og blåskjellmel). Effekten av denne dietten på egg-, sæd- og larvekvalitet ble sammenlignet med en standard kommersiell diett (18 prosent fett, med fiskemel som hovedproteinkilde). Larver fra foreldre som ble fôret med fettfattig diett, økte sin 50-dagers overlevelse fra 35 til 58 prosent. Denne økte overlevelsen var korrelert med de ubefruktede eggens lipidsammensetning.

Disse funnene viser potensialet for kontinuerlig forbedring i kommersielt oppdrett i alle livsstadier til flekksteinbiten. Akvaplan-niva har jobbet med FoU innen flekksteinbit siden midten av 1990-tallet. På forskningsstasjonen vår har vi til enhver tid stamfisk til forskningsaktiviteter og til å forsyne den fremvoksende næringen med egg og yngel. Næringen er nå like ved å kunne skalere opp den kommersielle produksjonen, og FoU-sektoren i Nord-Norge vil fortsette å spille en viktig rolle i arbeidet med å tette kunnskapshull og etablere oppdrettssteinbit som et lønnsomt og konkurransedyktig sjømatprodukt for Norge. ■

Anna Nikolopoulos og Arild Sundfjord // Norsk Polarinstitutt
 Marit Reigstad // UiT Norges arktiske universitet
 Angelika Renner // Havforskningsinstituttet

Målet er bedre samspill mellom forskere og institutter

FORSKERNE FORTELLER

Det internasjonale forskernettverket Atlantic-Arctic Distributed Biological Observatory har som mål å styrke observasjonskapasiteten ved å øke samarbeidet i den atlantiske sektoren av Polhavet.

FOR Å FORSTÅ HVORDAN pågående raske endringer påvirker arktiske marine økosystemer, trengs det harmonisert prøvetaking og integrerte analyser på tvers av fagområder. Dette internasjonale vitenskapsdrevne nettverket har som mål å styrke observasjonskapasiteten ved å øke samarbeidet i den atlantiske sektoren av Polhavet.

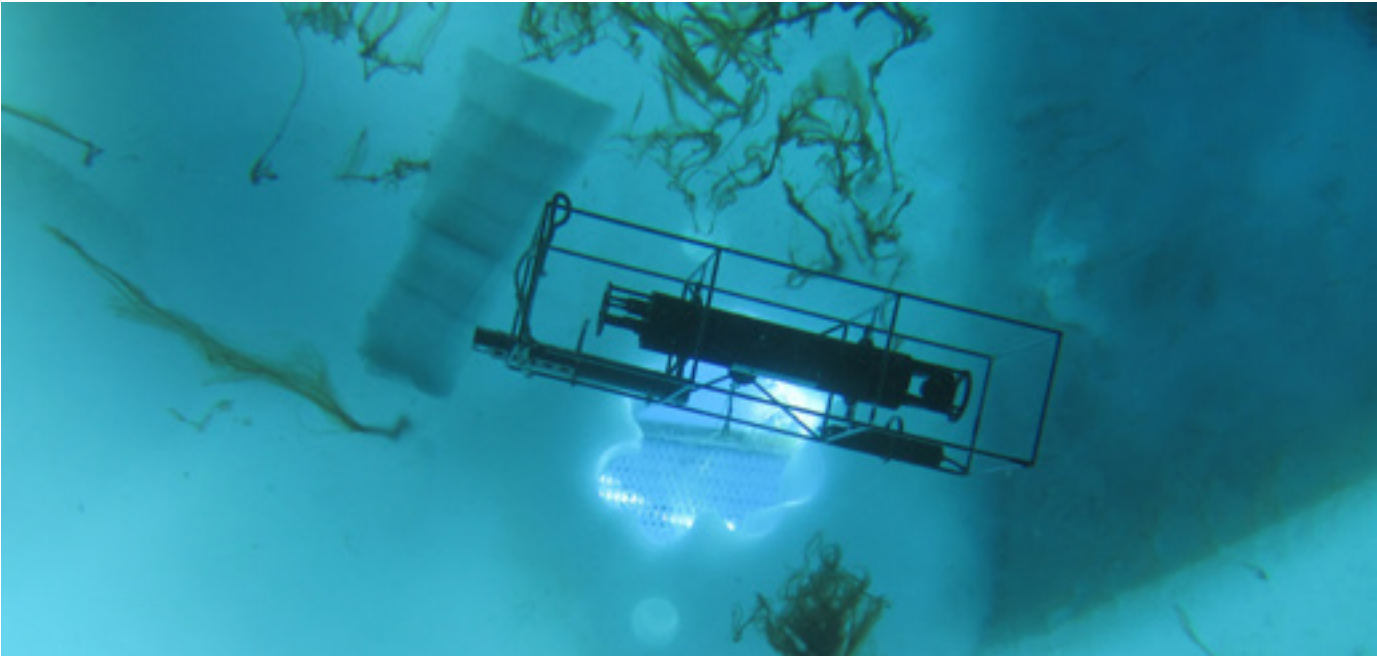
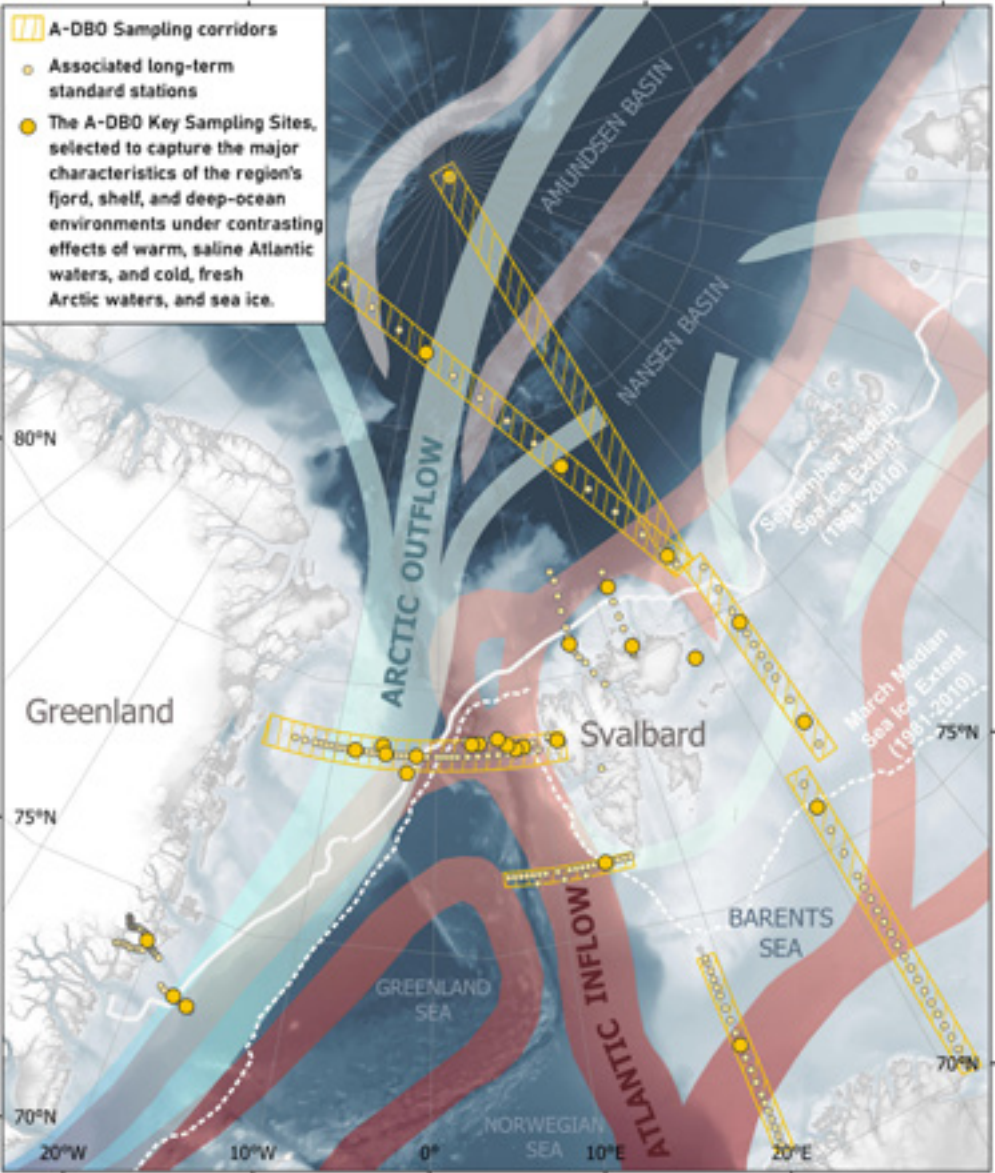
Atlanterhavs-Arktis-regionen huser flere av de viktigste funksjonene som karakteriserer - og endrer - Polhavet, og har lenge vært fokus for observasjon og utforskning. På den ene siden har vi den varme atlantiske innstrømningen. Det er en viktig driver av endringer som har vært observert de siste tiårene, som redusert havisutbredelse, lengre perioder med åpent vann og spredning nordover av boreale arter. På den andre siden har vi den ferske polarutstrømningen, som fører med seg den økte havissmeltingen og elveavrenningen og sørger for at endringene i Arktis bringes videre til verdenshavet.

Flere land gjennomfører langsiktige overvåkingsprogrammer som har gitt uvurderlige tidsserier gjennom mer enn tre tiår, typisk av rådende hav- og havisforhold. Det er imidlertid fortsatt utfordrende å hente ut gode biologiske tidsserier for alle de viktigste stedene der raske endringer finner sted. Derfor mangler vi ofte et fullstendig økosystembilde. Selv om det noen få steder er oppankret observasjonsinfrastruktur året rundt, blir det på de fleste steder i beste fall tatt prøver fra skip én gang i året. Da blir det vanskelig å fange opp sesongmessige signaler. Uavhengig av fagområde er datadekningen fortsatt generelt dårlig i biologisk aktive soner nær overflaten, som havisen gjør det vanskelig å observere. Bedre koordinering av prøvetaking på viktige steder vil forbedre datadekningen gjennom årstidene og gi et mer helhetlig bilde.

Nettverket Atlantic-Arctic Distributed Biological Observatory (A-DBO) har som mål å forbedre samspillet mellom forskere og institutter på tvers



A-DBO er en av for tiden fire regioner i det panarktiske DBO-nettverket.
 Kart: Anna Nikolopoulos og Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt



Et nærmere blikk på A-DBO, her overlagt batymetrien for Polhavet og skjematiske vannveier: rødt for atlantehavs-vann og blått for arktisk vann. Kart: Anna Nikolopoulos og Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt

Kombinere fysikk og biologi: Et laserbasert instrument kalt LISST, som brukes til måling av marin optikk og partikkelsammensetning, ses rett under havisen. Dette bildet ble tatt fra et fjernstyrt fartøy. Foto: Christian Katlein og Marcel Nicolaus / Alfred Wegener Institute

Mange av de sentrale A-DBO-stedene er vert for tidsserier fra langvarige fortøyninger. Det gjør det mulig for oss å samle inn kontinuerlige data på tvers av mange fagområder. Her settes det ut en sedimentfelle for vannprøver som en del av dyphavsfortøyningen i Nansenbassenget. Foto: Trine Lise Sviggum Helgerud / Norsk Polarinstitutt



av nasjoner for å optimalisere datainnsamling og bruk av ressurser. Konseptet er inspirert av det banebrytende DBO-programmet i stillehavsdelen av Arktis, som i over et tiår har forbedret observasjonskapasiteten ved å forbedre oppløsningen i tidsserier, gitt en overordnet langsiktig kontekst og styrket samarbeidet.

Under oppstartsfasen av A-DBO har vi forankret konseptet bredere i vitenskapsmiljøet. Gjennom tidlig deling av funnene våre fikk vi raskt et omfattende bilde av den for tiden varmere og ferskere atlantiske innstrømningen vest for Svalbard. Ved å slå sammen individuelle datasett sporet vi statusen for klorofylloppblomstringen over en lengre tidsperiode og med større regional dekning enn i enkeltundersøkelser. Ikke minst understreket dette arbeidet verdien av å ytterligere tilpasse våre prøvetakings- og loggføringsrutiner. ■

LES MER:

Grebmeier JM, Moore SE, Cooper LW, Frey KE (2019) The Distributed Biological Observatory: A change detection array in the Pacific Arctic—An introduction. Deep Sea Research Part II: 162. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.05.005>

A-DBO – ET HISTORISK OVERBLIKK

Ideen om A-DBO ble lansert i 2016, da Norges forskningsråd og IASC Marine Working Group la til rette for innledende diskusjoner.

