

Ottar

Miljøkonsekvenser av
næringsvirksomhet i nord

2 · 2023 · Nr. 345 · Årgang 69 · kr 65,-



UiT Norges arktiske universitetsmuseum





Ansvarlig redaktør:

Lena Aarekol

Fagredaktør:

Jostein Kjærandsen

Manuskript og tips om tema,
adresseendring m.m. bes sendt til:
Ottar, Norges arktiske universitetsmuseum
Postboks 6050, Langnes, 9037 Tromsø
Tlf. 77 64 40 00
E-post: ottar@uit.no
Internett: <http://uit.no/ottar>

MS Polstjerna er Norges best bevarte selskute.

Her er den fotografert av tidligere fotografølring Gaute Eriksen Lien og billedbehandlet av Mari Karlstad (med tillatelse fra fotograf).

Foto: Gaute E Lien, Norges arktiske universitetsmuseum, mai 2020.

Ottar utgis av Norges arktiske universitetsmuseum og akademi for kunsthøgskolen
UiT Norges arktiske universitet

Utkommer med 5 hefter i året. Årgang 69. Opplag: 2 300.

Porto pr. sendte enkeltheft: 35,- kr.

Abonnementspris kr 270,- . Pris pr. hefte kr 65,- .

Abonnementet gjelder til det blir sagt opp skriftlig.

Ettertrykk fra Ottar kun med Ottar-redaksjonens tillatelse.

Grafisk form: Peter Knudsen.

Grafisk produksjon: Grafiske tjenester ved UiT Norges arktiske universitet.

Trykk: Lundblad Media AS, Tromsø.

Redaksjonen er ikke ansvarlig for den enkelte forfatters synspunkter.



Trykksak
2041 0672

Ottar

Populærvitenskapelig tidsskrift fra Norges arktiske universitetsmuseum nr. 345 · 2023

Ottar sa til Herren sin, Alfred konge, at han budde lengst nord i landet ved Vesthavet. Han sa at landet likevel var mykje lenger mot nord, men at det er heilt ubygt. Einast på nokre få stader her og der held finnar til. Om vinteren driv dei med jakt og om sommaren med fiske ved havet.

Slik begynner fortellingen til den nordnorske høvdingen Ottar. Omkring 890 foretok han en reise til England, og ga Kong Alfred en beretning om Nord-Norge og om en ferd langs kysten til Kvitsjøen. Beretningen ble føyd inn i kong Alfreds oversettelse av Orosius' verdenshistorie. Inspirert av den gamle håløyghøvdingens nysgjerrighet og fortellerglede, har OTTAR siden 1954 trykt artikler om nordnorsk og arktisk natur, kultur og samfunnsliv.

Forside: Torskefiske utenfor Kvaløya i Troms.
Foto: Bo Eide

Bakside: Hotell Repvåg, Porsangerfjorden.
Foto: Bente Sundsvold

Miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet i nord

Innledning

Marit Klemetsen og André Frainer

2

Kystbarometeret måler bærekraft langs kysten av Nord-Norge

Per Fauchald

4

Naturbasert turisme som en drivkraft for beskyttelse, gjenoppbygging og bærekraftig utvikling av kystøkosystemer

Ann Eileen Lennert, Vera Helene Hausner og Anton Heijbel

11

Kartlegging av høsting og utmarksbruk i Finnmark til bruk i planlegging og forvaltning

Camilla Brattland, Sanne Bech Holmgaard og Bente Sundsvold

17

Hvordan påvirkes bunnfauna i en nordnorsk fjord av avgangsmasser fra en kobbergruve?

Anita Evenset, Hilde C. Trannum, Kristine B. Pedersen, Paul E. Renaud og Guttorm N. Christensen

27

Barentshavet under oppvarming – sårbarhet og risiko for økosystemer

Raul Primicerio

35

Menneskelige aktiviteter og pelagiske sjøfugler i avsidesliggende marine farvann: ute av syne, ute av sinn

Arnaud Tarroux, Marie-Anne Blanchet, Jens Boldingh Debernard, Sébastien Descamps, Per Fauchald og Hallvard Strøm

42

Innledning

Framsenteret er et forskningssenter som består av flere forskningsinstitusjoner som til sammen representerer et nordområdesenter for klima- og miljøforskning. Den tverrfaglige forskningen som foregår her, spiller en viktig rolle for forvaltningen av nordområdene. I mer enn ti år har forskningen ved senteret fått støtte fra og blitt organisert etter tematiske områder i såkalte flaggskip. 2021 var det siste året at Framsenteret jobbet etter denne strukturen, og dermed ble arbeidet i flaggskipene avsluttet.

I utgave 3 av Ottar i 2022 – «Klimaendringer påvirker natur og samfunn», presenterte vi et utvalg av forskning fra et av Framsenterets store flaggskip som omhandlet klimaendringer relatert til land og ferskvann. I dette temaheftet presenterer vi et utvalg av resultater fra et av de andre flaggskipene – Miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet i nord (MIKON).

Målet med dette flaggskipet har vært å bidra til økt kunnskap for å begrense fotavtrykket til næringsvirksomhet i nordområdene, og bidra til at ny næringsaktivitet skjer innen miljøforsvarlige rammer. Fordi miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet er sammensatt, har tverrfaglighet vært vesentlig, særlig forskning i

skjæringspunktet mellom økonomi, samfunnsvitenskap og økologi. Samtidig har det vært viktig å koble ulike kunnskapssystemer representert gjennom vitenskapelig kunnskap, lokal- og urfolkskunnskap og kunnskap opparbeidet gjennom næringsaktivitet. De viktigste næringene som MIKON har jobbet med er fiskeri, akvakultur, olje- og gassutvinning, skipsfart, gruvevirksomhet og turisme.

Prosjektene som presenteres her er med på å dokumentere og belyse hvilken påvirkning næringsaktivitet i nord har på naturen og miljøet, og viser ulike måter man sammen kan finne mer bærekraftige løsninger framover. *Per Fauchald* innleder med å skrive om hvordan bærekraft er en moralsk rettesnor som forteller oss hvordan vi skal handle rettferdig for naturen og planeten. Nettportalen Kystbarometeret er utviklet for å bidra til å enkelt forstå komplekse sammenhenger fra store datasett med mange indikatorer, og vurdere hvor bærekraftig kystsamfunnene i Nord-Norge er.

Klimatilpasning er et viktig begrep, og er noe samfunnet må iverksette på tvers av sektorer i årene som kommer, skal vi møte de kommende klimaendringene på en fornuftig måte. *Ann Eileen Lennert* med kollegaer skriver om verdien av økoturisme og

hvordan involvering av lokalsamfunn og turister i samarbeid kan bidra til både spredning av eksisterende kunnskap og til å skaffe ny kunnskap på veien mot nye naturbaserte løsninger.

Camilla Brattland med kollegaer forteller om jobben med å gjøre verdifull tradisjonell kunnskap om naturverdier og utmarksbruk mer synlig gjennom nettbaserte kartløsninger, så offentligheten i større grad kan bruke denne informasjonen i planlegging og konsekvensutredninger.

Det er stadig økende grad av bevissthet rundt konsekvensene som menneskelig aktivitet har på miljøet rundt oss, og krav til konsekvensutredninger har endret seg. *Anita Evenset* med kollegaer har over flere år jobbet med å se på konsekvensene av dumping av 40 år gammelt gruveavfall på sjøbunnen i Repparfjorden, og eksperimentelt undersøkt mulige konsekvenser ved gjenåpning av gruvevirksomheten i samme område.

Raul Primicerio har jobbet med å vurdere sårbarhet og risiko ved klimaendringer i Barentshavet. Han gir oss et innblikk i hvilke utfordringer de arktiske økosystemene står overfor, og hvilke verktøy forvaltningen bør ta i bruk for å få til

en økosystemtilnærming i praksis. Sentralt står tanken om hvordan vi ikke bare kan vurdere konsekvenser ved å se på separate tiltak, men er nødt til å se på de samlede virkningene av all næringsaktivitet, også på tvers av landegrenser.

Arnaud Tarroux og kollegaer jobber med enorme mengder innsamlet data fra internasjonale farvann over hele Nord-Atlanteren. Disse dataene omfatter sporinger fra både sjøfugl og menneskelige aktiviteter, slik som skipstrafikk, og blir brukt til å undersøke sesongvariasjoner for når og hvor sjøfuglene er mest sårbare. Denne kunnskapen er blant annet verdifull i framtidig planlegging av marine verneområder.

Vi håper at de neste sidene vil by på interessant og inspirerende lesing!

Marit Klemetsen Arneberg og
André Frainer
hefteredaktører

Benk laget av rekved, Sørøya.

Foto: Camilla Brattland



Kystbarometeret måler bærekraft langs kysten av Nord-Norge

Per Fauchald

Kystbarometeret bruker ni indikatorer til å måle bærekraft i kystkommunene i Nord-Norge. Hva menes med bærekraft, og kan det egentlig måles?

I nettportalen *kystbarometeret.no* har vi utviklet indikatorer for ni bærekraftsmål for kysten av Nord-Norge. Kystbarometeret er basert på det internasjonale Ocean Health Index, men vi har skreddersydd indikatorene slik at de passer for Nordnorske forhold og viser indikatorene for hver enkelt kystkommune.

Kystbarometeret er utviklet og satt sammen av forskere ved fem forskningsinstitusjoner ved Framsenteret i Tromsø, og har vært finansiert av Norges forskningsråd og forskningsflaggskipet MIKON i FRAM- Nordområdesenter for klima- og miljøforskning.

Her forklarer vi begrepet bærekraft, prinsippene for hvordan vi har satt sammen indikatorene, hva indikatorene beskriver og hva Kystbarometeret kan brukes til.

Hva er bærekraft?

Det finnes flere definisjoner av bærekraft. I Kystbarometeret bruker vi denne definisjonen: Bærekraft er en moralsk rettesnor som sier at vi skal leve på en slik måte at vi får det vi trenger uten at vi skader miljøet, de som bor her i dag og de som kommer etter oss.

Denne definisjonen sier at bærekraft er et normativt begrep, eller en leveregel, som forteller oss hvordan vi skal leve og oppføre oss. Leveregelen anerkjenner at våre handlinger har konsekvenser for naturen og planeten, for folk i andre deler av verden og for mennesker som kommer etter oss. Leveregelen handler om rettferdighet, og sier at vi skal handle slik at vi får det vi trenger uten at det går på bekostning av miljøet eller andre mennesker, både de som lever her og nå, og de som kommer etter oss.

Bærekraft i tre dimensjoner

Tradisjonelt tenker man på bærekraft i tre dimensjoner: Miljømessig bærekraft, sosial bærekraft og økonomisk bærekraft.

Miljømessig bærekraft

Mennesker er avhengig av natur og miljø. Hvordan vi utnytter naturens ressurser og endrer miljøet har konsekvenser for fremtiden til planeten og menneskene som bor her. Natur- og miljødimensjonen av bærekraft handler derfor om hvordan vi tar vare på og styrker naturen og miljøet rundt oss.

Sosial bærekraft

Mennesker er avhengig av å være en del av et fellesskap. Sosial bærekraft betyr at vi tar vare på og styrker de sosiale fellesskapene gjennom å bygge tillit, trygghet, tilhørighet, rettigheter og rettferdig tilgang til goder som arbeid, utdanning og gode nærmiljø.

Økonomisk bærekraft

Mennesker er avhengige av økonomisk trygghet. Økonomisk bærekraft betyr å sikre en rettferdig og varig økonomi, slik at alle har råd til å dekke sine behov nå og i fremtiden. En bærekraftig økonomi bekjemper fattigdom, og reduserer forskjellene mellom fattige og rike.

Sterk og svak bærekraft

Oppdelingen i miljø-, sosial- og økonomisk- bærekraft har blitt kritisert nettopp fordi det er en oppdeling - den synliggjør ikke at de tre dimensjonene av bærekraft er gjensidig avhengige av hverandre.

Oppdeling antyder at man må gjøre avveininger mellom ulike typer bærekraft. Man kan for eksempel tenke seg at fattigdomsbekjempelse kan gå på bekostning av naturmiljøet,

Tradisjonelt har man framstilt bærekraft som tre separate enheter (miljø, sosial og økonomisk bærekraft) i et venndiagram (venstre), hvor en bærekraftig utvikling bringer de tre enhetene sammen på en balansert måte med minst mulig konflikt. De tre enhetene for bærekraft er imidlertid avhengige av hverandre - sosial bærekraft er avhengig av et bærekraftig miljø, og for å oppnå økonomisk bærekraft er vi avhengige av både sosial bærekraft og et bærekraftig miljø. Det kan derfor bedre å fremstille dem som elementer som bygger på hverandre (høyre).

Indekser fra store datasett

Bærekraft er et normativt og komplekst begrep som rommer miljø, sosiale forhold og økonomi i nåtid og framtid, både lokalt og globalt.

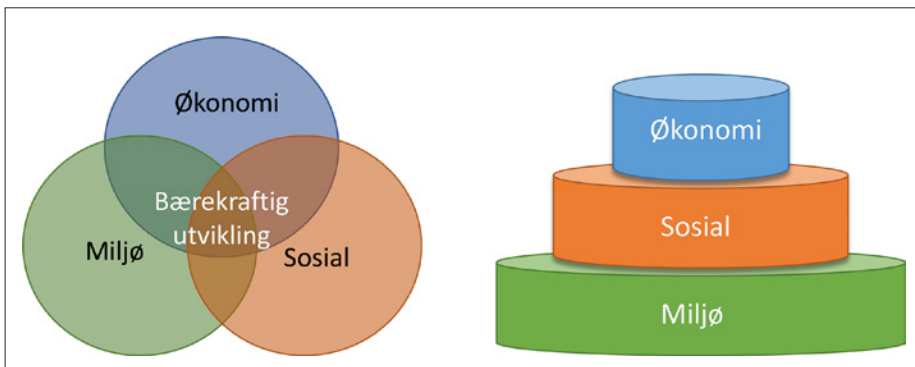
Etter hvert som vi de siste 30 årene har fått tilgang til store datasett som måler ulike sider av samfunnet og miljøet rundt oss, har det blitt mer og mer vanlig å måle kompliserte normative og politiske mål ved hjelp av sammensatte indekser. I slike indekser setter man sammen mange forskjellige datasett som hver for seg måler ulike sider av det man ønsker å oppnå – og så håper man at det som kommer ut i den andre enden er en god beskrivelse av hvor langt man har kommet i forhold til målet man ønsker å oppnå.

Eksempler på slike indekser er mange, og antallet øker raskt, også i Norge. Økonomiske indekser er de enkleste og eldste indeksene, og omfatter for eksempel børsindekser og bruttonasjonalprodukt (BNP). Mer

kompliserte indekser er for eksempel FNs Human Development Index HDI og OECDs Better Life Index. I Norge har man for eksempel utviklet kommunebarometeret, naturkampen og naturindeks.

Hva er problematisk med samleindekser?

Det er mange fallgruver knyttet til å sette ulike data sammen til komplekse indekser. Den kanskje største fallgruven er å sette sammen målinger av vidt forskjellige fenomener sammen til én gjennomsnittsverdi. Verdien av varer og tjenester er et rimelig homogent fenomen, og det å sette sammen data fra ulike næringer til en felles gjennomsnittlig indeks (bruttonasjonalprodukt) gir derfor mening. Det samme gjelder for de ulike børsindeksene. Derimot er gjennomsnittet av data som representerer vidt forskjellige fenomener, som for eksempel «gjennomsnittet» av fattigdom og miljøtilstand, et problematisk mål for





Tareskogen langs kysten er utsatt for mange endringer, slik som varmere klima, mørkere kystvann og havforsuring.
Foto: Erling Svensen

bærekraft. Årsaken er delvis at vi tar et gjennomsnitt av to størrelser som ikke måler det samme. Det betyr at vi først må skalere de to variablene til en felles bærekraftskala. Dette kan i seg selv være problematisk. Hvordan skal man skalere fattigdom og miljø til den samme måleenheten for bærekraft? For det andre er de to fenomenene fattigdom og miljø to kritiske enheter for bærekraft som er gjensidig avhengige av hverandre. Tar vi et gjennomsnitt, betyr det at et dårlig miljø kan kompenseres av lav fattigdom og omvendt. I henhold til ideen om sterk bærekraft er lav fattigdom og godt miljø to kritiske sider ved bærekraft som ikke kan erstattes. Vi bør derfor måle disse to enhetene separat.

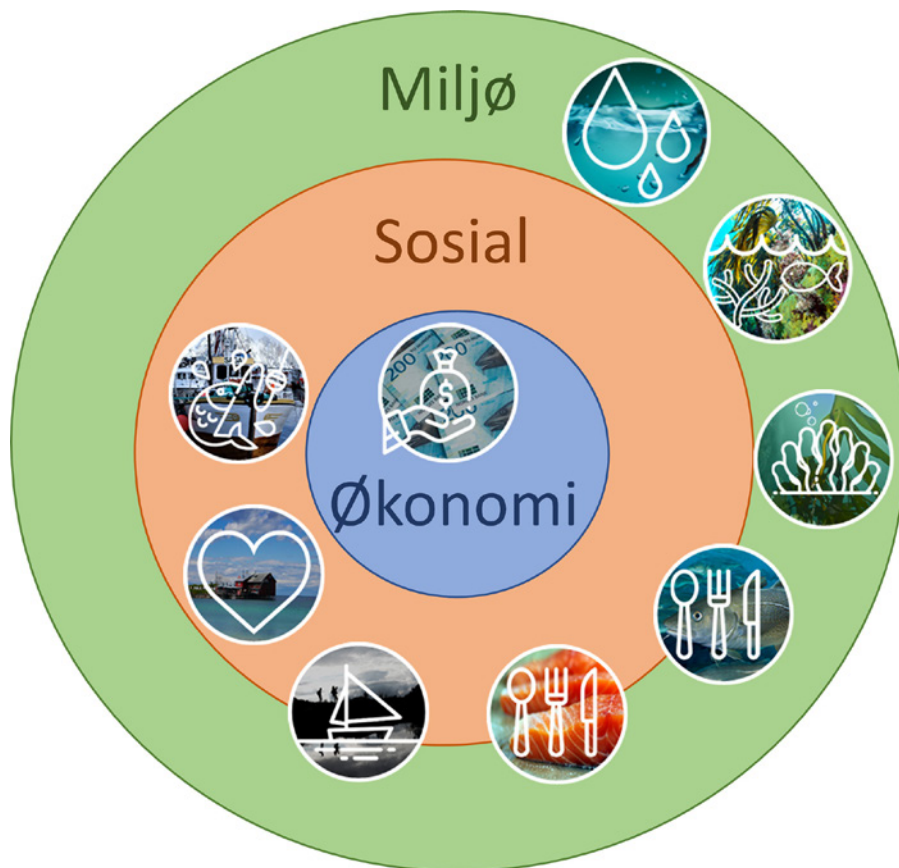
Et annet viktig aspekt ved samleindekser, er at de vil vektlegge de delene av målet hvor vi har mye og gode data. Det er for eksempel vanlig at man har gode data på helse, utdanning, økonomi og sysselsetting, mens data på fenomener som tillit, trygghet, stedstilhørighet og naturmiljø gjerne er mer sparsommelig. I en ukritisk samleindeks vil dermed økonomisk bærekraft og deler av sosial bærekraft gjerne få den største vekten. Igjen vil det i mange sammenhenger være fornuftig å behandle de ulike sidene av bærekraft separat.

