

Natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen

Oppdatert kunnskap siden 1997, inkludert forslag til
kunnskapsinnhenting



Natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen

Oppdatert kunnskap siden 1997, inkludert forslag til kunnskapsinnhenting

C. H. von Quillfeldt, M. Kjellstadli Johansen, T. Sigurdsen, A. C. Høgestøl (red.)



Norsk Polarinstitutt er Norges hovedinstitusjon for kartlegging, miljøovervåking og forvaltningsrettet forskning i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver i miljø saker i disse områdene og har forvaltningsmyndighet i norsk del av Antarktis. Instituttet er et direktorat under Klima- og miljødepartementet.

Redaktører

Cecilie H. von Quillfeldt, Norsk Polarinstitut
Malin Kjellstadli Johansen, Norsk Polarinstitut
Therese Sigurdsen, Norsk Polarinstitut
Astrid C. Høgestøl, Norsk Polarinstitut

Forfattere (alfabetisk rekkefølge)

Philipp Assmy, Norsk Polarinstitut
Allison Bailey, Norsk Polarinstitut
Georg Bangjord, Statens Naturoppsyn
Dmitry Divine, Norsk Polarinstitut
Agneta Fransson, Norsk Polarinstitut
Eva Fuglei, Norsk Polarinstitut
Geir Wing Gabrielsen, Norsk Polarinstitut
Sebastian Gerland, Norsk Polarinstitut
Eirik Gjerløw, UiT Norges arktiske universitet
Jostein Gundersen, Riksantikvaren
Ingeborg Hallanger, Norsk Polarinstitut
Haakon Hop, Norsk Polarinstitut
Stephen Hudson, Norsk Polarinstitut
Malin Kjellstadli Johansen, Norsk Polarinstitut
Hanne Johnsen, Norsk Polarinstitut

Erlend Lorentzen, Norsk Polarinstitut
Christian Lydersen, Norsk Polarinstitut
Astrid Lyså, Norges geologiske undersøkelse
Maria S. Lytomt, Riksantikvaren
Geir Moholdt, Norsk Polarinstitut
Per Inge Myhre, Norsk Polarinstitut
Olga Pavlova, Norsk Polarinstitut
Virve Ravolainen, Norsk Polarinstitut
Heli Routti, Norsk Polarinstitut
Therese Sigurdsen, Norsk Polarinstitut
Laura de Steur, Norsk Polarinstitut
Hallvard Strøm, Norsk Polarinstitut
Anne Urset, Norsk Polarinstitut
Cecilie H. von Quillfeldt, Norsk Polarinstitut

Teknisk redaktør

Gunn Sissel Jaklin, Norsk Polarinstitut

Forsidefoto

Satellittbilde basert på Copernicus Sentinel-data fra 2019

Utgitt

Mars 2023

ISBN

987-82-7666-452-2(print) / 987-82-7666-451-5(digital)

ISSN

0803-0421 (print) / 1893-5664 (digital)

Forord

I 1997 ble det produsert en statusrapport for natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen der verneverdier, kunnskapsbehov og forvaltning ble vurdert (Gabrielsen mfl. 1997a). Siden da har vi fått ny kunnskap om natur- og kulturmiljøet på øya, omfanget av menneskelig aktivitet er endret, og faktorene som påvirker natur- og kulturmiljøet er annerledes enn de var for 25 år siden. I sum betyr dette at det er behov for en oppdatert statusrapport som sammenstiller eldre og ny informasjon. Videre må det gjøres en vurdering av hvilke forhold og faktorer vi fortsatt mangler kunnskap om, og av hvilke grep vi må ta for å heve kunnskapsnivået slik at forvaltningen får et bedre beslutningsgrunnlag. Behovet for en slik sammenstilling av kunnskap har også vært diskutert og etterlyst i Samarbeidsutvalget for Jan Mayen, sist i 2022.

Norsk Polarinstitutt har på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet ledet arbeidet med en slik oppdatering av kunnskapsstatus for natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen. Rapporten tar utgangspunkt i at Jan Mayen representerer et helhetlig og særegent økosystem både på land og på sokkelen. Forvaltningens behov for kunnskap har stått sentralt i arbeidet med å lage kunnskapssammenstillingen. En stor del av rapporten omhandler ulike aspekter ved natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen. Det er identifisert kunnskapsbehov og skissert en mulig tilnærming for kunnskapsinnhenting. Rapporten omtaler kort ulike typer av menneskelig aktivitet som pågår i området, både på land og til havs. Potensielle nye næringer som har vært foreslått nevnes også.

Oppdraget ble gjennomført i samarbeid med Riksantikvaren. I tillegg har eksperter fra Norges geologiske undersøkelse, UiT Norges arktiske universitet og Statens naturoppsyn bidratt med sin kompetanse (se forfatterliste). Flere av forfatterne har også ved behov vært i kontakt med kollegaer utenfor sine respektive institusjoner. Statsforvalteren i Nordland og Miljødirektoratet har bidratt med synspunkter og kommentarer med særlig fokus på forvaltningens behov. Mange av forfatterne samt Hans Petter Bjørge (Cyberforsvaret), Bjørn Gulliksen (UiT Norges arktiske universitet), Kjell Tore Hansen (Miljødirektoratet), Eiliv Larsen (Norges geologiske undersøkelse), Marion Lexau Nødset (Meteorologisk institutt), Rolf Birger Svarstad Pedersen (Universitetet i Bergen) og Terje van der Meeren (Havforskningsinstituttet) har bidratt med bilder. Noen bilder er også hentet fra Norsk Polarinstitutts bildearkiv eller lastet ned fra nett.

Norsk Polarinstitutt takker alle som på en eller annen måte har bidratt med innspill og kommentarer til rapporten.

Tromsø, desember 2022
Cecilie H. von Quillfeldt



Løst underlag i mange områder gjør at steiner er eneste mulighet for lav og moser til å etablere seg. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Innhold

Sammendrag	i
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Oppdraget fra Kima- og miljødepartementet	4
1.3 Tilnærming til oppdraget	4
2 Forvaltning av Jan Mayen og tilgrensende havområder	6
2.1 Organisering av forvaltningen av Jan Mayen	6
2.2 Verneprosessen for Jan Mayen	8
2.3 Lover og forskrifter gjeldende for Jan Mayen og tilgrensende havområder	12
2.4 Tiltak, skjøtsel og informasjon	13
2.5 Andre planer og prosesser	14
3 Menneskelig aktivitet og annen påvirkning	18
3.1 Skipstrafikk, inkludert cruiseturisme og fiskeri	18
3.2 Åpningsprosesser for petroleum- og mineralvirksomhet	20
3.3 Ferdsel på land	20
3.4 Avfallshåndtering	22
3.5 Forurensning og plast	23
3.6 Karbonkjemi og havforsuring	31
3.7 Klimaendringer	34

4	Atmosfære	35
4.1	Temperatur	35
4.2	Nedbør og skyer	37
4.3	Atmosfæresirkulasjon	40
4.4	Kunnskapsbehov	42
5	Hav	44
5.1	Geologi, inkl. bunnforhold	44
5.2	Oseanografi	46
5.3	Havis	53
5.4	Økosystemenes struktur og funksjon	61
6	Land	113
6.1	Geologi	113
6.2	Bre	141
6.3	Økosystemenes struktur og funksjon	146
7	Ferskvann	159
7.1	Fysisk/kjemisk miljø	159
7.2	Økosystemenes struktur og funksjon	159
8	Kulturmiljø	162
8.1	Verneregler og forvaltning	163
8.2	De eldste kulturminnene	163
8.3	Vitenskapelige ekspedisjoner og norsk overvintringsfangst	165

8.4	Meteorologisk virksomhet og Norges annektering av Jan Mayen	170
8.5	Andre verdenskrig	172
8.6	Ny meteorologisk stasjon (Gamle Metten)	173
8.7	Etableringen av Olokinbyen	174
8.8	Kulturmiljøforvaltningens behov	177
9	Nye topografiske kart for Jan Mayen	181
10	Kunnskapsbehov, oppsummert	185
10.1	Grunnlagsdata på land og i det marine miljø	185
10.2	Økosystemforståelse og effekter av ulike typer påvirkning på natur- og kulturmiljø	186
10.3	Naturtyper i Norge (NiN)	188
10.4	Vulkanisme	188
10.5	Registrering, kartlegging og overvåking av kulturminner	189
10.6	Samarbeid på tvers av fagfelt og/eller økt innsats av pågående aktiviteter	189
10.7	Omfang av kunnskapsinnhenting sett i lys av aktivitet	189
11	Referanser	194
12	Vedlegg	217
12.1	Artslister	217



Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Sammendrag

Norsk Polarinstitutt har på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet ledet arbeidet med en oppdatering av kunnskapsstatus for natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen. Rapporten tar utgangspunkt i at Jan Mayen representerer et helhetlig og særegent økosystem både på land og på sokkelen. Forvaltningens behov for kunnskap har stått sentralt i arbeidet med å lage kunnskapssammenstillingen. En stor del av rapporten omhandler ulike aspekter ved natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen. Det er identifisert kunnskapsbehov og skissert en mulig tilnærming for kunnskapsinnhenting. Rapporten omtaler også kort ulike typer av menneskelig aktivitet som pågår i området, både på land og til havs, samt skisserer potensielle nye næringer som er foreslått i området.

Geografi

Jan Mayen ligger mellom 70° 50' og 71° 10'N, og mellom 7° 56' og 9° 5'V, ca. 1000 km vest for Fastlands-Norge og 550 km nordøst for Island. Øya er 54 km lang og har et areal på 376 km², mens sokkelen rundt øya er ca. 2000 km². Øya er en del av Jan Mayenryggen som er en undersjøisk vulkansk fjellkjede. Jan Mayen har verdens nordligste vulkan over havnivå (Beerenberg, 2272 moh.), som er Norges eneste aktive vulkan.

Forvaltning av Jan Mayen

Det er i dag Justis- og beredskapsdepartementet som har ansvaret for lov om Jan Mayen. Forvaltningsansvaret ble overført fra Samferdselsdepartementet 1. januar 2021. Justis- og beredskapsdepartementet foretar videre etatsstyringen for Jan Mayen i samarbeid med og i forståelse med Forsvarsdepartementet. Justis- og beredskapsdepartementet tildeler årlige bevilgninger til Samfunnet Jan Mayen. Samfunnet omfatter all infrastruktur på Jan Mayen inkludert flystripen og personellet som driver denne. Samfunnet Jan Mayen er en del av Cyberforsvaret (tidligere Forsvarets tele- og datatjeneste) som er en avdeling i Forsvaret.

Klima- og miljødepartementet har det overordnet ansvaret for forvaltningen av miljøet på Jan Mayen. Statsforvalteren i Nordland er videre miljøvernmyndighet for Jan Mayen, og forvalter forskrift for vern av Jan Mayen naturreservat, inkludert kulturminner. Ved forringelse av verneverdier er det Statsforvalterens ansvar å iverksette nødvendige tiltak. Statsforvalteren har derfor behov for en oversikt over tilstand og utvikling til verneverdiene. Store deler av øya og territorialfarvannet ble vernet som naturreservat i 2010 og en forvaltningsplan for naturreservatet ble vedtatt i 2017. Det eksisterte et miljøregelverk for Jan Mayen før verneområdet ble etablert som fortsatt gjelder for de om lag 2 km² av Jan Mayen som ikke inngår i naturreservatet. Miljødirektoratet er klageinstans for vedtak av forvaltningsmyndighet for de enkelte verneområdene og skal veilede forvaltningsmyndigheter i praktisering av verneforskrifter. Riksantikvaren er rådgiver i saker som gjelder kulturminner i naturreservatet. I de to virksomhetsområdene utenfor verneområdet er det Riksantikvaren som er forvaltningsmyndighet for kulturminnene. Den marine delen av naturreservatet er meldt inn som marint verneområde (MPA) i OSPAR. I forvaltningsplanen for Norskehavet er det flere områder både ved og nær Jan Mayen som er identifisert som særlig verdifulle og sårbare.

Menneskelig aktivitet på og ved Jan Mayen

Veinettet på Jan Mayen er sentrert på midtre deler av Jan Mayen, men har utgreninger både mot nord og sør, og er klassifisert som veier, kjørespor og kjøretraseer. Det er ikke lov å ferdes med motorkjøretøy utenfor veinettet som allerede er opprettet. Øvrig ferdsel i naturreservatet er tillatt for de ansatte på stasjonen, inkludert for deres besøkende. Turisme på Jan Mayen er ikke særlig utbredt, da det hverken er tilrettelagt for overnatting (hotell), sivil flytrafikk eller båtanløp, men cruiseskip og andre mindre turist- og privatbåter passerer øya jevnlig. Ilandstigningene skjer i all hovedsak i Båtvika og Kvalrossbukta. Det er i utgangspunktet ilandstigningsforbud innenfor naturreservatet, men dispensjon kan gis, og da særskilt i forskningsøyemed. Det anslås å være om lag 1000 passasjerer som går i land på Jan Mayen gjennom året.

Sammenlignet med havområdene i Barentshavet og langs norskekysten er det lite aktivitet i havområdene rundt Jan Mayen. Det meste av aktiviteten i området er i forbindelse med fiskeri- og forskningsvirksomhet. Det foregår linefiske etter torsk i perioden april–mai og august, og noe begrenset bunntråling og garnfisking etter blåkveite i mai–juni. Skipstrafikk kan bidra til forurensning, oljesøl, forsøpling og undervannsstøy. Sjøfugl kan være utsatt for bifangst i fiskeredskap og for oljeforurensning. Bunntråling vil kunne ha påvirkning på bunnfaunen både fysisk og ved bifangst. Det er igangsatt en prosess som åpner for undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel, inkludert områdene ved Jan Mayen. En konsekvensutredning er nå gjenstand for offentlig høring med svarfrist 27. januar 2023. I 2009 ble det også besluttet å igangsette en åpningsprosess for petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen, dette med sikte på tildeling av utvinningstillatelser. Men i henhold til de områdespesifikke rammene for petroleumsvirksomhet i Norskehavet som gjelder frem til neste forvaltningsplan i 2024, skal det ikke iverksettes petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen og Vesterisen.

Avfall og forurensning

Den tidligere hovedavfallsfyllingen på øya ble dekket med en fiberduk og rene masser for å hindre lekkasje av PCB i 2002, og det er ikke lenger noen form for avfallsdeponering på Jan Mayen. Både smøreolje, white spirit, maling og PCB-holdig olje har vært tømt på avfallsplassen. Målinger gjennomført i 2009 fant lave konsentrasjoner av PCB i jordprøver i en avstand fra 5 til 20 kilometer fra fyllingsområdet. Det er ikke kjent om dette har endret seg da det ikke har blitt gjort nye målinger siden da.

På lik linje med andre områder i Arktis er naturmiljøet på Jan Mayen utsatt for kjemiske forurensninger, hovedsakelig persistente organiske forbindelser og kvikksølv som er transportert fra industrialiserte områder. Mengden miljøgifter som transporteres til Jan Mayen er imidlertid vanskelig å anslå og vil være avhengig av type miljøgift, historiske utslipp og årstid. Det er funnet lave PCB- og DDT-nivåer hos alkekonge, teist, krykkje og havhest, og nivåene tilsvarer det en finner på Svalbard og Fastlands-Norge. Prøver tatt i 1995 og 1996 viste høye nivåer av PCB og DDT hos svartbak, polarmåke og storjo fra Jan Mayen, noe som sammenfaller med høye nivåer på Bjørnøya, og trolig kan forklares ved at disse artene er på et høyere trofisk nivå. Det har ikke vært gjennomført miljøgiftundersøkelser av sjøfugler på Jan Mayen siden 1990-tallet, så dagens situasjon er ukjent. Om en sammenligner med PCB- og DDT-nivåer fra røye på Svalbard (unntatt Bjørnøya) og fra fastlandet, er PCB-nivåene høye i røye fra innsjøen Nordlaguna på Jan Mayen. Det antas at sjøfugler tilfører miljøgifter til Nordlaguna ved at de bruker innsjøen til å vaske seg, samtidig som guano også tilføres innsjøen, etter at fuglene har gjort næringssøk i det marine økosystemet. Undersøkelser av miljøgifter i sedimenter på sørsiden av Jan Mayen i 2011 viser i hovedsak lave eller svært lave nivåer av organiske miljøgifter og tungmetaller. Det er også lave

nivåer av miljøgifter i saltvannsfisk, med noen unntak. Noe høyere HCB-nivåer i torsk fra Jan Mayen sammenlignet med Svalbard er muligens relatert til forskjell i sammensetning av diett mellom områdene. Studier gjennomført i Vesterisen, Øst-Grønland, Island og øvrige deler av Nord-Atlanteren viser at blant sjøpattedyrartene er nivåer av fettløselige miljøgifter (PCB, klorerte pesticider) høyest i spekkhogger. Spekkhoggere fra Island og Øst-Grønland, spesielt de som spiser mye sel, er eksponert for potensielt helseskadelige nivåer av PCB. Narhval viser også høye nivåer av fettløselige miljøgifter, klappmyss har høye nivåer, men ikke så høye som narhval, mens lavere nivåer er funnet i ringsel, grønlandssel og storkobbe.