I 2022–2025 bidro EU Horizon-prosjektet Arctic PASSION med kapasitet til å etablere A-DBO og felles praksis for prøvetaking, analyse og datadeling. Rammeverket er bygget på internasjonale langsiktige overvåkingsprogrammer og koordineringspraksis fra store prosjekter i Polhavet, som Arven etter Nansen, MOSAiC og SUDARCO – prosjekter med sterke forbindelser til Framsenterets institusjoner.

Styringskomiteen består i dag av medlemmer fra Alfred Wegener Institute (Tyskland), Aarhus Universitet, Havforskningsinstituttet, Institute of Oceanology PAS (Polen), Norsk Polarinstitutt og UiT Norges arktiske universitet.

www.arcticpassion.eu/adbo/

Rolf A. Ims, Leif Einar Støvern og Nigel G Yoccoz // UiT Norges arktiske universitet
 Ole Einar Tveito og Ketil Isaksen // Norwegian Meteorological Institute
 Jane Uhd Jepsen // Norwegian Institute of Nature Research
 Jan Ivvår Smuk // Várjjat Siida

To usedvanlig varme somre i den norske delen av Arktis

FORSKERNE FORTELLER

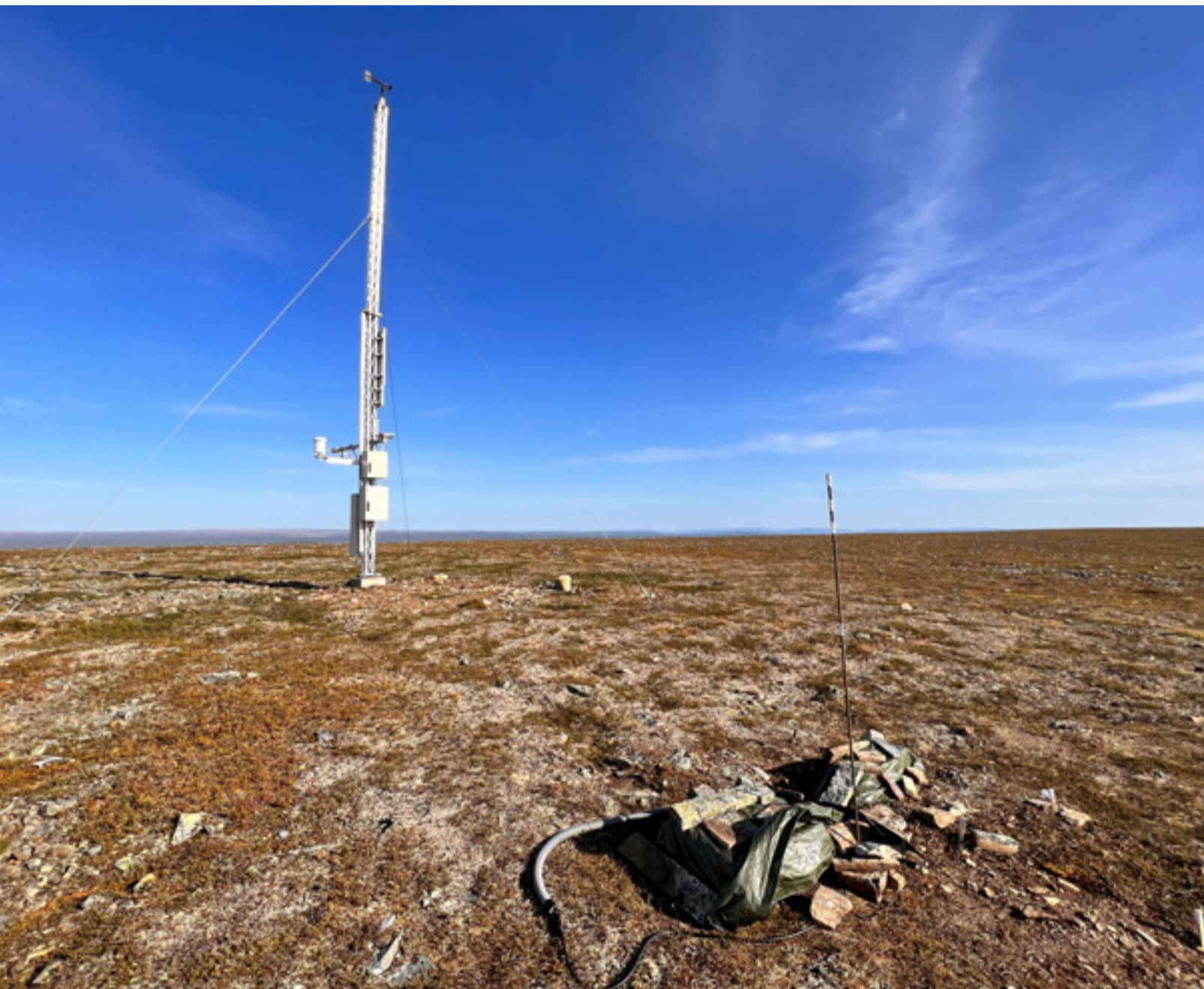
Vekstsesongen de siste to årene var lang og varm nok for trevekst både på høyarktiske Svalbard og på karrige fjelltopper i Øst-Finnmark. Høye temperaturer kombinert med lav nedbør førte også til tørke, med konsekvenser for reindriften i Øst-Finnmark.

DET ER NÅ ET VELETABLERT FAKTUM at temperaturene i Arktis stiger raskere enn i mange andre områder. Dette fenomenet kalles arktisk forsterkning. Denne oppvarmingen forventes å være sterkere i vintersesongen enn i sommersesongen. Somrene 2023 og 2024 var imidlertid eksepsjonelt varme i de to arktiske regionene som overvåkes av Climate-Ecological Observatory for Arctic Tundra (COAT): Øst-Finnmark og Vest-Spitsbergen. I 2023 vakte det betydelig medieoppmerksomhet at Longyearbyen registrerte en gjennomsnittlig julitemperatur over 10 °C for første gang. Dermed

var den klassiske terskelen for hva som regnes som et polart klima, overskredet. Sommeren 2024 var enda varmere. Statistisk sett lå gjennomsnittstemperaturene på Svalbard lufthavn og Vardø i august 2024 henholdsvis 5,1 og 3,6 standardavvik over gjennomsnittet for perioden 1991-2020 (den nyeste klimanormalen). Det vil si at så høye temperaturer som de som ble registrert, normalt bare skal forekomme ca. én gang per fem millioner år på Svalbard lufthavn og én gang per 500 år i Vardø. Det er ingen tvil om at vi ser ekstreme temperaturer.



Reinsdyr på sommerbeite på Varangerhalvøya opplevde en usedvanlig varm og tørr sommer i 2024.
 Foto: Geir Vie



VEKSTSESONGER FOR TRÆR

I et polart klima er det for kaldt til at trær kan vokse. Nyere studier har gitt mer nøyaktig kunnskap om temperaturgrenser for trevekst. En av de beste globale beskrivelsene av alpine og arktiske tregrenser tar hensyn til både vekstsesongens lengde og sesongens gjennomsnittstemperatur. Vekstsesongen må nærmere bestemt ha minst 94 snøfrie dager med en gjennomsnittstemperatur over 0,9 °C, og gjennomsnittstemperaturen over hele sesongen må være minst 6,4 °C.

I både 2023 og 2024 ble disse kriteriene oppfylt på alle COATs værstasjoner i Øst-Finnmark, og på noen stasjoner på Vest-Spitsbergen. På Reinhaugen/Boazoaivi, som ligger 470 meter over havet og dypt inne på Varangerhalvøyas lavarktiske tundra, varte vekstsesongen 104 dager, med en gjennomsnittstemperatur på 12,0 °C. Målestasjonen i Nedre Sassendalen på den høyarktiske tundraen på Spitsbergen hadde en 102 dager lang vekstsesong, med en gjennomsnittstemperatur på 7,3 °C.

Det er viktig å huske at disse kriteriene representerer en fysiologisk grense for trevekst, og at forholdene må vare ved i mange år. Videre er alpine og arktiske tregrenser ofte sterkt påvirket av andre faktorer, som fysiske forstyrrelser (for eksempel snøskred), biotiske interaksjoner (for eksempel planteetere og skadegjørere) og menneskelig aktivitet (for eksempel hogst).

Den fysiologiske grensen varierer også fra treart til treart. Fjellbjørk er i stand til å vokse i kortere og kaldere vekstsesonger enn furu. Derfor danner fjellbjørk tregrensen og de nordligste skogbestandene i Nord-Norge. Merk at verken bjørk eller furu begrenses av lave vintertemperaturer i den norske delen av Arktis. Bjørk kan overleve temperaturer ned til -65 °C.

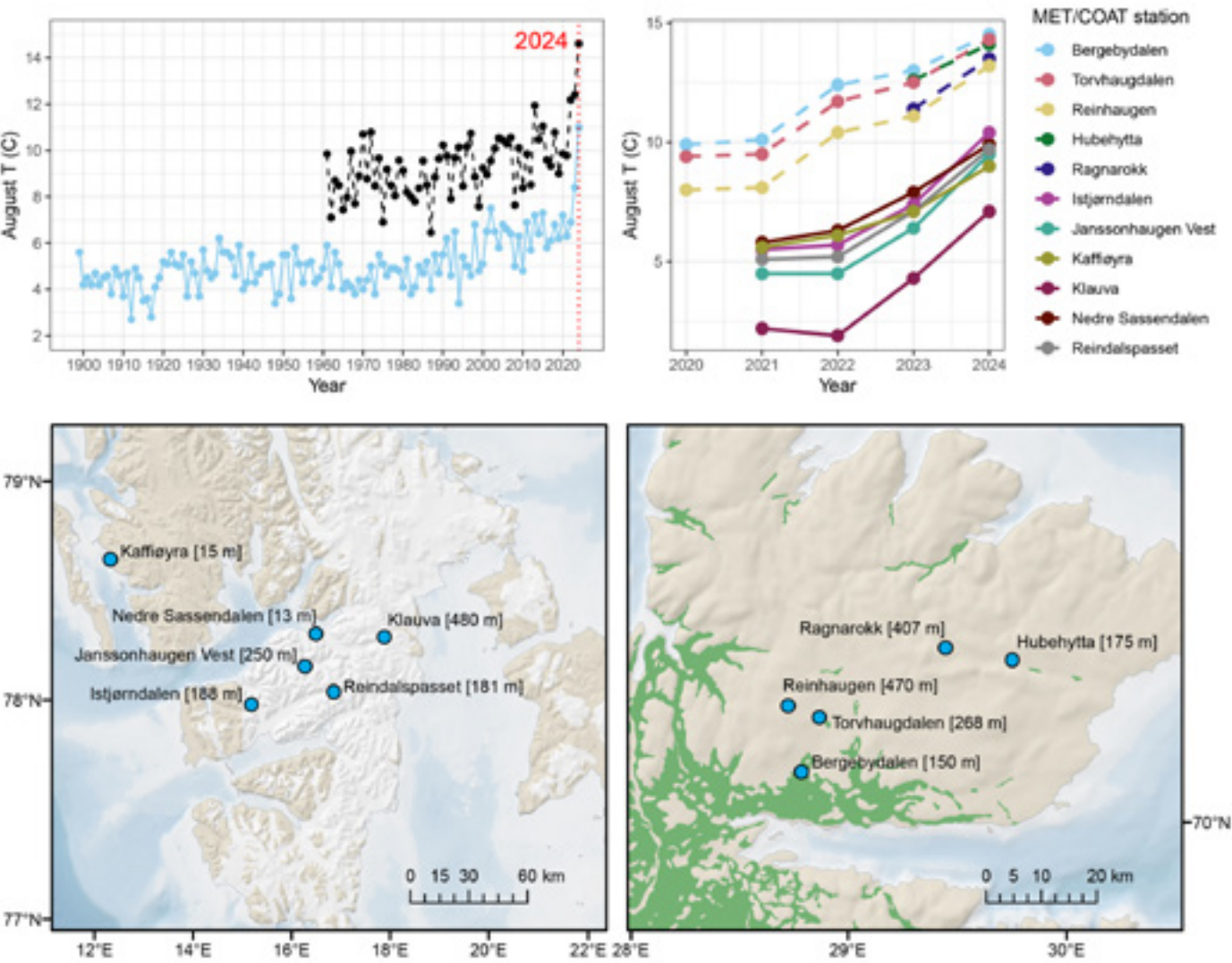
COAT-værstasjoner der det ble registrert vekstforhold for trær somrene 2023 og 2024. Nedre Sassendalen på Vest-Spitsbergen (øverst) og Reinhaugen/Boazoaivi på Varangerhalvøya (nederst). Fotografier: Bernt Enge Larsen (øverst) og Valeriy Ivanov (nederst)

TØRKE

Etter hvert som sommertemperaturene blir høyere, øker evapotranspirasjonen, og hvis nedbøren ikke øker, kan dette føre til tørke. Tørke kan skyldes både hydrologiske, økologiske og menneskelige faktorer, og det er ofte ikke klart hva som menes når man snakker om tørke. Av de mange indeksene som har blitt brukt, er SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) den vanligste. Den tar hensyn til differansen mellom nedbør og potensiell evapotranspirasjon. Siden tørke ikke har vært ansett som et problem i polare regioner før svært nylig, er det liten kunnskap om hvor anvendelige indekser av denne typen er i disse områdene. De siste ekstreme somrene med alvorlig tørke - som sommeren 2018 i Fennoskandia og sommeren 2020 i Sibir, som førte til omfattende branner - har vist at også tørke er noe som bør undersøkes. Faktisk kan tørke begrense rekruttering og vekst av trær.