Indikatorer i Kystbarometeret

I Kystbarometeret har vi satt sammen data fra mange ulike åpne kilder for å måle indikatorer for ni ulike bærekraftsmål langs kysten. Vi har lagt til

grunn begrepet *sterk bærekraft* når vi har satt sammen indikatorene, og vi har ikke kombinert de ni indikatorene i en samleindeks for bærekraft. De fleste indikatorene består av flere delindikatorer, og vi viser i tillegg til indikatorene, delindikatorene og datasettene som indikatorene bygger på. På nettsidene vil man finne

verdier for hver enkelt kommune, kart over hvordan verdiene er fordelt, en grundig beskrivelse av hvordan indikatorene er satt sammen og populærvitenskapelige artikler om bærekraft.



Plassering av de ni bærekraftsmålene i Kystbarometeret langs dimensjonene miljø, sosial og økonomisk bærekraft.



Rent hav

Utslipp av kloakk, gjødsel, kjemikalier, tungmetaller og plast forurensar havet.

Utslippene er et globalt problem som overstiger jordas tålegrense. Fra miljømyndighetenes klassifisering av vannforekomster måler *rent hav* kjemisk og økologisk tilstand i kystvannet i Nord-Norge.



Biologisk mangfold

Biologisk mangfold er mangfoldet av dyr og planter som sammen

danner naturen rundt oss. Den rike og mangfoldige naturen langs kysten av Nord-Norge er livsgrunnlaget for menneskene som bor her. I *biologisk mangfold* måler vi indikatorer for biodiversitet. Til indikatoren har vi satt sammen data over tareskog, ålegrasenger, bløtbunnsområder, koraller, viktige områder for sel, gyteområder for fisk og mangfold av fisk og sjøfugl.



Karbonlagring

Tareskogen, eller den blå skogen, langs kysten av Nord-Norge fanger

og lagrer CO₂. Tareskogen er truet av kråkeboller, overfiske, utslipp av næringssalter og klimaendringer. I indikatoren *karbonlagring* måler vi hvor mange tonn CO₂ som er lagret i tareskogene i hver av kystkommunene i Nord-Norge.



Bærekraftig matproduksjon fra fiskeri

Fiskeriene i Nord-Norge har mer enn 1000 år gamle tradisjoner, og bidrar med

store mengder sunn og bærekraftig mat. I kommunene i Nord-Norge blir det årlig fisket over en halv million tonn fisk og skalldyr. I henhold til kriteriene for bærekraftig bestandsforvaltning er over 90 % av denne fangsten bærekraftig. I indikatoren *matproduksjon* fra fiskeri måler vi hvor mange tonn fisk og skalldyr som fiskes bærekraftig i kommunene i Nord-Norge. Indikatoren tar hensyn til biomasse av fangst og bærekraft av fisket med hensyn til fiskebestandene.



Bærekraftig matproduksjon fra akvakultur

Verden trenger mer sjømat, og behovet dekkes gjennom økt oppdrett av

fisk og skalldyr. Oppdrettsnæringen i Nord-Norge produserer 4 millioner laksemåltider hver dag. Det er viktig at denne maten produseres bærekraftig. *Matproduksjon fra akvakultur* måler hvor mye laks som produseres bærekraftig i oppdrettsindustrien i Nord-Norge. Indikatoren tar hensyn til biomasse produsert, fôrforbruk, lokal forurensing, rømming og lakselus.



Turisme

Kysten av Nord-Norge er viktig for rekreasjon og turisme. I indikatoren *turisme* bruker vi data fra

sosiale medier, data over overnattninger og anmeldelser på Tripadvisor til å måle opplevelsels- og rekreasjonsverdi av kystområdene.



Stedstilhørighet

For kystbefolkningen er kulturell identitet og tilhørighet til kysten viktige faktorer for trivsel

og bosetning. *Stedstilhørighet* er vanskelig å måle. For denne indikatoren har vi satt sammen Miljødirektoratets datasett over viktige friluftsområder, kulturlandskap, inngrepsfri natur og verneområder.



Lokale fiskerier

Levende kystsamfunn er avhengig av bærekraftige lokale fiskerier. I

Nord-Norge har antallet fiskere sunket med 20 %, og antallet fartøyer i sjarkflåten har sunket med 10 % de siste ti årene. *Lokale fiskerier* måler tilstanden til lokale fiskerier i kommunen. Den består av tre delindikatorer: Utvikling i antall fiskere, utvikling i antall små kystfiskefartøyer og andel lokal verdi av fisket.



Syssetting og økonomi

Næringer som er basert på fornybare naturressurser langs kysten er sentrale

for bosetting og arbeidsplasser. Vi kaller disse næringene for kystnæringer, og de omfatter akvakultur, fiskeri, fiskeindustri, turisme og reiseliv. Indikatoren *syssetting og økonomi* måler hvordan

kystnæringene bidrar til sysselsetting og verdiskaping i kystkommunene i Nord-Norge. Indikatoren er satt sammen av tre delindikatorer: Vekst i sysselsetting, lønnsnivå og vekst i verdiskaping.

Kystbarometeret i tre dimensjoner

De ni bærekraftsmålene i Kystbarometeret kan fordeles langs de tre dimensjonene av bærekraft.

Indikatorer *rent hav*, *biologisk mangfold* og *karbonlagring* måler bærekraft knyttet til natur- og miljødimensjonen av bærekraft. Indikatorene *matproduksjon fra akvakultur*, *matproduksjon fra fiskeri* og *turisme* handler om hvordan vi henter og bruker goder fra kysten og havet, uten at det går på bekostning av miljøet og lokalsamfunnet. Disse indikatorene er derfor en del av miljødimensjonen og den sosiale dimensjonen av bærekraft.

Stedstilhørighet handler om hvordan folk er knyttet til hjemmeplassen sin, og er en del av sosial bærekraft. *Lokale fiskerier* handler om rettferdig fordeling av fiskeressurser, og er derfor også en del av den sosiale dimensjonen av bærekraft. Indikatoren for *sysselsetting og økonomi* handler om en sunn økonomi basert på marine ressurser, og er derfor først og fremst knyttet til økonomisk bærekraft.



Torskfiske utenfor Kvaløya i Troms.

Foto: Bo Eide

Hva kan kystbarometeret brukes til?

Kystbarometeret setter sammen datasett fra mange kilder til ni spesifikke indikatorer for bærekraft. Oppgaven har vært å sette sammen komplekse datasett til forståelige indikatorer som måler ulike sider ved bærekraft. Gjennom formidling av kunnskap og bevissthet rundt bærekraft, er målsetningen at Kystbarometeret på sikt skal bidra som et demokrati-verktøy for en bærekraftig utvikling av kystkommunene i Nord-Norge.

Spesielt ønsker vi at ressursene i Kystbarometeret blir brukt i undervisning og beslutningsprosesser lokalt og regionalt. Det er meningen at Kystbarometeret skal være en levende portal for bærekraft, og sammen med kystbefolkningen i Nord-Norge ønsker vi å utvikle Kystbarometeret videre. Blant annet jobber vi med hvordan vi kan bruke Kystbarometeret til å lage og visualisere ulike framtidsscenarioer for kysten. Videre lager vi nye løsninger for å visualisere og formidle lokale perspektiver og kunnskap hentet fra kystbefolkningens egen kartlegging av trusler og verdifulle områder. Sist, men ikke minst holder vi på med å utvikle en egen urfolksindikator i samarbeid med Senter for Samiske Studier ved UiT.

Litteratur:

Human Development Index (HDI), Human Development Reports, UNDP (<https://hdr.undp.org/data-center>)

Kystbarometeret: Bærekraft langs kysten av Nord-Norge (<https://kystbarometeret.no/>)

Naturkampen 2022 (<https://naturkampen.sabima.no/>)

Ocean Health Index (<https://oceanhealthindex.org/>)

OECD Better Life Index (<https://www.oecdbetterlifeindex.org>)



Per Fauchald er seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA). Sammen med Anita Evenset var han med å

opprette og lede MIKON. Han er marinøkolog og har i mange år jobbet med tverrfaglig forskning knyttet til miljø og bærekraft.

E-post: per.fauchald@nina.no

Naturbasert turisme som en drivkraft for beskyttelse, gjenoppbygging og bærekraftig utvikling av kystøkosystemer

Ann Eileen Lennert, Vera Helene Hausner og Anton Heijbel

Vår historie har alltid vært knyttet til kysten og havet. Norges over 100 000 km lange kystlinje med fjorder og øygrupper har formet vår kultur, identitet og samfunn langs kysten. Kystbefolkningen har over tid bygget opp en rik kunnskap og en mangefasettert forståelse av de nærliggende økosystemene og deres betydning for den lokale kulturen.

Lokal kunnskap og observasjoner basert på nære relasjoner til kystøkosystemene kan bygges gjennom aktiv bruk av naturen, for eksempel gjennom fiske, seiling, kajakkpadling, fotturer eller havbruk, men også gjennom å se ut av kjøkkenvinduet hver dag og observere migrerende hval, vær som passerer forbi, eller ved å følge med på fuglene som ligger på redet nede i fjæra.

Denne kunnskapen har også vært bygget opp rundt næringer som fiske, hvalfangst, tarehøsting til produksjon av jod, som transportveg, og i nyere tid i forbindelse med akvakultur og som energikilde. En kystnæring som også har vært under rask utvikling er turismen. Mens noen steder opplever en akselererende økning, slik som med nordlysturismen om vinteren i Tromsø og cruiseturismen

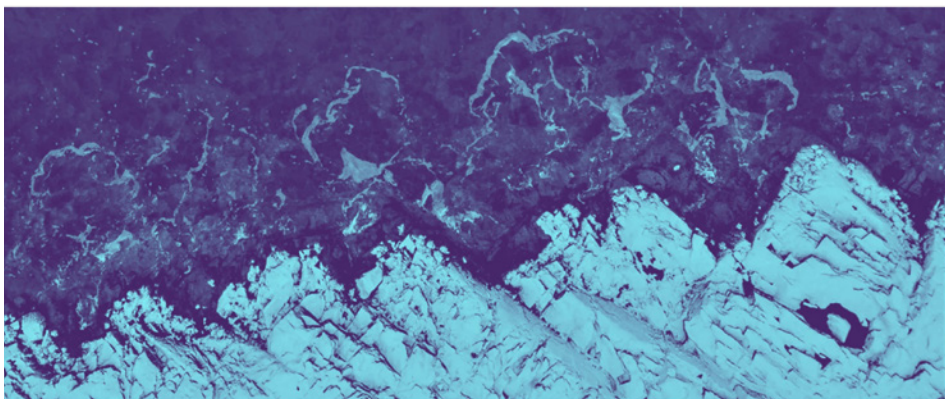
på Svalbard, er naturbasert turisme ofte begrenset til en årstid og noen få steder. Dette er i ferd med å endre seg gjennom nye initiativer innen naturbasert turisme som retter seg mot kunnskap om lokal kultur, naturen og det rike dyrelivet som finnes i våre kystområder. Samtidig som at turismen er på frammarsj, er også en ny naturavtale vedtatt på FN sitt toppmøte i Montreal, som fremmer naturbaserte løsninger for å håndtere samfunnsutfordringer. Naturbasert turisme er i den sammenheng tiltenkt en rolle som en løsning på tap av natur lokalt og på verdensbasis. Her tenker man spesielt på økoturismen der vertssamfunnet og gjestene bidrar til å beskytte, restaurere og ivareta de lokale økosystemene.

Naturbaserte løsninger må finnes i fellesskap

For at en naturbasert turisme faktisk skal kunne bidra til å løse globale fellesutfordringer er det viktig at

Naturbaserte løsninger

Naturbaserte løsninger er bevaring, bærekraftig bruk, eller restaurering av økosystemer for å løse samfunnsutfordringer. Bærekraftig forvaltning av tareskogen kan for eksempel bidra til å oppfylle flere bærekraftsmål deriblant karbonopptak, bevaring av biologisk mangfold og klimatilpasning. Samtidig er disse områdene viktige habitater for fisk og skaldyr. Restaurering av tareskogen er derfor forventet å gi næringsgevinster i form av økte fiskebestander.



kunnskap utvikles i felleskap, og at det skapes engasjement og en felles forståelse. Samtidig er det vesentlig at lokalsamfunnet føler et ansvar og eierskap, og et ønske om og vilje til å handle for å bidra til naturbaserte løsninger. Bredt samarbeid om naturbaserte løsninger er noe som ble vektlagt i prosjektet ArcticStakes som hørte inn under flaggskipet MIKON hos Framsentret. Tidligere studier har vist at deltakelse i forskning og utarbeidelse av fellesløsninger har større oppslutning og er mer treffsikre for å ivareta naturen og behovet til gjester og vertssamfunn.

I prosjektet AA-AGORA videreutvikler vi denne kunnskapen ved en «levende lab»-tilnærming der vi i felleskap identifiserer løsninger og tiltak sammen med næringsliv, forvaltning, organisasjoner og innbyggere. Forskning og utvikling skal bygge på en framgangsmåte der man sammen planlegger, tester, overvåker og kryssjekker de løsningene som foreslås for å forvalte økosystemene. En viktig del av dette arbeidet er å bygge kapasitet for lokal overvåkning av økosystemene så vel som å bygge på tradisjonell viten om kystøkosystemene. Videre skal løsningene være mulig å oppskalere til andre kystområder. Et av disse områdene er det fantastiske øyriket rett utenfor kysten i Troms.

Vår historie, kultur og identitet har alltid vært tett koblet til kystøkosystemene og de ressursene som kysten har beriket oss med.

Foto: Anders Beer Wilses, Ann Eileen Lennert, Linda Tofteng Eliassen, Red Charlie og Benjamin Behre

Naturbasert turisme engasjerer

Hvordan kan naturbasert turisme i samarbeid med vertsamfunnet bidra positivt til naturbaserte løsninger?

I dag reiser mange gjester på en kunnskapsreise som kobler sammen historie, kultur og natur. Denne typen reise ville det være flott at også ungdom kunne velge å bli en aktiv del av. Det er kunnskap som står i fare for å forsvinne, som mange ikke kjenner til, og som vi ofte glemmer å verdsette. Økoturismen har flere steder i verden bidratt til naturbaserte løsninger. Den

EU-prosjektet

EU-prosjektet AA-Agora skal være et fyrtårn for å beskytte og restaurere økosystemer og biodiversitet i arktiske og atlantiske kystområder. Vi skal demonstrere hvordan innovasjon, økosystembasert forvaltning og naturbaserte løsninger kan bidra til bærekraftig omstilling i tre kystområder:

1. Det arktiske øyriket, Norge
2. County Cork, Irland
3. Centro Region, Portugal

Basert på resultatene og erfaringene i disse tre case-områdene skal vi lage en plan for å beskytte og restaurere økosystemer og biologisk mangfold, som kan benyttes av andre kystområder i det arktisk-atlantiske området. EU ønsker at disse fyrtårnprosjektene i størst mulig grad skal defineres av kystsammfunnene, og legge opplegger derfor opp til stor grad av lokal involvering i demonstrasjons-casene.

kan, hvis gjort på riktig vis, promotere tiltak som beskytter og restaurerer de rike naturområdene langs kysten deriblant sjøfugl, pattedyr, og marin biodiversitet i tareskogen.

Poenget her er at naturbasert turisme allerede har tatt de første stegene for en «levende lab» som kan bidra til beskyttelse og restaurering av økosystemene gjennom ulike aktiviteter. Det kan for eksempel være snorkling og dykkecamper, utforskning av kråkeboller og tareskoger som læringsarena, bærekraftig lokal mat, fugletitting, overvåking, bærekraftig nettverk med lokale bedrifter, og generelt aktiviteter som fremmer læring og kapasitetsbygging for å restaurere biologisk mangfold.

Felles for disse aktivitetene er at de kan tydeliggjøre merverdien av naturbaserte løsninger. Her kan planlegging og avveininger for å få til bedre klimatilpasning gjøres i samarbeid med lokalsamfunnet, og inspirere til felles dugnad mellom forskere, turistoperatører, forvaltere, skoler og andre lokale aktører.

En måte å gjøre dette på er gjennom folkeforskning, altså å engasjere både vertssammfunn og besøkende i å bidra til å overvåke, samle data og være med på forvaltningstiltak. Dette kan også fungere som en læringsarena («ocean literacy», se faktaboks), som kan bli med gjestene hjem, og praktiseres og deles. Turistoperatører beveger seg over store områder langs kysten, og folkeforskning

sammen med de besøkende kan i seg selv være en logistikkplattform for forskere som jobber med overvåking av kystøkosystemene. På andre måter kan folkeforskning fungere som en formidlingsplattform for forskning og forvaltning, der man kan koble forskning til aktiviteter i lokalsammfunnet gjennom skoler, ungdom og andre deler av lokalbefolkningen.

Det naturlige skjæringspunktet mellom folkeforskning og turisme er åpenbart: Hvis reisende allerede deltar i aktivitetene som omhandler natur, hvorfor ikke oppmuntre til dypere forståelse og bevissthet om den naturlige verden samtidig som man fremmer vitenskapelig forskning? Mange turister i dag ønsker heller ikke «kun» å delta som besøkende, de ønsker å være en del av noe, å gi noe tilbake til vertssammfunnet gjennom å skape verdier sammen, og reise hjem med en god følelse i magen og fortellinger om en fantastisk tur til andre.

Folkeforskning – et stort potensial for økt kunnskap

Mange aktiviteter kan bidra til økt kunnskap samtidig som de er engasjerende. Tare kan, som

Ocean literacy

Ocean literacy er definert som «en forståelse av havets innflytelse på deg og din innflytelse på havet».

tidligere nevnt, være en utrolig læringsarena, hvor gjester først lærer om tareskogen (som i Nord er den største i Europa), dens biomangfold og lokale kulturhistorie. Samtidig er

det mulig å snorkle og oppleve dette med egne øyne, registrere arter og dele kunnskap og forskning. Det kan inkludere kunnskapsformidling av klimaendringer, og hvordan det



påvirker kyst og samfunn, slik som hvordan kråkeboller spiser ned tareskogen og endrer økosystemet. Her kan man til og med engasjere turistene i plukking av kråkeboller. Gjestene kan lære om tare dyrkning og få være med på å høste, spise og lære om fordelene og mulighetene med dette yrket. Slikt engasjement kan bidra til utdanning, naturbaserte løsninger, kunnskap, og verdiskapning langs vår kyst, med ringvirkninger til resten av verden ettersom turistene reiser hjem og deler erfaringer.

Naturbaserte løsninger gjennom folkeforskning

Hvordan kan folkeforskning som bygger på den unike kunnskapen som finnes langs kysten engasjere lokalsamfunn og ungdom, og samtidig være en drivkraft for å fremme naturbaserte løsninger og en

☞ Fyrtårn utenfor Karlsøy som også er det området hvor prosjektet AA-Agora skal jobbe med å lage et fyrtårn for å demonstrere hvordan samarbeid og involvering kan skape innovasjon, bærekraftig og økosystem-basert forvaltning og naturbaserte løsninger.

Foto: Joonas Linkola, PUKKA

← Seilbåt utenfor Fugløya. Turistoperatører kan dekke store områder, og kan bidra til forskning, datainnsamling, kunnskapsbygging og formidling. Gjester kan få i oppgave å telle antall fugler og arter, og samtidig blir det formidlet kunnskap om fugleflyellet, artene og sammenhengen mellom økosystemer, klima og historie.