Jan Mayen er med sin beliggenhet et sted hvor mye marint søppel driver i land. Dette inkluderer garnrester, blåser, tauverk, bøyer, plastflasker og generelt mye plast. Det finnes ingen studier av inntak av mikroplast eller større plastbiter i organismer i Jan Mayen-området. Ut fra observasjoner av plastbiter rundt havhestreit på Jan Mayen, er det grunn til å tro at havhest i området har et inntak av plast.

Klimaendringer og havforsuring

Jan Mayen ligger i overgangen mellom arktisk og borealt klima med relativt milde vintre og kalde somre. Klimaet på Jan Mayen påvirkes i stor grad av havet rundt øya. Varme atlantiske og kalde arktiske havstrømmer møtes ved Jan Mayen. Luftfuktigheten på Jan Mayen er i gjennomsnitt høyere for nesten hver måned sammenlignet med Longyearbyen, Tromsø og Oslo, men likevel får Jan Mayen ikke særlig mye nedbør (gjennomsnitt 680 mm nedbør per år). Lufttemperaturen på øya har økt siden 1970-tallet og andelen nedbør i form av snø er redusert, samtidig som hyppigheten av «regn på snø»-hendelser har økt. Trolig er permafrostforholdene på øya i endring ettersom dagens årlige gjennomsnittstemperatur er nær 1 °C ved havnivå, til sammenligning med en årlig gjennomsnittstemperatur under 0 °C den siste delen av forrige århundre.

Jan Mayen ligger på et grensepunkt mellom tre hav: Grønlandshavet (nord for Jan Mayen), Islandshavet (sør for Jan Mayen) og Norskehavet (øst for Jan Mayen), og går under fellesbetegnelsen «De nordiske hav». Øya er plassert mellom to større havstrømmer: Den kalde og relativt ferske Østgrønlandsstrømmen, som også fører drivis ut fra Polhavet, og Den norske Atlanterhavsstrømmen, som fører relativt varmt vann inn i Polhavet. Det gjør at klima og havisdekning i regionen er koblet direkte til klimavariasjoner både i Atlanteren og Arktis. Endringer i hav-atmosfære-flukser og variasjonene i utbredelse og egenskapene til atlantiske og arktiske vannmasser, bidrar hovedsakelig til de klimatiske endringene som er observert i De nordiske hav. Overflatetemperaturene rundt Jan Mayen viser at det har blitt varmere etter 2013, men at det har vært større svingninger tidligere, for eksempel i perioden 1993–1997. Et estimat av endringer i hele vannsøylen viser at varmetransporten til De nordiske hav har økt med 21 TW i perioden 2002–2016.

Det har ikke vært havis ved Jan Mayen på over 20 år. Regional havoppvarming som forhindrer isdannelse lokalt samt redusert havistransport fra Polhavet har ført til at havisgrensen har trukket seg lenger vest, nærmere Grønlandskysten. Det er vanskelig å forutse hvilke konsekvenser dette vil ha, men mindre eksport av havis kan resultere i en senere våroppblomstring av planteplankton med de følger det har for dyreplankton, og såkalt tidlig «mismatch». Redusert næringstilgang på grunn av klimaendringer er antagelig en medvirkende årsak til den observerte nedgangen i polarlomvi-bestanden. Fravær av is rundt Jan Mayen fører også til mer velutviklete plante- og dyresamfunn i tidevannssonen som tidligere var utsatt for isskuring.

Havene rundt Jan Mayen (De nordiske hav) har ulike egenskaper som reflekteres i karbonkjemi og havforsuring. Det er store sesongmessige og geografiske variasjoner i pH, CO₂ og karbonat i de øverste 100 m. Denne variasjonen er naturlig og henger i stor grad sammen med den biologiske aktiviteten i havet, som er høyest om våren og sommeren. Områdene lengst i vest er påvirket av innstrømming fra Grønlandshavet av arktiske vannmasser med lavere pH og aragonittmetning, enn atlantehavsvannet som dominerer havområdene i øst. Det er vist minkende pH-verdier (dvs. forsuring) i hele vannsøylen i Grønlandshavet i perioden mellom 1993 og 2016.

Det skjer en nordlig forflytting av utbredelser av dyreplanktonarter og Jan Mayen er i et område hvor levevilkår blir gunstigere for arter som *Calanus finmarchicus*. Trender med økt primærproduksjon i Vestspitsbergenstrømmen er derimot ikke sett på samme måte i Østgrønlandsstrømmen, så utviklingen rundt Jan Mayen kan være heterogen i rom, grunnet de ulike vannmassene som er til stede. Reduksjon av netto primærproduksjon i Grønlandshavet i løpet av perioden 1998–2012 kan være knyttet til nedgang i næringssalter i vannmassene som kommer inn i området med havstrømmer.

Geologi

Jan Mayen er sammen med Island en del av den midt-atlantiske fjellkjeden. Like nord for Jan Mayen ligger Jan Mayen-bruddsonen, en forkastning som deler den aktive midthavsryggen i to; Mohnsryggen i nord og Kolbeinsenryggen i sør. Jan Mayen-bruddsonen er flere hundre kilometer lang og en svært aktiv jordskjelvsone som så vidt kommer på land på nordspissen av Jan Mayen. Jan Mayen-ryggen opptrer som en stor forhøyning i sør og er ingen spredningsrygg, men utgjør området som er definert som Jan Mayen mikrokontinent. Hydrotermiske felt på havbunnen kjennetegnes av avsetninger og landformer dannet gjennom sirkulasjon av varmt vann på havbunnen. Det kan dannes skorsteiner, forskjellige haugstrukturer og utfellinger av mineraler. Et hydrotermiske felt er et unikt biologisk habitat med organismer som drar nytte av energien fra den geotermiske varmen, og ikke solenergi.

I det vulkanskdominerte landskapet på Jan Mayen, der de eldste aldersbestemte bergartene er ca. 565 000 år gamle, har også istidene satt sine spor. Det har også prosesser knyttet til isbreer, rennende vann, skred, vind, frost og påvirkning fra havet gjort. Hele Jan Mayen var dekket av en iskappe under siste istids maksimum. I de senere årene har det vært utført en omfattende kvartærgeologisk kartlegging av Jan Mayen, og i 2022 ble det et publisert kvartærgeologisk kart i målestokk 1:50 000 over øya. De vulkanske bergartene kan karakteriseres som henholdsvis vulkanske bergarter/pyroklastiske avsetninger og lavastrømmer. Morenemateriale som er avsatt foran og/eller under breer består av blandede kornstørrelser fra leire til store blokker. Breelvavsetningene består av grovere materiale og kan inneholde både stein og blokk, noe som indikerer periodevis stor smelteaktivitet på breene. Skredmateriale finnes over hele øya, men er mest utbredt på den sørlige og midtre del av Jan Mayen. Disse avsetningene forekommer hovedsakelig knyttet til bratte fjellkanter. De fleste stedene er det steinsprang som resultat av frostvitring som har gitt opphav til de mange skredviftene på Jan Mayen. Frostprosesser er aktive der det forekommer permafrost med sesongmessig tining. På Jan Mayen finnes det ulike typer overflateformer som vitner om dette, for eksempel såkalte iskilepolygoner som finnes flere steder der det er morenemateriale og i skråninger med vulkansk materiale. Overflateformer som steinstriper, solifluksjonslober og strukturmark er også overflater påvirket av frostprosesser. Steinbreer finnes helt i nord på øya, og rett bak Jan Mayen stasjon på vestsiden. Steinbreer ved stasjonen er fortsatt aktiv. Kysten av Jan Mayen er dominert av klipper. Disse forekommer som bratte abrasjonsskreinter der unge lavastrømmer går rett ut i havet slik som for eksempel i den vestlige delen av Sør-Jan, eller som høye og bratte bergskreinter slik som ved Sørkapp og Antarcticaberget. Strandavsetninger består av godt sortert sand eller godt sortert og rundet grus, stein og blokk.

Strandvoller og strandlinjer finnes flere steder der det er strandsedimenter og ofte finnes drivtømmer utbredt i overflaten, ofte anriket langs strandlinjene. Nordlaguna er den eneste permanente innsjøen på Jan Mayen, med en beliggenhet et par meter over dagens havnivå, innenfor den 140–240 m vide og 4–5 m høye Bommen.

Vulkansk aktivitet og geofarer

Det er kartlagt et hundretalls utbruddslokaliteter på Jan Mayen. Beerenberg på Jan Mayen er verdens nordligste aktive vulkan som er over havnivå. Siden 1650 har det skjedd minst fem flankeutbrudd fra Beerenberg; ett fant sted på nord-østflanken en gang mellom 1650 og 1882, to fant sted på sør-flanken (1732 og 1818), mens de to siste utbruddene i 1970 og 1985 begge fant sted på nord-østflanken. Siden 1650 har det i gjennomsnitt vært utbrudd hvert 60. til 70. år, og lengden på utbruddene har variert fra et par dager opp til flere måneder. På øvrige deler av Jan Mayen har utbruddene etter siste istid stort sett vært lavastrømmer, slaggekjegler, domer og grunne undersjøiske utbrudd lik det på Surtsey. Det er anslått at det har skjedd minst 45 utbrudd siden siste istid på disse delene av Jan Mayen, men ingen i historisk tid (fra ca. 1650).

Basert på den tidligere vulkanske aktiviteten på Jan Mayen kan man i fremtiden forvente at de vulkanske geofarene vil være lavastrømmer, askenedfall, pyroklastiske strømmer, ballistiske prosjektiler og jøkullaup. Lavastrømmer fra Beerenberg vil ikke true den viktigste infrastrukturen på Jan Mayen, mens lavastrømmer på Midt-Jan og spesielt Sør-Jan kan true både infrastrukturen og personalet som er stasjonert på Jan Mayen. Askenedfall fra eksplosive utbrudd kan forårsake bekmørke over lengre perioder, forstyrrelser i fly-, bil- og båttrafikk, og også forårsake skader på infrastruktur over hele Jan Mayen. I tillegg kan aske fra slike utbrudd forstyrre regional flytrafikk.

Bre

Det sammenhengende isdekket på Jan Mayen utgjør totalt 110 km², mens det i tillegg er ca. 3 km² med flerårige småbreer og snøfonner. Store deler av Nord-Jan er dekket av is i dag, og enkelte av breutløperne går helt ned til dagens havnivå. Weyprechtbreen på den nordvestlige delen av øya, er en av de største isbreene. Den har sitt utspring i sentralkrateret av Beerenberg og kalver i havet over 2000 m lenger ned. Foran de fleste breene finnes morenerygger som vitner om større isutbredelse enn i dag. Massebalansemålinger sammen med relevante meteorologiske parametere viser at snøfordelingen er svært variabel som følge av den ujevne topografien, og at dette også har stor betydning for den senere snø- og ismeltingen.

Økosystemenes struktur og funksjon

Det er få kilder til kunnskap om vegetasjon på Jan Mayen i nyere tid. Kunnskapssammenstillingen fra 1997 oppsummerte hovedsakelig kunnskap i perioden 1960–1990, med nyeste kilde fra 1997. Etter dette er det kun publisert én vitenskapelig artikkel om karplanter på Jan Mayen og én rapport om naturtyper i virksomhetsområdet. Vegetasjonen på Jan Mayen er betinget av øyas utvikling siden siste istid hvor lavasubstrat av ulik grovhet og drenering, øyas plassering i et arktisk oseanisk klima med sterke vinder og erosjon, fravær av beitedyr (unntatt grupper som gjess) og geografisk isolering gjør dette til et unikt område i norsk sammenheng noe som reflekteres i antall og mengde av arter. Moser er den vanligste og dominerende gruppen planter med omtrent 179 registrerte arter, etterfulgt av 68 arter karplanter. I snøleier er levermosene krypsnømose og rabbeåmemose definerende for landskapet. Lav inngår i de fleste plantesamfunnene på øya, er som regel mindre dominerende enn for eksempel moser på flatmark, men blir mer vanlig over 500–600 moh. Omtrent to tredjedeler av

karplantene har sirkumpolar utbredelse, og unntatt løvetenner hører alle karplantene til planter som er vanlige rundt Nord-Atlanteren. Antall arter og hvilke arter som finnes på Jan Mayen er tilnærmet uendret siden 1930 og 1991 sammenlignet med 2010. Det er usikkert hvorvidt det finnes endemiske arter på Jan Mayen, selv om det tidligere har vært rapportert flere, blant annet løvetannarter. Det er heller ikke kjent hvorvidt tidligere rapporterte innførte arter fortsatt forekommer på Jan Mayen. I Norsk rødliste for arter er det oppgitt 22 karplantearter som forekommer på øya. Mange av disse artene er imidlertid vanlige på Jan Mayen, men de er på den norske rødlisten fordi de har begrenset utbredelse andre steder i Norge. Dette viser at det er behov for en fremtidig vurdering av Jan Mayen. Det vil for Jan Mayen kunne forventes noen endringer i artenes mengdeforhold dersom klimaoppvarming fortsetter med uforminsket styrke, men endringer over tid på Jan Mayen er ikke dramatiske og vil eventuelt gå sakte. Moser er sensitive for tråkk, og også gjenvekst av karplantevegetasjon vil i tørre habitater ta lang tid etter en forstyrrelse. I virksomhetsområdene ble det ved naturtypekartleggingen funnet grunntypene: Eksponert lavamark, lavamark med tynt mosedekke, lavamark med heigråmose, lavaforstrand, fuglefjell-eng på lavamark og lavastrandberg, men tilsvarende undersøkelser er ikke gjort for hele Jan Mayen. Det må uansett gjøres mye grunnlagsarbeid før naturtyper i det hele tatt kan kartlegges.

Fjellrevbestanden som eksisterte på Jan Mayen på begynnelsen av 1900-tallet må ha innvandret naturlig til øya over havisen en eller annen gang mellom 1634 og 1800-tallet. Den norske fangsten på Jan Mayen startet på begynnelsen av 1900-tallet. Grunnet drastisk nedgang i bestanden ble revefangsten kvoteregulert fra sesongen 1933–34, og fjellreven ble totalfredet fra 1965. Funnet av et revekadaver i 1998 er den siste kjente observasjonen av fjellrev på Jan Mayen, og det antas at arten i dag er utryddet der.

På Jan Mayen finnes det noen innsjøer som dannes av smeltevann fra snøsmelting om sommeren. De to største er Sørslaguna og Nordslaguna, men det er bare Nordslaguna som har vann hele året. Innsjøen er 1,6 km lang, nesten 900 m bred, nesten 36 m på det dypeste og adskilt fra havet av en fem meter høy sandbarriere. Høyere salinitet nå enn på 1960-tallet kan være en følge av at mindre havis rundt Jan Mayen resulterer i større påvirkning av saltvann fra stormvær. Fugleekskremitter tilfører majoriteten av plantenæringsstoffer, og de nyttiggjøres av encellede alger som danner næringsgrunnlaget for ulike beitende organismer. Røya i Nordslaguna har trolig hatt en stasjonær livsstrategi i nesten 300 år, etter at utløpet til havet ble stengt på grunn av vulkanutbruddet i 1732. Røyebestanden domineres av små, seint voksende individer som i hovedsak lever av fjæremygglarver, fåbørstemark og vannlopper, men med en og annen stor og fetere kannibalrøye.

Årlig primærproduksjon i De nordiske hav er estimert til mellom 50 og 100 g C m⁻² år⁻¹, noe som er lavere enn i kystnære områder, men betydelig for åpent hav. Den høye primærproduksjonen i iskantsonen som ligger vest av Jan Mayen kan være et viktig beiteområde for sjøfugl og marine pattedyr med lang rekkevidde som oppholder seg på eller i området rundt Jan Mayen. Om sommeren viser satellittmålinger høyere primærproduksjon i grunne områder rundt Jan Mayen enn i dypere havområder utenfor øya, noe som kan skyldes bedre næringssalt- eller jernforhold i kystnære områder. Klorofyll-*a* konsentrasjoner er på over 18 mg m⁻³ i 10 m dyp på den nordligste stasjonen rett sør for Jan Mayen, noe som er svært høyt for et åpent havområde. Sesongvariasjon i planteplanktonsamfunn i De nordiske hav er karakterisert av dominans av kiselalger om våren og flagellater og dinoflagellater om sommeren.

Dyreplanktonbiomassen i nærheten av Jan Mayen er moderat til høy. Samlet sett er dyreplanktonbiomassen nær Jan Mayen på tilsvarende nivå som i Norskehavet for øvrig, men ofte fore-

kommer det avgrensede områder med høyere biomasse. Dyreplankton i dette området domineres av hoppekreps (spesielt av slekten *Calanus*), krill, amfipoder, vingesnegler, pilormer og geleplankton. Meroplankton og fiskelarver har ikke blitt kartlagt rundt Jan Mayen. Jan Mayen er plassert i et område hvor ulike vannmasser møtes, og dermed kan området inneholde høy diversitet av dyreplankton med både atlantisk, temperert og arktisk opphav.