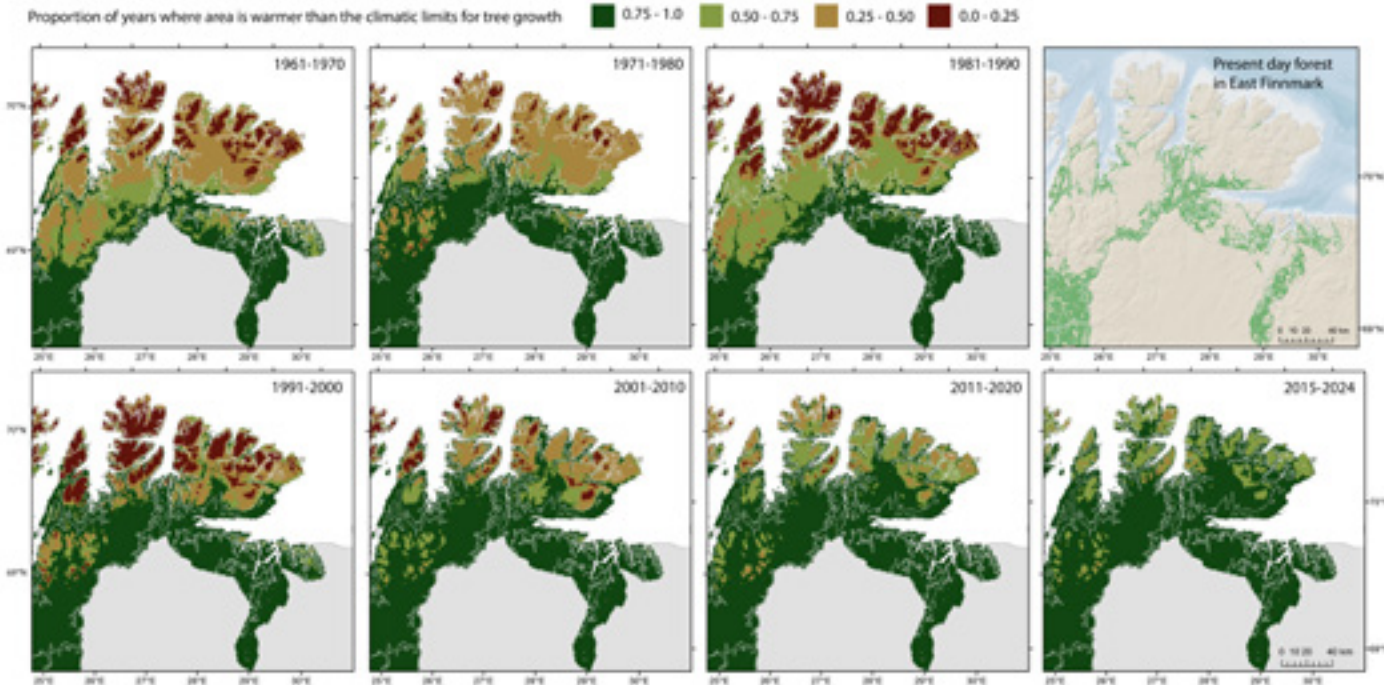
Siden tørke påvirker vegetasjonsproduktiviteten, kan det også påvirke tilstanden til planteetere som reinsdyr. Reindriftsutøvere i Øst-Finnmark opplevde at den siste delen av sommeren 2024 var usedvanlig tørr. Mange mindre vann og tjern på tundraen tørket ut. Reinens vekt ble påvirket i den grad at sesongslaktingen, som normalt finner sted i slutten av august, ble utsatt med én måned i Värjät Siida.

Tørke representerer en ny bekymring for reindriften. Hvordan konsekvensene kan dempes, er ikke lett å si. Endret bruk av beitemark kan være et alternativ. Det er uansett behov for økt beredskap for slike hendelser, som kan bli hyppigere og mer alvorlige.



Tidsserier av gjennomsnittstemperaturer for august for Longyearbyen lufthavn (blå) og Øst-Finnmark (svart; gjennomsnitt over hele regionen basert på gitterinndelte temperaturdata).

Øverst til høyre: Tidsserier for gjennomsnittstemperatur for august de siste somrene fra de nye COAT-stasjonene. Nederst: Kart over Meteorologisk institutts og COATs stasjoner på Vest-Spitsbergen (venstre) og Varangerhalvøya (høyre) (høyde over havet i hakeparentes). Kart: Topografiske baseline-kart fra GEBCO (<https://www.gebco.net/>), skyggerelieffkart WMS og Topografisk Norgeskart WMS fra Kartverket



Andelen år i løpet av et tiår da området var varmere enn klimatisk minimum for trevekst. Vist for hvert tiår siden 1961, så vel som for det siste tiåret (2015–2024). Kartet øverst til høyre viser dagens skogdekke i Øst-Finnmark.

Kart: Topografiske baseline-kart fra GEBCO (<https://www.gebco.net/>), skyggerelieffkart WMS og Topografisk Norgeskart WMS fra Kartverket

På varme sommerdager oppsøker reinsdyrflokker ofte snøflekker der de kan kjøle seg ned og slippe unna insekter. I fjor smeltet alle snøflekkene på Varangerhalvøya bort tidlig om sommeren. Foto: Geir Vie



HER FINNER DU VÆR- OG KLIMADATA FRA COATS OG METEOROLOGISK INSTITUTTS VÆRSTASJONER:

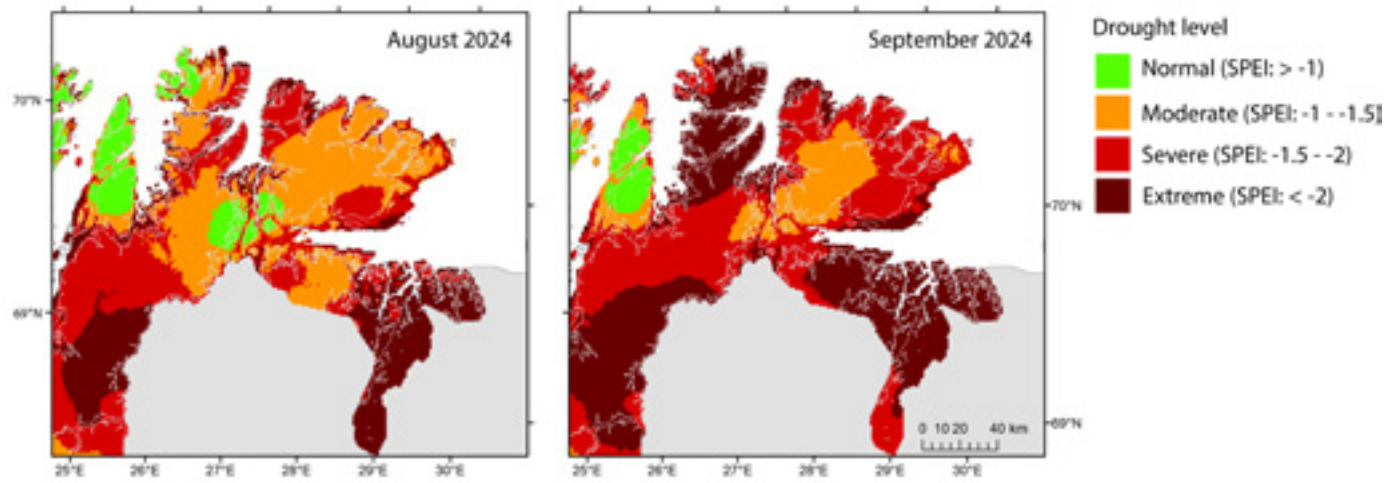
- **Seklima ved Meteorologisk institutt:**
<https://seklima.met.no/observations/>
- **Reinhaugen på Yr:**
<https://www.yr.no/nb/v%C3%A6rvarsel/daglig-tabell/1-323916/Norge/Troms%20og%20Finnmark/Nesseby/Reinhaugen>
- **Nedre Sassendalen på Yr:**
<https://www.yr.no/nb/v%C3%A6rvarsel/daglig-tabell/5-99882/Norge/Svalbard/Svalbard/Nedre%20Sassendalen>

BREDERE BETYDNING

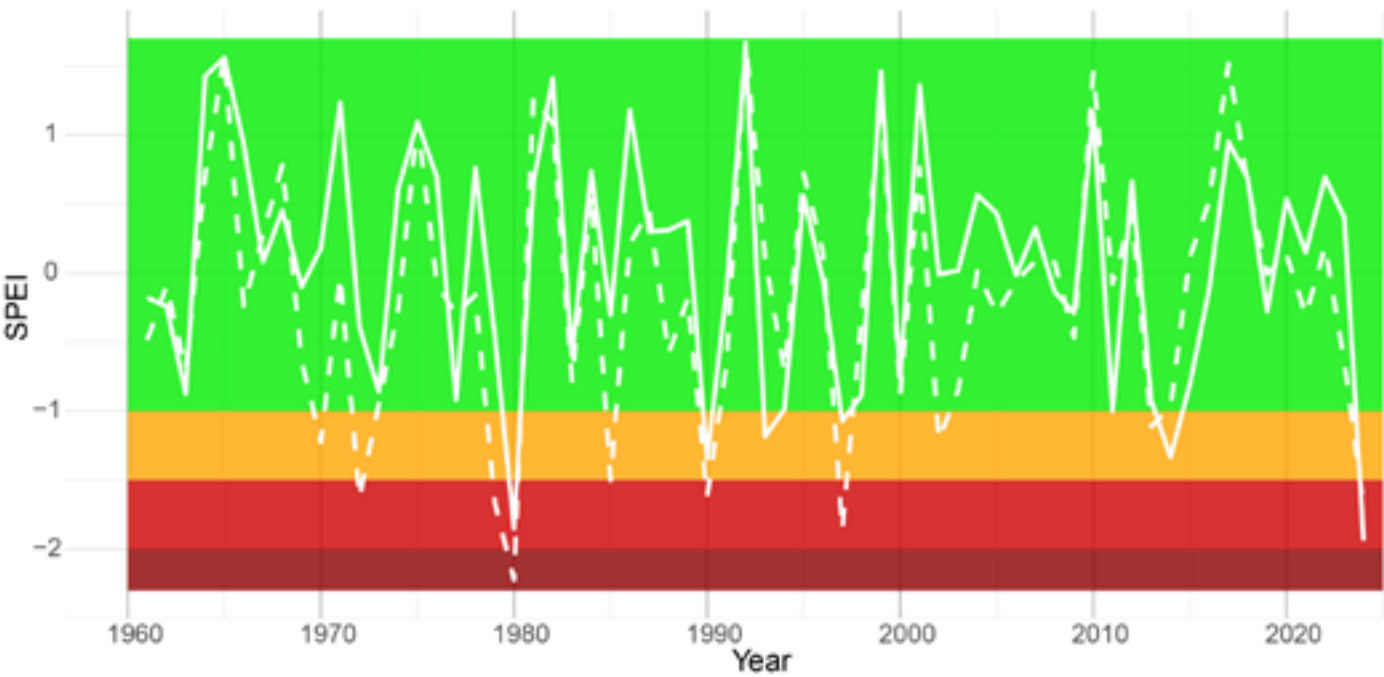
Rekordvarmen de to siste somrene stemmer godt overens med prognoser om endringer i vekstsesongen i nordområdene. For tolv år siden ble det publisert prognoser som fikk mye oppmerksomhet. De gikk ut på at sørlige vekstsesonger kan flytte seg opptil 20 breddegrader nordover i løpet av dette århundret. De høye temperaturene som er observert de siste to årene, passer med det som er observert andre steder i Europa, nemlig at sommertemperaturene har økt raskere enn klimamodellene skulle tilsi. Årsaken ser ut til å være endringer i atmosfæriske sirkulasjonsmønstre.