Foto: Joonas Linkola, PUKKA

bærekraftig forvaltning av kystøkosystemene?

Felles ansvar for nye løsninger: Folkeforskning bidrar til å drive frem gode praksiser for kunnskaps-generering. Den bidrar til en dypere og bredere forståelse av hvordan vitenskapen, vår kyst, natur og samfunn fungerer og hvordan vi på best måte sameksisterer med det unike kystøkosystemet. Det kan videre fostre et gjensidig og felles ansvar for å finne naturbaserte løsninger og bevare sårbar natur.

Kunnskap gjennom handling: Det er en unik metode til aktiv læring, der ungdom og studenter kommer ut av klasserommene, kobler det de har lært om historie, samfunnsfag og biologi til prosjekter. Kunnskap gjennom handling kan gi en dypere forståelse av og tilknytning til hvordan vi alle kan bidra positivt til å skape ny kunnskap og sikre kystøkosystemer og samfunn.

Større samfunnsengasjement: Det kan øke samfunnets støtte, holdninger, atferd og innovasjon til

➤ Et utgangspunkt i tare og kråkeboller kan bidra til både kunnskapsdeling og folkeforskning.

Foto: Oleksandr Sushko, Jorge Rosal og Natascha Maksimovic


➔ Kort sagt er folkeforskning (citizen science) tiltak eller analyser utført av vanlige mennesker, men som bidrar til forskning.



5 MÅTER Å GJØRE CITIZEN SCIENCE


OBSERVERE MARINE DYR

Så forskere kan spore populasjonstrender, migrasjonsmønstre og atferd




GEOCACHE FOR EN GOD SAK

Samle feltnotater, bilder og GPS-data som bidrar til overvåking




OVERVÅKING AV MARINT SØPPEL

Registrer type, lokalitet og prøver, for å hjelpe forskere med å håndtere utfordringen med marint søppel




PRØVETAKING SOM EN DEL AV TUREN DIN

Samle prøver som vannprøver, vegetasjon og otolitter (ørestein fra fisk) når du er på tur, for å hjelpe forskere med å samle data



BIDRA TIL MARIN RESTAURERING

Samle arter som truer biodiversiteten i et marint område. Det kan være kråkeboller som truer tareskogen



forskning og bevaring. Det kan bidra til et grunnlag for debatt om kritiske spørsmål om bærekraftig utvikling, forvaltning og klimaendringer. Samtidig kan det også øke sannsynligheten for at bærekraftige tiltak og naturbaserte løsninger blir støttet og integrert lokalt. Ikke minst kan samfunnsengasjement ofte bidra til innovative naturbaserte løsninger som er tilpasset de lokale forhold, og positive endringer i forvaltning, politikk og muligheter for lokalsamfunn.

Verdifullt samarbeid: Medbestemmelse i forskning og vitenskapelige spørsmål kan også bidra til at forskere tilpasser sine vitenskapelige formål til større samfunnsutfordringer og de spørsmål som samfunnet trenger å få svar på og føler er relevant. Samproduksjon av kunnskap gjennom folkeforskning kan også føre til nye oppdagelser, forståelser og problemstillinger som forskningen kanskje ikke hadde oppnådd på egen hånd.

Det er bare å komme i gang!

Takk til MIKON og ArcticStakes for å bidra til å bygge opp verktøy og metoder for folkeforskning. Takk til Karlsøy kommune og Verneområdeforvalterne og ikke minst til PUKKA Travel som har delt deres kunnskap, data og innovative ideer med åpenhet. Vi gleder oss til å fortsette arbeidet i AA-Agora!



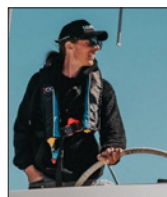
Ann Eileen Lennert er miljøantropolog tilknyttet The Arctic Sustainability Lab på UiT og jobber med samspill mellom mennesker og natur, og lokalkunnskap.

E-post: ann.e.lennert@uit.no



Vera Helene Hausner er Professor i bærekraft ved UiT og er tilknyttet The Arctic Sustainability Lab.

E-post: vera.hausner@uit.no



Anton Heijbel er CEO ved Pukka Travel og bidrar til å etablere en bærekraftig turisme som ivaretar natur, miljø og lokalsamfunn

i øyriket utenfor kysten i Troms.

E-post: anton@pukkatravels.com

Kartlegging av høsting og utmarksbruk i Finnmark til bruk i planlegging og forvaltning

Camilla Brattland, Sanne Bech Holmgaard og Bente Sundsvold

Hvordan kan metoder for kartlegging av naturverdier og bruk av utmarksressurser kunne benyttes i planlegging av utmark og forvaltning av ressurser? Det hersker stadig usikkerhet om hvordan man kan inkludere erfaringsbasert kunnskap om bruk av naturen når det utarbeides planer eller foreslås tiltak i utmark. Vi har undersøkt ulike metoder for kartlegging av tradisjonell og samisk bruk av utmarksressurser på Sørøya og i Porsangerfjorden, og har utviklet datasett og metoder som kan være nyttig i planlegging og forvaltning.

Tradisjonell økologisk kunnskap som beskriver tidligere og nåværende areal- og ressursbruk er anerkjent som en verdifull informasjonskilde for ressursforvaltning, planlegging og miljøkonsekvensvurdering, samt i rettighetsprosesser. Forvaltningsmyndigheter er forpliktet til å vurdere erfaringsbasert kunnskap og samisk bruk i planlegging, ressurs- og arealforvaltning i samiske områder. Dette er formalisert i naturmangfoldlovens § 8, som tilsvarer artikkel 8 i FNs konvensjon om biologisk mangfold, og blant annet nærmere utdypet i planretningslinjer for endret bruk av utmark utarbeidet av Sametinget. Lovverket og retningslinjene inneholder imidlertid få avklaringer om hva tradisjonell kunnskap er, eller hvordan man på en god måte kan inkludere den i vurderings- og planprosesser.

Flere har påpekt en fragmentering av kunnskap i systemet for konsekvensutredning, med mangel på vurdering av de samlede effektene for samisk kultur og tradisjonell kunnskap og utmarksbruk. Dagens metodikk for planlegging og konsekvensutredninger fanger i liten grad opp ikke-materiell kulturarv og kulturelle verdier knyttet til bruk av naturressurser og naturbruk. Fra intervjuer med planleggere i flere prosjekter vet vi at det kan være utfordrende for de enkelte planleggere i kommunene å inkludere informasjon om tradisjonell utmarksbruk i planleggingsprosesser, fordi datagrunnlaget ofte er mangelfullt eller vanskelig tilgjengelig. Det er heller ikke sikkert at den tradisjonelle bruken blir tatt hensyn til og sikret i like stor grad som innbyggere i lokalsamfunnene

ønsker, selv om man har informasjon om bruken.

Det er derfor også viktig å få større klarhet i metoder for vurdering av verdien av bruken i forhold til verdien av andre tiltak slik som vindkraft eller akvakultur.

Vi presenterer her erfaringer fra flere relaterte forskningsprosjekter som har utforsket ulike metodikk for å dokumentere, samle inn og tilgjengeliggjøre informasjon om hvor bruk og høsting av naturressurser foregår, innholdet i bruken, hvilke verdier som knyttes til bruken, og kunnskapen om bruken. Gjennom prosjektene er det utarbeidet åpne datasett som er tilgjengelige gjennom nasjonale dataportaler, og som ulike sektorer og sivilsamfunnet kan benytte seg av i egne arbeider. Forhåpentligvis kan disse nye

resultatene og metodikken som har vært brukt i prosjektene komme til nytte for et forbedret datagrunnlag for planlegging og konsekvensvurderinger av bruk av naturressurser i utmark.

Finmarkskommisjonens kartlegging av utmarksbruk

I Finnmark har det de siste årene pågått en storstilt kartlegging av utmarksbruk og utmarksressurser

gjennom Finmarkskommisjonens kartleggingsprosess av private og statlige rettigheter til land- og sjøområder på den tidligere statseide grunnen i Finnmark (nå Finnmarkseiendommen). Finmarkskommisjonens mandat er å kartlegge eksisterende bruks- og eierrettigheter til grunn og naturressurser på Finnmarkseiendommens grunn og på bakgrunn av dette avklare omfanget av og innholdet i de

rettighetene som folk i Finnmark kan ha ervervet gjennom langvarig bruk av utmarksressursene. Kommisjonen har gjennom dette arbeidet produsert et unikt kunnskapsgrunnlag om historisk og tradisjonell bruk og høsting av naturressurser særlig i utmark. Dette kunnskapsgrunnlaget er imidlertid ikke sammenstilt på en helhetlig måte noen steder, ei heller er det formidlet på noe annet vis enn gjennom rapporter og dommer fra de ulike feltene som er kartlagt.



Utsikt over fjorden fra et sjøsamisk tun i Smørfjord, Porsanger.

Foto: Bente Sundsvold

Hva slags potensiale ligger i denne kartleggingen av tradisjonell utmarksbruk? Hvordan kan det bidra positivt til forvaltning, og for lokalsamfunn i Finnmark og det samiske samfunnet som helhet? I prosjektet TRACE (A Traditional Ecological Knowledge Database for Planning and Impact Assessments) har vi undersøkt hvordan materialet fra sakkyndige utredninger for Finmarkskommisjonen kan gjøres tilgjengelig og brukes for å forbedre datagrunnlaget for planlegging og konsekvensutredning.

Formålet med de sakkyndige utredningene for kommisjonen er å beskrive ulike gruppers bruk av grunn og naturressurser. Utredningene omfatter blant annet en kartbasert spørreundersøkelse og intervju med den fastboende

befolkningen, reindriftsutøvere og andre med interesser i området.

Utvikling av database for utmarksbruk for Sørøya

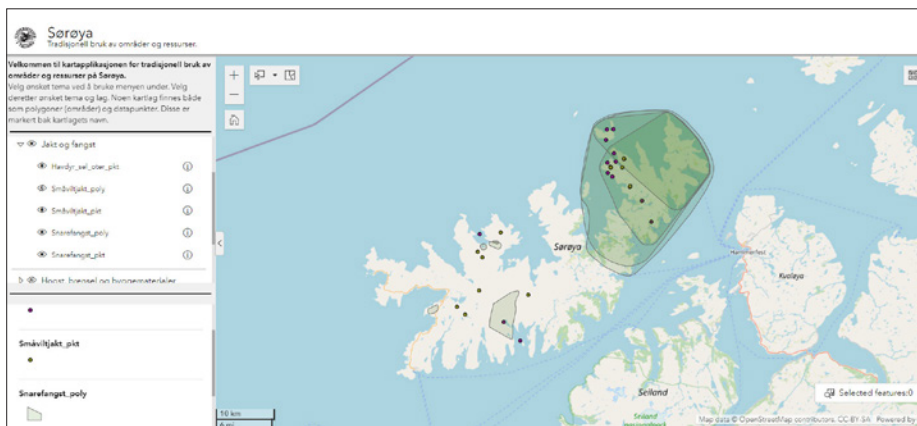
Basert på den sakkyndige rapporten fra Finnmarkskommisjonen for Sørøya som ble gjennomført i 2011 av Norsk Institutt for Kulturminneforskning (NIKU) og Universitetet i Tromsø (UiT), har vi utviklet en database over utmarksbruk i området. Rapporten var basert på totalt 37 utfylte spørreskjema og kart, som hadde blitt digitalisert av NIKU. Gjennom prosjektet TRACE ble materialet vasket og tilrettelagt for publisering i nettverktøyet ArcGIS Online. Utredningen omfatter all grunn som Finnmarkseiendommen (FeFo) overtok fra Statskog, samt sjøområder så langt ut som FeFo's eiendomsrett og øvrige rettigheter i sjøen strekker seg. Gjennom innhenting av informasjon til utredningen har lokale innbyggere og andre brukere beskrevet egen og familiens/husholdningens/reindriftsenhets nåværende og tidligere bruk av naturressurser (her: fornybare ressurser i utmark). Varighet og omfang av bruken er inkludert basert på informantens opplysninger. Ulike former for utmarksbruk er kartlagt, slik som husdyrhold, reindrift, fiske, jakt og fangst, hogst, brensel og byggematerialer, fritidsbruk og annen høsting, herunder bærplukking. I tillegg omfatter utredningen faste strukturer knyttet til bruk,

eksempelvis gammer, boplasser, ferdselsveier, gjerder og anlegg. Informantene har redegjort for bruken av de ulike ressursene med avkryssing i tabeller, knyttet bruken til stedsnavn og markert bruksområder for hver ressurs på kart. De resulterende kartlagene eksemplifisert i kartutsnittet nedenfor er basert på en digitalisering av informantenes svar på spørreskjema og avmerkinger på kart. Områder kan være markert som punkter, eller avgrenset med linje eller flate (polygon) avhengig av informasjonen som er gitt. Dataene består av informasjon om type, utvidelse og intensitet av tradisjonell arealbruk i felt. Ved å sammenstille de ulike lagene av informasjon i programvare for geografiske informasjonssystemer (GIS), kan utmarksbruken vises på ulike måter, både som samlet bruk i de ulike områdene, og fordelt på

ulike typer bruk. Bruken er delt i kategoriene husdyrhold, reindrift, jakt og fangst, hogst, brensel og byggematerialer, annen høsting, bygninger og boplasser, og ferdsel, fritid og rekreasjon.

En pilotversjon av databasen i en StoryMap (se faktaboks) og en kartapplikasjon som ligger åpent ute på nett har blitt presentert for interessegrupper og forvaltningsaktører i Hammerfest og Hasvik kommuner.

I møte med lokale innbyggere var det slående hvordan bruken i seg selv og kunnskapen knyttet til bruken hadde stor verdi for de som deltok, mens deltakerne i mindre grad var opptatt av rettighetsspørsmål og avgrensning av hvem som hadde fortrinnsrett til et område. For bygdelaget i Akkarfjord konkluderte Utmarksdomstolen med



Kart over utmarksbruk på Sørøya, basert på sakkyndig utredning for Finnmarkskommisjonen. Kartet viser et utvalg av områder for jakt og fangst hentet fra kartapplikasjonen «Sørøya».

at innbyggerne i dette området har fortrinnsrett til utmarksressursene i forhold til andre innbyggere på Sørøya eller tilreisende. Dette var imidlertid i liten grad kjent og relevant for de av innbyggerne i Akkarfjord som deltok på et lokalt møte om bruken av undersøkelsen. I andre møter fremhevet innbyggere at de ønsket seg mer formidling av lokal historie særlig gjennom historiske bilder som ellers ikke blir formidlet på nett, slik som historien til bygder som er borte, om kystsamisk fiske på Sørøya, eller om reindriftens kulturlandskap. Kommune og Statsforvalter fremhevet nytten av slike datasett for eksempel som

bidrag til nasjonale kartlegginger av sårbare naturtyper, og ønsket seg mer informasjon om hvilket bygdelag det var som hadde oppgitt informasjonen. Gjennom disse dialogene med lokale interessenter og forvaltningsmyndigheter har vi identifisert endringer som bør gjøres i pilotversjonen av databasen for å sikre at informasjon og formater er relevante og tilgjengelige for brukere av databasen. Datasettene eies av NIKU og UiT – Norges Arktiske Universitet og kan fås ved å kontakte artikkelforfatterne.

Kartlegging av høsting og naturens goder i Nordkapp og Porsanger

Gjennom prosjektene TRACE (Framsenteret, Flaggskip MIKON), IndKnow og FOODCOAST (begge prosjekter finansiert av Norges forskningsråd (NFR)) og CoastChange (Framsenteret, Flaggskip Fjord og kyst) ble utmarksbruk, fiske og bruk av marine ressurser i sjøen kartlagt i Porsangerfjorden. Det ble også gjennomført en identifisering av naturverdier. Kartleggingene ble gjort i perioden 2019–2020 i samarbeid med Mearrasiida og



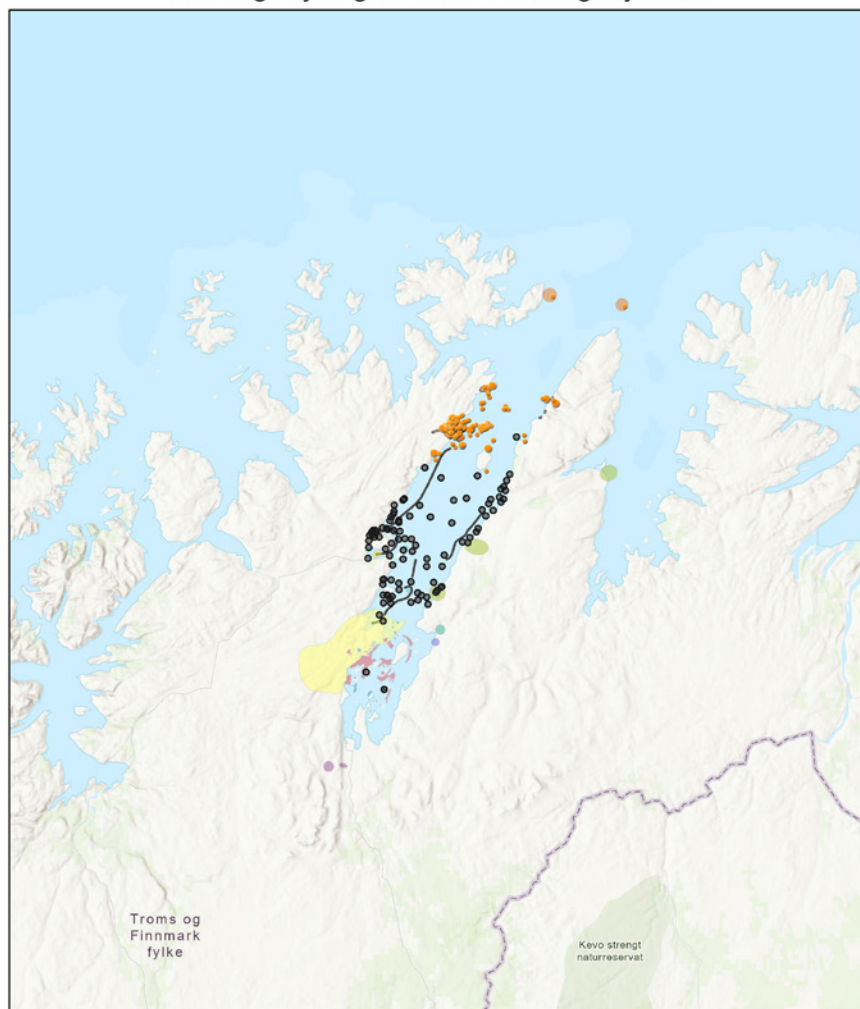
Smørfjord.