Fjæresonene på Jan Mayen består av vulkansk lava som forvitrer raskt under påvirkninger av frost, nedbør, bølgeaktivitet og tidligere også isskuring. Disse områdene er derfor relativt fattige på både plante- og dyreliv, men rikere enn da de også var utsatt for jevnlig isskuring. Diversiteten øker med dypet. Det er ikke gjort systematiske studier etter 1997. Mange av de samme algeartene forekommer både på Svalbard og i Fastlands-Norge. Mollusker, særlig forgjellesnegler og muslinger, dominerer faunaen, men også pigghuder, nesledyr, børstemark og svamp forekommer. Hardbunn i dypere områder er representert med mer løsmasser av grus og stein, og haneskjell er blant de artene som kan bli tallrike. Vulkanutbruddet i 1970 ga en unik mulighet til å studere kolonisering av ny, vulkansk havbunn. Bevegelig fauna, som amfipoder, snegler og kråkeboller dominerte i starten, men etter hvert kom også tette kolonier av sandboremusling og andre fastsittende organismer. Det er lite bløtbunn med silt og leire i littoralsonen og sublittoralsonen på grunn av bratt topografi med sterke vannstrømmer og eksponering av bølger. Bløtbunn finnes stort sett i de dypere områdene. Syv Søstre (rundt 130 m), og de tre feltene Soria Moria (700 m), Trollveggen (500 m) og Perle & Bruse (580 m), dvs. Jan Mayen-feltene, er de nærmeste kjente kildefjellene på den midtatlantiske ryggen ved Jan Mayen. De har både bløt- og hardbunnshabitat med dominans av anemoner og mosdyr og mye av den samme faunaen som også er registrert ved Jan Mayen. Det er imidlertid observert høy tetthet av arter nær de varme kildene, trolig som følge av økt næringstilgang. Det er fortsatt lite kunnskap, men indikasjoner på at mikrobielle samfunn ved de varme kildene er sterkt påvirket av den unike kjemien ved de ulike feltene. Ved Jan Mayen-feltene er det også påvist økt transport av jern og kobber opp til de høyere vannlagene.

I hele fiskerisonen rundt Jan Mayen i perioden 1877 og 2009 finnes det totalt 71 registrerte arter i 54 slekter, 29 familier og 15 ordener. Fiskefaunaen er representert av både arktiske, sub-arktiske og boreale arter. Mange arter er også til stede i området rundt Island (87 %), i Barentshavet og farvannet rundt Svalbard (86 %).

Fuglefaunaen på Jan Mayen er dominert av sjøfugl, og kun et fåtall terrestriske arter hekker regelmessig (spurvefugl; snøspurv, heipiplerke og steinskvett; vadere: fjæreplytt, steinvender og tjeld). Et betydelig antall vadere raster i trekketidene på Jan Mayen. Blant gjessene er ringgås, hvitkinngås, grågås og kortnebbgås registrert hekkende. Alle er relativt nye som hekkefugler på øya. Med sin isolerte beliggenhet i et stort, produktivt havområde er Jan Mayen et viktig område for sjøfugl. Øya er et av få steder hvor alle de seks atlantiske alkefuglartene, dvs. alke, lomvi, polarlomvi, teist, alkekonge og lunde finnes hekkende. Til sammen 18 sjøfuglarter hekker på øya, fordelt på 22 kolonier med en totalbestand på mer enn 300 000 hekkende par. De mest tallrike artene er havhest, alkekonge og polarlomvi. Bestandsovervåking av sjøfugl (havhest, lomvi, polarlomvi og mer begrenset av storjo og polarmåke) ble etablert i 2011 i regi av SEAPOP. Siden 2014 har lomvi, polarlomvi og havhest årlig blitt utstyrt med lysloggere for kartlegging av trekkruiter og vinterområder. Flere arter viser tegn til bestandsnedgang (havhest (svak nedgang), polarlomvi, lomvi). For havhest og polarlomvi er det en tilsvarende nedgang på Svalbard og fastlandet. Nedgangen i polarlomvibestanden skyldes trolig redusert næringstilgang på grunn av klimaendringer og jakt i artens vinterområder nord for Island og i havområdene rundt den sørlige delen av Grønland. Nedgangen i lomvibestanden er derimot uventet og krever nærmere studier. Hekkebestanden for storjo gikk kraftig ned i 2021 og 2022, trolig som følge av fugleinfluenza. Smittede fugler ble oppdaget ett år tidligere på Jan Mayen enn på Fastlands-Norge og på Svalbard.

Reproduksjonen er relativt god for de fleste artene, med unntak av polarlomvi og i de senere år lomvi og storjo. Storjo er i en «etableringsfase»/vekst, og det er derfor ikke uvanlig at produksjonen varierer mellom år. Fjorten av de totalt 18 hekkende artene på øya er rødlistet i Norsk rødliste for arter 2021, enten for Fastlands-Norge eller Svalbard. Det lages ikke egen rødliste for Jan Mayen, og bestandene der inngår ikke i vurderingen for Svalbard eller fastlandet.

Estimatene viser en økning i antallet for vågehval rundt Jan Mayen, mens estimatene for nebbhval, finnhval, knølhval og spekkhuggere er i samme størrelsesorden som estimat fra tidligere tellinger. Felles for disse hvalene er at de vandrer over store områder, slik at den tallfestede informasjonen ikke gjelder for alle tider på året. Spøringsstudier av blåhval og finnhval fra Svalbard viser at vandringsrutene går forbi Jan Mayen-området og at de også stopper opp der i perioder, antakelig for å furasjere. Vågehval i områdene rundt Jan Mayen er fortsatt fangstet på som del av den norske vågehvalfangsten, men få dyr fangstes der på grunn av avstand og krevende værforhold. Kaste- og hårfellingsområdene for grønlandssel og klappmyss i Vesterisen er nordvest for Jan Mayen, men grunnet dagens isforhold er det ikke lenger mulig for folk på stasjonen å gå ut på isen og fange sel.

Kulturmiljø

Den første sikre menneskelig aktiviteten på Jan Mayen stammer fra tidlig 1600-tall, men det er ikke usannsynlig at øya var kjent også før det. Fra 1614 drev nederlenderne intensiv hvalfangst rundt Jan Mayen. Fra den korte, men intensive, hvalfangstperioden finnes det særlig mange kulturminner i Kvalrossbukta, i form av hvalbein/skjelettrestre, spor etter bygninger og kokerier, samt graver etter omkomne hvalfangere. Det finnes sporadiske opplysninger om rester etter bosetning eller kokerier også i andre bukter. Fra noe før 1650 ser det ut til at det ikke lenger var aktivitet knyttet til hvalfangst på øya.

Fra 1650 til slutten av 1800-tallet er det ikke noe som tyder på at Jan Mayen ble annet enn sporadisk besøkt av sjøfarende på vei til andre steder. I det første internasjonale polaråret, 1882–1883, tilbrakte imidlertid en østerriksk-ungarsk gruppe på 14 mann 13 måneder på Jan Mayen. De utførte vitenskapelige observasjoner og målinger for blant annet meteorologi, jordmagnetisme, nordlysstudier og hydrografi. I tillegg utforsket de øyas natur og lagde et detaljert kart over øya. Restene etter stasjonen (i dag kjent som «Østerrikeren») er fortsatt godt synlig i Maria Muschbukta og er automatisk fredet. På begynnelsen av 1900-tallet ble stasjonen igjen tatt i bruk i forbindelse med den første norske overvintringsfangsten. Det ble bygget flere bistasjoner til opphold under røktningen av fangstterrenget. Av de totalt 13 fangsthyttene som er dokumentert at ble bygget på øya står kun tre igjen i dag (Polheimen, Camp Margaret og Camp Helene (Helenehytta)). Den laftede fangsthytta Olsbu, i Tømmerbukta, var i god stand frem til høsten 2021 da den ble delvis knust i en storm. Fangsten på Jan Mayen var konsentrert til fjellrev, men det ble også jaktet sjøfugl, spesielt havhest, i tillegg til forskjellige typer sel som ble tatt i den grad de kom inn til øya.

Den første meteorologiske stasjonen ble etablert i 1921 av Hagbart Ekerold, på sørsiden av Jan Mayen ved Jamesonbukta. I dag er det bevart en rekke spor og rester etter stasjonen, kalt «Eldste Metten». Disse er automatisk fredet. Jan Mayen var på denne tiden fremdeles «Terra nullius» eller «Ingenmanns land», men i 1926 annekterte Det norske metrologiske institutt Jan Mayen, og i 1929 ble Jan Mayen tatt inn under norsk overhøyhet. Ved lov av 27. februar 1930 ble øya en del av Norge.

Foruten hvalfangstaktiviteten på Jan Mayen på tidlig 1600-tall, er andre verdenskrig utvilsomt perioden med mest aktivitet på øya. Jan Mayen ble aldri okkupert av tyske styrker, og øya kunne bidra med værmeldingstjenester og observasjoner til de allierte helt til freden kom. Den norske garnisonen besto

på det meste av mer enn 50 mann, og det ble etablert vaktposter, vakthytter, luftverksyts, skyttergraver, maskingeværstillinger og et omfattende kommunikasjonsnettverk på øya. Det er omfattende spor etter aktiviteten under andre verdenskrig på øya, men det finnes ingen systematiske oversikter tilgjengelig for forvaltningen.

Arbeidet med helt ny meteorolog- og radiostasjon (i dag kalt «Gamle Metten») startet i 1949 ovenfor Nordlaguna. I dag er det fem stående bygninger, rester etter taubanen, skinnegangen, master og andre tekniske installasjoner mm. Området har senere fått navnet «Libergsletta».

I 1958–60 ble det oppført en ny stasjonsbygning på sørsiden av Jan Mayen (Olonkinbyen), på Trollsletta ved Båtvika. Her ble det etablert en Loran-stasjon som var en del av den nordatlantiske kjeden som gjorde tjeneste for både militære og sivile skip og fly og var i drift på Jan Mayen frem til 2015. Etter at Forsvaret etablerte Olokinbyen ble også den meteorologiske stasjonen flyttet fra Libergsletta og nærmere Forsvarets stasjon.

Nye topografiske kart

I 2022 utga Norsk Polarinstitut to nye topografiske kart over øya i målestokk 1:50 000, Nord-Jan og Sør-Jan. Det forrige topografiske kartet over Jan Mayen i trykt utgave ble utgitt av Statens Kartverk i samarbeid med Norsk Polarinstitut i 1990.

Kunnskapsbehov

Den isolerte beliggenheten til Jan Mayen, midt mellom Islandshavet, Norskehavet og Grønlandshavet, gjør at økosystem-, klima- og forurensningsdata derfra er ekstra interessante i et regionalt og globalt perspektiv.

Samlet sett er det lite kunnskap om naturmiljøet på og rundt Jan Mayen, og med unntak av overvåkingen av enkelte sjøfuglarter på utvalgte lokaliteter, pågår det ikke systematisk kunnskapsinnhenting per dags dato. I tillegg har det nylig vært en større kvartærgeologisk kartlegging som gikk over flere år.

Innhenting av kunnskap på Jan Mayen er logistisk utfordrende og kostnadskrevende. Samarbeid om logistikk på tvers av fagfelt kan avhjelpe noe, men det vil fortsatt være behov for prioritering, og da primært ut fra forvaltningens behov.

Det er behov for grunnlagsdata om fysisk/kjemisk miljø på land og til havs for å få en bedre økosystemforståelse og for å forstå effekter av påvirkning både på biota og kulturminner. I dette ligger også kunnskap om variasjoner i tid og rom, en bedre forståelse av trofiske relasjoner og årsakssammenhenger, samt å skille naturlige variasjoner fra effekter av for eksempel klimaendringer. Det er behov for informasjon om bestandsutvikling, demografi og næringsvalg hos flere arter for å kunne si noe om en arts status, hva en eventuell endring i bestandens status skyldes og hvilke forvaltningstiltak som eventuelt kan settes inn. For arter som ikke har tilhold på Jan Mayen gjennom hele året er det også behov for kunnskap om forflytning og opphold utenfor Jan Mayen. SEATRACK har allerede vist hvor verdifull slik informasjon er for sjøfugl, men programmet bør utvides, for eksempel med sporing av ungfugl. Spøringsstudier av ulike hvalarter fra området vil være viktig for å avklare oppholdstid i området, men også for å gi mer kunnskap om utbredelse og vandringer.

Naturtyper i Norge, NiN-systemet for Arktis, er under revisjon, og det trengs et betydelig arbeid på Jan Mayen før typene er veldefinerte og før en har data fra plantesamfunn og miljøforhold som underbygger naturtypene. Vegetasjonen er i stor grad betinget av de underliggende geologiske forholdene. Det er derfor også behov for detaljert kvartærgeologisk kartlegging i de mest vanlige ferdselsområdene som grunnlag for overvåking av vegetasjonen med tanke på påvirkninger som tråkk og kjørespor. Forvaltningen ser behov for fugle- og vegetasjonskartlegging på hele øya, men særlig områdene med størst ferdsel (nærturområdet til Olonkinbyen, Frydenlund, Ulla, Hvalrossbukta, samt aksene fra Hvalrossbukta til kanten av isbreen fra Beerenberg (både via Libergsletta og Ekrolldalen)).

Endringer i flora og fauna i lavaområdene som sist ble undersøkt for nær 50 år siden vil være interessant å få kartlagt, samt at dette gir mulighet til å følge opp videre endringer i flora og fauna på grunn av endringer i klima. Kartlegging av endemiske arter og fremmede arter er også viktig. Begge deler har vært rapportert tidligere, men det er usikkert hvor mange arter, om noen i det hele tatt, som forekommer på øygruppa i dag. Overvåking av fremmede arter i virksomhetsområdene og rundt de mest brukte stiene og hyttene bør prioriteres.

Det er behov for oppdatert bestandsstatus for røye i Nordlaguna, samt bedre kunnskap om nivå av miljøgifter, både nye og gamle, hos røye og andre arter på og ved Jan Mayen.

For å få en mer detaljert oversikt over utbruddsfrekvensen og hvilke områder som har større sannsynlighet for å rammes av nye vulkanutbrudd er det nødvendig å datere, detaljkartlegge og studere tidligere vulkanutbrudd for å bruke disse som grunnlag for å gjøre datasimuleringer av forskjellige typer vulkanutbrudd.

Det behov for tilstandsbeskrivelse og risikovurdering av kulturminnene. Sistnevnte er aktuelt spesielt med hensyn til klimaendringer og de naturlige prosessene på Jan Mayen, som for eksempel erosjon. Det varierende klimaet på Jan Mayen og endringer over tid gjør at det også er behov for jevnlig statusoppdatering av kulturminnenes tilstand. Det er stort behov for registrering og kartlegging av de automatisk fredete kulturmiljøminnene på Jan Mayen, fra de eldste sporene fra tidlig 1600-tall, til aktiviteten under andre verdenskrig. Det er også behov for å dokumentere Forsvarets virksomhet på øya fra etableringen av stasjonen (Olonkinbyen) på Trollsletta i 1958–1959 og frem til i dag, samt å katalogisere eller på annen måte registrere eller vurdere gjenstander på stasjonen med hensyn til alder, vernestatus og tilstand.

Det finnes flere alternative måter å skaffe data på, alt etter behov og tilgang på ressurser. For eksempel flere og/eller oppgraderte instrument ved den meteorologiske stasjonen, utplassering av mindre, automatiske bakkestasjoner, to til tre oseanografiske rigger rundt Jan Mayen, ulike typer av autonome plattformer, forskningsfartøy, rutegående skip eller feltpartier på land. Oseanografiske rigger kan påmonteres instrumenter som samlet sett gir verdifull informasjon om fysisk/kjemisk miljø og biota på ulike trofiske nivåer gjennom hele året. Bruk av satellitter og droner kan også være verdifullt, men forutsetter oftest også prøvetaking i felt for verifisering og kalibrering.

Marine tokt ved Jan Mayen kan kombineres med ilandsetting av feltpartier som utfører grunnleggende studier og kartlegging av vegetasjon, geologi og sjøfuglkolonier. Dagens sjøfuglovervåking kan også kombineres med andre fagfelt og/eller skaleres opp, både for å intensivere sjøfuglovervåkingen og for å utvide prøvetakingen, blant annet med tanke på miljøgifter. Felles overvåking av kulturmiljø og naturmiljø er også en mulighet. I tillegg bør det vurderes hvorvidt bemanningen på stasjonen kan bistå med observasjoner/innsamling av enkelte prøver uten at dette går utover stasjonens daglige drift.

Koordinering/samkjøring vil kunne redusere de totale kostnadene, men det vil kreve en mer detaljert gjennomgang å sette opp fullstendig budsjett for foreslåtte tiltak og mulig gevinst ved koordinering. Forvaltningens behov bør være førende for kunnskaps-innhenting. Planlegging av videre satsning bør derfor skje i samråd med forvaltningen.