Selv om den arktiske oppvarmingen er raskest i vintersesongen, er det klimaet i plantevekstsesongen som har mest å si for tilstanden til økosystemene. Kalde og korte vekstsesonger resulterer i en polar ørken med bare flekkvis vegetasjon bestående av mose og lav, mens vekstsesonger som oppfyller kriteriene for trevekst, etter hvert kan gi sammenhengende skog, forutsatt at klimaet ikke blir for tørt. Legg merke til at tregrense og skoggrense ikke er det samme - det vokser ofte isolerte trær eller små grupper av trær over skoggrensen.

Det kan imidlertid ta lang tid før det etablerer seg skog på tundraen. Studier av tidligere klimaendringer har vist at det kan ta mange århundrer fra klimaet blir varmt nok til trevekst, til det etablerer seg fullt utviklede skogøkosystemer. Med dagens ekstremt raske klimaendringer i Arktis kan denne typen uoverensstemmelse mellom klima og vegetasjon føre til ustabile økosystemer med ukjente egenskaper og funksjoner. Det er derfor avgjørende at vi overvåker utviklingen nøye ved hjelp av COAT og andre «økosystemomfattende observasjonssystemer». I tillegg til værstasjoner har COAT nylig etablert et omfattende nettverk av automatiserte sensorer og manuelle feltmålinger som kontinuerlig dokumenterer hvordan biologisk mangfold og kritiske økosystemfunksjoner reagerer på klimaoppvarming både i Øst-Finnmark og på Vest-Spitsbergen. Den langsiktige driften av dette observasjonssystemet vil gi en kunnskapsbase for å håndtere den forestående klima- og naturkrisen i våre nordlige regioner. ■



Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) for august og september 2024 i Øst-Finnmark indikerer moderat til ekstrem tørke i det meste av regionen. Topografiske baseline-kart: Kartverket



Evapotranspiration Index) for Øst-Finnmark for august (stiplet linje) og september (heltrukket linje). Tørkenivå indikeres med farge (oransje = moderat, rød = alvorlig, mørk rød = ekstrem). Merk at 1980 også var veldig tørt, men kaldere enn normalt, i motsetning til 2024. Graf: COAT

Zoe Koenig*, Morven Muilwijk, Øyvind Foss, Philipp Assmy, Agneta Fransson, Sebastian Gerland og Mats A Granskog // Norsk Polarinstitutt

Karen M Assmann, Melissa Chierici, Elizabeth M Jones og Angelika HH Renner // Havforskningsinstituttet

Ny kunnskap om livet i det nordlige Barentshavet

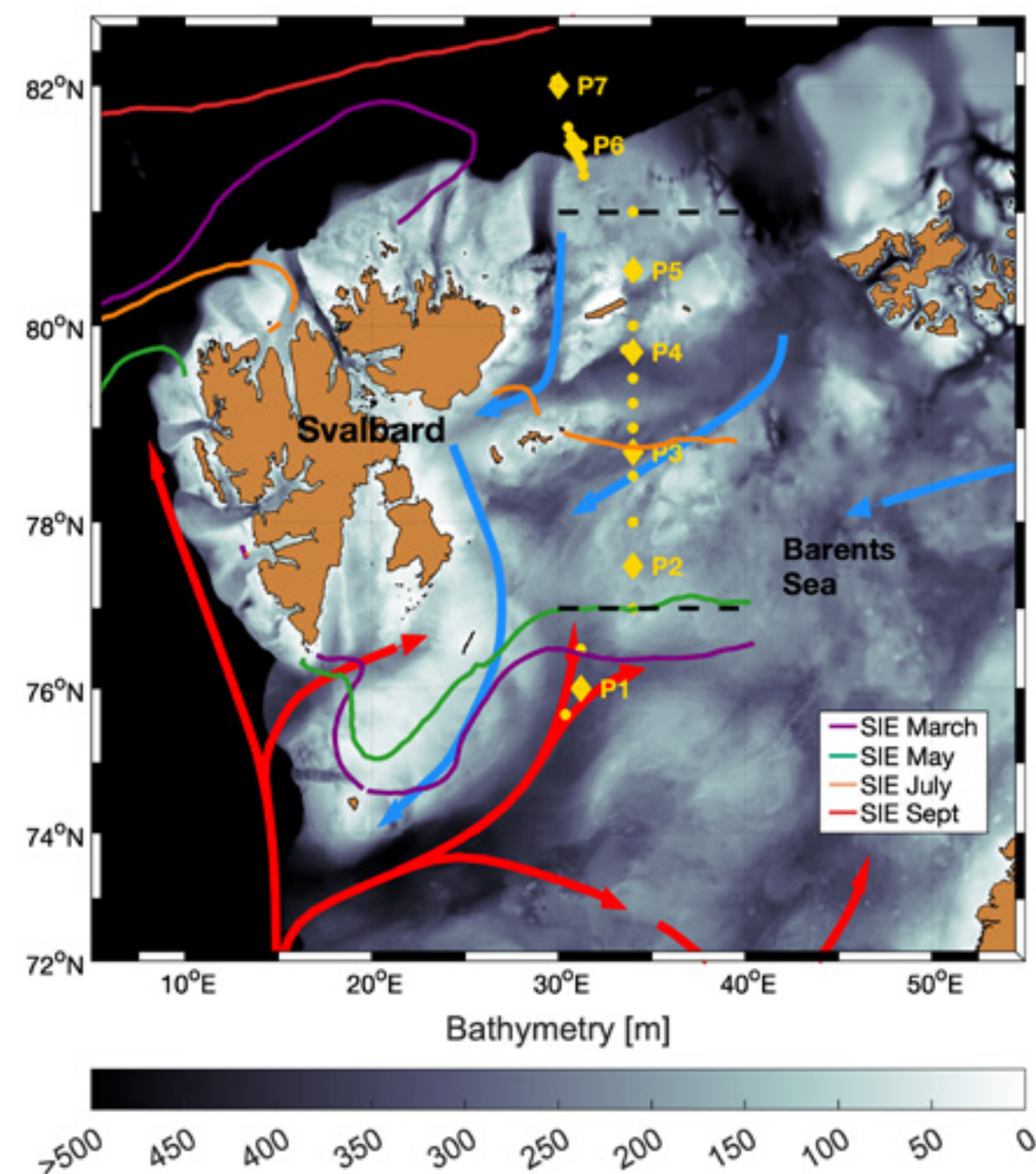
FORSKERNE FORTELLER

De siste tiårene har det nordlige Barentshavet hatt rask oppvarming og økt innstrømming av varmt atlantehavsvann. Dette har resultert i mindre vinterhavis enn i noen annen del av Polhavet. Forskere vil vite hva disse endringene betyr for økosystemer i Barentshavet.

LUFTTEMPERATURENE over det nordlige Barentshavet har økt 5-7 ganger raskere enn det globale gjennomsnittet, og varmt vann som strømmer inn fra Atlanterhavet, bringer ikke bare med seg varme, men forårsaker også endringer i det fysiske og kjemiske miljøet i Barentshavet. Forståelsen av hvordan disse faktorene og innvirkningen de har på det marine økosystemet er fortsatt mangelfullt. Årsaken til det er manglende datadekning om høsten, vinteren og våren på den nordvestlige Barentssokkelen, som fortsatt er sesongmessig isdekket.

Mellom slutten av 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet ble primærproduksjonen (syntese av

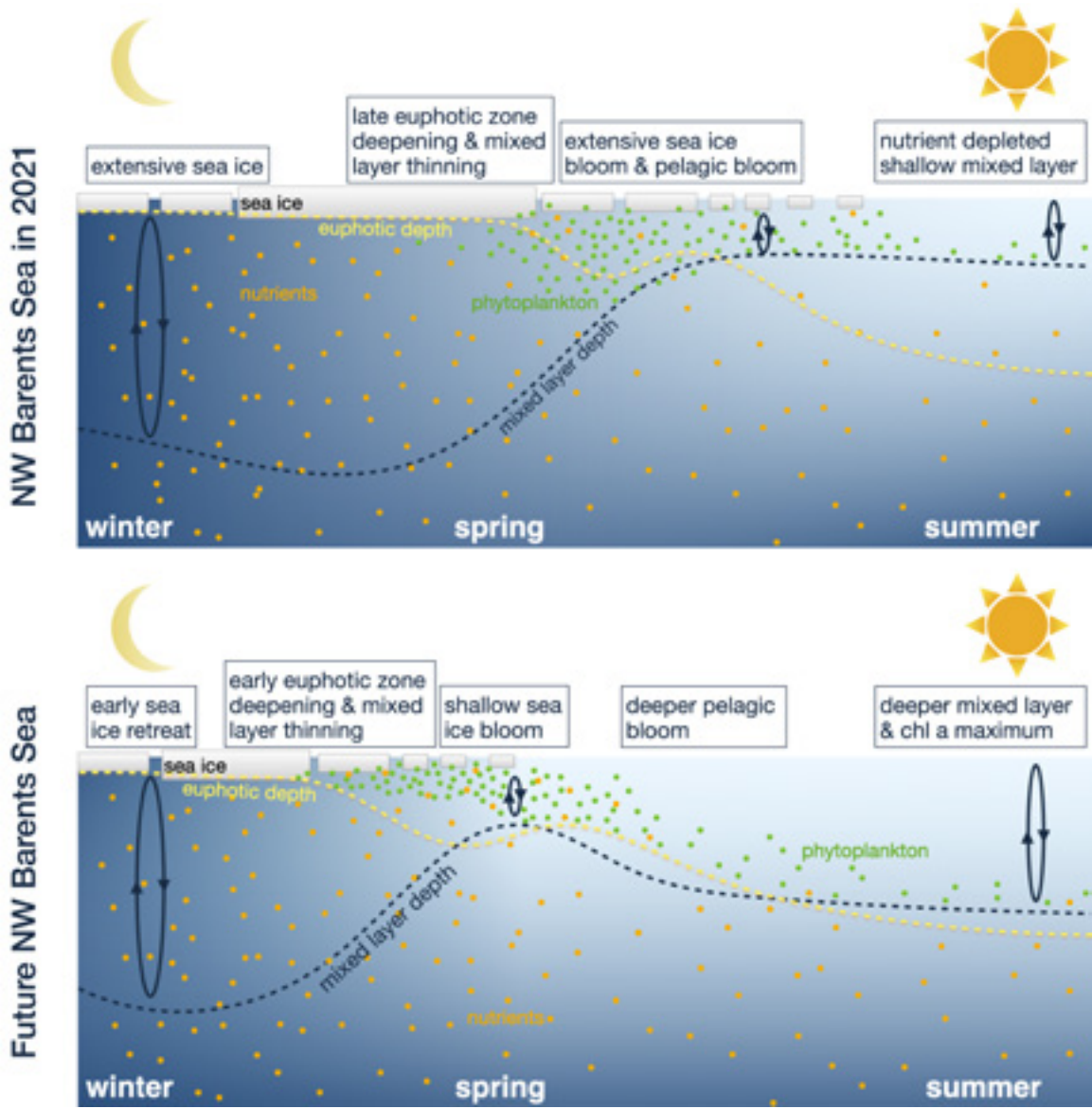
organisk materiale ved algefotosyntese) i det nordlige Barentshavet hovedsakelig drevet av lengden på sesongen med åpent vann, som bestemmer lys-tilgjengeligheten i vannsøylen. Med økt varme og mindre havis om sommeren gikk systemet i 2009 fra å være lysbegrenset til å være næringssaltbegrenset. Det vil si at næringssalttilgjengelighet nå spiller en viktigere rolle i primærproduksjon og planteplanktonvekst. Denne forandringen kan endre tidsperioden og størrelsen på primærproduksjonen og i siste instans energioverføringen i det marine næringsnett. Men vi forstår fortsatt ikke helt hvordan disse prosessene varierer fra sesong til sesong.