Foto: Bente Sundsvold

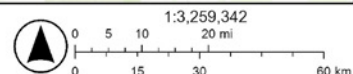
Mearrasámi árbediehtu, som er et senter og en forening for lokal og samisk kunnskap, begge aktive i Porsangerfjorden. Over flere år og gjennom ulike forskningsprosjekter og samarbeid med disse lokale institusjonene, er det bygget opp arkiver med kartbaserte intervjuer og etnografisk film med kunnskapsbærere i hele fjordområdet. Selv om det er brukt litt ulike metoder i de ulike prosjektene, har intervjuene hatt fokus på å dokumentere høsting av naturen, fra fjorden og holmene, fjæresonen og nærområder. De som deltok ble også spurt om endringer, årsaker til endringer, om høstingen ennå pågår, om verdier og andre tema. Intervjuene ble gjort av to lokale intervjuere for indre og ytre Porsanger, og hadde litt forskjellig fokus, på mat og endringer over tid, men alle kartla lokal naturbruk på ulike måter. Dette kan ha påvirket resultatene noe, men det var også individuelle forskjeller i hvor mye kunnskap og erfaring deltakerne selv som tradisjonelle kunnskapsbærere hadde. Som et eksempel resulterte ett av intervjuene i over 70 områder for høsting bare i den indre delen av Porsangerfjorden, mens kartlegging med ni innbyggere i Stranda og Repvåg resulterte i 132 steder i utmarka og 102 steder i sjøområdene utenfor (se kartutsnittet til høyre).

Samlet oversikt over kartleggingen i Porsangerfjorden. Områder for høsting og fiske, kategorisert etter hvilken bygd de som bruker områdene har tilhørighet til.

Høsting i sjø og utmark i Porsangerfjorden



2/2/2023



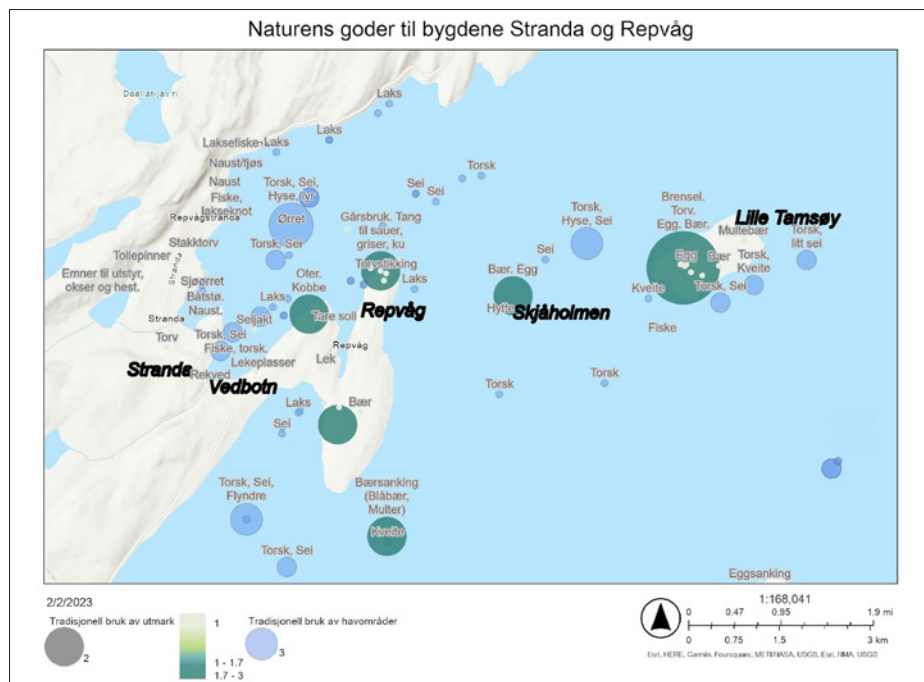
Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS, Esri, USGS

CoastChange prosjektet hadde et spesifikt fokus på naturens goder, også kalt økosystemtjenester, der vi ville undersøke om og hvordan lokal naturbruk passet inn i slike internasjonale klassifiseringsstandarder. I identifisering av økosystemtjenester gjøres det skiller mellom økonomisk nytte (forsynende tjenester), hvordan naturgoder bidrar til å opprettholde kulturelle praksiser og fritidsbruk, samt økologiske forutsetninger som gyte- og oppvekstplasser for ulike fiskeslag. Gjennom å anvende denne metoden ble disse skillene

stadig utfordret av lokale og samiske forståelser av naturbruk, der det var vanskelig å skille for eksempel seifiske til nytte og som del av lokal kultur fra hverandre. For økosystemtjenestekartleggingen har vi identifisert bruken av alle naturressurser, og kategorisert dem ut fra hvilken kontekst de er gitt i intervjuene. Torskefiske ble kategorisert enten som matauk eller næring avhengig av hvordan dette ble omtalt i intervjuet. Vi valgte å se matauk som en forsynende tjeneste til husholdningen, og ikke som en kulturell tjeneste som fritidsfiske,

men ingen kategorier er entydige. Flere snakket om det å dra på havet for «å dra kokfesk» som et etterlengtet avbrekk i hverdagen; eller om egg- og bærsanking på holmene som sommerens eventyr. Slike henvisninger ble da markert både som matauk (forsynende tjeneste) og kultur.

Basert på intervjuene ble høstingen digitalisert og lagt inn i samme kartsystem som datasettene over utmarksbruk og høsting på Sørøya. Høsten 2021 ble dette materialet presentert og diskutert med noen av de som var intervjuet både fra indre og ytre Porsanger. For deltagerne var identifisering av økosystemtjenester en fremmed øvelse, og de gikk ikke selv inn i identifiseringen. De kunne imidlertid svare på uklarheter og diskutere kategorier slik som tidspunkt for bruk, og hva ressursen betydde for brukerne. Gjennom identifiseringen ble det klart at noen steder og ressurser tilbyr flere goder enn andre, der særlig fiskegrunner som er nært bosettinger har forsynt innbyggerne med særlig torsk, sei og flyndre. Spesielt viktig var Strandbukta og Vedbotn, der fisket i dag beskrives som sterkt redusert eller tapt blant annet på grunn av oppdrett. Nesene der det er lite bebyggelse, slik som i nærheten av Repvåg og holmene i sjøskapet utenfor bygdene Stranda og Repvåg, er særlig viktige som sankingsområder for egg, bær, brensel og torv. Her har det også foregått jakt etter rev og kobbe, og all



Identifisering av naturgoder eller økosystemtjenester i ytre del av Porsanger, Nordkapp kommune. Høsting i sjø, særlig fiske (blå sirkler) og høsting i utmark (grønne sirkler).

slags ressurser av ved ble høstet for å gi fôr til dyr og materiale til bygg og redskaper. Fiskere som brukte områdene i ytre del av Porsanger har opprettholdt en sesongbasert tilgang til fiske gjennom innsig av skrei, noe deltakerne som kun brukte fiskegrunner i den indre delen av fjorden hadde mindre tilgang til. I den innerste delen av fjorden beskrives de fleste gamle fiskeplassene som tomme for fisk og at høstingspraksisen har opphørt eller minket. Flere årsaker til at det ikke fiskes lenger identifiseres, slik som overfiske (for den indre delen av fjorden), introduksjon av nye arter som kongekrabbe, og etablering av oppdrett (kun for fiskegrunner utenfor Stranda). At fiskeplassene er tomme, utgjør en motivasjon til å markere stedene på kart for å synliggjøre tapte ressurser og tradisjoner.

Slik som på Sørøya var det også i Porsanger interesse for formidling av lokale historier gjennom bilder og annen informasjon som kunne levendegjøre punktene og polygonene på kartene i større grad. Gjennom prosjektet Future Arctic Lives (et internasjonalt samarbeidsprosjekt der UiT og Mearrasiida er deltakere) blir dette visualisert gjennom bruk av verktøyet StoryMaps som formidler digitale kartfortellinger. Kartene blir supplert med tekster, historier, bilder og små videoklipp som setter naturbruken i lokal og historisk kontekst, og bidrar til lokalt eierskap til formidlingen. Med litt

opplæring kan folk selv fortelle sine historier om bruken av landskapet ved hjelp av dette verktøyet, og styrke Mearrasiidas rolle som formidler av lokal kunnskap også på nettstedet Meron.

Materialet viser en rik og kompleks historie om ulike og overlappende endringsprosesser i fjorden, som kombinert med initiativer for å blåse liv i og skape nye verdier i fjorden, synliggjør praksiser som kan beskrives som naturomsorg og en aktiv lokal skjøtsel. Gjennom ulike forvaltningsprogrammer slik som «Utvalgte Kulturlandskap i Landbruket» deles fjordlandskapet opp i ulike naturtyper, med ulike verdier, der sjø og land forvaltes hver for seg. I lokale og samiske forståelser av naturen er imidlertid både naturbruk og skjøtsel knyttet til en helhetlig forståelse av fjorden som ett landskap, ett fjordskap.

Framtidige bruksområder for kartleggingen

Basert på dette arbeidet har vi også utviklet offentlig tilgjengelige datasett med noen få variabler som identifiserer hvor utmarksbruken foregår, hvem som bruker ressursene, og hvilke arter og ressurser som høstes. I Nordkapp og Porsanger har samarbeidet med Mearrasámi árbediehtu og Mearrasiida tillatt utprøving av ulike metoder over en lang periode. Vi har fått muligheten til å utforske, diskutere og reflektere over hvordan

vi best kan gjøre folks kunnskap og høstingspraksiser synlig. Det vi ser er at de pågående høstingspraksisene er kapasiteter i seg selv som må være med i planlegging av tiltak i utmarka. Fleksibilitet og høsting av alt som naturen har å by på over svært store områder er et mønster som går igjen fra begge prosjektene. Ved å sammenligne bruken av utmarka på de ulike stedene ser vi at for eksempel høsting av rekved er noe som går igjen som en særlig viktig ressurs på både Sørøya og i Porsanger, mens fiske med stang og garn etter sjørøye er en praksis som stadig verdsettes og savnes i de områdene der dette ikke lenger er mulig. Å sammenligne høstingspraksiser i ulike områder vil også være interessant å følge opp i videre forsknings- og samarbeidsprosjekter.

Identifisering av naturgoder basert på lokal naturbruk og å analysere funnene i lys av internasjonale klassifiseringsstandarder som økosystemtjenester, kan bidra til å synliggjøre verdier av tradisjonell utmarksbruk, men også løfte fram eksempler på bærekraftig bruk av naturgoder (og hva vi her har kalt naturomsorg, hvor både bruk og skjøtsel inngår). I 2022 kom IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) med en ny alarmerende rapport om den globale tilstanden for naturmangfold, som påpeker viktigheten av å inkludere lokale og urfolks forståelser av naturens verdier, også fordi

denne kompetansen utfordrer vekstparadigmet. Rapporten åpner for å fremme lokale naturpraksiser som viktige i en bærekraftig forvaltning av naturgoder, noe denne artikkelen bidrar med kunnskap om.

Et annet viktig resultat fra prosjektet er imidlertid deling av kunnskap og erfaringer med synliggjøring av naturbruken. Det å kunne bygge kapasitet lokalt til å selv fortelle



Kunnskap gjennom digitale kartløsninger

På UiT – Norges Arktiske Universitet jobbes det med å gjøre verdifull kunnskap om tradisjonell bruk av områder og ressurser tilgjengelig gjennom ulike digitale kartløsninger og datasett. Her kan både privatpersoner og personer som jobber med planlegging og forvaltning se og hente ut informasjon. Et eksempel på slike kartløsninger er StoryMaps, som er en enkel webapplikasjon for digital historiefortelling som kombinerer interaktive kart med bilder, videoer, tekst og illustrasjoner.

Sørøya kartapplikasjon fra 2021 viser tradisjonell bruk av områder og ressurser på Sørøya. Datasettene som ligger til grunn for applikasjonen er bearbeidet og tilrettelagt for bruk av Kristine Salvesen (vasking og bearbeiding av data) og Kristin Johnsen (tilrettelegging av data til kartapplikasjon), tidligere studenter ved studieprogrammet Samfunnsplanlegging og kulturforståelse ved UiT – Norges arktiske universitet.

[Sørøya kartapplikasjon](#)

om fjorden gjennom digitale kartfortellinger (se faktaboks), er verdifullt for å vedlikeholde og gjøre synlig både kunnskap om og omsorg for naturen. Det er særlig mangelen på synlighet som gjør at forvaltningspolitikk ikke blir sensitiv nok overfor tradisjonell bruk av natur, men også mangelen på verdisetting av bruken. En kartografisk undertrykkelse av tilstedeværelsen av

StoryMap om dagens Akkarfjord, er basert på inntrykk fra feltarbeid på Sørøya høsten 2021, og laget av Kristin Johnsen (UiT – Norges Arktiske Universitet) <https://arcg.is/1CiaPO>

StoryMap om tradisjonell bruk av utmark på Sørøya, er en presentasjon av databasen fra den sakkyndige rapporten fra utredningen. Kartfortellingen er tilrettelagt av Kristin Johnsen, prosjektmedarbeider ved prosjektet TRACE. <https://arcg.is/1e10z10>

Datasett over tradisjonell høsting og bruk av ressurser i sjø og utmark i Porsangerfjorden, fra 2022 er publisert i StoryMap om Porsangerfjorden tilbake til livet (Porsangerfjord Back to Life, <https://arcg.is/1CiaPO>) i regi av prosjektet Future Arctic Lives og er tilgjengelig som geografiske data fra universitetsmuseet i Tromsø. Referanse til datasett: UiT – Norges Arktiske Universitet 2022. Tradisjonelt fiske. Tilgjengelig på dataverse.no. UiT – Norges Arktiske Universitet 2022. Utmarksbruk. Tilgjengelig på dataverse.no.

disse praksisene og av det sjøsamiske fjordskapet gjør også at disse stenges ute fra vurderinger av konsekvenser ved ulike tiltak. For eksempel vil ikke sjøsamisk bruk planlegges inn om den ikke er kategorisert nettopp som dette og gjort synlig i samfunns- og arealplaner som legger føringer for hvordan arealer skal brukes og næringsliv utvikles.

Digitaliseringen og tilgjengeliggjøringen av datamaterialet for Finnmarkskommisjonen har bydd på andre utfordringer. Her er allerede empirien tilgjengelig igjennom en tidligere gjennomført kartleggingsprosess som var fokusert på rettighetsavklaring. Prosessen rundt tilblivelsen av data er dermed skapt i en annen kontekst, der de som bidrar med informasjon ikke er involvert i utviklingen av selve databasen eller andre digitale formidlinger av materialet. Informantene har i de sakkyndige utredningene kunnet velge om de ønsker at informasjonen skal kunne brukes i forskning og lokalhistorisk arbeid, i tillegg til å inngå som grunnlag for Finnmarkskommisjonens arbeid. Samtidig kan selve kartleggingen være lite kjent i bygder og kommuner, mens interessen i forvaltningen er stor for nettopp denne typen data. Om disse datasettene offentliggjøres, er det viktig å sikre at tilgjengeliggjøringen av data skjer på lokalsamfunnets premisser og i tråd med deres ønsker.

Arbeidet med utviklingen av disse metodene og databasen samt intervjuer, møter og workshops har bekreftet den potensielle nytteverdien av dataene som er samlet inn for Finnmarkskommisjonen og av lignende kartleggingsprosesser. En offentlig tilgjengelig database med informasjon om tradisjonell bruk og kunnskap gir mulighet for interessenter, kunnskapsinnehavere og allmennheten til å basere avveininger av tiltak på tilgjengelig informasjon som ellers vil være mindre kjent. Om datasettene tilfredsstiller kravene offentlige myndigheter stiller til datakvalitet, kan planleggere og analytikere laste ned og bruke dataene til egne formål. Denne typen data vil være tilgjengelig for det meste av Finnmarksområdet etter hvert som Finnmarkskommisjonens arbeid skrider frem. Det er dermed en mulighet for å utvide denne tilnærmingen og bruke erfaringene fra disse prosjektene til å videreutvikle en helhetlig metode for og tilnærming til innsamling av og bruk av tradisjonell kunnskap i planlegging og forvaltning.

Litteratur:

- Brattland, C. 2010. Mapping Rights in Coastal Sami Seascapes. *Arctic Review on Law and Politics* 1(1): 28–53.
- Eyþórsson, E. and Thuestad, A. 2014. Incorporating Traditional Knowledge in Environmental Impact Assessment – How Can It Be Done? *Arctic Review on Law and Politics* 6(2): 1–18.
- Falch, T. and Skandfer, M. 2014. *Sámi Cultural Heritage in Norway: Between Politics of Local Knowledge and the Power of the State*. In: Krupnik, I., R. Mason & T. W. Horteon (eds) Northern Ethnographic Landscapes. Perspectives from Circumpolar Nations. Arctic Studies Center, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Washington D.C
- Holmgaard, S. B., Eythórsson, E. & Johnsen, H. 2020. Kulturelle økosystemtjenester – et nyttig begrep i planlegging og konsekvensutredninger? *Kart og Plan* 113(2): 87–103.
- Myrvoll, M. et al. 2011. Felt 3 Sállan/Sørøya. Sakkyndig utredning for Finnmarkskommisjonen. *NIKU Oppdragsrapport* 241.
- Sametinget 2007. Sametingets retningslinjer for vurderingen av samiske hensyn ved endret bruk av meahcci/utmark i Finnmark. *Lovdata* 2007 (heft 7). Sametingets retningslinjer for vurderingen av samiske hensyn ved endret bruk av meahcci/utmark i Finnmark – Lovdata.

- Sametinget 2010. Sametingets planveileder. Veileder for sikring av naturgrunnlaget for samisk kultur, næringsutøvelse og samfunnsliv ved planlegging etter plan- og bygningsloven (plandelen). [sametinget_planveileder-2021.pdf](#)
- Sundsvold, B. & Armstrong, C. 2019. Found in translation: identifying ecosystem services through public consultation statements in a marine spatial planning process. *Ecosystems and People* 15(1): 102–118.



Camilla Brattland
er førsteamanuensis
ved Norges arktiske
universitetsmuseum
innenfor samisk
kulturvitenskap.
Hennes ansvars-

område er knyttet til de kultur-
historiske og samiske samlingene,
og hun forsker på samisk kunnskap
om og deltakelse i forvaltning av
ressurser i sjøsamiske områder. Hun
underviser i geografiske informa-
sjonssystemer (GIS) og bruker
kvalitativ og deltakende kartlegging
som forskingsmetode.

E-post: camilla.brattland@uit.no



Bente Sundsvold
er visuell antropolog
og førsteamanuensis
ved UiT Norges
Arktiske Universitet.
Hun deltar i flere
forskingsprosjekter

som omhandler forholdet mellom
menneske og natur i nordområdene,
og forholdet mellom ekspertkunnskap
og lokal og tradisjonell kunnskap
spesielt knyttet til bruk og forståelser
av utmarksressurser.

E-post: bente.sundsvold@uit.no



**Sanne Bech
Holmgaard** er
sosialantropolog ved
Norsk institutt for
kulturminneforskning
(NIKU) på Fram-
senteret i Tromsø,

og arbeider med de menneskelige
og samfunnmessige aspektene av
naturbruk og naturforvaltning, særlig
tradisjonell kunnskap og bruk av
utmarksressurser, viltforvaltning
og inkludering av interessenter i
forskning og forvaltning.

E-post: sanne.holmgaard@niku.no

Hvordan påvirkes bunnfauna i en nordnorsk fjord av avgangsmasser fra en kobbergruve?

Anita Evenset, Hilde C. Trannum, Kristine B. Pedersen, Paul E. Renaud, Guttorm N. Christensen

Norge er en av få nasjoner i verden som tillater undersjøisk deponering av avgangsmasser fra gruvedrift. Tidligere tiders filosofi basert på «ute av syne, ute av sinn» er imidlertid ikke et argument som fungerer i dagens samfunn. Det har derfor vært et sterkt fokus på kunnskapsinnhenting knyttet til hvordan slik deponering påvirker marint miljø de senere år.