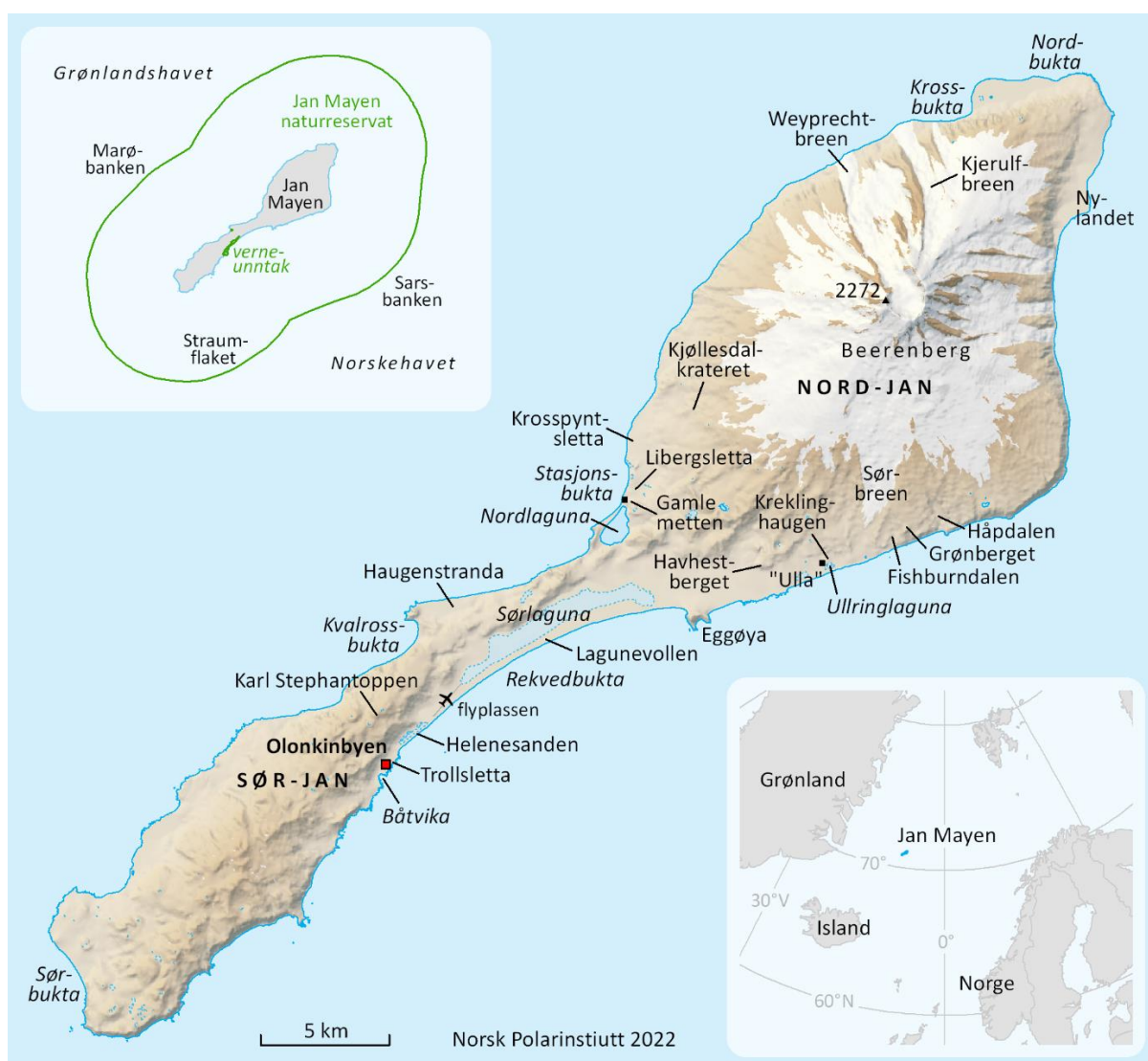


Den laftede fangsthytta Olsbu, i Tømmerbukta, var i god stand frem til høsten 2021 da den ble delvis knust i en storm. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Jan Mayen ligger mellom 70° 50' og 71° 10'N, og mellom 7° 56' og 9° 5'V, ca. 1000 km vest for Fastlands-Norge og 550 km nordøst for Island. Øya er 54 km lang og har et areal på 376 km², mens sokkelen rundt øya er ca. 2000 km². Øya er en del av en undersjøisk vulkansk fjellkjede, Jan Mayenryggen (Pedersen mfl. 2021). Jan Mayen har verdens nordligste vulkan over havnivå (Beerenberg, 2272 moh.), som er Norges eneste aktive vulkan (Gabrielsen mfl. 1997a). Det sammenhengende isdekket på Jan Mayen utgjør totalt 110 km², mens det i tillegg er ca. 3 km² med flerårige småbreer og snøfonner (Fischer mfl. 2021).



Lokalisering av Jan Mayen, de mest brukte navnene i rapporten og avgrensning av Jan Mayen naturreservat. Kart: Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt.

Geologisk sett er Jan Mayen ung. I det vulkanskdominerte landskapet på Jan Mayen, der de eldste aldersbestemte bergartene er ca. 565 000 år gamle, har også istidene satt sine spor. Det har også prosesser knyttet til isbreer, rennende vann, skred, vind, frost og påvirkning fra havet gjort (Lyså mfl. 2022). Jan Mayen ligger på et grensepunkt mellom tre hav: Grønlandshavet (nord for Jan Mayen), Islandshavet (sør for Jan Mayen) og Norskehavet (øst for Jan Mayen), som har som fellesnavn «De nordiske hav» (Hurdle 1986). Jan Mayen ligger i et område med mye seismisk aktivitet, og det er ikke unormalt med forholdsvis store jordskjelv i dette området. Det forekommer også litt geotermisk aktivitet (Gjerløw mfl. 2021). Flere hydrotermiske felt som står i en særstilling som naturtype, finnes rundt Jan Mayen (Pedersen mfl. 2021). Den storskala havsirkulasjonen og fordelingen av vannmassene følger i hovedsak bunntopografien (Mork mfl. 2019).

Lavasubstratet i et oseanisk klima er definerende for vegetasjon og naturtyper på øya (Virtanen mfl. 1997). Det er tallrike forekomster av hekkende sjøfugl på Jan Mayen, særlig havhest og alkekonge, men også polarlomvi og krykkje, og gjødsling fra sjøfuglenes ekskrementer bidrar til utvikling av artsrik vegetasjon enkelte steder (Strøm mfl. 2021). Øya har både faste og løse kulturminner fra de fleste epoker med menneskelig aktivitet fra ulike nasjoner på øya (Barr 1991).



Typisk landskap på Jan Mayen. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitut.

Det er dokumentert både internasjonale og nasjonale verneverdier på Jan Mayen knyttet til øyas særegne geologi, landskap og isolerte beliggenhet. Verneverdiene og øvrige verdier er beskrevet i tidligere rapporter (Gabrielsen mfl. 1997a, Direktoratet for naturforvaltning 2007, 2010, Fylkesmannen i Nordland 2017). Med unntak av noen mindre områder er Jan Mayen med territorialfarvann vernet som naturreservat. Her er både dyrelivet, planter og landskap vernet. Det er utarbeidet en forvaltningsplan med blant annet retningslinjer for gjennomføring av tiltak for å fremme formålet med fredningen (Fylkesmannen i Nordland 1997). Forvaltningsplanen viser til et bredt spekter av oppgaver som krever kjennskap til natur- og kulturmiljø og hvordan dette påvirkes, for at forvaltning skal være kunnskapsbasert. I forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat (FOR-2010-11-19-1456) § 3 står det at formålet med fredningen er å bevare en tilnærmet uberørt arktisk øy og tilgrensende havområder, inkludert havbunnen, med særegent landskap, aktive vulkansystemer, spesiell flora og fauna og mange kulturminner, herunder spesielt sikre;

- øyas storslåtte og unike landskap
- øyas egenartede vulkanske bergarter og landformer

- øya som et meget viktig leveområde for sjøfugl
- den nære sammenhengen mellom livet i havet og på land
- den særegne økologien som utvikles på isolerte øyer
- det historiske perspektivet som kulturminner fra alle hovedepokene i Jan Mayens historie representerer
- øya og tilliggende marint areal som et referanseområde for forskning

For å være i stand til å vurdere hvorvidt man oppnår formålet med fredningen, er det en forutsetning at man oppdaterer kunnskapsgrunnlaget, og at brukere av kunnskapen har kjennskap til kunnskapsutviklingen. Like viktig er det å ha tilstrekkelig faglig grunnlag for å iverksette nødvendige tiltak og være i stand til å vurdere effekten av disse i de områdene med størst menneskelig aktivitet, dvs. virksomhetsområdene på Jan Mayen.

Aktiviteten på Jan Mayen er spredt på flere lokaliteter og det er mulig å ferdes med bil på en begrenset del av øya, det er flyforbindelse i deler av året, i tillegg til enkelte båtanløp med forsyninger (Fylkesmannen i Nordland 2017). I Olonkinbyen på øya bor det ca. 18 personer på stasjonen, og personellet skiftes ut hvert halvår (Cyberforsvaret 2022). Det er begrenset fiskeriaktivitet i området (Hansen mfl. 2022b). Regjeringen har igangsatt en åpningsprosess for undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel (Olje- og energidepartementet 2021) hvor områdene ved Jan Mayen er blant flere potensielle områder. I henhold til de områdespesifikke rammene for petroleumsvirksomhet i Norskehavet, som gjelder frem til neste forvaltningsplan for de norske havområdene, skal det ikke iverksettes petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen og Vesterisen (Meld. St. 20 (2019–2020)). På lik linje med andre områder i Arktis er naturmiljøet på Jan Mayen utsatt for både kjemiske forurensninger (miljøgifter) og plast. Miljøgifter som er til stede i arktiske områder er hovedsakelig persistente organiske forbindelser og kvikksølv som er transportert fra industrialiserte områder (Choi mfl. 2008). Jan Mayen er med sin beliggenhet et sted hvor mye marint søppel driver i land. Det er vist minkende pH-verdier (dvs. forsuring) i deler av de omkringliggende havområdene (Chierici mfl. 2021) og det har blitt mindre havis i områdene ved Jan Mayen siden 1997 (Spreen mfl. 2020, Sumata mfl. 2022).

I 1997 ble det produsert en statusrapport for natur- og kulturmiljøet med vurdering av verneverdier, kunnskapsbehov og forvaltning på Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997a), som mange senere utredninger har hentet informasjon fra. Kunnskapsinnhenting på Jan Mayen har generelt et mindre omfang enn i øvrige deler av Norge, inkludert Svalbard, og det pågår heller ikke systematisk kunnskapsinnhenting per dags dato, med unntak av overvåkingen av enkelte sjøfuglarter på utvalgte lokaliteter. Det har imidlertid vært en større kvartærgeologisk kartlegging som gikk over flere år (Lyså mfl. 2021). Det er produsert flere utredninger om fysisk/kjemisk miljø og naturmangfold i forbindelse med mulig petroleumsvirksomhet og mineralutvinning i havområdene ved Jan Mayen (Fossum mfl. 2012, Kutti mfl. 2021, Pedersen mfl. 2021, Strøm mfl. 2021a), og i forbindelse med oppdatering av det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene for norske havområder (Eriksen mfl. 2021, Hansen mfl. 2022a, b). I 2021 gjennomførte Riksantikvaren tilstandsregistrering av alle de syv kulturminnene som står som prioriterte i forvaltningsplanen for Jan Mayen. Ny kunnskap om natur- og kulturmiljøet siden 1997 tilsier derfor at det nå er betimelig med en oppdatert statusrapport som sammenstiller eldre og ny informasjon. Som en følge av dette oppdaterte kunnskapsgrunnlaget er det også mulig å peke på nye problemstillinger og mangler i kunnskapen om natur- og kulturmiljøet på øya. Noe av denne kunnskapsinnhenting kan dessuten skje ved bruk av teknologiske løsninger som enten ikke fantes eller var mindre brukt i 1997. I tillegg har menneskelig aktivitet og ulike typer av påvirkning på natur-

og kulturmiljøet endret seg siden 1997. Behovet for en oppdatering har også i flere år vært diskutert og etterlyst i Samarbeidsutvalget for Jan Mayen.

1.2 Oppdraget fra Klima- og miljødepartementet

I tildelingsbrevet for 2022 ga Klima- og miljødepartementet Norsk Polarinstitut i oppdrag å «lage en kunnskapssammenstilling om naturmangfold og landskap på Jan Mayen» med frist 31. desember 2022. Avgrensning av oppdraget skulle avtales nærmere med departementet. Oppdraget ble diskutert på årets møte i Samarbeidsutvalget for Jan Mayen (16.02.22) både for å orientere om oppdraget og samtidig sikre at forvaltningens behov for kunnskap ble tilstrekkelig hensyntatt og fremstilt på en egnet måte. Flere av utvalgets medlemmer kom også med innspill i etterkant av møtet. Utvalgets medlemmer var dessuten tydelige på at kulturmiljøet burde omtales i samme rapport slik som i 1997. Endelig avgrensning av oppdraget ble så diskutert med Klima- og miljødepartementet (25.02.22).

Oppdraget fikk følgende føringer:

- Både natur- og kulturmiljø skal omtales
- Forvaltningens behov for kunnskap skal være førende for innhold
- Både marint og terrestrisk miljø, inkl. koblingen hav-land, skal omtales
- Forsknings-, kartleggings- og overvåkingsbehov skal synliggjøres
- Oppsummeringen av kunnskapsgrunnlaget skal ende opp med en overordnet tiltaksplan for videre kunnskapsinnhenting, inkludert kostnadsoverslag og forslag til prioritering der det er mulig
- Publiseres i Norsk Polarinstituts rapportserie

Oppdraget er gjennomført i samarbeid med Riksantikvaren. I tillegg har eksperter fra Norges geologiske undersøkelse, UiT Norges arktiske universitet og Statens naturoppsyn bidratt med sin kompetanse (se forfatterliste for detaljer).

1.3 Tilnærming til oppdraget

Unikt og særegent

I rapporten er det gjort et poeng av at Jan Mayen representerer et helhetlig og særegent økosystem både på land og på sokkelen. Den isolerte posisjonen, Jan Mayens plassering i et område hvor ulike vannmasser møtes, store havdyp utenfor sokkelen, et landskap, vegetasjon og naturtyper preget av øyas vulkanske opprinnelse, samt flere hydrotermiske felt som står i en særstilling som naturtype på sokkelen rundt Jan Mayen, bidrar til dette. Økosystemene på land er nært koblet sammen med de marine økosystemene med forekomst av store internasjonale og nasjonale verneverdier. Kulturminnene på Jan Mayen representerer flere nasjoners virksomhet og utgjør en enestående kulturarv i internasjonal sammenheng.

Forvaltningens behov

Det er naturlig at forvaltningens behov for kunnskap står sentralt i arbeidet med å lage en kunnskapssammenstilling om natur- og kulturmiljø på Jan Mayen. For å sette det i perspektiv oppsummeres derfor organiseringen av dagens forvaltning av Jan Mayen, inkludert ansvar- og forvaltningsoppgaver innledningsvis.

Menneskelig aktivitet og annen påvirkning

Rapporten omtaler også kort ulike typer av menneskelig aktivitet som pågår i området, både på land og til havs, samt nevner potensielle nye næringer i området. Denne informasjonen danner et grunnlag for vurdering av mulige negative effekter av en aktivitet og er også relevant for forvaltningen som skal identifisere forvaltningstiltak i lys av dette. Rapporten skiller på effekter som følge av lokal aktivitet (for eksempel ferdsel) og globale problemstillinger (for eksempel langtransportert forurensning).

Tematiske omtaler av fysisk/kjemisk miljø, geologi, biota og kulturminner

Økosystembasert forvaltning forutsetter at miljøbetingelser og biota sees i sammenheng. Derfor omtales både fysisk/kjemisk miljø og de ulike organismegruppene. Det er begrenset kunnskap om mange av miljø- og kulturverdiene på og rundt Jan Mayen. Der det har vært mulig, er det imidlertidpekt på variasjoner i tid og rom, samt kobling på tvers av økosystemkomponenter. Slike trofiske relasjoner er helt essensielt for forståelsen av økosystemenes struktur og funksjon. De tematiske omtalene er organisert under atmosfære, hav, land eller ferskvann, men koblingen mellom land og hav og/eller atmosfære fremkommer der det er relevant. De aller fleste temaene som ble omtalt i forrige statusoppdatering (Gabrielsen mfl. 1997a) omtales også i denne rapporten, men der det er relativt lite ny informasjon gis kun en kortere oppsummering, sammenlignet med temaer hvor det har kommet vesentlig ny kunnskap.

Kunnskapsbehov

Kunnskapsbehov omtales avslutningsvis for hvert tema. Disse er begrunnet og det synliggjøres hva som kreves av ressurser for å dekke behovet. Det gis også et grovt kostnadsoverslag, men dette må tas med forbehold. For noen av behovene er det skissert flere alternative tilnærminger, avhengig av kapasitet og tilgang på ressurser. For enkelte av temaene er det prioritert mellom kunnskapsbehovene, men dette har ikke alltid vært mulig. Til sist er det gjort en samlet vurdering av de tematiske kunnskapsbehovene på et mer overordnet nivå i et eget kapittel. Det pekes på muligheter for samarbeid på tvers av fagfelt i forbindelse med feltarbeid, blant annet felles logistikk og instrumentering. Det vises også til hvordan ulike fagfelt har behov for gjensidig informasjon for bedre å forstå dynamikk og prosesser.

Artslister

Det har skjedd en del taksonomiske endringer siden 1997 både når det gjelder grupperinger og navnetting. Det vil kreve en større innsats å rette opp artslistene i Gabrielsen mfl. (1997a) og å supplere artslistene med nye registreringer fra senere publikasjoner. I denne rapporten har vi derfor valgt å ikke legge ved oppdaterte artslistene, men viser i stedet til kilder med artslistene i et eget vedlegg.

Sør-Jan, Midt-Jan og Nord-Jan

Både i vitenskapelige artikler, fagrapporter og forvaltningsverktøy deles ofte Jan Mayen opp i tre deler; Sør-Jan, Midt-Jan og Nord-Jan. Formelt sett er det imidlertid egentlig kun to deler, henholdsvis Sør-Jan og Nord-Jan. I rapporten brukes likevel alle tre da dette samsvarer bedre med refererte påstander i teksten som viser til en eller flere av disse delene.