Kart over Barentshavet med transektstasjonene til Arven etter Nansen (gule prikker). Diamanter indikerer stasjoner der det ble tatt prøver av havis og utført omfattende biologisk prøvetaking. Røde piler representerer innstrømming av atlantehavsvann til Barentshavet. Blå piler viser sirkulasjon av polart vann i det nordvestlige Barentshavet (avgrenset av de svarte stiplede linjene). Lilla, grønne, oransje og røde linjer viser iskanten (SIE) i henholdsvis mars, mai, juli og september. Kreditering: Zoe Koenig / Norsk Polarinstitutt

* Også tilknyttet UiT Norges arktiske universitet

Eksempler på havis observert fra mars til september. I mars og mai var det meste av det nordlige Barentshavet dekket av havis og snø, med noen få små områder med åpent vann. I juli ses det smeltesdammer og råker. I september er Barentshavet stort sett isfritt. Fotomontasje: Zoe Koenig / Norsk Polarinstitutt



Nåværende og fremtidige scenarier for biologiske prosesser i det nordvestlige Barentshavet fra vinter til sommer. Figur: Angelika Renner / Havforskningsinstituttet

I Arven etter Nansen-prosjektet samlet vi inn fysiske, kjemiske og biologiske data fra det nordvestlige Barentshavet. Dette skjedde under fire tokt i 2021, fra senvinter til sensommer, med forhold som spente fra helt isdekket til isfritt. På toktene undersøkte vi et område som strekker seg nordover på den sentrale Barentssokkelen og inn i det tilstøtende Nansenbassenget.

Dataene viser at smeltevann fra havis og tidspunktet for isfrie forhold om sommeren spiller en avgjørende rolle i å regulere varmeakkumulering, lystilgjengelighet, næringssaltnivåer og biologisk aktivitet på tvers av dybder og årstider.

NOEN SPESIFIKKE SESONGMESSIGE FUNN:

- Mars (senvinter):** Havet var kaldt og isdekket, med et dypt blandet lag (det øvre havlaget der det skjer blanding) som strekker seg til 90-120 meters dybde. Næringsnivåene var høye, men planteplanktonbiomassen (mengden mikroskopiske alger) var svært lav, sannsynligvis på grunn av lave lysnivåer under isen.
- Mai (tidlig vår):** Etter hvert som isen fortsatte å vokse mellom mars og mai, ble det blandede laget dypere og mer saltholdig. Selv om havet fortsatt var isdekket, begynte nivåene av klorofyll-a (en indikator på planteplanktonbiomasse) å øke i de øvre 50 meters dybde, noe som markerte starten på våroppblomstringen. Denne tidlige oppstarten av oppblomstring under dype blandede forhold tyder på at planteplankton kan begynne å vokse under lave lysforhold og før overflatestratifisering begynner.
- Sommer:** Smeltevann fra havis dannet et ferskt overflatelag med lav tetthet som skapte en sterk barriere mot blanding. Dermed forbrakte planteplankton alle tilgjengelige næringsstoffer i laget. Etter hvert som det ble sommer og lyset trengte lenger ned i vannet, fant planteplanktonvekst sted dypere under overflatelaget, hvor det var tilgang til næringsstoffer.

Vår forskning tyder på at det i et fremtidig isfritt Barentshav, med redusert ferskvannsinngang fra smeltende havis og mindre overflatestratifisering, vil bli mer vertikal blanding og mer overflatenæringsstoffer. Dette vil sannsynligvis igjen øke den årlige nitratabaserte produksjonen og styrke ressursene i hele den pelagiske næringskjeden, fra dyreplankton til fisk, og mulig også karbontransport til dyphavet. På den annen side vil produksjon knyttet til isen bli redusert, noe som vil ha negative konsekvenser for arter som er avhengige av havis som leveområde og matkilde. Uansett er havis som habitat eller ferskvannskilde et sentralt aspekt ved måten barentshavssystemet fungerer på.

Barentshavets er et viktig inngangspunkt for atlantehavsvann inn i det sentrale Polhavet. Derfor er det viktig å forstå sesongmessige endringer. De fire toktene fra mars til september 2021 fremhevet den nære forbindelsen mellom havis, havforhold og primærproduksjon, og viser hvordan klimændringer endrer Barentshavets marine økosystem idet Barentshavet går over til å være isfritt. ■

TAKK:

Denne studien var en del av prosjektet Arven etter Nansen (RCN#276730), som er finansiert av Norges forskningsråd og de deltakende forskningsinstitusjonene.

LES MER:

Koenig Z et al (2024) 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 220: 103174. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103174>

Et felt med kryokonitthull i blåisområdet ved Jutulsessen i Dronning Maud Land.

Foto: Aga Nowak / Norsk Polarinstitutt



Aga Nowak, Elisabeth Isaksson, Stephen Hudson, Håkon Sandven, Geir Moholdt, Anne Urset, Øyvind Sunde og Synnøve Elvevold // Norsk Polarinstitutt

Andrew Hodson // Universitetssenteret på Svalbard

Børge Hamre // Universitetet i Bergen

Arwyn Edwards og Sara ME Rassner // Aberystwyth University, Wales

David Pearce // Northumbria University, England

Blåisområder: Antarktis skjulte oaser

FORSKERNE FORTELLER

I det iskalde, vidstrakte Antarktis utfordrer en overraskende oppdagelse vår forståelse av livet i ekstreme miljøer. Blåisområder, som tidligere ble sett på som mer eller mindre livløse, viser seg nå å være blomstrende hotspots av essensielle næringsstoffer, variert mikrobiell aktivitet og kompleks hydrologi.

TENK DEG at du står på den norske Antarktis-stasjonen Troll i Dronning Maud Land. Du er omgitt av et tilsynelatende livløst landskap av vindpolert blåis. Men under føttene dine yrer det av liv i en skjult verden.

Sørsommeren 2019/2020 dro forskere fra Norsk Polarinstitutt og Universitetssenteret på Svalbard på en ekspedisjon som skulle snu opp ned på gamle antagelser om disse blåisområdene.

På bare 62 km² av blåisområdet ved Jutulsessen identifiserte de over 856 000 mikrohabitater kalt kryokonitthull. Det forbløffende tallet dekket 14 prosent av blåisområdene. Disse kryokonitthullene, vannfylte fordypninger på isoverflaten, dannes når mørkt støv absorberer solstråling og skaper lokalisert smelting. Kalde antarktiske temperaturer gjør at vannet på toppen av hullet fryser og danner et beskyttende lokk som gjør at vannet på innsiden holder seg flytende.

EN FROSSEN ØRKEN VÅKNER TIL LIV

Det som gjør kryokonitthull spesielle, er at de fungerer som oaser for variert mikrobielt liv i denne frosne ørkenen. I tillegg gjør de biogeokjemiske prosessene som finner sted i dem, at de også fungerer som kraftverk for nærings- og karbonproduksjon i en skala ingen har forestilt seg.

Kryokonitthull i Jutulsessen er ikke bare isolerte lommer med vann, mikrober og næringsstoffer. Hullene kan være sammenkoblet som en sveitserost, slik at vannet, næringsstoffene og mikroorganismene kan transporteres over lange avstander under isen.

Teamet oppdaget også at kryokonitthull dannes på en særegen måte i blåisområdene i Antarktis enn i andre områder. Til forskjell fra andre isbreer, påvirkes dannelsen av slike områder med blåis av store isstrømmer. Variasjoner i vannets kjemiske sammensetning påvirkes av den underliggende berggrunn som isen skaper mot under bevegelse.

NATURENS ISKALDE DRIVHUS

De fysiske egenskaper til blåis skaper en egen drivhuseffekt i kryokonitthullene. Sollys er i stand til å trenge dypt ned i isen og forårsake smelting ned til 10 meter under isflaten. Slike dype lommer med vann kan så utnytte sammenkoblede hull til å bevege seg over store områder.

Slike hydrologiske forbindelser i blåisområder har viktige implikasjoner for vår forståelse av iskappehydrologien og hvordan denne vil kunne reagere på klimaendringer. Over tid som klimaet blir varmere kan slike hydrologiske nettverk spille en stadig viktigere rolle for isdynamikk og transport av næringsstoffer til andre økosystemer.

Etter hvert som klimaendringene fører til endringer i polare områder blir det stadig viktigere å forstå disse komplekse økosystemene. BIOICE-prosjektet står i fremste linje i denne viktige forskningen og kaster nytt lys over det skjulte livet som florerer(?) i Jordens kaldeste miljø. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd.

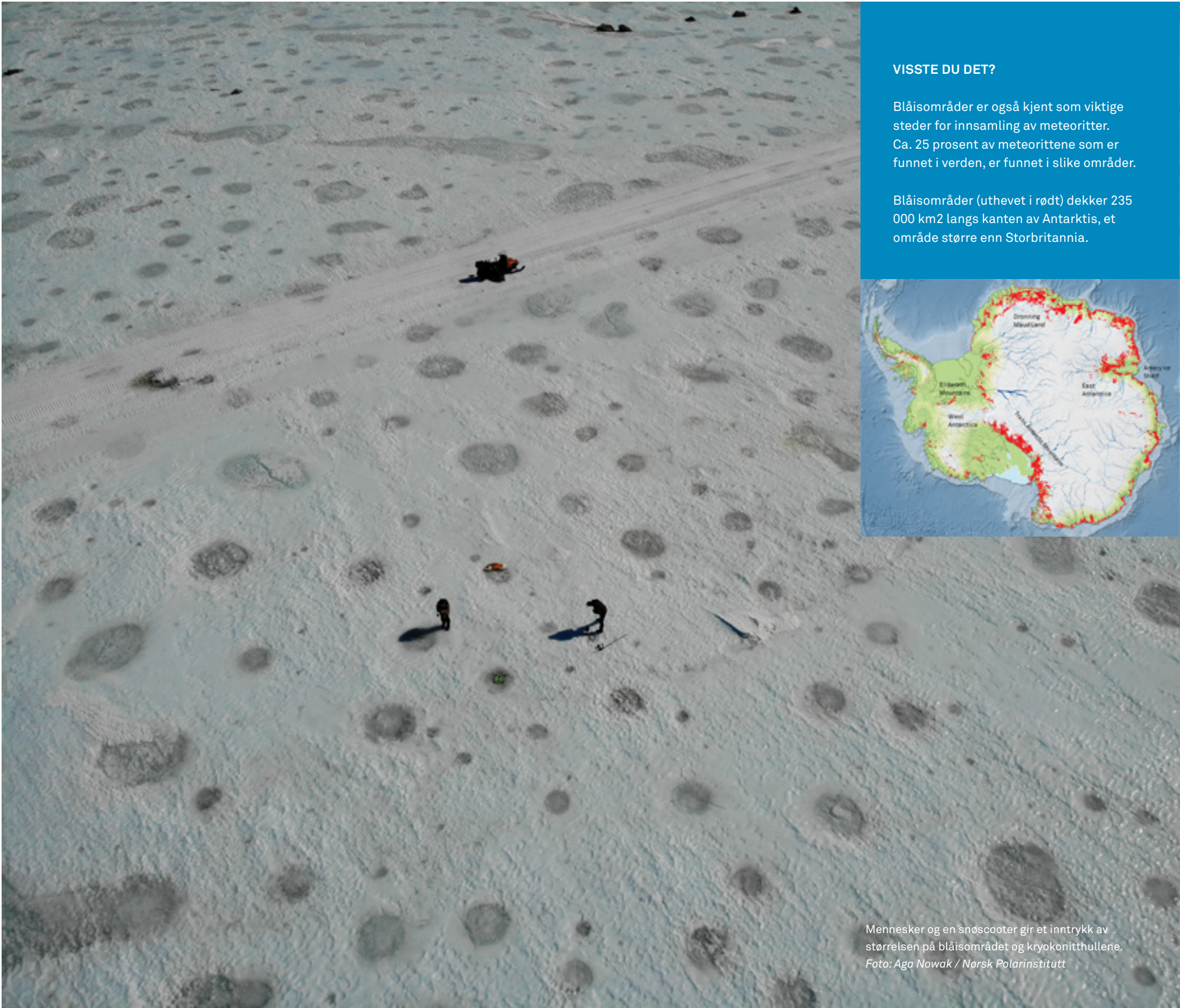
IKKE BARE JORDEN

Oppdagelsen av yrende mikrobielle samfunn nær overflaten og under ekstreme forhold bør også være interessant for astrobiologer som undersøker is-måner med skjulte hav - som for eksempel Jupiters måner Europa og Enceladus.