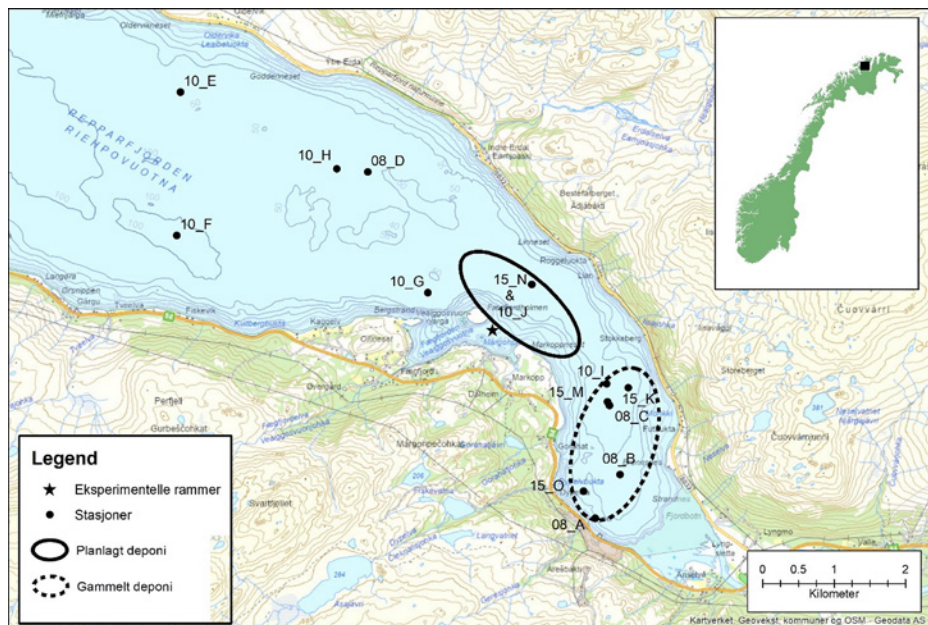
Den økende etterspørselen etter mineraler har økt interessen for mineralressurser over hele verden, både til tradisjonell bruk så vel som til utvikling av ny, grønn energiteknologi. I Norge er gruvedrift for tiden i en vekstfase og underlagt nye miljøreguleringer. Den viktigste miljøutfordringen for industriell gruvevirksomhet er produksjon av store mengder *avgangsmasser*. Dette er bergmasser som er igjen etter utvinning av de utvalgte metaller fra malmen. I kobbergruver utgjør overskytende masser ofte opp til 99 % av malmen. Avgangsmassene består av oppmalt stein med forhøyede konsentrasjoner av metaller, men kan også inneholde tilsatte prosesskjemikalier.

Avgangsmassene kan deponeres på land eller i sjø, og begge alternativer har effekter for omkringliggende miljø. Norge er en av få nasjoner som fortsatt drifter og etablerer

sjødeponier. Argumentet for å opprettholde denne praksisen er at avgangsmasser ofte er mer stabile på havbunnen enn på land, og det er lavere risiko for utlekking av potensielt skadelige metaller under vann sammenlignet med på land. Videre ligger mange av gruvene i Norge nært sjøen og en komplisert topografi gjør det ofte utfordrende å etablere sikre landdeponier. Utfordringer med deponi på land kan være støvspredding, risiko for skred og sur avrenning med påfølgende utlekking av metaller. Noen av disse utfordringene kan unngås ved deponering i sjø, så lenge deponiet etableres korrekt, dvs. i avgrensede dypområder med lite strøm og helst med lite oksygen.

Sjødeponering påvirker likevel kystmiljøet på flere måter: høy sedimentasjon (bunnfelling), lite næring (lite organisk karbon i steinmasser), endringer i bunnsubstratet, endringer

i bunntopografi, økt konsentrasjon av partikler i vannsøylen mm. Organismer i vannsøylen kan få problemer med oksygenopptak dersom gjeller tettes av mye partikler. Både vannlevende og bunnlevende organismer kan også få mekaniske skader på gjeller, hud og fødeorganer dersom partiklene er skarpkantede eller nålformede. I tillegg kan metaller og eventuelle kjemikalier som benyttes i prosessen der ønsket metall skilles fra malmen være giftige for marine organismer. Lokalt, dvs. innen selve deponiområdet, vil all bunnfauna konstant begraves. Også i randsonen, mellom deponiet og normal sjøbunn, vil bunnfauna påvirkes av sedimentasjon, noe som kan gi seg utslag i redusert biologisk mangfold og endringer i artssammensetning. Noen av disse effektene kan vedvare også etter at deponeringen avsluttes. Til tross for at sjødeponering har en lang historikk i Norge har kunnskapen om påvirkning på



det marine miljø vært begrenset, og omfanget og varighet av negative effekter har i liten grad vært forsket på. Dette er bakgrunnen for at det de siste 10 årene har vært gjennomført flere større forskningsprosjekter for å kartlegge miljø-konsekvenser og -effekter av nye og historiske sjødeponier. I regi av Framsenterets flaggskip «Miljøkonsekvenser av næringsvirksomhet i nord» (MIKON) ble prosjektene FIMITA **F**ate and **I**mpact of **M**ine **T**ailings on marine **A**rctic ecosystem) og PAMERA (Incorporating **P**ollutant **A**vailability and **M**obility in **E**nvironmental **R**isk **A**ssessment **M**anagement **T**ools), som har fokusert på historisk og fremtidig planlagt sjødeponi i Repparfjorden, gjennomført. Noen hovedfunn fra disse prosjektene oppsummeres i denne artikkelen.

Deponering av gruveavfall i Repparfjorden

Begge prosjektene ble gjennomført ved bruk av Repparfjorden i Finnmark som case. I Repparfjorden ble kobber utvunnet fra 1972–1978.

↖ Kart som viser områder for gammelt og planlagt nytt deponi, samt stasjoner for prøvetaking av sediment og bunnfauna. Området hvor eksperimentelle bokser var utplassert er vist med stjerne.

← Gamle Follidal verk, som drev gruvevirksomhet i Repparfjorden på 1970-tallet, med Ulveryggen i bakgrunnen.

Foto: Geir Dahl-Hansen

Avgangsmassene ble da deponert på relativt grunt vann, innenfor en terskel på havbunnen, i den indre del av fjorden. Ny gruvevirksomhet er planlagt med mulig oppstart i 2023, og et nytt sjødeponi skal etableres i midtre del av fjorden. Gruveselskapet Nussir ASA fikk i 2015 utslippstillatelse fra Miljødirektoratet til deponering av opp til to millioner tonn avgangsmasse per år i fjorden. Det nye deponiet forventes å dekke et område på om lag 4,9 kvadratkilometer.

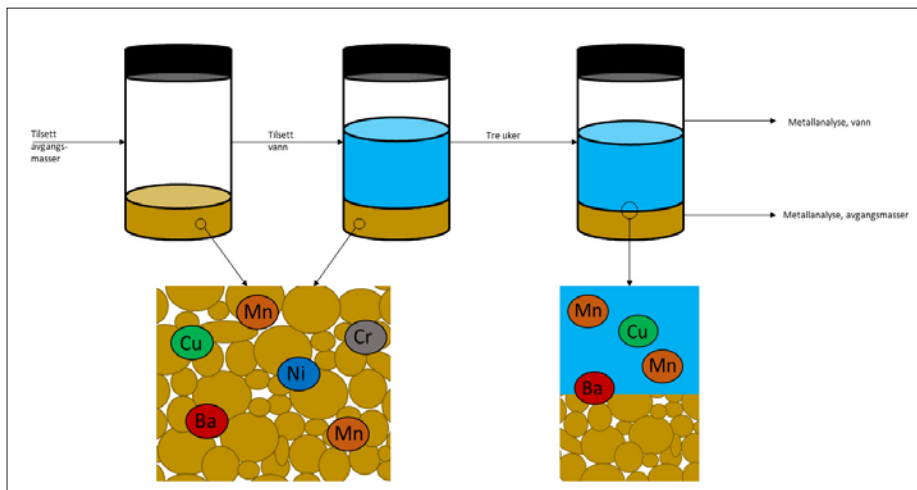
Nyere studier har dokumentert at avgangsmasser fra tidligere gruvevirksomhet fortsatt er eksponert for strøm den indre delen av fjorden. En kartlegging av *batymetri* (måling av dybden i innsjøer og hav) gjennomført av Norges Geologiske Undersøkelser (NGU) viste at avgangsmassene i dag ligger som en rekke kjeglelignende strukturer som stikker ca. 10 meter opp fra havbunnen. På noen av kjeglene er det lite avsetning av nytt sediment, dvs. at de gamle avgangsmassene fremdeles er eksponert for sjøvann. En undersøkelse som ble gjennomført i regi av prosjektet Environmental Waste Management (EWM), ledet av UiT, Norges arktiske universitet, viste at metaller og partikler ble spredt til den midterste delen av fjorden i forbindelse med utslipp av avgangsmasser på 1970-tallet. Mindre enn 5 % av total mengde deponert kobber ble spredt, så mye er fremdeles igjen i selve deponiområdet. Etter opphør av gruedriften er det ikke

registrert spredning av metaller fra den indre delen av fjorden.

Utlekking av metaller

For organismer som lever i vannsøylen vil det først og fremst være partikler i vann og oppløste metaller som kan forårsake en negativ effekt. Det er imidlertid ikke nødvendigvis total konsentrasjon av metaller som har betydning for effekt på miljøet. Metaller kan foreligge i ulike former og være bundet på ulike måter i avgangsmassene. For å vurdere hvilke effekter metaller kan ha er det viktig å finne ut hvor stor andel av de potensielt skadelige metallene som finnes i en biotilgjengelig form, altså hvor mye som er tilgjengelig for opptak i marine organismer.

I PAMERA-prosjektet ble det gjennomført utlekkingsstester (se figur nedenfor) ved bruk av historiske avgangsmasser (fra 1970-tallet) og avgangsmasser som planlegges deponert i årene som kommer. Resultatene viste at avgangsmassene som planlegges deponert midtfjords lekker mindre biotilgjengelig kobber (10–20 %) og mangan (50 %) enn de historiske avgangsmassene (som i dag er iblandet naturlig sediment). Forskjellene skyldes ulikheter mellom malmen som ble utvunnet og den som skal utvinnes, samt forskjeller i utvinnings- og deponeringsprosess. Nussir planlegger å bruke et flokkuleringsmiddel (Magnafloc10) i utslippsfasen for å sikre raskere sedimentasjon. Forsøkene i PAMERA viste at dette vil redusere utlekkingen av metaller med opptil 35 %. Utlekkingstester viste



Skematisk fremstilling av oppsett for utlekkingsstester.

videre at utlekking av metaller ikke vil resultere i vannkonsentrasjoner som medfører økologisk risiko utenfor deponiet. Forsøk med endringer av bl.a. temperatur, pH og saltholdighet viste at det er sannsynlig at klimaforandringer vil føre til økt utlekking av metaller i fremtiden, men at heller ikke fremtidige vannkonsentrasjoner vil utgjøre risiko for det marine miljøet utenfor deponiet.

Langtidseffekter på bunnsamfunn
Dyr som lever på havbunnen i eller i nærheten av deponiet vil utsettes for gruveavgang i vannsøylen og på bunnen via direkte kontakt, samt for løste metaller i overliggende vann eller i *porevann* (vann mellom sedimentkornene på bunnen). Ettersom Repparfjorden har et gammelt deponi er det et egnet sted for å studere hvordan bunndyrsamfunnet som ble begravd av avgangsmasser for nesten 40 år siden har kommet seg. For å undersøke status i det gamle deponiet ble det i regi av FIMITA og et par tidligere prosjekter tatt prøver av bunndyrsamfunn i det gamle deponiområdet og i en gradient utover i fjorden (se kartet på forrige side). På de samme stasjonene ble det tatt sedimentprøver for analyser av metaller. Både sediment- og bunndyrsprøver ble tatt ved bruk av en van Veen-grabb (0,1 kvadratmeter) (vist på neste side), og det ble samlet inn fire grabber for bunndyrsanalyser og en grabb for sedimentanalyser på hver stasjon. Prøvene ble tatt i sommersesongen over flere år (2008, 2010 og 2015),

men samme standardiserte metoder ble benyttet alle år slik at resultatene er sammenlignbare. Sedimentprøvene ble analysert for en rekke metaller. Grabbprøvene som ble tatt for analyse av bunndyr ble siktet gjennom en sikt med hull på 1 mm for å skille bunndyr fra sediment. Gjenværende bunndyr ble deretter sortert til taksonomisk gruppe og identifisert til art. For hver bunndyrsprøve ble antall arter (artsrikdom) og antall individer registrert, og biomangfoldsindekser ble beregnet.

Analysen av sedimentprøver viste at konsentrasjonene av kobolt og bly var like i deponiområdet og i området utenfor terskelen som avgrensner deponiet. For andre metaller (arsen, krom, kobber, jern, mangan, nikkel og sink) ble det målt høyere konsentrasjoner i deponiområdet. Kobberkonsentrasjonene var fortsatt høye i sediment fra det gamle deponiet (opptil 291 mg/kg tørrvekt), og oversteg den norske miljøkvalitetsgrensen (84 mg/kg tørrvekt, verdi som angir grense mellom god og dårlig miljøtilstand). Disse funnene indikerer at overflatesedimentene i den indre delen av fjorden fortsatt er påvirket av gruveavgangen, omtrent 40 år etter nedstenging av graven.

Bunndyrsamfunnet var artsrikt i hele fjorden. Gjennomsnittlig artsrikdom per stasjon på 0,1 kvadratmeter varierte fra 48 arter på den innerste stasjonen innenfor terskelen til 135 arter på den ytterste stasjonen utenfor terskelen. Antall individer

per art varierte fra gjennomsnittlig 140 innenfor terskelen til 990 utenfor terskelen. Selv om dyrelivet innenfor terskelen ikke var alvorlig forstyrret, noe som kommer frem ved høyt arts mangfold, ble kobber identifisert som en betydelig strukturerende faktor for faunaen i fjorden. Faunasammensetningen syntes også å reflektere en viss grad av forstyrrelser innad i deponiområdet. Typisk opportunistiske og tolerante arter (det vil si arter som ofte dominerer i områder der sedimentet er forstyrret) som manglebørstemarkene *Capitella capitata* og *Chaetozone/Aphelochaeta sp.* var korrelert til kobber-gradienten. Dette var også tilfelle for muslingen *Macoma calcarea*, som dominerte på de to stasjonene som lå innerst i deponiområdet.

Resultatene fra FIMITA-prosjektet gjennomført i Repparfjorden samsvarer godt med andre studier som viser at til tross for at den første faunakoloniseringen etter at gruedriften har opphørt skjer raskt, kan avgangen til en viss grad påvirke faunaen i mange år etter at deponering opphører. Det er imidlertid viktig å påpeke at effekter ikke nødvendigvis vil være like for et nytt deponi, på grunn av ulikheter i produksjonsprosess og plassering. Det gamle deponiet ble etablert i et område der massene utsettes for strøm og bølger som kan føre til spredning av partikler og metaller. Det nye deponiet vil legges dypere i et område med lite strøm.

Reetablering av bunnsamfunn på deponerte avgangsmasser

Ettersom det nå planlegges oppstart i en ny gruve i Repparfjorden, med tilhørende sjødeponi, var det viktig å undersøke hvordan de nye avgangsmassene kan påvirke bunnfaunaen. I selve deponiområdet vil det bli lagt metervis med avgangsmasse. Dette vil føre til at all bunnfauna der begraves. I ytterkantene av deponiet vil det over et relativt stort område være tynnere lag med avgangsmasse over naturlig sediment. For å undersøke hvordan et tynnere lag avgangsmasse påvirker nyetablering (bunnslåing) av bunnfauna ble det i regi av FIMITA gjennomført et felteksperiment. Koloniseringen av bunnfauna skjer på to forskjellige måter: fra larver som frigjøres til vannsøylen og senere bunnsår, og fra individ som kryper fra naboområdene. Våre eksperimenter skilte ikke mellom disse mekanismene.

For å simulere det som vil skje når den nye gruve er i drift var det viktig å benytte avgangsmasser som er så like de som vil bli produsert som mulig. Avgangsmassene som skal deponeres i fremtiden har en annen sammensetning enn de som ble deponert på 1970-tallet og selve produksjonsprosessen er også endret for å redusere miljøeffekter. Stein fra malmene som skal utvinnes de neste årene (Nussir, 80 % av volumet, og Ulveryggen, 20 % av volumet) ble derfor levert av Nussir ASA. Malmen ble bearbeidet ved

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) ved bruk av metoden som vil bli benyttet i den fremtidige produksjonsprosessen. Den ferske avgangsmassen var derfor lik avgangsmassen som vil bli deponert i Repparfjorden når gruvedriften starter igjen.

Naturlig sediment ble hentet inn nær Fæg fjordholmen som ligger like ved det nye deponiområdet (Figur 1). Sedimentet ble homogenisert og fordelt på 16 bokser som ble frosset ned ved -20°C i minimum 12 timer. Hensikten med nedfrysing var å ta livet av all eksisterende fauna. Ferske avgangsmasser ble deretter

plassert i ulike tykkelser på toppen av det naturlige sedimentet for å simulere økende avstand fra deponiet. Følgende behandlinger ble benyttet: 0 mm (kontroll), 6, 10 og 14,5 mm. Hver behandling besto av 4 bokser. Etter at avgangsmassene var spredt i boksene ble de frosset igjen i 24 timer, slik at de kunne senkes til havbunnen uten at sediment ble spredt i vannmassene. Boksene ble tilfeldig fordelt i fire aluminiumsrammer, med ett replikat av hver behandling (inkludert kontroll) i hver ramme. Rammene ble plassert på flat havbunn ca. 10 m fra hverandre på 18–20 m dyp ved Fæg fjordholmen. Tau ble festet til hvert hjørne av rammen og

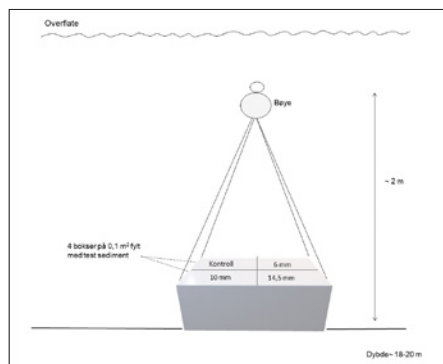


Seisma på feltarbeid i Repparfjorden (til venstre). Van Veen-grabb som ble benyttet til prøvetaking av sediment og bunndyr (til høyre).

Foto: Hilde Trannum

forbundet med en bøye ca. 2 meter over rammen. En skjematisk tegning av oppsettet er vist i figuren under.