2 Forvaltning av Jan Mayen og tilgrensende havområder

Dette kapittelet omhandler hvordan forvaltningen av Jan Mayen og tilgrensende havområder er organisert. Store deler av øya og territorialfarvannet er vernet som naturreservat, og verneplanprosessen beskrives under. Både formålet med vernet, kartavgrensninger for verneområdet og utdrag fra forvaltningsplanen for naturreservatet omtales. Det gis også en oversikt over de mest relevante lovene og forskriftene som er gjeldende for Jan Mayen, samt flere relaterte nasjonale og internasjonale planer og prosesser. Hensikten med denne gjennomgangen er å synliggjøre det brede spekteret av oppgaver som krever innsikt i natur- og kulturmiljøet.

2.1 Organisering av forvaltningen av Jan Mayen

Lov om Jan Mayen ble vedtatt 27. februar 1930 (LOV-1930-02-27-2) og regulerer de rettslige forholdene for øya. Det fremgår av lovens § 1 at: «Øen Jan Mayen er en del av Kongeriket Norge». Det følger videre av loven at norsk privatrett, strafferett og den norske lovgivning om rettspleien gjelder for Jan Mayen. I hvilken utstrekning andre lover skal gjelde, bestemmes av Kongen. Det er i dag Justis- og beredskapsdepartementet som har ansvaret for lov om Jan Mayen. Forvaltningsansvaret ble overført fra Samferdselsdepartementet 1. januar 2021. Justis- og beredskapsdepartementet hadde fra før ansvaret for samordning av norsk politikk i polarområdene, inkludert Svalbard og Jan Mayen (samt de norske bilandene Dronning Maud Land, Bouvetøya og Peter I Øy). Justis- og beredskapsdepartementet foretar videre etatsstyringen for Jan Mayen i samarbeid med og i forståelse med Forsvarsdepartementet i tråd med driftsavtale fra 5. februar 2007 (Justis- og beredskapsdepartementet 2021).

Justis- og beredskapsdepartementet tildeler årlige bevilgninger til Samfunnet Jan Mayen. Samfunnet omfatter all infrastruktur på Jan Mayen inkludert flystripen og personellet som driver denne. Samfunnet Jan Mayen er en del av Cyberforsvaret (tidligere Forsvarets tele- og datatjeneste) som er en avdeling i Forsvaret. I årlige tildelingsbrev fra Justis- og beredskapsdepartementet til Cyberforsvaret fremgår hvilke mål, styringsparametere, resultatkrav og oppgaver som er førende for forvaltning av Samfunnet Jan Mayen. Samfunnsoppdraget for Samfunnet Jan Mayen består i å drifte byggene blant annet i Olonkinbyen, og å følge opp avtalene med eksterne aktører for værobservasjoner, kommunikasjonstjenester og seismiske målinger. Det er Cyberforsvaret som administrerer transporten til og fra øya, og de ansetter personalet på stasjonen Olonkinbyen. Det bor ca. 18 personer på stasjonen, og personellet skiftes ut hvert halvår (Cyberforsvaret 2022).

Samfunnet Jan Mayen skal særlig bidra til å nå sektormålet om god forvaltning av polarområdene. Det innebærer at polarområdene skal forvaltes slik at samordning og styring bygger opp under de overordnede målene for Svalbard og andre polare strøk. Målene er blant annet å bevare ro og stabilitet, å bevare natur og å opprettholde eksisterende norske samfunn i disse områdene.



Stasjonen i Olonkinbyen på østsiden av Jan Mayen med Beerenberg i det fjerne. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Klima- og miljødepartementet har hovedansvaret for å ivareta helheten i regjeringens klima- og miljøpolitikk og har det overordnet ansvaret for forvaltningen av miljøet på Jan Mayen. I 1998 fastsatte Miljøverndepartementet (nå Klima- og miljødepartementet) ansvarsfordelingen mellom sine daværende ytre etater (Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet), Norsk Polarinstitutt og Riksantikvaren) og Fylkesmannen i Nordland (nå Statsforvalteren i Nordland). Det eksisterte et miljøregelverk for Jan Mayen før verneområdet ble etablert i 2010, og dette gjelder fortsatt for de om lag 2 km² av Jan Mayen som ikke inngår i naturreservatet. Miljødirektoratet har nå hovedansvar for forvaltning av verneområder og avgjør hvem som skal være forvaltningsmyndighet for de enkelte naturvernområdene. Miljødirektoratet er klageinstans for vedtak av forvaltningsmyndighet for de enkelte verneområdene og skal veilede forvaltningsmyndigheter i praktisering av verneforskrifter.

Statsforvalteren i Nordland er tildelt ansvaret for alle oppgaver som i Fastlands-Norge hører inn under Statsforvalteren. Dette er fastlagt i forskrift om administrasjon av Jan Mayen (FOR-1980-11-21-12). Statsforvalteren er videre miljøvernmyndighet for Jan Mayen og forvalter forskrift for vern av Jan Mayen naturreservat, inkludert kulturminner (jf. delegering fra Klima- og miljødepartementet i 2015). Ved forringelse av verneverdier er det Statsforvalterens ansvar å iverksette nødvendige tiltak. Statsforvalteren har derfor behov for en oversikt over tilstand og utvikling til verneverdiene. Det er også Statsforvalterens oppgave å behandle og fatte vedtak i søknader. Eventuell klage på vedtak sendes via Statsforvalteren og sluttbehandles av Miljødirektoratet.

Riksantikvaren er rådgiver i saker som gjelder kulturminner i naturreservatet og skal få beskjed om og gis mulighet til å komme med faglige innspill i saker som kan berøre kulturminnene i verneområdet. I de to virksomhetsområdene utenfor verneområdet er det Riksantikvaren som er forvaltningsmyndighet for kulturminnene.

I 1997 ble Samarbeidsutvalget for miljø på Jan Mayen etablert, og det har som oppgave å «bidra til å sikre en best mulig koordinering og bruk av kompetanse i spørsmål som gjelder forvaltning av naturressurser og kulturminner, samt forurensning på Jan Mayen» (Fylkesmannen i Nordland 2017). Det avholdes årlige møter, og per 2022 er følgende institusjoner representert: Statsforvalteren i Nordland (leder og sekretariat), Cyberforsvaret, Justis- og beredskapsdepartementet, Meteorologisk institutt, Miljødirektoratet, Nordland politidistrikt, Norsk Polarinstitut og Riksantikvaren.

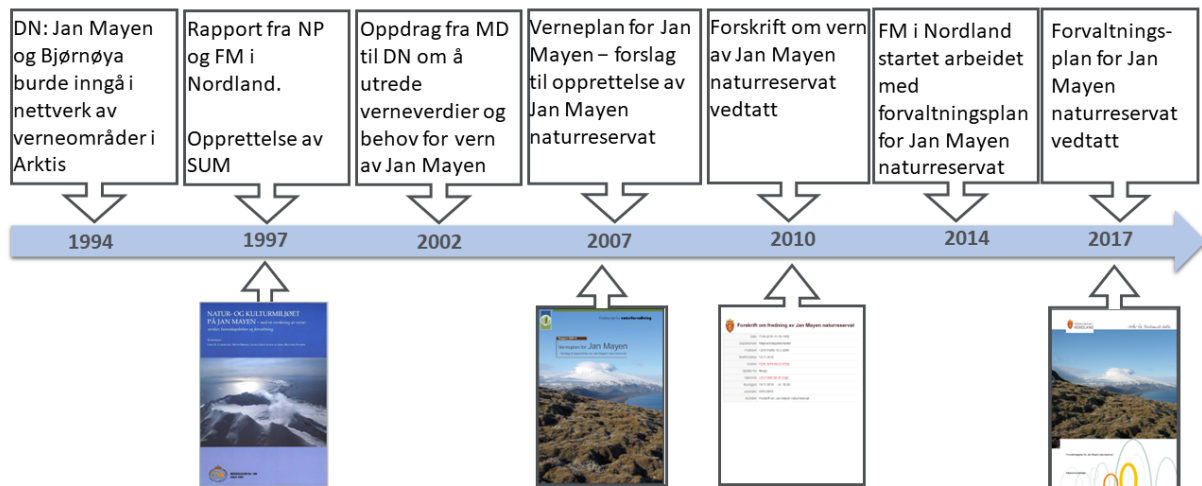
Stasjonssjefen har ansvar for mye av den praktiske oppfølgingen av naturreservatet og sender tertialvise (tidligere kvartalsvise) rapporter om natur- og kulturmiljøfaglige forhold, båtanløp, turister mm. til Statsforvalteren i Nordland og Samarbeidsutvalget for miljø på Jan Mayen. Ved spesielle situasjoner knyttet til værforhold eller naturhensyn kan stasjonssjefen gi tillatelse til ilandstigning fra båt. Stasjonssjefen har også begrenset politimyndighet delegert fra Nordland politidistrikt som er politimyndighet på øya.

2.2 Verneprosessen for Jan Mayen

I forbindelse med Arktisk råds arbeid med å etablere et nettverk av verneområder i Arktis (Circumpolar Protected Areas Network – CPAN), påpekte Direktoratet for naturforvaltning i 1994 at Jan Mayen og Bjørnøya burde inkluderes i CPAN-nettverket (Direktoratet for naturforvaltning 2007). Som en oppfølging av dette og på oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning, utarbeidet Norsk Polarinstitut i samarbeid med Fylkesmannen i Nordland en rapport i 1997 om verneverdier, kunnskapsbehov og forvaltning av natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997a; Figur 1).

I 2002 ga Miljøverndepartementet Direktoratet for naturforvaltning i oppdrag å lage en utredning om verneverdiene og behovet for vern på Jan Mayen. Utredningen ble utført i samråd med Riksantikvaren og Fylkesmannen i Nordland. Med basis i Gabrielsen mfl. (1997a) ble et notat oversendt fra Direktoratet for naturforvaltning til Miljøverndepartementet høsten 2002. Notatet dokumenterte store internasjonale og nasjonale verneverdier knyttet til en rekke fagområder, og vern og andre forvaltningstiltak ble anbefalt.

På bakgrunn av verneverdiene på Jan Mayen ga Miljøverndepartementet i oppdrag til Direktoratet for naturforvaltning å utarbeide et forslag til verneplan for Jan Mayen i samarbeid med Riksantikvaren. I perioden 2004–2007 ble en verneplanprosess gjennomført og verneforslaget for Jan Mayen naturreservat sendt på høring (Figur 1). I planprosessen ble det gjort store tilpasninger for drift av stasjonen i Olonkinbyen, for fiskeri og for eventuell petroleumsvirksomhet i havområdene utenfor Jan Mayen (Fylkesmannen i Nordland 2017).

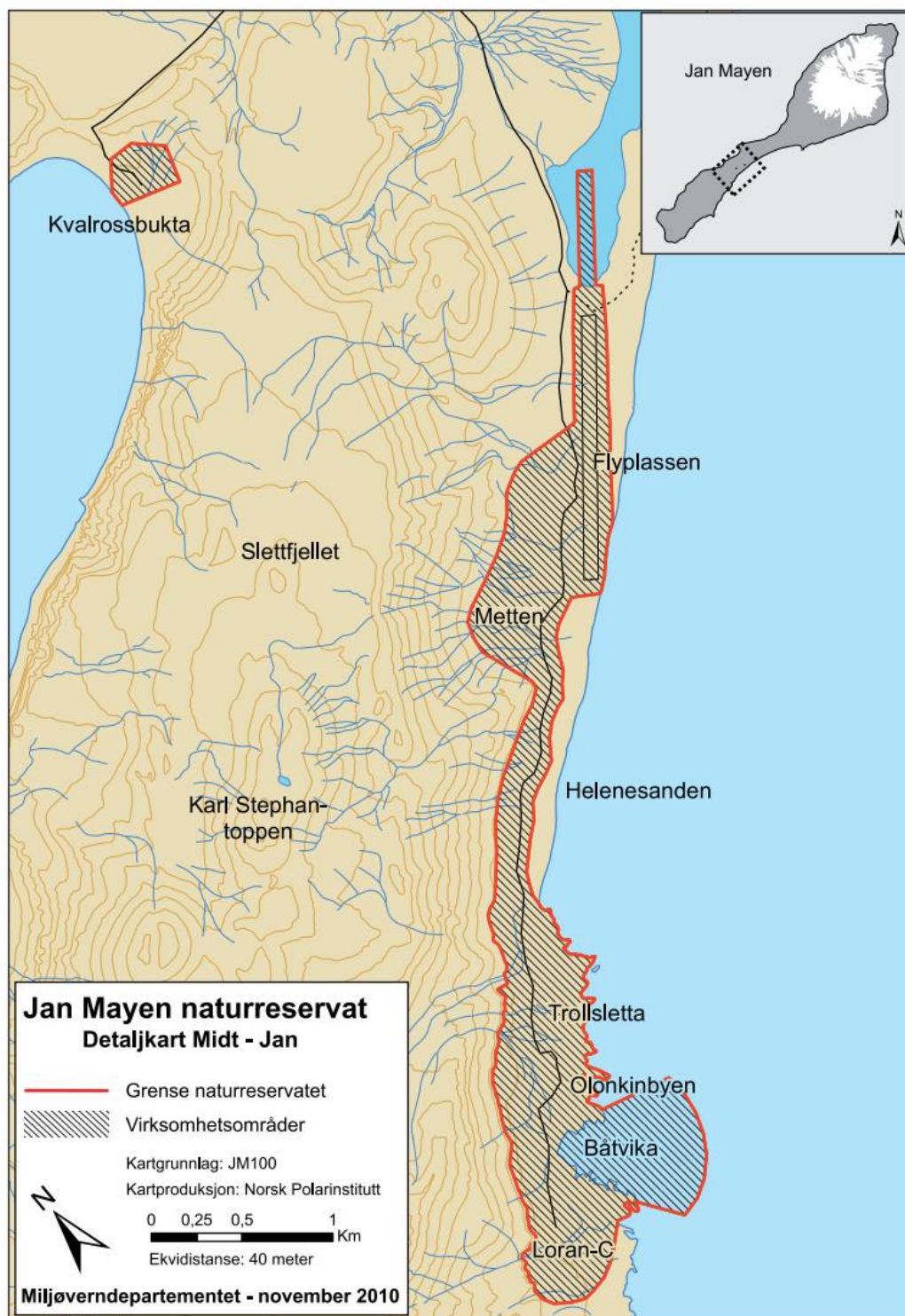


Figur 1. Skjematisk fremstilling av verneprosessen for Jan Mayen naturreservat. DN: Direktoratet for naturforvaltning, FM: Fylkesmannen i Nordland, MD: Miljøverndepartementet, NP: Norsk Polarinstitutt, SUM: Samarbeidsutvalget for Jan Mayen. Layout: Hanne Johnsen / Norsk Polarinstitutt.

2.2.1 Jan Mayen naturreservat

Den 19. november 2010 ble forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat vedtatt i kongelig statsråd (Figur 1). Det fredete området omfatter nesten hele øya og tilleggende territorialfarvann (12 nm) med unntak av et marint areal som strekker seg 500 m ut fra land i Båtvika på østsiden av øya (Figur 2). Det er to virksomhetsområder på øya som er utenfor verneområdet; området på østsiden av øya som inkluderer Olonkinbyen, den meteorologiske stasjonen og flyplassen, og et område i Kvalrossbukta på vestsiden av øya (Figur 2). Naturreservatet består av ca. 375 km² landareal og ca. 4315 km² marint areal (Figur 3).

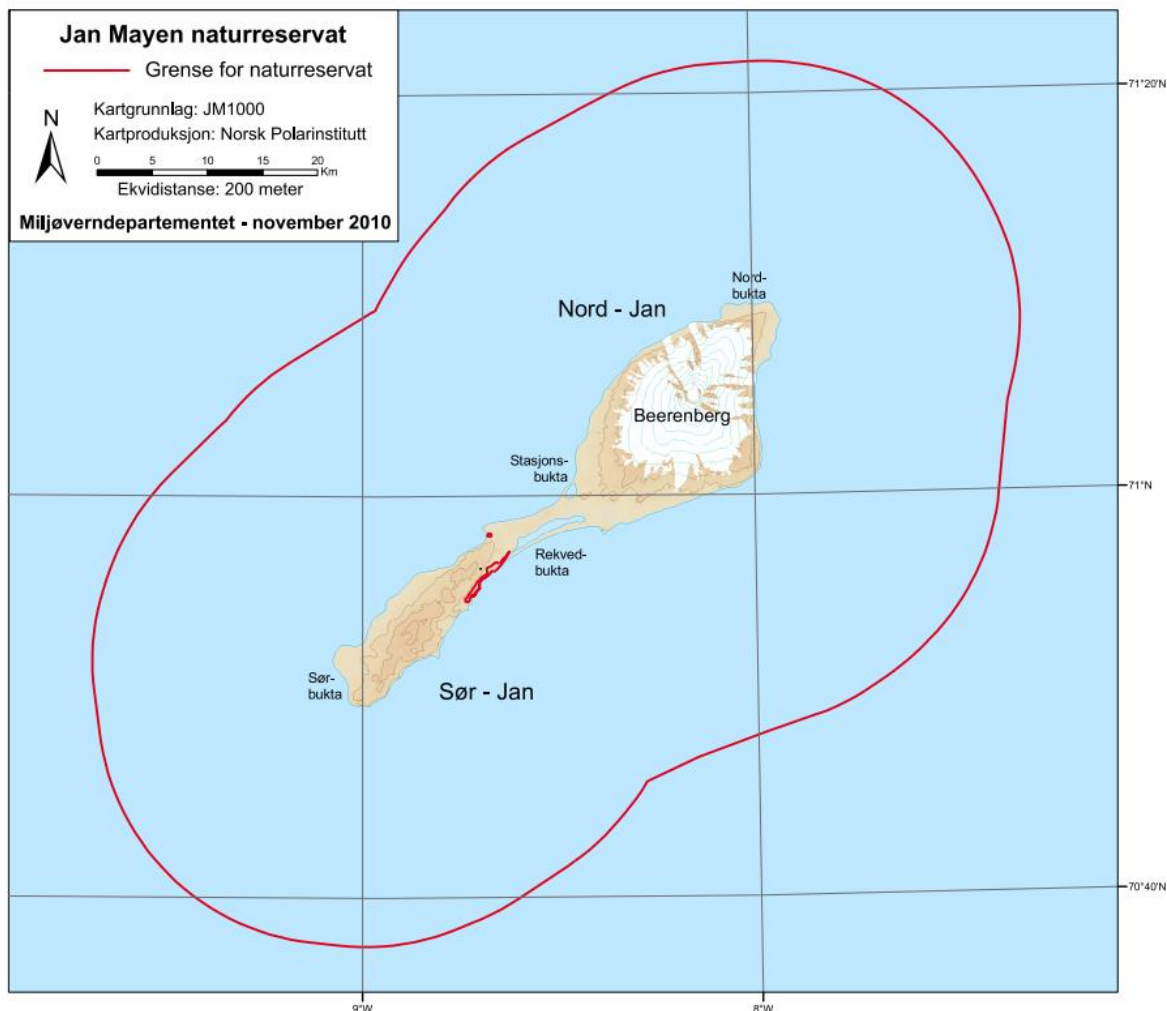
Med opprettelsen av Bjørnøya naturreservat i 2002, Hopen naturreservat i 2003 og Jan Mayen naturreservat i 2010, hadde Norge da vernet alle de tre mindre, oseaniske og isolerte norske øyene i Arktis. Sammen med vern av ca. ytterligere 65 % av landarealet på Svalbard bidro dette sterkt til å oppfylle de høye miljømålene for norske arktiske områder (Direktoratet for naturforvaltning 2010).