BIOICE sine funn endrer ikke bare vår forståelse av økosystemer ved Antarktis, men åpner også nye veier for forskning innen polarvitenskap og vår forståelse av livets grenser. Hvem vet hvilke andre overraskelser som vil bli avdekket etter hvert som vi fortsetter å utforske disse unike miljøene? ■

LES MER:

Nowak A, Isaksson E, Sunde Ø et al (2024) Antarctic Blue Ice Areas are hydrologically active, nutrient rich and contain microbially diverse cryoconite holes. Commun Earth Environ 5: 345. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01487-4>



VISSTE DU DET?

Blåisområder er også kjent som viktige steder for innsamling av meteoritter. Ca. 25 prosent av meteorittene som er funnet i verden, er funnet i slike områder.

Blåisområder (uthevet i rødt) dekker 235 000 km2 langs kanten av Antarktis, et område større enn Storbritannia.



Mennesker og en snøscooter gir et inntrykk av størrelsen på blåisområdet og kryokonitthullene.
Foto: Aga Nowak / Norsk Polarinstitutt



[Pernilla Carlsson](#) // Norsk institutt for vannforskning

[Marit Klemetsen Arneberg, Amanda Poste og André Frainer](#) // Norsk institutt for naturforskning

Utenfor mitt eget økosystem!

FORSKERNE FORTELLER

En gang hadde forskere en bred, helhetlig tilnærming til forskning. De kunne forske på alt fra dyr og planter til mineraler, vann og luftstrømmer. Etter hvert som den vitenskapelige kunnskapen vokste og ble stadig mer kompleks, ble generalistiske forskere spesialister – og det brede perspektivet gikk tapt.

DEN EKSTREME SPESIALISERINGEN innen moderne forskning har skapt vanntette skott mellom fagområder, og dagens eksperter våger seg sjelden ut av sine egne økosystemer. Hvis du studerer spesifikke aspekter ved hvordan en bestemt art påvirkes av vanntemperaturen i en innsjø, hvorfor bry seg om det som skjer nedstrøms?

Det er på tide å vende blikket utover igjen – og utvide horisonten.

Mange forskere har forsøkt å belyse de intrikate forbindelsene som binder landskap sammen, fra de brusende elvene som skjærer seg gjennom

forrevne fjell, til de ekspansive deltaene der ferskvann møter kystens saltvann. Oppgaven krever imidlertid en bred tilnærming og at smarte hoder jobber sammen – og det er lettere sagt enn gjort.

I 2022, under arbeidet med å etablere de nye forskningsprogrammene ved Framsenteret, satte en gruppe forskere seg fore å koble sammen ulike forskningsøkosystemer – slik økosystemer er sammenkoblet i naturen. Slik ble prosjektet Fra fjell til fjord (Catchment to Coast, C2C) til. Forskerne som ville være med i C2C, måtte love å knytte kontakter og jobbe utenfor sin foretrukne vitenskapelige sfære. Samfunnsforskere måtte snakke med naturforskere. Geologer måtte diskutere tidsskalaer med biologer. Havforskere måtte jobbe sammen med ferskvannsbiologer. Alt med sikte på å forstå hvordan de naturlige økosystemene og menneskene i området fra fjell til fjord påvirker og

[Flere pågående oppgaver langs Adventelva på Svalbard.](#) Foto: [Maria Jensen](#) / [Universitetssenteret på Svalbard](#)

er avhengige av hverandre. Med et Arktis i endring og økt menneskelig press på arealbruk i nord har det blitt enda mer avgjørende å forstå hvordan handlinger nedstrøms kan påvirke en innsjø oppstrøms, eller hvordan havet er avhengig av næringsstoffer fra nedbørsfeltet til en elv.

GEOLOGISKE VS. BIOLOGISKE TIDSSKALAER

Hva skjer når folk som representerer ulike fag-områder, bestemmer seg for å jobbe sammen i felt? I det iskalde, forblåste Arktis ble en tropp av geologer, biologer og en biogeokjemiker plassert sammen på en feltekspedisjon som skulle se på elvedeltasystemer og kantsoner.

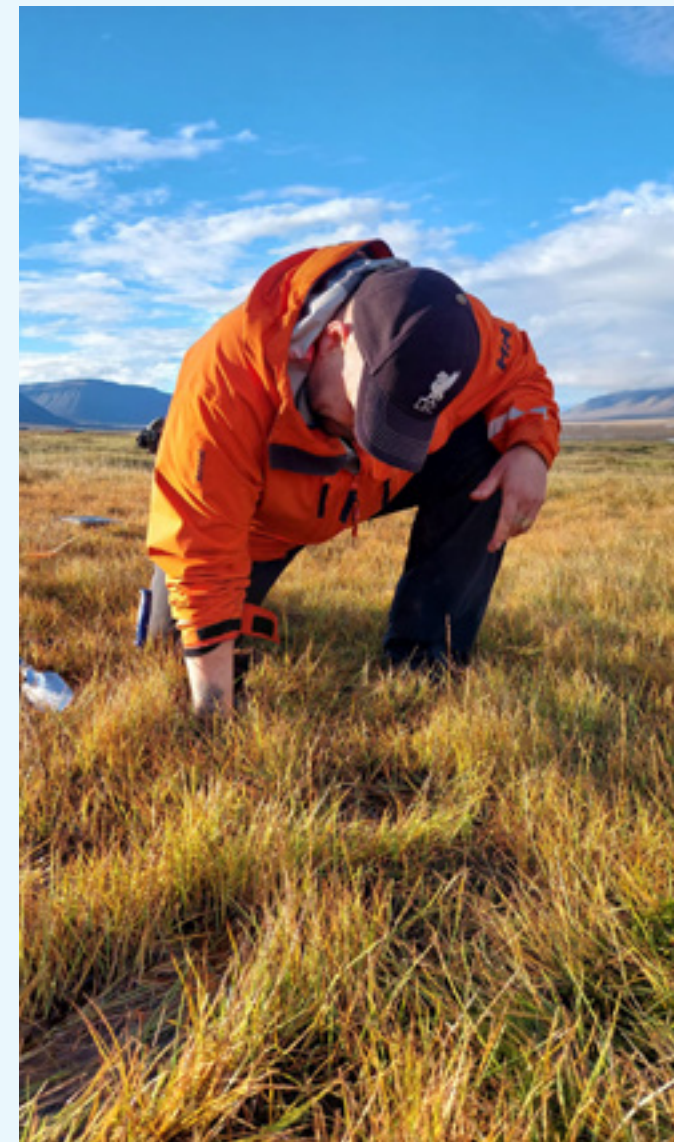
Prøv å se det for deg: Geologer, bevæpnet med hammere og store spader og et knippe geologiske kart som ser flotte ut, men som er uforståelige for alle andre enn dem selv, blir satt til å samarbeide med biologer som er mest opptatt av vegetasjon og ferskvann, som skynder seg ned til elva for å ta vann- og sedimentprøver, og som nøye gransker hver gresstue de ser. Når disse menneskene kommer sammen, er tidsskala et åpenbart problem, og de kan være uenige om betydningen av grunnleggende begreper som kort og lang tid. Ikke desto mindre ga bare et par dager i felten effektive resultater av en helt annen art enn de man oppnår gjennom regelmessige Teams-møter. Kunnskap og forståelsesmåter ble utvekslet, og det ble utarbeidet planer for mer felles datainnsamling etter én runde i felten.

DATANERDER MØTER FELTENTUSIASTER

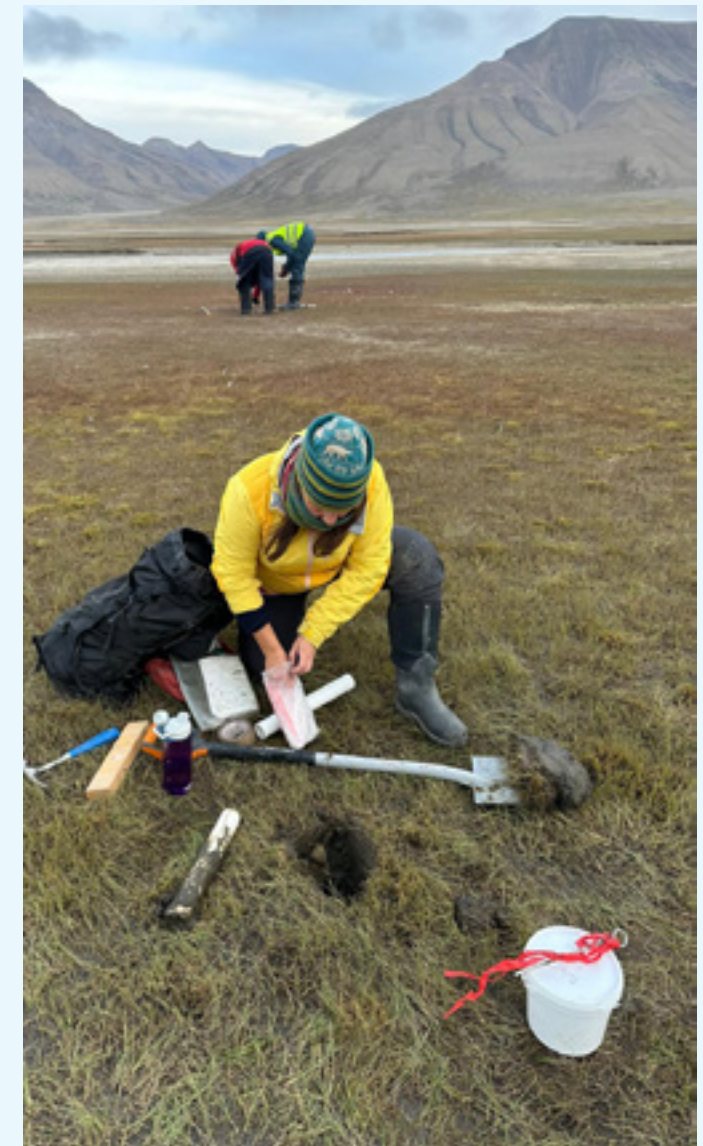
Av åpenbare grunner kan ikke feltforskere ta prøver av hver eneste vannforekomst de kommer over. Fra et forvaltningsperspektiv er det likevel relevant å vite om de overordnede resultatene fra ett nedbørsfelt kan anvendes på andre nedbørsfelt og vannforekomster. Informatikere kan enkelt ekstrapolere og anvende data på et stort geografisk område, men trenger inndata fra feltforskere for å gjøre dette på best mulig måte.

C2C-forskere samlet inn data fra land, ferskvann og marine systemer i Målselv-området, og disse dataene ble inkludert i modelleringsarbeid for å forstå hvordan opp- og nedstrømsprosesser påvirker hverandre. Datamodellen bygger på data fra Målselv, men kan tilpasses andre elvesystemer i Norge. Når det mates med informasjon om egenskapene til nedbørsfeltet, næringsstofftransport og menneskelige aktiviteter, kan modelleringsverktøyet støtte forvaltningsbeslutninger om vannforekomster.

Entomologer (insektbiologer) finner man gjerne sittende på huk mens de kikker inn i buskaset og prøver å identifisere småkryp som nesten ingen andre vet noe om. Men siden insekter er avhengige av innsjøer og annet ferskvann for å utvikle seg (noe alle vet som har tilbrakt en sommer i nærheten av en myr i Nord-Skandinavia), må entomologen ta på seg vadebuxene og jobbe på tvers av grensen mellom det våte element og landjorden. Og det er det vi gjør i C2C! Ved å undersøke insekters livsstadier i ferskvann får vi innsikt i hvordan det som skjer i innsjøen, kan påvirke «insektledet» i næringskjeden på land, hvor insekter fungerer som pollinatorer for planter eller som mat for fugler og edderkopper.



Innsamling av jordprøver under en feltekskursjon i Adventdalen på Svalbard. Foto: Virve Ravolainen / Norsk Polarinstitut



Tverrfaglighet i dalen. Registrering av vegetasjonssamfunn og innsamling av jordkjerner for analyser. Foto: Amanda Poste / Norsk institutt for naturforskning



MOTSTRØMS

«Standardtilnærmingen» når man undersøker transport og strømmer av for eksempel næringsstoffer, er å følge elvers ferd mot havet. Når pukkellaks, som er en fremmedart, svømmer mot strømmen og etter hvert dør oppe i elvene, innebærer dette imidlertid en betydelig transport av næringsstoffer og organisk materiale fra havet til elver, vann og innsjøer. Så hvor stor er denne transporten? Og er dette spørsmålet bare relevant for forskere, eller er det også av interesse for lokalbefolkningen rundt de berørte elvene og vassdragene?