Etter 15 måneder på havbunnen ble rammene lokalisert av dykkere som la et lokk på hver boks for å unngå

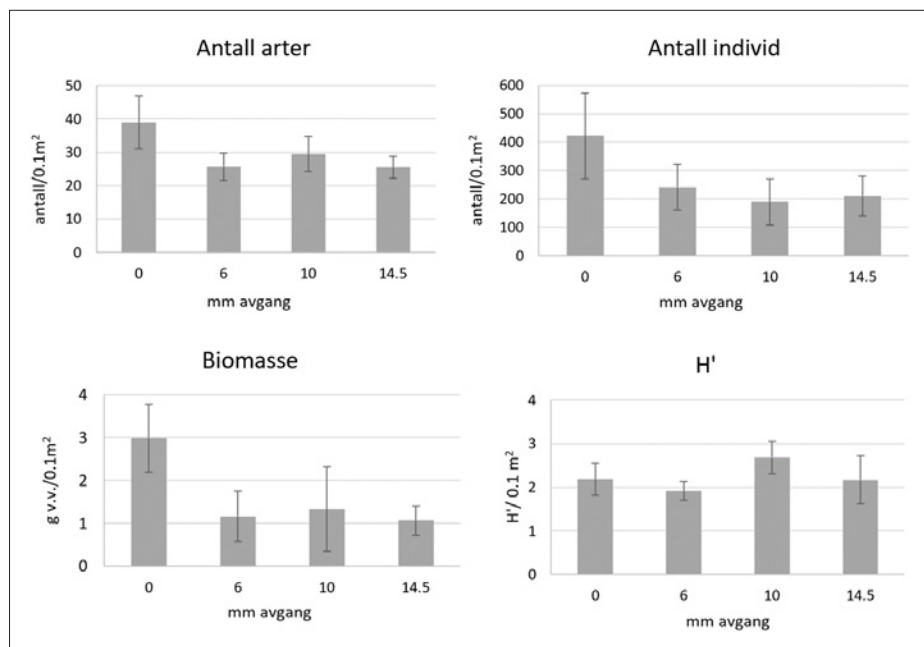


spredning av sediment når rammene ble tatt opp. Deretter ble rammene løftet opp i en båt med en kran. En eksperimentell periode på 15 måneder tillot en hel årlig syklus der yngel kunne etablere seg i boksene og ytterligere noen måneder for vekst. Etter innhenting ble sedimentet i hver boks siktet gjennom en 1 mm sikt for å samle opp bunndyrene. Disse ble veid og alle ble identifisert til art. Det ble også tatt ut sedimentprøver til analyse av metaller fra hver boks.

← Skjematisk fremstilling av rammene som ble plassert på sjøbunnen i rekoloniserings-forsøket.

De høyeste metallkonsentrasjonene ble målt i bokser med 10 eller 14,5 mm avgangsmasse. Tre av boksene med 6 mm avgangsmasse hadde ikke metallkonsentrasjoner som avvok fra de i kontrollboksene (0 mm avgangsmasse). Totalt ble 95 bunndyrsarter og 3588 individer registrert i boksene. Det ble registrert nyetablering av bunndyr i alle boksene, men et viktig funn var at det var en lavere re-etablering i bokser behandlet med gruveavgang enn i kontrollboksene. Både antall arter, antall individer og biomasse var lavere i de behandlede boksene. Leddormen *Dipolydora sp.* dominerte bunnfaunasamfunnet i boksene, men forekomsten var lavere i de behandlede boksene enn i kontrollboksene. I boksene med 14,5 mm avgangsmasse var det bare halvparten så mange *Dipolydora sp.* som i kontrollene. Andre arter som forekom i høyere antall i kontrollboksene enn i de behandlede var muslingene *Macoma calcarea*, *Parvicardium pinnulatum* og *Mya sp.*, og leddormen *Chone sp.*

Ulikhetene mellom behandlingene kan være forårsaket av giftighet på grunn av forhøyede nivåer av kobber eller andre metaller, og/eller



← Antall arter (artsrikdom), antall individer, biomasse og Shannon Wiener diversitetsindeks (H') registrert i hver behandling i felteksperimentet (gjennomsnitt pr. 0,1 m² +/- standardavvik). Stjerne indikerer behandling som var signifikant forskjellig fra kontrollen (0 mm avgangsmasse) (*p<0,05, også °p<0,1 er indikert).

ulikheter i sedimenttype (kornstørrelse, partikkelfasong (skarpe versus runde partikler)) eller lavt organisk innhold. Boksene med avgangsmasser hadde noe mer finkornet sediment enn kontrollboksene, noe som kan gi færre habitatnisjer som er egnet for bunndyr.

Konklusjoner og anbefalinger
Utlekkingstester indikerte at vannkonsentrasjoner av metaller som kan påvirke marine organismer først og fremst vil forekomme innen deponiområdet. Både feltstudiet og eksperimentet viste imidlertid at avgangsmasser fra kobbergruven påvirker bunndyrsamfunn og at effekter kan spores i lang tid etter avslutning hvis avgangsmassene ligger eksponert. Bunnfaunaen i det gamle deponiet var likevel forholdsvis artsrik, så det er usikkert hva endringene betyr for økosystemet. Faunaen innen det planlagte deponiet vil åpenbart påvirkes av de store mengdene avgangsmasser som avsettes (ved nedgraving), men også i randsonen der det avsettes tynnere lag kan visse effekter forventes. Resultatene indikerte at forhøyede kobber-konsentrasjoner er en viktig påvirkningsfaktor. Studiene har vist at det er viktig å forstå den komplekse sammenhengen mellom kjemi, biologi, og dynamikk i fjordsystemet for å evaluere påvirkning fra sjødeponering.

Siden feltstudiet viste at det er høye metallkonsentrasjoner i sedimentet flere tiår etter at deponering ble

avsluttet, med en svak, men langvarig effekt på bunndyrsamfunnet, anbefales det at fremtidige deponi ved avslutning dekket med marin leire eller andre egnede materialer.

Litteratur:

- Andersson, M., Finne, T.E., Jensen, L.K., Eggen, O.A. 2018. Geochemistry of a copper mine tailings deposit in Repparfjorden, northern Norway. *Sci. Tot. Environ.* 644: 1219–1231.
- Pedersen, K. B., Jensen, P. E., Sternal, B., Ottosen, L. M., Henning, M. V., Kudahl, M. M., Junntila, J., Skirbekk, K., Frantzen, M. 2017. Long-term dispersion and availability of metals from submarine mine tailing disposal in a fjord in Arctic Norway. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25: 32901–32912
- Pedersen, K.B., Jensen, P.E., Sternal, B., Ottosen, L.M., Henning, M.V., Kudahl, M.M., Junntila, J., Skirbekk, K., Frantzen, M. 2018. Long-term dispersion and availability of metals from submarine mine tailing disposal in a fjord in Arctic Norway. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 25: 32901-32912. doi: 10.1007/s11356-017-9276-y.
- Pedersen, K.B., Lejon, T., Evenset, A. 2022. Tailored leaching tests as a tool for environmental management of sea. *J. Mar. Sci. Eng.* 2022, 10, 405.
- Pedersen, K.B., Lejon, T., Jensen, P.E., Ottosen, L.M., Frantzen, M., Evenset, A. 2022. Impacts of climate change on metal leaching and partitioning for submarine mine tailings disposal. *Marine Pollution Bulletin.* 2022, 184, 114197.
- Ramirez-Llodra, E., Trannum, H.C., Andersen, G.S., Baeten, N.J., Brooks, S.J., Escudero-Oñate, C., Gundersen, H., Kleiv, R.A., Ibragimova, O., Lepland, A., Nepstad, R., Sandøy, R., Schaanning, M.T., Shimmield, T., Yakushev, E., Ferrando-Climent, L., Høgaas, P.H. 2022. New insights into submarine tailing disposal for a reduced environmental footprint: Lessons learnt from Norwegian fjords. *Mar. Pollut. Bull.* 174: 113150.
- Ramirez-Llodra, E., Trannum, H.C., Evenset, A., Levin, L.A., Anderson, M., Finne, T.-E., Hilario, A., Flem, B., Christensen, G., Schaanning, M.T., Vanreusel, A., 2015. Submarine and deep-sea mine tailing placements: A review of current practices, environmental issues, natural analogs and knowledge gaps in Norway and internationally. *Mar. Pollut. Bull.* 97: 13–35.
- Trannum, H.C., Pedersen, K.B., Renaud, P.E., Christensen, G.N., Evenset, A. 2023. Recolonisation and recovery of an Arctic benthic community subject to mine-tailings deposits. *Journal of Sea Research* 191 (2023) 102327.



Anita Evenset har PhD i økotoksikologi. Hun er avdelingsdirektør for miljøavdelingen i Akvaplan-niva, og har mange års erfaring

med forskning knyttet til spredning og effekter av forurensning.

E-post: aev@akvaplan.niva.no



Paul E. Renaud har PhD marinbiologi. Han er forsknings- og utviklingssjef for klima og miljø hos Akvaplan-niva, og har spesialkompetanse

innen arktisk økologi.

E-post: per@akvaplan.niva.no



Hilde C. Trannum har PhD marinbiologi. Hun er seniorforsker hos Norsk Institutt for Vannforskning med hovedkompetanse innenfor bløtbunns-

økologi. Hun har flere års erfaring fra forskning og overvåking på effekter av gruveavgang.

E-post: hilde.trannum@niva.no



Guttorm N. Christensen har Master i ferskvannsbibliologi. Han er forsknings- og utviklingssjef for kystnær industri hos

Akvaplan-niva, og har lang erfaring fra undersøkelser om forurensning i ferskvann og marint miljø, samt forskning og utredning på sjødeponier.

E-post: gnc@akvaplan.niva.no



Kristine B. Pedersen har PhD i kjemi. Hun er seniorforsker hos Akvaplan-niva med mange års erfaring med grunn-

forurensning og utlekkings tester.

E-post: kbo@akvaplan.niva.no

Barentshavet under oppvarming – sårbarhet og risiko for økosystemer

Raul Primicerio

Et varmere klima fører til raske temperaturendringer i Arktis, med hurtig tap av havis og endrede habitater for mange arter. Varmere havstrømmer og smelting av havis åpner samtidig for økt menneskelig tilstedeværelse og bruk av arktiske havområder. Slike endringer påvirker hvordan arktiske økosystemer eksponeres for miljøstressorer, og fører til økt sårbarhet i disse systemene. Man ser dermed et tydeligere behov for en mer klimatilpasset forvaltning.

Klimaoppvarming og globale miljøendringer legger økosystemer over hele jordkloden under sterkt press. Sammenliknet med mange andre steder i verden foregår disse endringene raskere i Arktis, og samtidig står man overfor en mer utfordrende oppgave med å vurdere, forutsi eller minimere konsekvenser av miljøendringer her på grunn av mangel på kunnskap og data. Uten langsiktige økosystemstudier til å informere oss, har vi et hull i den vitenskapelige kunnskapen, og mangler i stor grad et grunnlag for vurdering av endring, eller referanser for hvordan vi skal restaurere disse økosystemene.

Samtidig er det økende enighet i det internasjonale samfunnet om at man må se på forvaltning i et mer helhetlig perspektiv, og sette hele økosystemer i fokus. Målet med en økosystemtilnærming til forvaltning

er å bevare robuste økosystemer som kan takle presset fra menneskelige aktiviteter. Utfordringen er da å finne hvilke egenskaper ved et økologisk system som påvirker dets sårbarhet for miljøstress. Kunnskap om disse egenskapene vil danne et viktig grunnlag for det vi kaller en *økosystembasert forvaltning*.

En slik tilnærming krever et betydelig kunnskapsgrunnlag om økosystemet, som foreløpig er manglende for de fleste arktiske områder. I dag har man en begrenset kunnskap om økosystemets funksjon og sårbarhet, og om romlig økologi i arktiske områder. Det er dermed utfordrende å få til økosystembasert forvaltning i praksis, selv om det de senere årene har blitt påkrevd for eksempel i utforming av marine verneområder. Internasjonal koordinering av marine styresett og reguleringer i internasjonalt farvann, slik som Polhavet, er i tillegg utfordrende. Barentshavet er

ett av de få velstuderte økosystemene i nord der økosystemovervåking danner grunnlaget for en bærekraftig forvaltning. Ny kunnskap om hvordan klimaendringer påvirker sårbarhet i Barentshavet vil bidra til en mer klimatilpasset forvaltning i arktiske havområder.

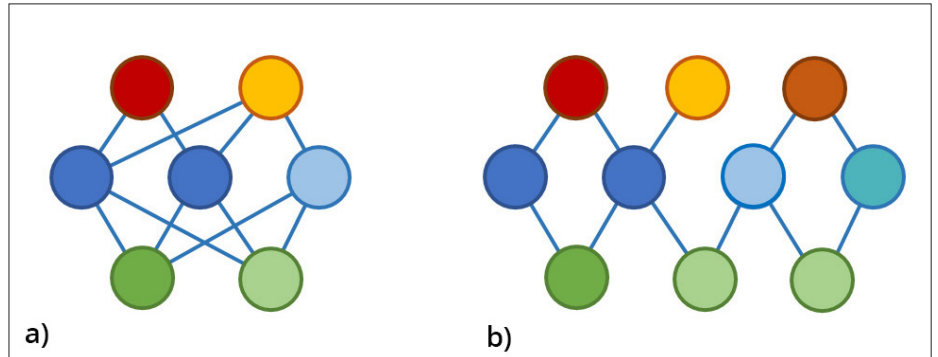
Hvordan fremme robuste arktiske marine økosystemer?

Selv om tilpasningsevnen til et økosystem er vanskelig å karakterisere og kvantifisere, vet vi at biologisk mangfold bidrar til det. Forskjellige økosystemer kan fortsatt fungere til tross for tap eller utbytting av noen av artene i systemet. Følsomhet for forstyrrelser avhenger av *økosystemresistens* (stabilitet og motstandskraft), eller tendens til å returnere til utgangspunktet. Mer stabile og motstandsdyktige økosystemer er mindre følsomme og derfor mindre sårbare for forstyrrelser. Den

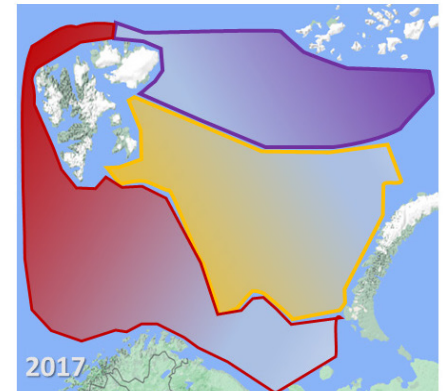


Et fargesprakende økosystem på sjøbunnen og en fiskestim i åpne vannmasser i Saltstraumen.

Foto: Erling Svensen



↑ Næringsnettrepresentasjon av økosystemer. Sirkler representerer arter, og linjer viser hvem som spiser hvem. Økosystemet som er avbildet i panel a) forventes å være mer sårbart for miljøforstyrrelser fordi det har færre arter med liten funksjonell overlapp (lik farge innebærer lignende funksjon), og det er mindre modulært enn økosystemet i panel b). I panel b) samhandler ikke arter på venstre side med de til høyre.



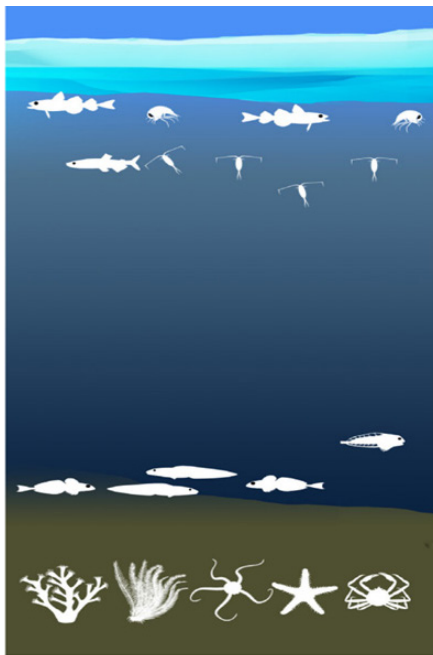
↗ Atlantifisering og endringer i fiskeutbredelser i Barentshavet. Sørlige boreale arter har trukket nordover fra 2004 til 2017. Den røde linjen viser utbredelse av atlantiske fiskearter og den lille linjen viser utbredelse av arktiske fiskearter. Den gule linjen viser fisker med utbredelse sentralt i Barentshavet.



→ Endringer i antall næringstilkoblinger hos fisk i Barentshavet fra 2004 til 2017. Flere næringstilkoblinger innebærer at enkeltarter spiser mange ulike byttedyr og at næringsnett blir mer sammenkoblet. I fargeskalaen markerer gult områder med færrest slike koblinger, og mørkeblått viser områder med flest koblinger.

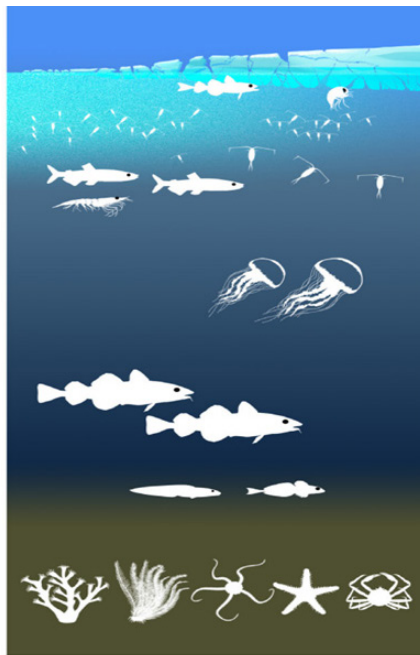
tekniske definisjonen av *resiliens*, som en tendens til å gå tilbake til en opprinnelig tilstand etter forstyrrelser, er noe snever i forhold til dens mer dagligdagse bruk. Økologer og miljøforvaltere bruker ofte en mindre teknisk tolkning av resiliens, og side-stiller det med *robusthet*, altså evnen til å ikke bli påvirket av miljøstress og å tilpasse seg miljøendringer.

Det er viktig å kunne iverksette disse ideene hvis vi ønsker å vurdere og håndtere økosystemsårbarhet. Det presserende behovet for bærekraftig fiske har fremmet en pragmatisk



tilnærming til økosystembasert forvaltning i akvatiske økosystemer. Selv om verktøyene for en økosystemtilnærming til fiskeriforvaltning fortsatt er under utvikling, kan vi allerede fokusere vår forskning og forvaltning på egenskaper som er kjent for å påvirke robustheten til økosystemene.

Et økosystem vil for eksempel være mer sårbart for miljøstress fra fiskeri og andre menneskelige aktiviteter hvis den samlede påvirkningen rammer mange arter. Miljøstress sin direkte påvirkning på én art kan nå



Klimaoppvarming og borealisering i Arktis. Økt temperatur, tap av havis og endringer i produksjon fører til gunstigere forhold i Arktiske marine økosystemer for boreale arter som små hoppekreps, maneter, torsk og andre fiskearter.

andre arter indirekte i et økosystem, for eksempel gjennom predasjon. Å fremstille økosystemet som et næringsnett hjelper til å finne ut hvilke arter som kan rammes av miljøstress indirekte. Hvis et næringsnett er *modulært* (slik som i panel b) i figuren øverst på forrige side), der arter kun er koblet med få andre arter gjennom predasjon, vil indirekte effekter av miljøstress på én art bare spre seg til et fåtall andre arter i økosystemet.

Når noen arter blir rammet av miljøstress vil økosystemet fortsatt være i stand til å fungere, så lenge det finnes andre arter som kan fylle de samme økosystemfunksjonene, som for eksempel det å overføre næring fra planter eller alger lenger opp i næringskjeden til fisk eller fugl. Arter som har liknende funksjoner i et økosystem sørger for at det finnes en viss funksjonell *redundans*, slik at hvis én art går tapt kan en annen art dekke samme funksjon. Med lav redundans, kan tap av én art innebære at det ikke blir noen næringsoverføring til verken fugl eller fisk.