Figur 2. De to virksomhetsområdene på Jan Mayen som er unntatt naturvern. Kilde: Forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat.

Som det fremgår av Forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat § 3, er formålet med fredningen å bevare en tilnærmet uberørt arktisk øy og tilgrensende havområder, inkludert havbunnen, med særegent landskap, aktive vulkansystemer, spesiell flora og fauna og mange kulturminner, og herunder spesielt sikre:

- øyas storslåtte og unike landskap
- øyas egenartede vulkanske bergarter og landformer
- øya som et meget viktig leveområde for sjøfugl
- den nære sammenhengen mellom livet i havet og på land
- den særegne økologien som utvikles på isolerte øyer
- det historiske perspektivet som kulturminner fra alle hovedepokene i Jan Mayens historie representerer
- øya og tilliggende marint areal som et referanseområde for forskning



Figur 3. Jan Mayen naturreservat med grense for naturreservatet. De to virksomhetsområdene som er unntatt vern er avmerket med rød grense på øst og vestsiden av øya. Kilde: Forskrift om Jan Mayen naturreservat.

2.2.2 Forvaltningsplan for Jan Mayen naturreservat

I Forskrift om Jan Mayen naturreservat (2010) § 7 står det at det skal utarbeides en forvaltningsplan som skal godkjennes av Direktoratet for naturforvaltning etter samråd med Riksantikvaren. Som miljøvernmyndighet for Jan Mayen meldte Fylkesmannen i Nordland oppstart på arbeidet med å lage en forvaltningsplan den 1. januar 2014. I mars 2016 ble planen sendt på høring. Det kom inn 13 innspill til forslaget og endelig forvaltningsplan ble vedtatt av Miljødirektoratet høsten 2017 (Fylkesmannen i Nordland 2017).

Lov om Jan Mayen naturreservat er juridisk bindende, og forvaltningsplanen er retningsgivende for forvaltningsmyndighetens praktisering av verneforskriften. I Forvaltningsplan for Jan Mayen naturreservat (2017) er det gitt retningslinjer for bruk av området som er vernet som naturreservat. Planen gjelder ikke for virksomhetsområdene som inkluderer Olonkinbyen. Forvaltningsplanen skal bidra til å ivareta og fremme verneformålet og sikre forutsigbarhet med konkrete retningslinjer for bruk av og informasjon om verneområdet.

Det har vært et fåtall mindre interessekonflikter mellom vernet og dagens bruk av området siden forholdet til stasjonen, fiskeri og petroleumsvirksomhet i stor grad var avklart i verneplanprosessen. Det var en del diskusjoner om ilandstigningsforbudet fra båt og telteforbudet for andre enn ansatte ved Olonkinbyen, så dette er utdypet i forvaltningsplanen. Det er lagt opp til at planen tas opp til vurdering og eventuelt revideres etter 10 år, det vil si i 2027. Ved behov kan revisjon tas opp til vurdering tidligere.

2.3 Lover og forskrifter gjeldende for Jan Mayen og tilgrensende havområder

Det er ulike lover og forskrifter som regulerer miljø- og kulturmessige forhold på Jan Mayen. Her følger en oversikt, og noen av de mest sentrale omtales kort under.

- Lov om Jan Mayen (1930)
- Forskrift om drivtømmer (1931)
- Forskrift om utførsel av rev fra Jan Mayen (1939)
- Midlertidig forskrift om naturinngrep på Jan Mayen (1971)
- Forskrift om bergverksordning Jan Mayen (1976)
- Forskrift om forvaltning av vilt og ferskvannsfisk på Svalbard og Jan Mayen (1978)
- Forskrift om forurensningsloven på Jan Mayen (1997)
- Forskrift til gjennomføring av konvensjon 3. mars 1973 om internasjonal handel med truede arter av vill flora og fauna (CITES) (2002)
- Lov om forvaltning av viltlevande marine ressursar (2008)
- Naturmangfoldloven kapittel VII (2009)
- Forskrift om Jan Mayen naturreservat (2010)
- Forskrift om fremmede organismer (2015)

2.3.1 Forskrift om Jan Mayen naturreservat

Formålet med fredningen er å bevare en tilnærmet uberørt arktisk øy og tilgrensende havområder, inkludert havbunnen, med særegent landskap, aktive vulkansystemer, spesiell flora og fauna og mange kulturminner. For å ta vare på verneverdiene av natur- og kulturmiljø fremgår det av forskriften hva som er tillatt, og hva som ikke er tillatt. Unntak og dispensasjoner, forvaltning og saksbehandling, samt håndheving, sanksjoner og ikrafttredelse beskrives. I forvaltningsplanen for Jan Mayen naturreservat (2017) beskrives retningslinjer for forvaltningstiltak som fremmer formålet med fredningen.

2.3.2 Naturmangfoldloven

Naturmangfoldloven fra 2009 gjelder for norsk landterritorium, herunder innsjøer og vassdrag, og i Norges territorialfarvann (LOV-2009-06-19-100). For Svalbard og Jan Mayen gjelder lovens kapittel VII: Tilgang til genetisk materiale og tradisjonell kunnskap knyttet til genetisk materiale. Kongen kan bestemme at også andre bestemmelser gjelder for Svalbard og Jan Mayen. For øvrig gjelder lov 15. juni 2001 nr. 79 om miljøvern på Svalbard og lov 27. februar 1930 nr. 2 om Jan Mayen i stedet for loven her.

Lovens formål jf. § 1, er «at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på ved bærekraftig bruk og vern, også slik at den gir grunnlag for menneskenes virksomhet, kultur, helse og trivsel, nå og i fremtiden, også som grunnlag for samisk kultur».

Ved forvaltningen av Jan Mayen skal likevel naturmangfoldlovens miljørettslige prinsipper i paragrafene 8 til 12 legges til grunn som retningslinjer ved utøving av offentlig myndighet. De miljørettslige prinsippene er § 8 kunnskapsgrunnlaget, § 9 føre-var-prinsippet, § 10 økosystemtilnærming og samlet belastning, § 11 kostandene ved miljøforringelse skal bæres av tiltakshaver og § 12 miljøforsvarlige teknikker og driftsmetoder. Vurderingen av de miljørettslige prinsippene skal fremgå av beslutningen.

2.3.3 Havressursloven

Havressursloven fra 2008 gjelder i territorialfarvannet, i Norges økonomiske sone, i fiskevernsonen ved Svalbard, i fiskerisonen ved Jan Mayen og på hele kontinentalsokkelen, også utenfor 200 nautiske mil, jf. § 2 (LOV-2008-06-06-37).

Formålet med loven er blant annet å sikre en bærekraftig og samfunnsøkonomisk lønnsom forvaltning av de viltlevende marine ressursene og det tilhørende genetiske materialet. Føre-var-prinsippet er et bærende prinsipp i loven.

Lovens § 19 inneholder en egen hjemmel for å opprette «marine beskyttede områder» der «høsting og annen utnytting av viltlevende marine ressurser er forbudt» (Meld. St. 29 (2020–2021)). Avgrensning av et beskyttet område kan knyttes til vannoverflaten, vannsøylen eller havbunnen. Videre kan det «gjøres unntak for høsting og annen utnytting som ikke vil være i strid med formålet med det beskyttede området».

2.4 Tiltak, skjøtsel og informasjon

Det fremgår av Forvaltningsplanen for Jan Mayen (Fylkesmannen i Nordland 2017) at det også ble utført ulike tiltak for å bedre naturmiljøet på Jan Mayen før vernevedtaket i 2010. Det ble blant annet iverksatt tiltak for å få kontroll på den gamle søppelfyllingen som anslås å inneholde ca. 13 kilo PCB. Fyllingen ble lukket, og det er ikke registrert noen spredning av PCB. Forsvarsbygg overvåker dette (se kapittel 3.5.1 for flere detaljer). I tillegg ble søppelhåndteringen forbedret (se kapittel 3.4), og det ble etablert ny oljeforsyning. Oljen tas nå på land i Båtvika og pumpes direkte opp i oljetankene, i stedet for å bli transportert gjennom rørledning fra andre siden av øya (Kvalrossbukta). For flere av de stående kulturminnene på Jan Mayen er det utført skjøtsels- og restaureringstiltak gjennom mange år. Tilstanden på flere av kulturminnene ansees som tilfredsstillende. Forvaltningsplanen peker videre på at i dag fremstår Jan Mayen naturreservat som relativt uberørt og med intakte verneverdier. Endringer i verneverdier knyttet til naturtyper inkludert vegetasjon skyldes i hovedsak ferdsel og inngrep som det er mulig å gjøre noe med.

Forvaltningsplanen peker imidlertid også på behov for ulike tiltak. På grunn av en relativt dårlig oversikt over naturtypene i Jan Mayen naturreservat og tilstanden på disse, er det et ønske om og behov for gjennomføring av en NiN-kartlegging (Natur i Norge) for å kunne foreta en bedre forvaltning (se kapittel 6.3.1.6 for flere detaljer om NiN). Det er videre ønskelig med en miljøovervåking etter kartleggingen. Det er mye søppel som driver i land på strendene på Jan Mayen, og det er et stort behov for å gjennomføre søppelryddinger (se kapittel 3.5.8 for flere detaljer). Flere kulturminner som anses å være i tilfredsstillende stand trenger løpende vedlikehold for å unngå forringelse. Andre trenger umiddelbare sikrings- og istandsettingstiltak for at de skal kunne bevares videre. I tillegg bør det vurderes tiltak for å redusere eller unngå menneskelig påvirkning som for eksempel slitasje (se kapittel 8.8 for flere detaljer). Det er også behov for kartfesting og registrering av kulturminner i databasen Askeladden og kartlegging av arkeologiske kulturminner på Jan Mayen.

Det finnes noe informasjon om Jan Mayen naturreservat og verneverdier på nettsidene til Statsforvalteren i Nordland, Miljødirektoratet, Riksantikvaren, Norsk Polarinstitutt og Klima- og miljødepartementet. Det er ikke ønske om å lage informasjonsmateriale som stimulerer til økt besøk av øya på grunn av sårbar natur og manglende redningstjeneste (Fylkesmannen i Nordland 2017), men det er viktig at det finnes informasjon om naturreservatet og hvilke bestemmelser som gjelder. Siden alle besøkende til Jan Mayen må melde seg for stasjonssjefen ved ankomst, er vedkommende sentral i arbeidet med å gi informasjon om verneverdier og regelverk.

2.5 Andre planer og prosesser

2.5.1 Vanndirektivet

Europaparlamentets vanndirektiv fra desember 2000 er et av EUs viktigste miljødirektiver (<https://www.vannportalen.no>). Det overordnede målet for direktivet er beskyttelse og bærekraftig bruk av akvatiske økosystem. Det skal settes konkrete og målbare miljømål, og forvaltningen skal være helhetlig og samordnet på tvers av sektorer. Hvis det er nødvendig skal det iverksettes forebyggende eller forbedrende tiltak for å sikre miljøtilstanden i ferskvann, grunnvann og kystvann. Siden Jan Mayen er en del av kongeriket Norge er øya omfattet av EØS-avtalen. Øya er en del av Nordland og Jan Mayen vannregion hvor vannforskriften (FOR-2006-12-15-1446) er gjeldende. Nordland fylkesting vedtok i desember 2021 Regional plan for vannforvaltning i Nordland og Jan Mayen vannregion (2022-2027), deretter ble planen oversendt til Klima- og miljødepartementet for nasjonal godkjenning (Nordland fylkeskommune 2021). Fylkestinget i Nordland har imidlertid ikke vedtaksmyndighet på Jan Mayen. Det fremgår av vannforvaltningsplanen at det er to innsjøer på øya; Nordlaguna og Sørlaguna, med stasjonær røyebestand i Nordlaguna.

2.5.2 OSPAR-konvensjonen (Konvensjonen om vern av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren)

OSPAR-konvensjonen er en juridisk bindende avtale som regulerer internasjonalt samarbeid om beskyttelse av det marine miljøet i det nordøstlige atlantehavsområdet (<https://www.ospar.org/-/convention>). Konvensjonen fra 1992 kombinerer Oslo-konvensjonen fra 1972 om dumping i havet og Paris-konvensjonen fra 1974 om landbaserte kilder for marin forurensning. Klima- og miljødepartementet er forvaltningsmyndighet for OSPAR i Norge og har ansvaret for vår oppfølging av OSPAR-konvensjonen.

Jan Mayen naturreservat omfatter ca. 4315 km² marint areal (i tillegg til landareal). Den marine delen av området er meldt inn som marint verneområde (MPA) i OSPAR (Faglig forum for norske havområder 2019).

2.5.3 Forvaltningsplanen for Norskehavet

Det er utviklet helhetlige forvaltningsplaner i form av stortingsmeldinger for alle norske havområder, det vil si Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (St.meld. nr. 8 (2005–2006), oppdatert Meld. St. 10 (2010–2011)), Norskehavet (St.meld. nr. 37 (2008–2009), oppdatert Meld. St. 35 (2016–2017)) og Nordsjøen og Skagerrak (Meld. St. 37. (2012–2013)). I 2020 ble alle planene for første gang oppdatert i samme melding (Meld. St. 20 (2019–2020)). Planene oppdateres hvert fjerde år, det vil si at neste oppdatering vil skje i 2024. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av havområdenes ressurser og økosystemtjenester og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold.

I alle planene er det identifisert særlig verdifulle og sårbare områder (SVO-er) på grunnlag av ulike fagutredninger. En ekspertgruppe har på oppdrag fra Faglig forum for norske havområder (en av to arbeidsgrupper med ansvar for å følge opp planenes faglige grunnlag) gått igjennom eksisterende SVO-er og sett på behov for grenseendringer og/eller helt nye områder (Eriksen mfl. 2021). Økologisk viktige områder er identifisert i de tre havområdene (Eriksen mfl. 2021; Figur 4). For de samme områdene er det vurdert sårbarhet og samlet påvirkning (Hansen mfl. 2022 a, b). EBSA (Ecologically or Biologically Significant marine Areas in need of protection, in open ocean waters and deep sea habitats)-kriteriene i konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) ble lagt til grunn, dvs. unikhet/sjeldenhet, livshistorisk viktige områder, viktighet for truede eller nedadgående arter og/eller habitater, sårbarhet/skjørhet/følsomhet/lav restitusjonsevne, viktighet for biologisk produktivitet, viktighet for biologisk mangfold og naturlighet. Minst ett kriterium må slå ut for at området skal være særlig verdifullt. Rapporten fra Eriksen mfl. (2021) vil, sammen med flere andre rapporter, danne grunnlaget for Faglig forums forslag om avgrensning av SVO-er i alle norske havområder i det faglige grunnlaget for oppdateringen av forvaltningsplanene i 2024.