For å få svar på dette spørsmålet innledet biologer et samarbeid med samfunnsvitere og intervjuet mennesker i forvaltningen og innbyggere i Varanger. Behovet deres for informasjon om transport av næringsstoffer fra havet til elver via død pukkellaks var høyt, men ble formulert på forskjellige måter: «Hvordan vil den døde pukkellaksen påvirke vannkvaliteten?» Og selvfølgelig: «Hvordan vil pukkellaksen påvirke den opprinnelige laksestammen?» Gjennom intervjuer ble det klart at selv om lokale og regionale vannforvaltere ønsket metoder for å stenge pukkellaksen ute, var de bekymret for hvordan disse tiltakene kunne påvirke den lokale norske villaksen – som også beveger seg oppstrøms for å gyte.

SAMARBEID PÅ FRAMSENTERET

I dette pågående prosjektet, som har fått navnet C2C, kommer forskere fra ulike felt og økosystemer sammen for å studere fjell, elver, deltaer og kyster. Vi flytter kunnskapsfronten, og drives av en felles umettelig nysgjerrighet som favner utenfor vårt eget økosystem. ■

To geologer, én vegetasjonsøkolog og én biogeokjemiker prøver å finne ut hvordan de best kan studere prosesser i Adventdeltaet på Svalbard. Foto: Marit Arneberg / Norsk institutt for naturforskning



Feltinstallasjoner finnes i alle slags kreative former og størrelser. Disse insektfellene som klargjøres for utplassering, er designet for et bestemt formål.

Foto: André Frainer / Norsk institutt for naturforskning



Hva er dette? Innsamling av alger fra kystlinjen for å vurdere tilførsel av marine næringsstoffer fra pukkellakskadavre.

Foto: Kathy Dunlop / Havforskningsinstituttet

Innsamling av havisprøver med iskernebor i felten, her fra Kongsfjorden på Svalbard.
Foto: Sebastian Gerland / Norsk Polarinstitutt



Sebastian Gerland, Elisabeth Isaksson, Dmitry V. Divine, Stig Flått, Agneta Fransson,
Jean-Charles Gallet og Mats A Granskog // Norsk Polarinstitutt
Melissa Chierici // Havforskningsinstituttet
Jack Landy // UiT Norges arktiske universitet

Dekoding av frosne budskap – Torgny Vinjes is- og klimalaboratorium

FORSKERNE FORTELLER

Visste du at Framsenteret i Tromsø huser et unikt forskningsanlegg? Torgny Vinjes is- og klimalaboratorium, som drives av Norsk Polarinstitutt, brukes ofte i samarbeid med andre forskningspartnere. Hvordan startet det hele?

DA FRAMSENTERET, som opprinnelig het Polarmiljøsenteret, åpnet i Tromsø i 1998, ble et av ønskene til Polarinstituttets glasiologer (isforskere) (oppfylt: De fikk et fryselaboratorium for vitenskapelig arbeid med isprøver. Selv om dette nye laboratoriet ga store muligheter, var mulighetene ganske begrensede med hensyn til plass og tilkoblede fasiliteter.

Da Framsenteret ble utvidet med Fram 2-bygningen på midten av 2010-tallet, oppstod muligheten for å inkludere et større anlegg. Et nytt konsept ble utviklet, med to separate fryselaber og en våtlab imellom, en tilliggende garderobe og et større islager. Hvorfor to separate fryselaber?

Havis inneholder saltlake, en svært salt væske som fyller porer og kanaler i isen, samt uorganiske og organiske komponenter relatert til de laveste trofiske nivåene i polarhavene. Isen i landbaserte isbreer og iskapper er mye «renere», og håndtering av prøver fra saltlakeholdig havis og landis av ferskvann i samme rom kan være et problem. Med to separate laboratorier kan eksperimenter utføres parallelt, uten risiko for kontaminering.

Våtlaben brukes til å smelte utvalgte prøver, til å forberede arbeid i de kalde rommene, og til oppvarming i etterkant. Hvor kaldt? Vanlige arbeidstemperaturer i laboratoriet er mellom -15 og -20 °C, tilsvarende temperaturen isen oppbevares

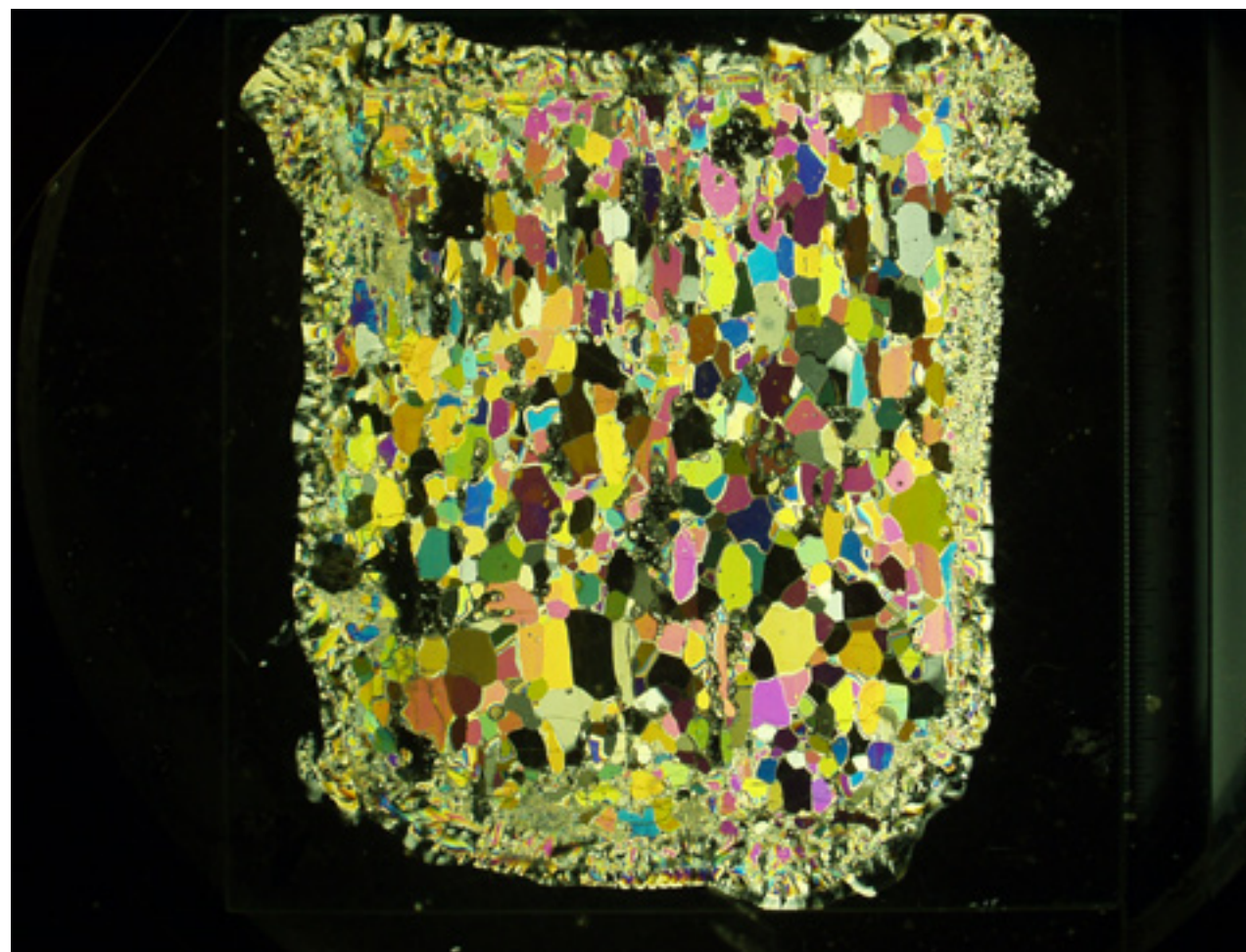


Klargjøring av tykke og tynne seksjoner fra en iskerne med mikrotom. Foto: Sebastian Gerland / Norsk Polarinstitutt

ved. De som jobber i laboratoriet, bruker klær som passer for polarvinteren: De må beskyttes mot frostskafer og tretthet og ha det komfortabelt nok til at de kan jobbe på en kontrollert måte. Før man bruker laboratoriet, går alle gjennom spesifikke HMS-forskrifter og en detaljert risikovurdering. Dører, kabeltunneler og store vinduer forbinder fryselabene med våtlaben imellom, og muliggjør tilgang og overvåking av eksperimenter.

DEN OFFISIELLE INNVIELSEN

I september 2020, kort tid etter at Fram 2-bygget var ferdigstilt, ble fryselaboratoriet offisielt åpnet av klima- og miljøminister Sveinung Rotevatn. Som en del av åpningen ble laboratoriet oppkalt etter den avdøde norske havisforskeren Torgny Vinje (1929–2015). Vinje jobbet for Norsk Polarinstitutt i mange år, og arven hans lever fortsatt videre i mye siterte forskningsartikler. Han satte i gang «langtidsovervåkingen» av



Tynn vertikal seksjon av en 10 cm havisprøve fra van Mijenfjorden på Svalbard med granulære iskrystaller. Foto: Sebastian Gerland / Norsk Polarinstitutt

havisens egenskaper som videreføres den dag i dag av forskere ved Polarinstituttet. Takket være disse registreringene har vi et unikt materiale til å måle virkningen av klimaendringer og relaterte prosesser med.

EKSEMPLER PÅ FORSKNING OG ANALYSE

Selve arbeidet i laboratoriet består av teksturanalyse av havisens krystallstruktur. Haviskjerner (vanligvis opptil 5 meter lange) kuttes i tykke og tynne skiver for å finne ut mer om havisens dannelse og veksthistorie. Isegenskaper kan også måles i forbindelse med utvikling og kalibrering av nye satellittbaserte fjernmålingsprodukter, slik man for eksempel gjør i Framsenter-prosjektet SUDARCO. Fysiske og kjemiske egenskaper ved både havis og landis måles med lysbord, kjernebenker og andre typer instrumenter og metoder. Ved å undersøke egenskaper ved landiskjerner fra isbreer og iskapper – kjerner på mellom 100

og 1000 m – kan vi rekonstruere fortidige klimaforhold, og sette moderne klimaendringer inn i en kontekst. I tillegg gir disse iskjernene viktig informasjon om forurensningshistorie. Laboratoriet brukes også til eksperimenter under kalde forhold, og til å bearbeide snø- og isprøver for kontrollert smelting og videre analyse andre steder. For eksempel brukes haviskjemi til å forstå rollen havis spiller i biologiske og fysiske prosesser som gassutveksling mellom hav og atmosfære. ■

LES MER:

Isaksson E, Gerland S, Divine D (2016) In memory of Torgny Vinje—a genuine polar scientist. Perspective section. Polar Research 35: 32211. <https://doi.org/10.3402/polar.v35.32211>

Helge M. Markusson // Framsenteret

Forskerne kommer, fra idé til turné

FORSKNING OG FOLK

Det hele startet med et gruppearbeid i regi av forskningsdagene i Oslo høsten 2012, da ideen om en forskerturné ble luftet. Spoler vi fram til i dag kan det fastslåes at det var en god idé.

«Forskerne kommer!» har blitt et årligst formidlingsstilbud fra Framsenteret under de nasjonale Forskningsdagene. Forskere og formidlingsfolk fra senterets medlemsinstitusjoner reiser rundt og forteller hva de driver med.

Målgruppen er unge mellom 14 og 18 år, men vi møter også voksne som ønsker å lære mer. Til sammen har nærmere 40 forskere siden starten i 2013 besøkt 31 ulike steder i Nordland, Troms og Finnmark, og snakket direkte til nesten 14.000 personer.

Linda Hansen, seniorforsker innen miljøkjemi i NILU, har deltatt fire omganger.