Miljøstress kan forårsake tap av enkelte arter og funksjoner, men et økosystem vil fortsatt være i stand til å fungere hvis det har et mangfold av arter med andre økosystemfunksjoner. Et økosystem med høyt funksjonelt mangfold kan tilpasse seg til miljøendringer og tap av arter med å endre hvordan det fungerer, for eksempel gjennom endringer i hvilke næringskjeder som opptrer som de viktigste.

Hvis egenskapene ovenfor kan kvantifiseres i arktiske økosystemer, kan de overvåkes og innlemmes i økosystembasert forvaltningspraksis. Vår egen forskning på robustheten og motstandskraften til Barentshavets økosystem gir oss grunn til å være moderat optimistiske. Dataene som vi baserer vårt pågående arbeid på ble produsert av Barentshavets økosystemundersøkelse, som involverer en stor innsats fra mange russiske og norske ekspertforskere. Det internasjonale samarbeidet for en bærekraftig forvaltning av Barentshavet og av andre arktiske marine økosystemer rammes i dag av konflikt og sanksjoner, som gjør det videre samarbeidet vanskelig.

I tillegg til å fokusere på strukturelle egenskaper ved økosystemer knyttet til deres sårbarhet, kan vi vurdere robusthet ved å analysere økologiske data fra flere tiår tilbake. Saktere tilbakevending til opprinnelig økosystemtilstand etter forstyrrelser innebærer lavere motstandskraft og er et tydelig varselsignal om økt sårbarhet. For mange arktiske økosystemer kan denne tilnærmingen være veien til fremtiden, for foreløpig er langsiktige økologiske data sjeldne. For tiden er det få studier som er tilstrekkelig omfattende til å gi god nok informasjon til beslutningstakere, og de sparsomme dataene om arktiske systemer tvinger oss til å stole på ekspertvurderinger for økosystembasert forvaltning. Men ekspertvurdering er bare pålitelig når den er basert på økologisk forståelse.

Økologisk forskning og økosystembasert forvaltning i Arktis vil måtte utvikle seg sammen.

Atlantifisering og omorganisering av økosystemer

Klimaendringer rammer miljøet i polare områder hardest, og havmiljøet er ingen unntak med rask oppvarming av vann og tap av havis. *Atlantifisering* er endringer som skjer ved at varmere og saltere atlantisk vann sprer seg nordover og inn i polhavet. Dette resulterer i et arktisk marint miljø som er dypt modifisert. Mens innkommende sørlige, boreale arter opplever et mindre utfordrende miljø og økt matproduksjon og -tilgang, er arktiske arter utsatt for utfordrende miljøforhold og tap av habitat. Noen av de mest gjennomgripende økologiske endringene knyttet til atlantifisering er tap av havis som bryter ned is som leveområde. Havis er et viktig særegent habitat for mange arktiske arter som er avhengige av is for tilgang til mat og for reproduksjon. Eksempelvis spiser polartorsken små krepsdyr som lever inne i isen, og sel reproducerer på isen. Tap av havis er dermed ødeleggende for de arktiske artene som er knyttet til isen.

Den boreale faunaen som forflytter seg nordover fører til en blanding av innbyggere i det nordlige Barentshavet: Boreale arter av hoppekreps utvider seg nordover, kanskje på bekostning av sine større arktiske slektninger, maneter øker i området, og høyere planktonproduksjon (for

eksempel av krill) understøtter en økning av planktonspisende fisk (for eksempel lodde og makrell). Spesielt om sommeren trekker store vandrende fisker som torsk og hyse inn i det nordlige Barentshavet favorisert av den økte matproduksjonen i åpne vannmasser. De arktiske fiskeartene, slik som ålekvabbe og andre små bunnlevende arter, må plutselig tåle et dårligere egnet habitat og økt konkurranse fra boreale fiskeinntrengere.

Atlantifisering letter arktisk kolonisering av boreale arter ved å øke transport av små arter og larver med havstrømmer. Ved oppvarming kommer det flere rovdyrarter som lever av mange byttedyrtyper, slik som torsk.

Selv om biologisk mangfold for tiden øker i Arktis, takket være den raske tilførselen av boreale arter, er dette sannsynligvis en overgangsfase som muligens kan bli fulgt av en nedgang drevet av tap av arktiske arter. Spesielt er atlantifikasjonsrelaterte miljøendringer ugunstige for mange arktiske arter som lider av tap av ishabitat, økte temperaturer, og endring i mattilgang i løpet av sesongen.

Tilførsel av boreale arter og lokalt tap av arktiske arter fører til endrede forhold i næringsnettene, der noen koblinger er nyetablerte, og andre går tapt. Alarmerende nok reorganiserer selve det arktiske næringsnettene seg, og utfordrer våre evner til å forstå og forutsi den økologiske konsekvensen

av samlede påvirkninger. Arktiske næringsnett har tidligere vært modulære og lite sammenkoblet (som vist i figuren øverst på side 37), og dermed mindre utsatt for indirekte effekter av miljøstress. Med atlantifisering og den påfølgende borealiseringen av Arktis blir næringsnettene stadig mer sammenkoblet og sårbare, på grunn av de mange nye næringsforbindelsene som er etablert av innkommende arter.

De nyankomne boreale artene som bosetter seg i arktiske farvann har ulik atferd og andre funksjoner enn de lokale arktiske artene i økosystem-sammenheng. De arktiske fiskesamfunnene som tidligere var dominert av små spesialiserte bunndyr, opplever nå en økende betydning av boreale fiskearter som har en mye bredere diett. Disse boreale artene lever typisk av mange byttedyr. De nylig tilførte funksjonelle egenskapene som de boreale artene fører med seg påvirker funksjonell karakter og mangfold i havøkosystemet. Funksjonell omorganisering forventes også blant mindre bevegelige arter, som bunndyr og virvelløse dyr. Man ser det allerede i arktiske kystsamfunn der store tarearter overtar.

For å oppsummere, det stadig mer sammenkoblede arktiske næringsnett gir opphav til nye veier for energi og materialflyt, men er også i økende grad utsatt for mer omfattende effekter av miljøforstyrrelser som styres av næringsnettkoblinger. Slike endringer gjør økosystemene mer

sårbare. *Funksjonelt mangfold*, som påvirker økosystemets tilpasnings-evne til endrede miljøforhold, har økt i Arktis på grunn av tilførsel av nye egenskaper fra boreale arter. *Funksjonell redundans*, som påvirker økosystemets bufferkapasitet til artstap, har også endret seg, med distinkte funksjonelle kategorier som viser motsatte trender. Arktisk næringsnetts *modularitet*, som påvirker spredningen av forstyrrelseseffekter over økosystemet, har gått ned. Samlet sett går den observerte endringen i disse økosystemegenskapene i retning av økt kapasitet til å tilpasse seg oppvarming og atlantifisering, på bekostning av arktiske arter, og økt følsomhet for miljøforstyrrelser, som under klimaoppvarming forventes å øke både i hastighet og omfang.

Økosystemtilnærming i Arktis i praksis

Flere utfordringer står i veien for å få en fremgang når det gjelder en økosystemtilnærming til forvaltning i arktiske marine økosystemer. Vitenskapelig spesialisering, mangel på økologiske data og kunnskap, og raske økosystemendringer forårsaket av klimaoppvarming er utfordringer som ble diskutert ovenfor. Andre utfordringer er forårsaket av fragmenterte forvaltningsregimer og styresett, begrenset internasjonalt samarbeid der økosystemer krysser landegrensener, og mangelfull regulering og lovverk i internasjonale farvann, slik som nevnt for Polhavet. En økosystemtilnærming praktiseres

i dag i forbindelse med romlig planlegging og forvaltning av marine områder, der helhetlige vurderinger av økosystemtilstand blir tatt hensyn til for å identifisere og overvåke sårbare og vernede områder.

Romlig forvaltning bidrar til å redusere den samlede påvirkningen av menneskelige aktiviteter på økosystemer, og begrenser samtidig arealkonflikter. Arealkonflikter oppstår når ulike sektorer, som oppdrettsnæring, fiskeri, olje- og gassnæring, påvirker hverandres virksomhet negativt. Da rammer ulike endringer miljøet, ressurser og økosystemtjenester i ett marint område. En økosystemtilnærming i romlig forvaltning hjelper til å vurdere risiko for samlet påvirkning på økosystemtilstand, ressurser og tjenester, og kan belyse mulige årsaker for hvordan en arealkonflikt har oppstått.

En *samforvaltning*, som tar hensyn til alle relevante sektorer og deres påvirkning på ressurser og miljøet, brukes hovedsakelig i forbindelse med romlig planlegging. Vanlig forvaltningspraksis i dag er fortsatt sektorspesifikk, og tar hensyn til enkelte deler av økosystemet uten å se på disse i sammenheng. Fiskeriforvaltning fokuserer på fiskebestander, olje- og gassnæringen ser på bunndyr, og ingen ser på økosystemet og samlet påvirkning. Endringer i lovverk og nye politiske direktiver vil hjelpe på vei til samforvaltning og legge til rette for en økosystembasert forvaltning

i framtiden. Men det haster, for arktiske økosystemer er sårbare og er utsatt for økende miljøstress som følge av raske klimaendringer. De raske endringene og kunnskapshullene som er nevnt i denne artikkelen inviterer til en føre-var tilnærming for å få til bærekraftig forvaltning i arktiske havområder.

Litteratur:

- Fossheim, M., Primicerio, R., Johannessen, E., Ingvaldsen, R., Aschan, M., Dolgov, A. 2015. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the western Arctic. *Nature Climate Change* 5: 673–677. doi:10.1038/nclimate2647
- Frainer, A., Primicerio, R., Kortsch, S., Aune, M., Dolgov, A.V., Fossheim, M., Aschan, M. 2017. Climate-driven changes in functional biogeography of Arctic fish communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS* 114: 12202-12207. doi: 10.1073/pnas.1706080114
- Ingvaldsen, R.B., Assman, K.M., Primicerio, R., Fossheim, M., Polyakov, I.V., Dolgov, A.V. 2021. Physical manifestations and ecological implications of Arctic Atlantification. *Nature Reviews Earth and Environment* 2: 874-889. doi: 10.1038/s43017-021-00228-x
- Kortsch, S., Primicerio, R., Fossheim, M., Dolgov, A., Aschan, M. 2015. Climate change alters the structure of arctic marine foodwebs due to poleward shifts of boreal generalists. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 282 (1814): 20151546. doi: 10.1098/rspb.2015.1546

Pecuchet, L., Blanchet, M-A., Frainer, A., Husson, B., Jørgensen, L.L., Kortsch, S., Primicerio, R. 2020. Novel feeding interactions amplify the impact of species redistribution on an Arctic food web. *Global Change Biology* 26: 4894-4906. doi: 10.1111/gcb.15196



Raul Primicerio er professor i økologi og evolusjon ved UiT Norges Arktiske Universitet. Han er seniorforsker og rådgiver ved Hav-

forskningsinstituttet, og samarbeider i ICES ekspertgrupper om økosystemvurdering. Primicerio jobber med økologiske effekter av klimaendringer og med samlet påvirkning i flere nasjonale og EU prosjekter og er leder av forskningsprogrammet CLEAN ved Framsenteret. E-post: raul.primicerio@uit.no

Menneskelige aktiviteter og pelagiske sjøfugler i avsidesliggende marine farvann: ute av syne, ute av sinn?

Arnaud Tarroux, Marie-Anne Blanchet, Jens Boldingh Debernard, Sébastien Descamps, Per Fauchald og Hallvard Strøm

Mange av sjøfuglbestandene verden rundt går kraftig ned, uten at vi helt forstår hvorfor. Pelagiske sjøfugler bruker store deler av livet langt ute på havet, helt ute av syne. Sporingmetoder av både sjøfugl og menneskelige aktiviteter gjør det nå mulig å undersøke hvor og når sjøfuglene kan være mest sårbare. I prosjektet SEAstress ser vi på disse problemstillingene over hele Nord-Atlanteren.

Arktiske og nordlige havområder er blant de mest utsatte for globale klimaendringer, og økosystemer her endres raskt. Miljøfotavtrykket fra menneskelige aktiviteter øker stadig, med både høyere intensitet og større areal som blir berørt. For å kunne gjennomføre fornuftige og effektive tiltak i forhold til marin arealplanlegging (såkalte Marine Spatial Planning, på engelsk), trenger vi kunnskap om hvor, når, og i hvor stor grad disse aktivitetene kan påvirke økosystemene. Arealplanlegging i marine områder har en tendens til å være statisk, og det kan være utfordrende å ta hensyn til faktorer som stadig er i forandring. For eksempel vil den kraftige reduksjonen av havisdekket i Arktis påvirke det marine biomangfoldet

og samtidig åpne for nye muligheter til menneskelig bruk av naturens ressurser i disse fjerne områdene. Hvordan vil da økosystemene reagere på klimaendringer og økt trykk fra menneskelige aktiviteter? Hvordan kan vi skape verneområder som er effektive i slike omstendigheter? For å kunne undersøke disse problemstillingene trenger vi først og fremst å kartlegge den nåværende situasjonen. Som Primicerio også poengterer i sin artikkel i dette heftet, vet vi imidlertid fortsatt veldig lite om hvordan menneskelige aktiviteter påvirker biomangfold, og hvor sensitive de forskjellige artene kan være til ulike industrielle aktiviteter og deres samlede effekter. Og vi vet heller ikke så mye om hvor stor overlapp det er mellom disse aktivitetene og det

marine biomangfoldet, spesielt i avsidesliggende farvann, langt unna kysten og bebodde områder.

Prosjektet SEAstress har som hovedmål å beregne og kartlegge overlapp mellom sjøfugl og storskala menneskelige aktiviteter (industrielt fiskeri og skipstrafikk) over hele Nord-Atlanteren, inkludert arktiske strøk. Denne studien vil legge grunnlaget for videre studier om sjøfugls sårbarhet knyttet til menneskelige aktiviteter, og gi oss kunnskap som er nødvendig for å få til et effektivt vern av naturen og god marin arealplanlegging.

De fleste sjøfuglbestandene minker i skremmende fart, både i Norge og i resten av verden. Mens årsaksbildet er sammensatt, tyder mye på at en

stor del av forklaringen kan finnes i selve havet. Vi vet nå at menneskeskapte klimaendringer har store konsekvenser for det fysiske miljøet, for eksempel et varmere og surere hav, som igjen er knyttet til nedgangen i flere sjøfuglbestander. I tillegg kan også menneskelige aktiviteter ha negative effekter på sjøfugl, både direkte og indirekte. Noen av disse er industrielle aktiviteter knyttet til tettbebygde områder, som for eksempel vindmølleparker i Nordsjøen og langs kysten. Andre aktiviteter kan spre seg utover hele Nord-Atlanteren, slik som fiskeri eller skipstrafikk. Selv om sjøfugl er tett knyttet til kystområdene i hekkesesongen (typisk fra mai til august), vil mange arter spre seg utover store havområder resten av året. For de norske bestandene kan overvintringsområdene være langt ute i Nord-Atlanteren, men likevel være utsatt for menneskelige aktiviteter. Hva som skjer med sjøfuglene i disse områdene og i disse periodene er i stor grad ukjent, ettersom områdene både er vanskelige å komme til og å jobbe i, for å kunne gjennomføre forskningsaktiviteter i praksis. Derfor er vi avhengige av metoder og tilnærminger som gjør det mulig å samle inn data uten å være til stede. En av disse metodene er sporing, som kan gjennomføres ved å påmontere små elektroniske enheter som samler forskjellige typer data og gjøre det mulig å beregne posisjoner til enkeltindivider med regelmessige tidsintervaller.



Skipstrafikk har økt de siste årene som følge av høyere kommersiell aktivitet verden rundt, men også av økende turisme, spesielt i nordlige områder. Her en turistbåt som nærmer seg sjøfuglkolonien Alkefjellet, på Svalbard.

Foto: Arnaud Tarroux



Polarlomvi (*Uria lomvia*), til venstre, og krykkje (*Rissa tridactyla*), til høyre, er to av de seks pelagiske sjøfuglene som er sporet i prosjektet SEATRACK. De representerer to veldig forskjellige typer av beitestrategi hos sjøfugl: polarlomvi svømmer ekstremt bra og dykker flere titalls meter for å hente fisk, mens krykkje blir på overflaten og dykker ikke. Disse individene er fra kolonien Alkefjellet, på Svalbard.

Foto: Arnaud Tarrow

Sporing av sjøfugl over hele Nord-Atlanteren

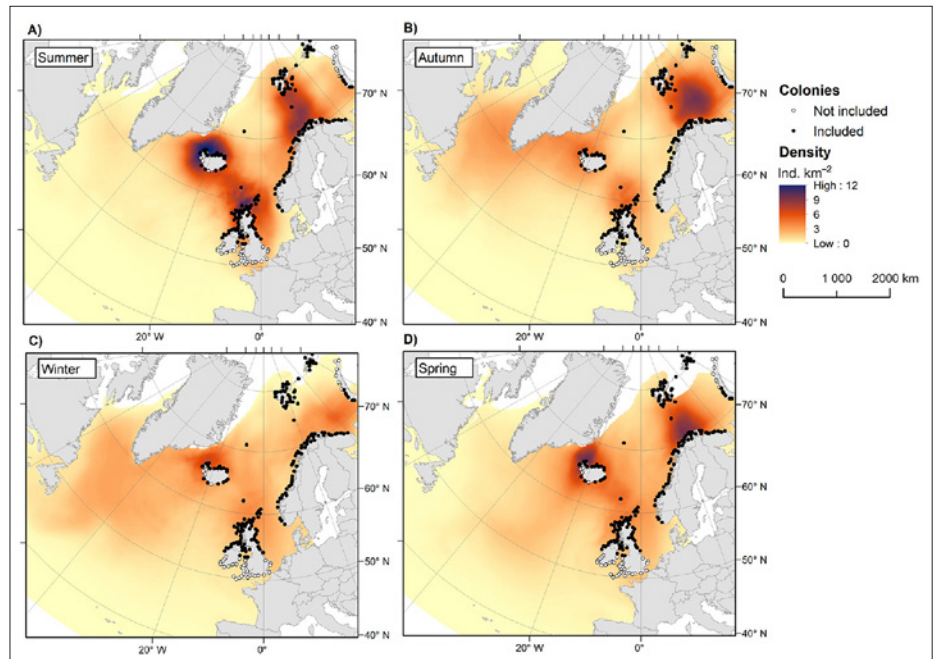
I SEAstress bruker vi resultater fra prosjektet SEATRACK som siden 2014 har jobbet med å utvikle et av verdens mest detaljerte og standardiserte datasett over utbredelsen av sjøfugl i Nord-Atlanteren. Datasettet ble utviklet basert på sporingsdata ved bruk av såkalte lysloggere (se faktaboks på xx side), og består av månedlige kart som beskriver den romlige fordelingen av sjøfugl i Nordøst-Atlanteren. SEAstress fokuserer på de seks mest tallrike pelagiske artene: havhest (*Fulmarus glacialis*), krykkje (*Rissa tridactyla*), lomvi (*Uria aalge*), polarlomvi (*Uria lomvia*), alkekonge (*Alca alle*) og lunde (*Fratercula arctica*). Sporingsdata kommer fra kolonier i Russland, Norge (inkl. Svalbard og Jan Mayen), Storbritannia, Færøyene, Island, Grønland og Canada.