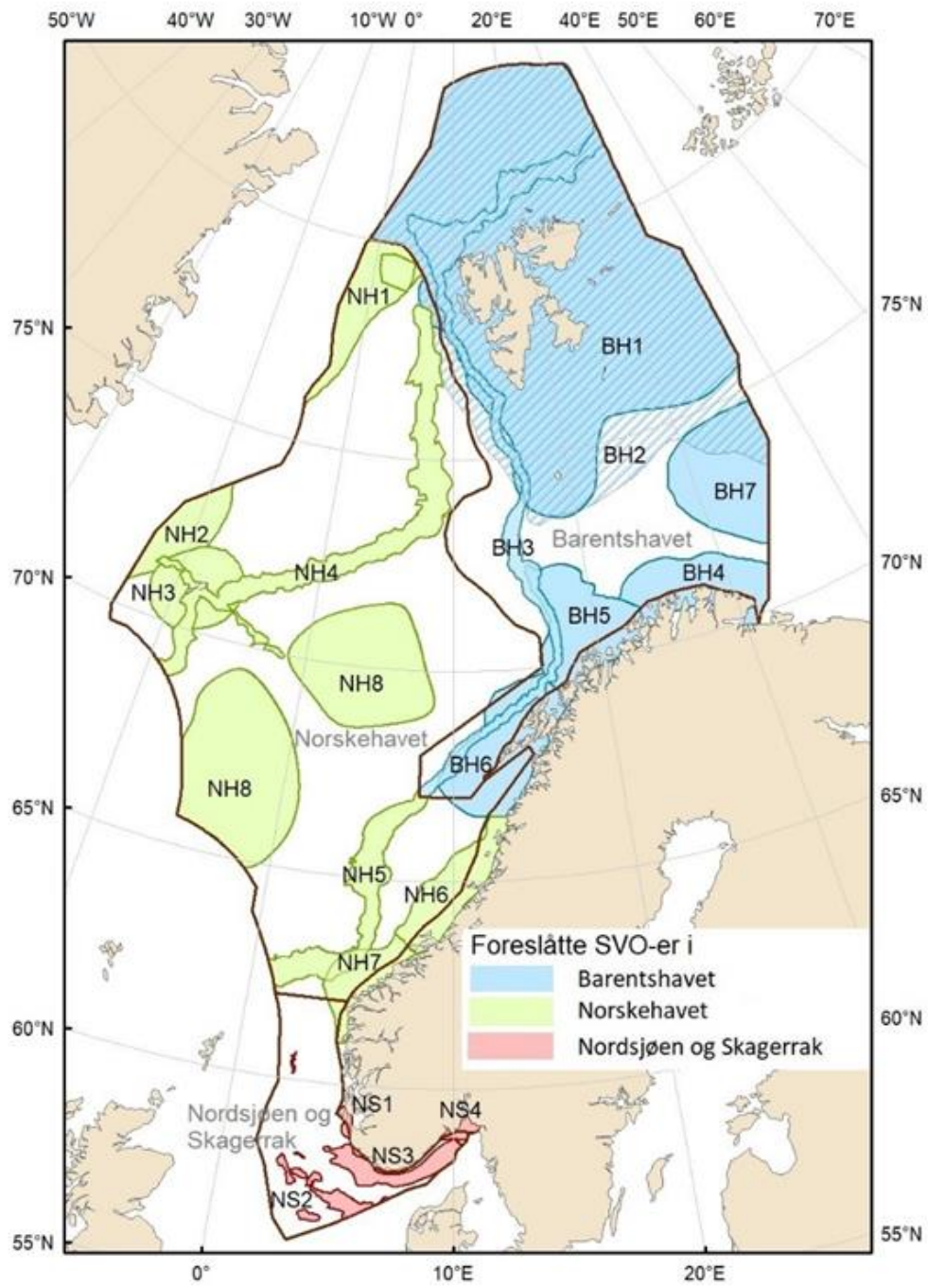
Havområdene rundt Jan Mayen er ett av 19 foreslåtte SVO-er (Eriksen mfl. 2021). Det ble særlig lagt vekt på hvordan de spesielle topografiske forholdene, med Jan Mayen som ligger på den midtatlantiske ryggen som en isolert øy i et stort hav, samt oseanografiske forhold hvor den kalde Øst-Grønlandsstrømmen og den varme Atlanterhavsstrømmen møtes ved Jan Mayen, har betydning for områdets biodiversitet og produksjon. Det ble blant annet vist til høy og stabil produksjon i området, varierte fiskesamfunn, inkludert arter som ikke er registrert i andre norske havområder (flatsnuteålebrosmen (*Lycenchelys plathyrhina*) og glattpaddeulke (*Psychrolutes subspinosus*)), grunne kystnære bunnsamfunn nær Jan Mayen som er preget av vulkanutbruddet i 1970, at det i norsk sammenheng er et enestående viktig hekkeområde for sjøfugl, hvorav flere er kategorisert i ulike truethetskategorier i Norsk rødliste for arter 2021 (Artsdatabanken 2021), og at flere marine pattedyr finner mat i området. De pelagiske sjøfuglartene som dominerer på øya søker etter mat stort sett ut til 100 km fra koloniene, noe som var avgjørende for hvor grensen for området skulle gå. Det at Jan Mayen ligger så avsides gjør at området i svært liten grad er påvirket av mennesker, og derfor anses som et område med høy grad av naturlighet.

Eriksen mfl. (2021) foreslår at Vesterisen blir et SVO med begrunnelse i områdets betydning som kjerneområde for yngling for klappmyss (*Cystophora cristata*) som er i rødlistekategori sterkt truet (EN). Også grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*) har dette som viktig beite- og yngleområde. Flere arter (for eksempel ismåke (*Pagophila eburnea*) og polarlomvi (*Uria lomvia*)) trekker gjennom Vesterisen på vei fra Svalbard til sine overvintringsområder. Iskantsonen i dette området anses som lite påvirket av menneskelig aktivitet til tross for et mindre uttak av grønlandssel (tidligere også klappmyss) og undervannsstøy fra seismikkskyting som i enkelte tilfeller kan nå området.

Videre foreslår Eriksen mfl. (2021) at den midtatlantiske ryggen blir et SVO, blant annet begrunnet med at området har mye endemisk bunnfauna som er unik (også i verdenssammenheng) og spesialisert til å tåle høye temperaturer rundt hydrotermale skorsteiner. Mange av artene er kjemosyntetiske eller lever i symbiose med kjemosyntetiske mikroorganismer, som betyr at de ikke er avhengige av en næringskjede som starter med sollys og primærproduksjon. Området er særlig produktivt, med bunnsamfunn bygget av svamp og korall og undervannsfjell som kan fungere som gyte- og oppvekstområder for populasjoner av langsomtvoksende fisk (for eksempel uer), og som står på OSPARs liste over truede og minkende habitat. I tillegg har området hardbunnskorallskog som er nær truet (NT) ifølge Norsk rødliste for naturtyper 2018. Dette er typisk saktevoksende, skjøre habitater med en helt unik artssammensetning.



Prøvefelt for lomvi og polarlomvitellinger på Kvalrossen i klippeveggen lengst fra kameraet. Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.



Figur 4. Kartet viser de 19 foreslåtte SVO-ene i de tre forvaltningsplanområdene Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak. NH2: foreslått område ved Vesterisen, NH3: foreslått område rundt Jan Mayen, NH4: foreslått område på den midtatlantiske ryggen. Kilde: Eriksen mfl. (2021).

3 Menneskelig aktivitet og annen påvirkning

3.1 Skipstrafikk, inkludert cruiseturisme og fiskeri

Påvirkninger på miljøverdier er vurdert for en rekke foreslåtte særlig verdifulle og sårbare områder (SVO-er; se kapittel 2.5.3) i norske farvann (Hansen mfl. 2022b). Tre områder har særlig relevans for Jan Mayen (Vesterisen (NH2), Jan Mayen (NH3), Midtatlantisk rygg (NH4)) (Figur 4). Sammenlignet med havområdene i Barentshavet og langs norskekysten er det imidlertid lite aktivitet i områdene rundt Jan Mayen. Det meste av aktiviteten i området går under fiskeri- og forskningsvirksomhet (Figur 5). Cruiseturisme er også til stede i området, men i liten grad. De største påvirkningene fra skipstrafikken (Figur 6) er forurensning, oljeforurensning, forsøpling og undervannsstøy (Hansen mfl. 2022).

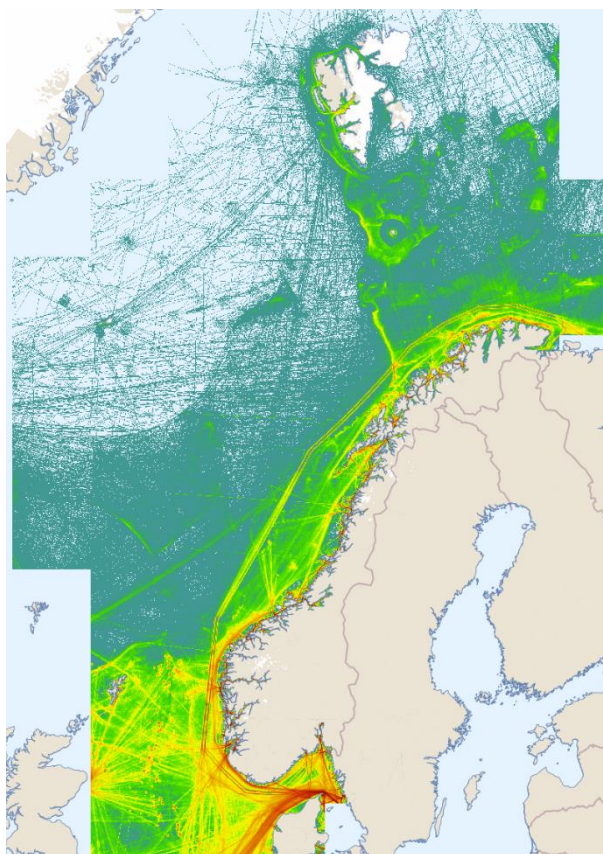


Figur 5. Aktiviteten til norske fiskefartøy i 2019 (K1-4) basert på data fra satellittsporing og fangstrapportering. Intensiteten angis gradert fra lav (gul) til høy (brun). Kilde: lastet ned 19.10.22 fra <https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html>.

Hoveddelen av den begrensede skipstrafikken i Vesterisen (NH2; Figur 4) skjer i forbindelse med selfangst og forskning. Områdets betydning som yngleområde for klappmyss (*Cystophora cristata*), som beite- og yngelområde for grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*), og som en viktig migrasjonsrute for sjøfugl gjør at artene i området kan være utsatt for påvirkning, og da spesielt fra oljeforurensning (Hansen mfl. 2022b).

I havområdene rundt Jan Mayen (NH3; Figur 4) er det noe mer menneskelig aktivitet enn i Vesterisen, men som nevnt over, er det veldig lite sammenlignet med havområder som Barentshavet og mer kystnære områder (Hansen mfl. 2022b). For Jan Mayen mangler det data for cruisetrafikk i Arealverktøyet (<https://kart.barentswatch.no/>). Av fiskeri foregår det linefiske etter torsk i perioden april–mai og august, og noe begrenset bunntåling og garnfisking etter blåkveite i mai–juni. Sjøfugl kan være utsatt for bifangst i fiskeredskap og for oljeforurensning. Bunntåling vil kunne ha påvirkning på bunnfaunen både fysisk og ved bifangst.

Området ved den midtatlantiske ryggen (NH4; Figur 4) har noe aktivitet relatert til fiskeri, transport, turisme og forskning (Hansen mfl. 2022b). Det foregår transportaktivitet året rundt, turisme foregår fortrinnsvis i perioden mai–september, mens forskningsaktiviteten er spredt gjennom året.



Figur 6. Kart som viser skipstrafikk, akkumulert (maks. årlig) i 2019. Kilde: lastet ned 16.11.22 fra <https://kart.barentswatch.no/arealverktoy>.

3.2 Åpningsprosesser for petroleum- og mineralvirksomhet

3.2.1 Petroleumsvirksomhet

Iht. de områdespesifikke rammene for petroleumsvirksomhet i Norskehavet som gjelder frem til neste forvaltningsplan, skal det ikke settes i gang petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen og Vesterisen (Meld. St. 20 (2019–2020)). I den opprinnelige forvaltningsplanen for Norskehavet, St.meld. nr. 37 (2008–2009), besluttet imidlertid regjeringen å starte en åpningsprosess for petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen, med sikte på tildeling av utvinningstillatelser. En åpningsprosess har som formål å utrede det faglige grunnlaget for Stortingets eventuelle beslutning om åpning. I den forbindelse var en konsekvensutredning om virkninger av petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen på høring (Olje- og energidepartementet 2012). Som en del av konsekvensutredningen ble det gjennomført 22 tematiske fagstudier for å sikre et bredt faglig kunnskapsunderlag (Olje- og energidepartementet 2012).

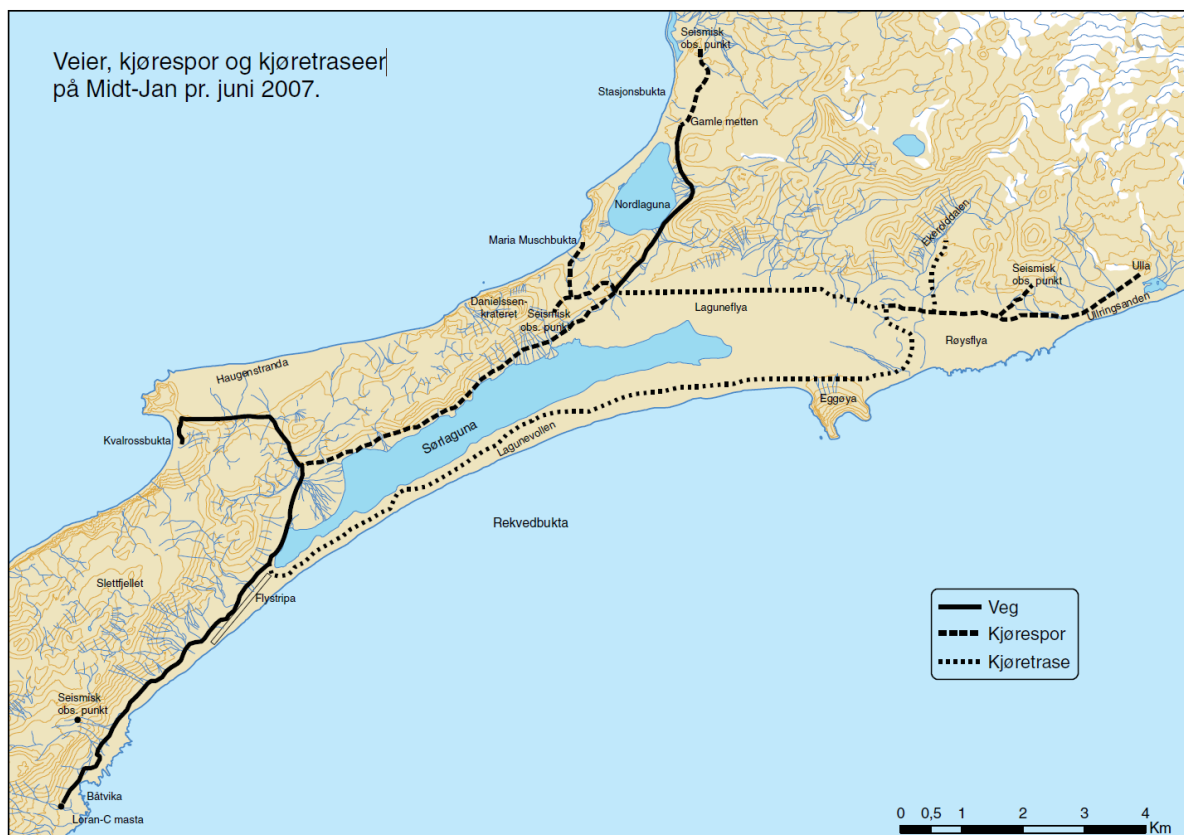
3.2.2 Mineralvirksomhet

Regjeringen har igangsatt en åpningsprosess for undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Havbunnsmineralloven stiller krav om at det gjennomføres en åpningsprosess med tilhørende konsekvensutredning før det eventuelt gis tillatelser og aktivitet kan igangsettes. Forslag til program for konsekvensutredning har vært på offentlig høring (Olje- og energidepartementet 2021) og konsekvensutredningen ble gjennomført på bakgrunn av det fastsatte programmet (Olje- og energidepartementet 2022). Konsekvensutredningen er nå gjenstand for offentlig høring med svarfrist 27. januar 2023. Konsekvensutredningen vil utgjøre en sentral del av beslutningsgrunnlaget for åpning for undersøkelse etter og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel.

3.3 Ferdsel på land

3.3.1 Veinett og motorferdsel

Veinettet på Jan Mayen er sentrert på Midt-Jan, men har utgreninger både mot nord og sør (Figur 7). Veinettet klassifiseres på tre ulike måter: veier, kjørespor og kjøretraseer (Fylkesmannen i Nordland 2017). Veiene er delvis fundamentert og er i slik stand at det er mulig å ferdes med bil. Det er veiforbindelse fra Båtvika, hvor Olonkinbyen/stasjonen ligger, til Kvalrossbukta og til den gamle meteorologiske stasjonen (kjent som Gamle Metten) på Nord-Jan. Kjøresporene er definerte spor; større steiner har blitt fjernet, og det har blitt kjørt nok ganger til at det finnes feste i bakken. Det finnes kjørespor fra Gamle Metten til en seismologisk stasjon lengre nord og langs nordsiden av Sørlaguna. Kjøretraseen som finnes på lagunevollene går på løs sand og forsvinner relativt raskt etter bruk (Fylkesmannen i Nordland 2017). Siden aktivitetene på Jan Mayen er spredt utover et større område er veinettet viktig for opprettholdelse av aktiviteten, og stasjonen har ulike kjøretøy for å nå de ulike lokalitetene. De har tilgang til terrengbiler, firehjulinger, ulike beltekjøretøy og anleggs- og brøytemaskiner for vedlikehold og snøbrøyting. Det er ikke lov å ferdes med motorkjøretøy utenfor veinettet som allerede er opprettet på Jan Mayen, og motorferdsel skal ikke overdrives (Fylkesmannen i Nordland 2017).