«Det viktigste for meg er at vi kommer ut av lokalene i Tromsø og møter elever på andre steder i de nordligste fylkene. Det foregår veldig spennende forskning utenfor universitetene også som er viktig å fortelle om. Så er det jo også sånn at øvelse gjør mester, og man blir flinkere til å formidle forskningen sin muntlig ut ifra figurer og ikke bare lese opp kulepunkter. Kjøreturene på høsten kan også være magiske, med nydelig natur, og så kommer kan kanskje til steder man ikke har vært før.»

Det er sekretariatet i Framsenteret som er ansvarlig for turneen. Det samarbeides med regionale

næringshager samt videregående- og ungdomsskoler. I år besøkte forskerne Alta, Nordreisa, Storfjord, Narvik, Bardufoss og Tromsø – Torill Blix er Postdoc i NORCE, og hadde sin første turné i 2024. Tema for hennes presentasjon var genredigering av dyr.

«For meg var turen givende fordi det å møte ungdommene der de er og bor i seg selv er viktig dersom vi skal ta kunnskapsformidling på alvor. I tillegg mener jeg at disse møtene mellom oss som forskere med arrangører, skolene, lærerne og ikke minst elevene, knytter oss som bor her oppe i Nord-Norge enda litt tettere sammen, på tvers av fagfelt, generasjoner og kommune- og fylkesgrenser», forteller Blix.

Tema for forskningsdagene 2024 var «Helse», og da passet det bra å snakke om effekten av energidrikker. Det gjorde Rasmus Dahl Jakobsen, universitetslektor UIT Norges arktiske universitet.

«Jeg synes det var utrolig givende å møte så mange elever med forskjellig bakgrunn og kompetanse. Mange er engasjerte og noen er ikke det, det er en del av sjarmen. Men det er utrolig artig når man føler man når frem til ungdommen med budskapet sitt. Ungdommen er fremtiden så det er viktig at vi klarer å engasjere ungdommen til



Forskerne kommer! versjon 2024. Fra venstre: Helge M. Markusson, Framsenteret. Rasmus Dahl Jakobsen, UIT Norges arktiske universitet. Torill Blix, NORCE. Linda Hansen, NILU. Ole Einar Tveito. Meteorologisk institutt. Foto: Elin Byberg, Senja næringshage



Linda Hanssen fra NILU har turnert med «Forskerne kommer!» fire ganger. Her på plass i Narvik videregående skole, avdeling Oscarsborg. Foto: Helge M. Markusson, Framsenteret



Å delta på forskerne kommer var artig og lærerikt, sier Ole Einar Tveito. Meteorologisk institutt. Her i aksjon i Alta. Foto: Helge M. Markusson, Framsenteret.

å bli interessert i forskning slik at vi fortsetter å utvikle kunnskapen vår og samfunnet vårt,» sier Jakobsen.

«Som forsker er det veldig lærerikt å forberede foredrag og lage historier for ungdommene som er hovedmålgruppa for denne turneen», sier Ole Einar Tveito fra Meteorologisk institutt som var med på turen.

«Man må tilnærme seg stoffet på en annen måte enn for et voksent og ofte mer akademisk publikum. Det beste jeg satt igjen med etter turneen er

den kunnskapen de andre tre foredragsholderne ga meg, ikke bare i form av faktainformasjon, men ikke minst i hvordan de holdt sine foredrag. Det var spennende å oppleve at etter hvert som turneen skred fram klarte vi å fremstå som en gruppe der vi knyttet foredragene våre sammen og henviste til hverandre,» sier Tveito.

Årets tur med «Forskerne kommer!» er under planlegging. 17. september er vi på veien med forskere fra NORCE, NGI - Norges geotekniske institutt og Meteorologisk institutt. Tema for årets Forskningsdager er «Trygghet».

Helge M. Markusson // Framsenteret

NGI nytt medlem av Framsenteret

FORSKNING OG FOLK

In January 2025, the Norwegian Geotechnical Institute (NGI) became a member of FRAM – High North Research Centre for Climate and the Environment (Fram Centre).

– Medlemskapet markerer en viktig milepæl for NGI. Det styrker vår mulighet til forskningssamarbeid innen geofarer og klimatilpasning i nordområdene, sier Dominik Lang, direktør ved Naturfare i NGI – Norges Geotekniske Institutt.

FULL STØTTE FRA STYRINGSGRUPPEN

– Regjeringen støtter Framsenteretsamarbeidet fordi institusjonene i Tromsø bidrar med viktig forskning i nordområdene, forklarer Bo Andersen.

Bo Andersen leder Framsenterets styringsgruppe. Han mener at senteret vil dra nytte av NGIs ekspertise på skred.

– NGI søkte om medlemskap og fikk full støtte fra styringsgruppen og alle medlemmene. Klima- og miljødepartementet har derfor inkludert NGI i samarbeidet, fortsetter Andersen.

NYETABLERT I TROMSØ, MEN ERFAREN I ARKTIS

Høsten 2024 etablerte NGI et nytt kontor i Tromsø for å bidra med kompetanse om klimatilpasning og sikring mot naturfarer.

– Med vårt nye kontor i Tromsø og våre pågående prosjekter i Arktis, er vi godt posisjonert til å støtte Framsenteret i å nå sine mål. Vi ser frem til å samarbeide med de andre medlemmene for å utvikle fremragende arktisk forskning og innovative løsninger på klima- og miljøutfordringer, sier områdedirektør for Naturfare i NGI, Dominik Lang. Han forteller hvordan det hele begynte for NGI i nord med prosjekter innen veibygging og gruvedrift på Svalbard.

– Siden den gang har vi utvidet vår portefølje innen arktisk forskning og utvikling til å omfatte geoteknikk, geofarer, klimatilpasning, fjernmåling og miljøforskning. I tillegg har vi flere andre pågående offentlig finansierte forskningsprosjekter i Arktis. Nå gleder vi oss til å styrke forskningssamarbeidet i nordområdene, avslutter Lang.



Fra åpningen av NGIs kontor i Tromsø: Erlend Moster Knudsen (Avdelingsleder Klimatilpasning og hydrodynamikk Oslo) sammen med de seks tilskuddene på NGIs Tromsø-kontor. Piotr Kupiszewski (former Field Safety Advisor at the Norwegian Polar Institute), Elise Morken (Project Engineer II), Holt Hancock (Project Engineer), Ingjerd Davøen (former Climate Adaptation Coordinator for Tromsø Municipality) og Anders Kleiven (Project Engineer II). Sindre Fritzner (previously with Multiconsult Tromsø) var ikke til stede da bildet ble tatt. Foto: Helge M. Markusson / Framsenteret

Christine Smith-Simonsen og Ellen Kathrine Bludd // UiT Norges arktiske universitet

Hvordan Leonhard Seppala ble verdens mest berømte hundekjører

RETROSPEKTIV

Hundekjører Leonhard Seppala poserer med seks av trekkhundene sine, rundt 1924–1925. Hunder fra venstre til høyre: Togo, Karinsky, Jafet, Pete, ukjent, Fritz.
Foto: Carrie McLain Memorial Museum / AlaskaStock/Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication



Julen 1899 rodde kvenske Jafet Lindeberg rundt Kvænangsfjorden i Troms og viste frem gullklumper fra Alaska og bød på madeira. Målet hans var å finne pålitelige mennesker fra hjembygda som kunne jobbe i for ham i Alaska.

Jafet hadde vært med på en forsendelse av reinsdyr fra Alta til Alaska i februar 1898. Vel fremme ble han med på gullrushet. Han var en av de heldige, og sammen med to svensker etablerte han *Pioneer Mining Company* og grunnla gullrushbyen Nome. Julen etter klarte Jafet å rekruttere flere menn hjemmefra til Nome – inkludert kvenske Leonhard Seppala (1877–1967) fra Skjervøy.

Leonhard fant aldri mye gull, og de første årene i Nome var en kamp. Men han fant Constance, som han giftet seg med i 1908.

I 1914 TOK LIVET EN NY VENDING FOR LEONARD.

Roald Amundsen planla en ny ekspedisjon med *Fram* via Nome, og Jafet Lindeberg ble bedt om å skaffe hunder og utstyr til reisen. Bare det beste var godt nok, og valget falt på et spann av sibirske huskyer som nylig hadde blitt importert fra Russland. Leonhard ble tildelt oppgaven med å ta seg av og trene hundene.

Utbruddet av første verdenskrig satte *Fram*-ekspedisjonen på vent, men hundespannet forble i gruveselskapets eie – og under Leonhards omsorg. Hundekjøring som transportmiddel og rekreasjon var en tradisjon blant urfolk i Alaska. Ettersom immigrantene lærte seg kunsten, begynte de å organisere egne løp. Leonhard disponerte nå et flott spann, og lot seg friste til å konkurrere. Det første løpet ble ingen suksess, men han nådde i det minste frem til målstreken. Det andre løpet vant han!

Denne seieren oppmuntret ham til å prøve seg i *All Alaska Sweepstakes*. Løpet på 656 km fra Nome til Candle og tilbake var det lengste av disse tidlige løpene. Det ble holdt for første gang i 1908 og regnes som begynnelsen på hundekjøring som moderne sport. Leonhards første forsøk ble en fiasko, men året etter vant han suverent, og siden fortsatte han å vinne.

Leonhards prestasjoner hadde gjort ham kjent lokalt som en dyktig hundekjører, men det var *Serumløpet til Nome* som ga ham internasjonal berømmelse. Serumløpet var ikke en konkurranse, men en stafett med 20 hundekjørere som ble organisert i 1925 for å frakte medisin fra jernbanestasjonen i Nenana til Nome 1085 km unna, hvor det pågikk et dødelig difteriutbrudd. Leonhard, med lederhunden Togo, gjennomførte den lengste etappen på totalt 420 km.

Samme høst reiste Leonhard sørover på turné med Togo og 43 andre huskyer. Turneen var et samarbeid med Lomen & Company, som gjennomførte en *julekavalkade* med 76 reinsdyr for å promotere kjøttproduktene sine. Med huskyer og reinsdyr turnerte de flere av de store byene i USA. Leonhard ble feiret som en helt for sin rolle i Serumløpet. Overalt hvor han kom, ble han intervjuet, invitert til banketter og arrangementer, og introdusert for kjendiser.

Han ble raskt en kjendis selv. Turneen markerte også begynnelsen på hans deltakelse i løp i Nord-USA og Canada – mange av dem vant han – og han inngikk partnerskap for å avle frem sin egen linje, seppala huskyer.

Leonhard presenterte seg som kven for journalister og andre etter hvert som berømmelsen vokste. I USA var kvenene en helt ukjent gruppe, og siden Leonhard var liten av vekst og ofte kledd i pelsklær, ble han vanligvis oppfattet som inuitt..

I 1950 kom Leonhard hjem til Norge på et lengre besøk. Han ble mottatt som helt både i nord og i sør, med middager og festligheter, og han ble æresmedlem i hundekjørerforeninger i både Oslo og Tromsø. Norges Trekkhundforbund etablerte et løp til hans ære, *Seppalaløpet*, som fortsatt arrangeres.

Etter sin død i 1967 ble Leonhard hedret med startnummer 1 i Iditarod, verdens lengste hundeløp, et nummer han beholdt til 1980. Siden 1982 har Iditarod-prisen for beste hundestell vært *Leonhard Seppala Humanitarian Award*. Han var kjent for sin gode behandling av hundene, og han var klar på at man aldri kan tvinge en trekkhund til å jobbe for seg.

FRAM – Nordområdesenter for klima og miljøforskning

FRAM– Nordområdesenter for klima og miljøforskning, i dagligtale Framsenteret, skal gjennom samarbeide utøve tverrfaglig forskning av høy internasjonal standard og som er viktig for forvaltningen av nordområdene.

FORSKNINGSSAMARBEIDET BESTÅR AV FØLGENDE INSTITUSJONER:

- Akvaplan-niva/NIVA
- CICERO
- Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
- Havforskningsinstituttet
- Kartverket
- Kystverket
- Meteorologisk institutt
- NGI – Norges geotekniske institutt
- NGU – Norges geologiske undersøkelse
- NIKU – Norsk institutt for kulturminneforskning
- NILU
- NINA – Norsk institutt for naturforskning
- Nofima
- NORCE
- NIBIO – Norsk institutt for bioøkonomi
- Norsk Polarinstitutt
- SINTEF
- UNIS – Universitetssenteret på Svalbard
- UiT Norges arktiske universitet
- Veterinærinstituttet
- Assosiert medlem: Polaria



Framsenteret
Framsenteret drift AS
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø

E-post: post@framsenteret.no
Nettside: framsenteret.no

ISSN 1893-5532