Selv om de er tallrike, er fire av de seks pelagiske artene oppført på den Europeiske rødlista som følge av bestandsnedganger: Havhest er klassifisert som sterkt truet (EN), krykkje er klassifisert som sårbar (VU), lomvi som nær truet (NT) og lunde som sterkt truet (EN). Alle de seks artene er pelagiske sjøfugler, det vil si fugler som tilbringer det meste av livet i åpent hav eller langs kysten, og alle har høy levealder. Samtidig har de forskjellige plasseringer i næringskjeden og ulike beitestrategier. Det forventes derfor at de vil være representative for ulike mønstre av

habitatbruk samt vise ulike responser til både endringer i det marine miljøet og stressfaktorer slik som menneskelige aktiviteter. SEATRACK-datasettet gir oss enestående muligheter til å undersøke hvor sjøfugl befinner seg året rundt, samt kartlegge deres vinterbeiteområder eller trekkruiter.

Menneskelige aktiviteter når langt ut på havet – fiskeri og skipstrafikk

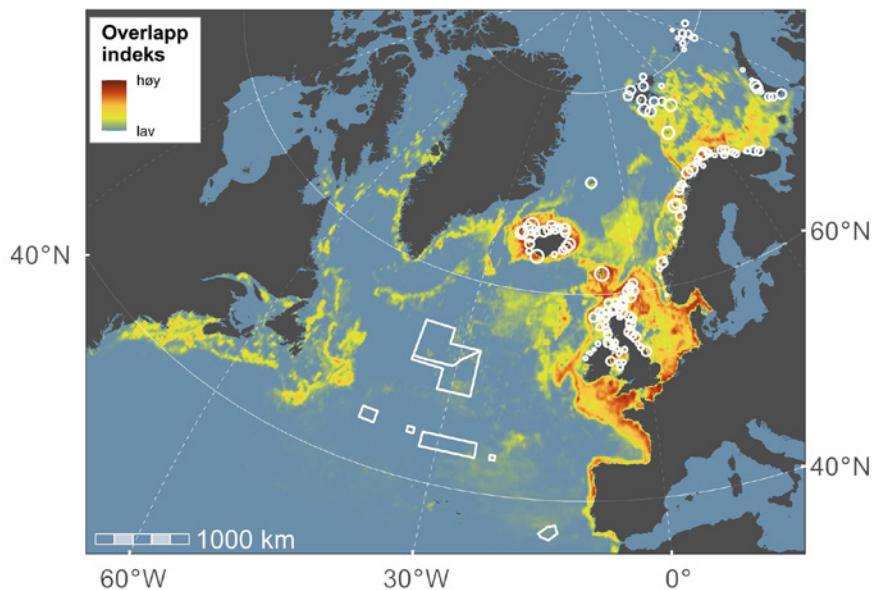
Menneskelige aktiviteter er kystnære farvann er naturligvis relativt mye enklere å overvåke enn aktiviteter i avsidesliggende og internasjonale havområder. Kommersiell skipsfart og industrielt fiskeri er sannsynligvis de to mest intensive



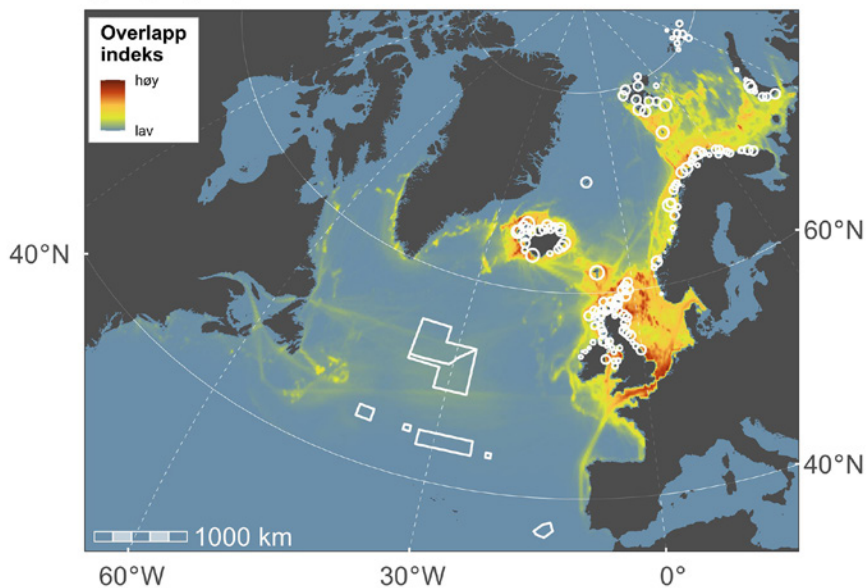
Utbredelse av de 6 nordøst-atlantiske pelagiske sjøfuglartene i (A) hekkeperiode sommerstid (mai–juli), (B) trekkperiode høst (august–oktober); (C) overvintringsperiode vinterstid (november–januar), og (D) trekkperiode vår (februar–april). Svarte sirkler: Nordøst-atlantiske kolonier inkludert i tetthetsestimaterne; hvite sirkler: Nordøst-atlantiske kolonier ikke inkludert. Kartene representerer 23,5 millioner voksne pelagiske sjøfugler som hekker i Nordøst-Atlanteren (86,6 % av totalt 27,2 millioner fugler). Fargeskalaen viser tettheten av fugler spådd av artsfordelingsmodellene på en lineær skala fra 0–12 fugler per kvadratkilometer.

Illustrasjon: Fra Fauchald et al. 2021.

Sjøfugl og fiskeriaktivitet



Sjøfugl og skipstrafikk



pågående menneskelige aktivitetene i disse områdene. De kan begge ha betydelige direkte og indirekte effekter på dyrelivet, inkludert sjøfugl, for eksempel ved forurensning, forstyrrelser, bifangst, og konkurranse om de samme matkildene. Alle disse faktorene kan føre til økte stressnivåer, eller til og med dødelighet. Derfor ønsket vi å sette søkelys på skipstrafikk og fiskeri i SEAstress.

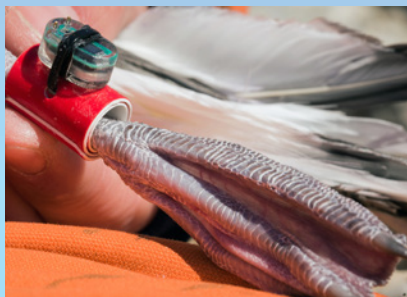
Det er i dag mulig å spore skip og deres aktiviteter på havet verden rundt. Fartøyer som er utstyrt med et automatisk identifikasjonssystem (på engelsk *Automatic Identification System*, eller AIS) som antikollisjons-hjelpemiddel sender GPS-posisjoner sammen med en identifiseringskode

↖ Gjennomsnittlig månedlig overlappindeks (log-skala) mellom pelagiske sjøfugler og fiskeriaktivitet i Nord-Atlanteren. Kartet viser også internasjonale verneområder (hvite polygoner) og de sjøfuglkoloniene hvor dataene kommer fra (hvite sirkler, med størrelsen proporsjonal til antall individer). Overlappindeksen er sammenlagt for alle de seks artene.

← Gjennomsnittlig månedlig overlappindeks (log-skala) mellom pelagiske sjøfugler og skipstrafikk i Nord-Atlanteren. Kartet viser også internasjonale verneområder (hvite polygoner) og de sjøfuglkoloniene hvor dataene kommer fra (hvite sirkler, med størrelsen proporsjonal til antall individer). Overlappindeksen er sammenlagt for alle de seks artene.



Lysloggere



Lysloggere brukes i dag i stor skala for å studere bevegelsesmønstre og utbredelse hos sjøfugl og andre dyr. En lyslogger er en liten elektronisk enhet som kan festes til fugl ved hjelp av en fotring. Loggeren inneholder en lyssensor og en klokke, og veier som regel 2–4 gr. Den registrerer lysintensitet gjennom døgnet og kan ut fra klokkeslett og daglengde gi grove beregninger på henholdsvis hvilken lengde- og breddegrad fuglen befinner seg på.

til stasjoner på land. Signalene sendes gjennom både land- og satellittbaserte kommunikasjonssystemer som deretter lagres i store databaser, noe som gjør det mulig å undersøke disse aktivitetene i ettertid. AIS systemet brukes av de fleste fartøyer over 300 bruttotonn. I tillegg skal fiskefartøyer som er over 15 meter ha AIS-system ombord.

Kombinert bruk av storskala sjøfugl datasett sammen med data om skipsfart og fiskeriaktivitet, gjør det mulig å beregne hvor mye overlapp det er mellom disse aktivitetene og sjøfuglenes tilstedeværelse gjennom året. Med andre ord kan vi nå identifisere de kritiske områdene der sjøfuglene vil være mest utsatt. Vi ser at pelagiske sjøfugler generelt sett er utsatt for menneskelige aktiviteter i store deler av sitt leveområde, men det er store romlige variasjoner. Overlappen er spesielt intens i Barentshavet og Nordsjøen, samt langs kysten av Island og Storbritannia, og i farvann rundt Færøyene. Dette mønsteret gjelder både overlapp med fiskeri og skipstrafikk. I tillegg er overlappen med fiskeri relativt høy i de vestlige sonene av Nord-Atlanteren, langs den nordamerikanske kysten og rundt Newfoundland. Disse sonene er overvintringsområder for flere arter, blant annet krykkje, og har derfor en særlig viktig rolle i sjøfuglenes livssyklus: negative effekter som oppstår i disse periodene kan ofte påvirke hekkesuksess og overlevelse til neste hekkesesong. Vi ser også at overlapp mellom sjøfugl og både fiskeri og skipsfart er relativt lav i de store internasjonale verneområdene sentralt i Nord-Atlanteren.

Planen videre er å undersøke hvordan denne eksponeringen endrer seg over tid, gjennom hele året. Det dynamiske aspektet er særlig viktig, spesielt i forhold til de nåværende, statiske internasjonale verneområdene.

Noen områder langs den europeiske kysten viser veldig intensiv overlapp gjennom hele året, mens for andre områder, som for eksempel øst for Newfoundland, er det store forskjeller mellom sommer- og vintermåned. Om vinteren oppholder mange av disse sjøfuglebestandene seg der. Effektivt vern av slike bestander bør derfor ta hensyn til de forskjellige områdene hvor de er utsatt for menneskelige aktivitet gjennom året.

Behandling av store datasett er verdifullt også til videre bruk

Her brukte vi to omfattende datasett basert på AIS-data (automatisk identifikasjonssystem), og som dekker hele Atlanterhavet over flere år, fra 2016–2020. Det ene datasettet gir oss intensitet i skipstrafikk per rute for alle kommersielle fartøyer utstyrt med AIS-system, mens det andre datasettet «Global Fishing Watch») gir oss opplysninger om antall timer fisket med forskjellige fiskeredskap. AIS-datasettet som omfatter skipsfart, er svært tungt å håndtere som følge av den enorme mengden av data det inneholder. Dataene fikk vi inn i en versjon som var nokså uprosessert, og deretter brukte vi mye tid på å formattere, filtrere, og rengjøre datasettet. Dette har likevel vært en verdifull innsats som åpner for mange muligheter til å bruke datasettet for å løse andre problemstillinger, som for eksempel hvordan effekten av undervannsstøy fra skipstrafikk kan

påvirke vokalisering av hval. Resultatene og metodene som vi bruker i SEAstress er relevante, og brukes nå i forbindelse med flere andre prosjekter, som for eksempel CLEAN (FRAM-Program) eller MARCIS hvor forskerne ser på samlede effekter av ulike stressorer på biomangfold.

Litteratur:

Global Fishing Watch (<https://globalfishingwatch.org>)

SEATRACK (www.seapop.no/seatrack)

MARCIS (<https://www.nina.no/english/Sustainable-society/Marcis>)

Aniceto, A.S., Ferguson, E.L., Pedersen, G. m.fl. 2022. Temporal patterns in the soundscape of a Norwegian gateway to the Arctic. *Sci Rep* 12, 7655.

Fauchald, P., Tarroux, A., Amélineau, F., Bråthen, V.S. m.fl. 2021. Year-round distribution of Northeast Atlantic seabird populations: applications for population management and marine spatial planning. *Mar Ecol Prog Ser* 676:255-276. (<https://doi.org/10.3354/meps13854>)



Arnaud Tarroux er forsker i økologi ved Norsk Institutt for Naturforskning, og jobber blant annet med samlede effekter av menneskelige

aktiviteter på sjøfugl.

E-post: arnaud.tarroux@nina.no



Sébastien Descamps er sjøfuglforsker ved Norsk polarinstituttet. Han fokuserer på sjøfugldemografi og bestandsdynamikk i

forhold til miljøendringer.

E-post: sebastien.descamps@npolar.no



Marie-Anne Blanchet jobber med romlig økolog ved Norsk polarinstituttet. Hun fokuserer på Arktiske arter romslige strategier i

forhold til miljøendringer.

E-post: marie-anne.blanchet@npolar.no



Per Fauchald er seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA). Sammen med Anita Evenset var han med å

opprette og lede MIKON. Han er marinøkolog og har i mange år jobbet med tverrfaglig forskning knyttet til miljø og bærekraft.

E-post: per.fauchald@nina.no



Jens Boldingh Debernard er havforsker ved Meteorologisk institutt og jobber med modeller og fremtidsscenarier for

sjøis og Arktisk klima.

E-post: jensd@met.no



Hallvard Strøm er seksjonsleder og forsker ved Norsk Polarinstituttet. Han er sjøfugløkolog med fokus på populasjonsdynamikk, utbredelse

og miljøgifter hos arktiske sjøfugler. Strøm er arktisk koordinator i sjøfuglprogrammet SEAPOP, og er leder for det internasjonale spøringsprogrammet for sjøfugl – SEATRACK.

E-post: hallvard.strom@npolar.no



UiT Norges arktiske universitetsmuseum

DET ER HELT GRATIS...

å lese Ottar digitalt!

Besøk oss uit.no/ottar

PDF-filer av Ottar 2007–2009

Her finner du Ottar som er utgitt mellom 2007–2009 som er digitalisert



264/2007 FRA FJÆRE TIL FJELL

Nilssen, Arne C.: Innledning
Møller, Jakob J. og Fredriksen, Per Tore: Hullet gjennom Torghatten
Aak, Anders: **Spyfluer og tørrfiskproduksjon**
Barrett, Rob: 12. mars, død eller levende
Frafjord, Karl: **Flygende pattedyr**
Jørgensen, Roger: **Den første kommersielle kvalfangsten i Nord-Norge**
Sagerup, Kjetil og Gabrielsen, Geir Wing: **Er Mack-øl og måsegg en saga blot**
Nilssen, Arne C.: **Invasjon av vindelsværemere i Nord-Norge høsten 2005 og 2006**



265/2007 KLIMA I FORTID OG FRAMTID

Lebesbye, Erland: Innledning
Hald, Morten og Lebesbye, Erland: **Klima i fortid, nåtid og fremtid**
Larsen, Eiliv: **Istider i fortid og framtid**
Elverland, Ellen, Vorren, Karl-Dag, Alm, Torbjørn, Hulthammer, Anne Karin og Vorren, Tore O.: **Plante- og dyrefossiler forteller om fortidens klima på And**
Bakke, Jostein, Birks, John og Birks, Hilary: **Planter og fortidens klima**
Koc, Nalån og Kristensen, Dorthe Kiltgaard: **Naturlige endringer i Golfstrømmen**
Jansen, Eysteinn: **Da havet var varmere enn nå**
Hegstad, Sveinulf: **Fotografiet**



266/2007 BARNELEK MED PLANTER

Innledning: Alm, Torbjørn og Elverland, Ellen.
Alm, Torbjørn og Elverland, Ellen: **Barnelek med planter – med røtter i en fjor fortid**
Alm, Torbjørn og Elverland, Ellen: **Planter til pryð og pynt**
Elverland, Ellen: **Bind deg en blomsterkrans**
Alm, Torbjørn: **Prest, prost, enkemann, ungkar – planter til spådom og vars**
Elverland, Ellen og Sortland, Andy B.: **Lurte dæ! – noen narrestreker med plant**
Elverland, Ellen: **Grønne gleder: spiselige planter sett med barneøyne**
Alm, Torbjørn og Sortland, Andy B.: **Fra konglekrieg til kappestrid: planter som våpen**
Sortland, Andy B.: **Planter i rollelek**
Mørkved, Brynhild og Hanssen, Øistein: **Lyd og ulyd fra planter**
Hegstad, Sveinulf: **Fotografiet**

PDF-filer av Ottar 2000–2003

Her finner du Ottar som er utgitt mellom 2000–2003 som er digitalisert



231/2000 KUNSTHISTORIE I NORD

Innledning: Hage, Ingebjørg og Bonsdorff, Jan von Liepe, Lena: **Nord-Norges steinkirker fra middelalderen**
Nylund, Per Helge: **Alterskapet fra Andenes kirke**
Hage, Ingebjørg: **Grasch-kirker i nord**
Posti, Per: **Lofoten i billedkunsten fram til 1920-årene**
Høydalsnes, Eli: **Samtidsbilder av kystkulturen**
Dunfjeld, Maja: **Tinrårarbeid-en samisk spesialitet**
Guttorm, Gunvor: **Samtidsnáhppeer**
Bonsdorff, Jan von: **Hva skal vi med kunst? Et blikk på kunst og kultur i Lofotposten året 1959**



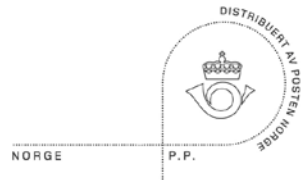
233/2000 NATUR PÅ FLYTTEFOT (UTSOLGT!)

Innledning: Frafjord, Karl
Smith-Meyer, Sylvia: **Elver - naturens transportbånd**
Haakensen, Nils: **"Brevandringar"**
Alm, Torbjørn: **Planter på vandring**
Pedersen, Torstein: **Vandring hos torsk og sild - havets transportbånd**
Nilssen, Arne C.: **Spredning av insekter over lange avstander**
Strann, Karl-Birger: **Fugletrekk i Nord-Norge**
Prestbakmo, Hans: **Reintrekk og reinflytting**
Frafjord, Karl: **Verdens nordligste havlærskilpadde**



234/2001 HEKSEPROSESSER OG TROLLDOM (UTSOLGT!)

Innledning: Alm, Ellen
Alm, Ellen og Hagen, Rune Blix: **Hekseprosessene, myter og realiteter**
Hagen, Rune Blix: **Ondskepen fra nord**
Alm, Ellen: **Da djevelen kom til Danmark og Norge**
Hagen, Rune Blix: **Trolldomsførfølgelse i Nord-Norge på 1600-tallet**
Sparboe, Per Einar: **En trollkvinnes bekjennelse**
Granquist, Karin: **Til hvem gir du din sjel?**
Djessa, Rachel Issa: **Heksetro og trolldom hos Dii-folket i Nord-Kamerun**



Returadresse:
Ottar, Norges arktiske universitetsmuseum,
Norges arktiske universitet, Postboks 6050
Langnes, 9037 Tromsø
E-post: ottar@uit.no
Internett: uit.no/ottar