Figur 7. Veier, kjørespor og kjøretraseer på Midt-Jan per juni 2007. Kilde: Direktoratet for naturforvaltning (2007).



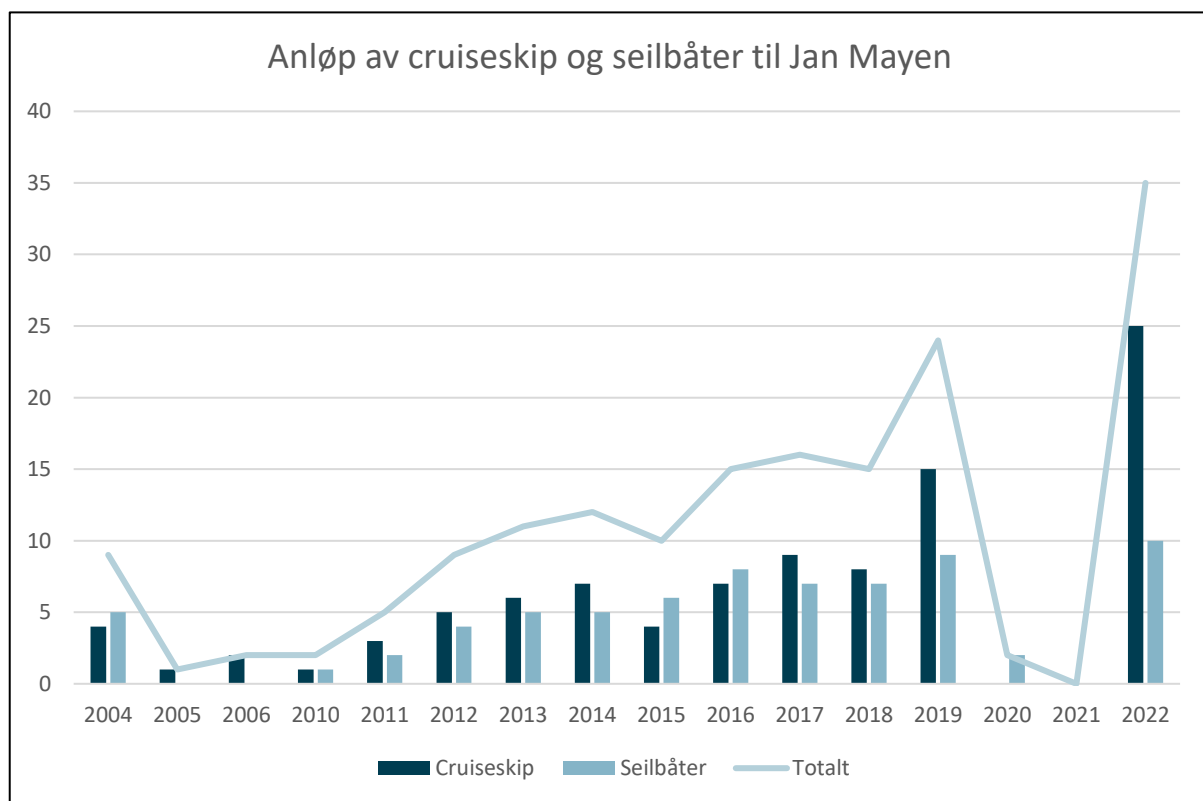
Eksempler på vei (venstre), kjørespor (midten) og kjøretrase (høyre) på Jan Mayen. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

3.3.2 Friluftsliv og turisme

Friluftsliv er en stor del av rekreasjonsmulighetene for de ansatte på stasjonen. Det er ikke satt opp noe forbud mot ferdsel i naturreservatet for de ansatte på stasjonen, ei heller for deres besøkende. Det er viktig å presisere at denne type ferdsel i rekreasjonsøyemed ikke skal være til skade for naturmiljøet og kulturminner. Det gis også dispensasjon for teltning i naturreservatet for ansatte og deres besøkende.

Det er ikke lov å jakte eller fiske etter ferskvannsfisk på øya (Fylkesmannen i Nordland 2017), men det kan gis dispensasjon til fiske etter verneforskriftens § 6, annet ledd.

Turisme på Jan Mayen er ikke særlig utbredt, da det hverken er tilrettelagt for overnatting (hotell), sivil flytrafikk eller båtanløp, men cruiseskip og andre mindre turist- og privatbåter passerer øya jevnlig. Det er mulig å gå i land på øya når været tillater det, men det er begrenset antall ilandstigninger på øya (Figur 8). Ilandstigningene skjer i all hovedsak i Båtvika og Kvalrossbukta. Det er i utgangspunktet ilandstigningsforbud innenfor naturreservatet, men dispensasjon kan gis, og da særskilt i forskningsøyemed. Det anslås å være om lag 1000 passasjerer som går i land på Jan Mayen gjennom året (Fylkesmannen i Nordland 2017).



Figur 8. Antall cruiseskip og seilbåter som har anløpt Jan Mayen. Figuren er basert på data fra rapporter fra Stasjonssjefen til Statsforvalteren i Nordland årene 2004 til og med november 2022.

3.4 Avfallshåndtering

3.4.1 Tidligere avfallsdeponering på øya

Før det ble etablert avfallsdeponi ved Olonkinbyen ble søppel tippet i havet (brinking). Denne brinkingen ble gjennomført fra strandbrinkene sør for Olonkinbyen, og det ble på 1990-tallet rapportert noe gjenværende avfall langs brinken. Sterke havstrømmer i området har effektivt fjernet det meste av avfallet på havbunnen (Gabrielsen mfl. 1997a). Bortsett fra forsøplingen fra brinkingene ble det på

1990-tallet rapportert om tilfredsstillende forhold rundt Olonkinbyen og flyplassen (Gabrielsen mfl. 1997a).

Den nåværende stasjonen, Olonkinbyen, ble etablert i 1958 og ligger på Trollsetta på Sør-Jan. Mange utskiftninger av personell har gjort det vanskelig å få en god oversikt over tidligere avfallshåndtering. Hovedavfallsfyllingen på øya var i drift i over 35 år. Man sluttet å bruke den i 1995, og en ny fylling ble opprettet i 1996. Den nedlagte avfallsfyllingen var og er et av de største miljøproblemene på Jan Mayen. Denne fyllingen er blitt dekket til, men alle typer avfall ble deponert der, inkludert spesialavfall (Gabrielsen mfl. 1997a). Inntil 1989 ble spesialavfall håndtert på øya, da enten brent eller lagt på fyllingen (Fylkesmannen i Nordland 2000). Et av de store miljøproblemene med denne fyllingen er tilstedeværelsen av PCB. Det var i forbindelse med skifte av transformatorer på 1970-tallet at det ble dumpet et sted mellom 100 og 1000 liter PCB-holdig olje i fyllingen (Gabrielsen mfl. 1997b) (se kapittel 3.5.1 for flere detaljer).

3.4.2 Avfallshåndtering per dags dato

Avfallshåndteringen på Jan Mayen har bedret seg betraktelig og gradvis frem til i dag. Etter at hovedavfallsfyllingen ble fylt igjen på 1990-tallet har det blitt gjort ulike endringer i hvordan avfall blir håndtert på øya. På 1990-tallet og tidlig 2000-tallet var det ulik håndtering av spesialavfall, brennbart avfall og øvrig avfall. Spesialavfall ble sendt til Fastlands-Norge for håndtering, men alt brennbart avfall ble brent i egenkonstruerte forbrenningsbur. Øvrig avfall ble deponert i en avfallsfylling sør for stasjonen (Gabrielsen mfl. 1997a).

Før vernevedtaket av Jan Mayen ble det gjort endringer i avfallshåndteringen. Det ble innført kildesortering av alt avfall, og det transporteres fra øya til Fastlands-Norge. Det er ikke lenger noen form for avfallsdeponering på Jan Mayen (Direktoratet for naturforvaltning 2007).

3.5 Forurensning og plast

På lik linje med andre områder i Arktis er naturmiljøet på Jan Mayen utsatt for både kjemiske forurensninger (miljøgifter) og plast. Miljøgifter som er til stede i arktiske områder er hovedsakelig persistente organiske forbindelser og kvikksølv som er transportert fra industrialiserte områder (Choi mfl. 2008). Disse inkluderer både «gamle» miljøgifter, som allerede er regulert på globalt nivå (for eksempel polyklorerte bifenyler (PCB), klorerte plantevernmidler, bromerte flammehemmere og noen fluorforbindelser) og nye miljøgifter (for eksempel «nye» bromerte flammehemmere og fluorforbindelser samt tilsetningsstoffer i plast). Kvikksølv er et naturlig forekommende grunnstoff, men nivåer i arktisk biota har tidoblet seg på grunn av menneskelig aktivitet på kloden (Dietz mfl. 2009). Både persistente organiske miljøgifter og kvikksølv akkumuleres i naturmiljøet. Miljøgiftene blir tatt opp på bunnen av næringskjeden og hoper seg opp i arter som står høyere opp i kjedene. Miljøgiftnivåer hos dyr på toppen av næringskjeder kan være så høye at de påvirker dyrenes helse (Letcher mfl. 2010, Dietz mfl. 2019).

Noen steder i Arktis finns det også lokale kilder til miljøgifter. For eksempel er avfallsfyllingen på Jan Mayen en kilde til PCB-er (se kapittel 3.5.1 for flere detaljer).

3.5.1 Frigivelse av lagrede forurensninger til naturmiljøet

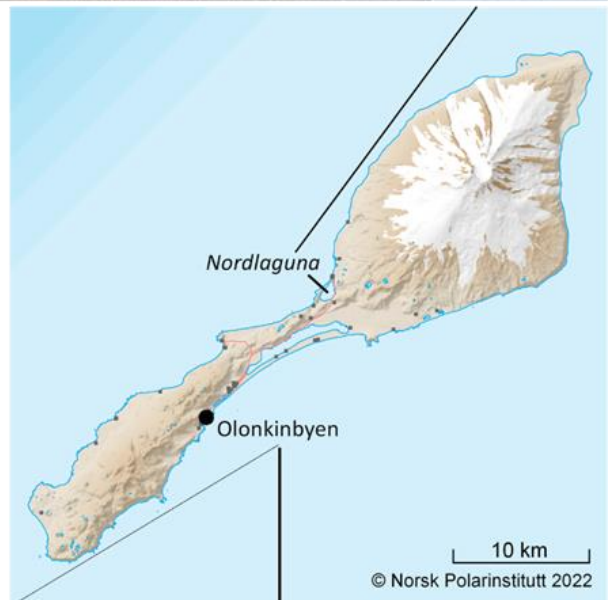
På oppdrag for Forsvarets Bygningstjeneste gjennomførte Norsk Polarinstitutt og Environmental Consultants A/S (ENCO) i 1995 og 1996 en undersøkelse av miljøgifter i jord og biotaprøver på Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997b). Tidligere undersøkelser av hydrokarboner og PCB i jordprøver på Jan

Mayen, gjennomført av ENCO i 1993, 1994 og 1995, viste lave nivåer av PCB, med unntak av prøver tatt i avfallsfyllingen i Olonkinbyen (Gabrielsen mfl. 1997b). Avfallsfyllingen på Jan Mayen har et antatt volum på 1500 m³ og var i drift fra 1960 til 1995. Fram til 1989 ble det brent ca. 2000–3000 liter med smørrolje, samt deponert white spirit og maling i fyllingen. På 70-tallet ble sju trafoer tømt for PCB-holdig olje (100–1000 liter) i denne fyllingen. I rapporten til Gabrielsen (1997b) konkluderer han med at fyllingens innhold av PCB trolig er på 10–1000 kg. Senere studier av fyllingen gir et estimat på 13 kg PCB og 670 m³ forurensset jord (Fylkesmannen i Nordland 2017).

Undersøkelsen av jordprøver som Polarinstituttet og ENCO gjennomførte i 1996 bekrefter tidligere undersøkelser om at i en avstand fra 5 til 20 km fra fyllingsområdet finner en lave konsentrasjoner av PCB (Gabrielsen mfl. 1997a). Disse målingene er i samsvar med tidligere undersøkelser av PCB i jordprøver fra Arktis som viser lave konsentrasjoner av PCB, og hvor tilstedeværelsen av PCB er et resultat av langtransportert luftforurensning (Gabrielsen mfl. 1997a). Undersøkelsen av PCB i fyllingen på Jan Mayen viser at de høyeste nivåene er å finne sentralt i fyllingen og at giftstoffet har spredt seg opp- og nedover i avfallsmassen (Gabrielsen mfl. 1997b). Som tiltak for å hindre spredning av PCB fra fyllingen forslø Gabrielsen (1997b) at fyllingen skulle avsluttes og dekket med en membran eller filterduk og en ren overdekningsmasse for å hindre vinderosjon og utvasking. Noen tiltak ble iverksatt allerede i 1995–96, og i 2002 ble fyllingen dekket med en fiberduk og rene masser for å hindre lekkasje av PCB. Norges Geotekniske Institutt (NGI) målinger i 2009 tyder på at det ikke lekker ut PCB fra deponiet og at den kjemiske og fysiske stabiliteten av deponiet fortsatt er god (Forsvarsbygg 2010). Litteratursøk viser at de siste målingene som er gjort av fyllingen på Jan Mayen ble gjennomført i 2009.

3.5.2 Miljøgifter i sedimenter

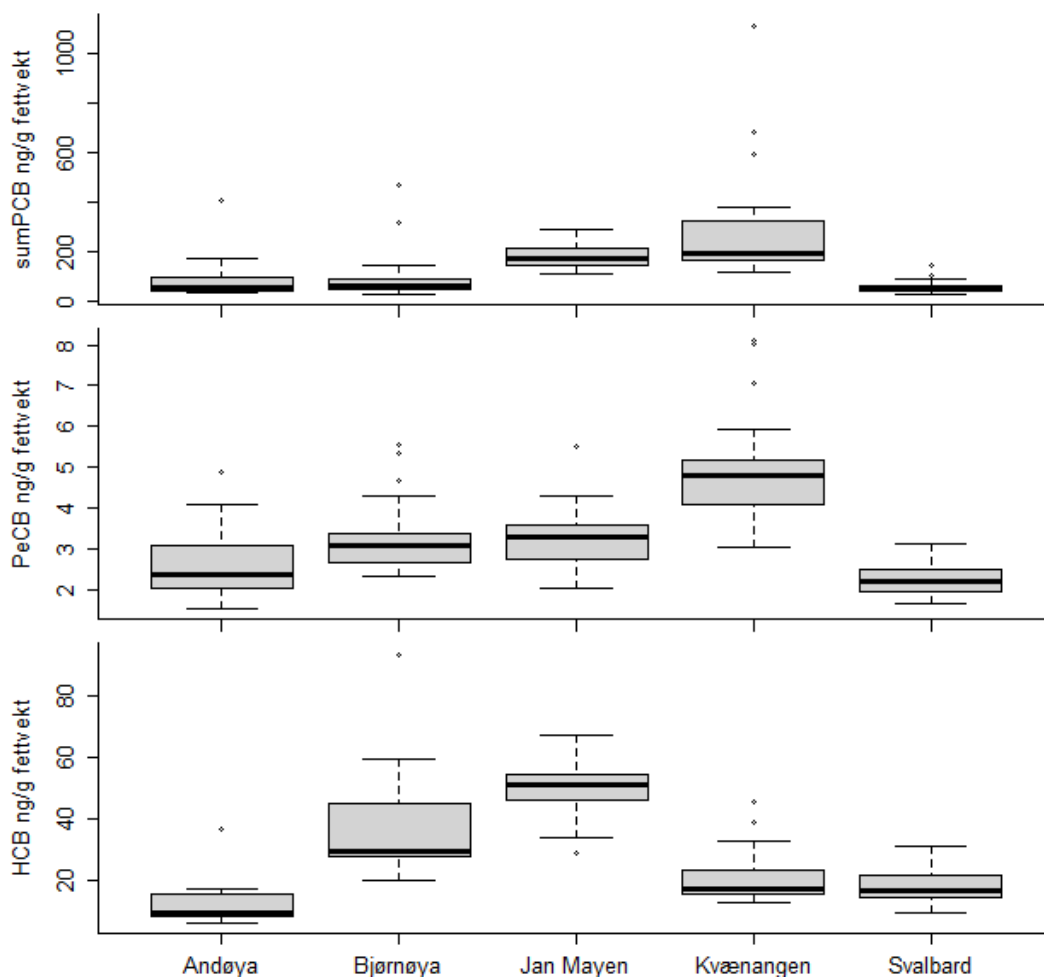
Undersøkelser av miljøgifter i sedimenter på sørsiden av Jan Mayen i 2011 viser i hovedsak lave eller svært lave nivåer av organiske miljøgifter og tungmetaller (Fossum mfl. 2012). Nivåene målt for polyaromatiske hydrokarboner og totalt hydrokarboninnhold tilsvarte de normale bakgrunnsnivåene som finnes i sedimenter verden rundt. Nivåene av bromerte flammehemmere av type polybromerte difenyletere (PBDE), PCB og klorerte pesticider lå under deteksjonsgrensen for de fleste lokalitetene. Det var også lave nivåer av tungmetaller i sedimentene. Noe høyere nivåer av nikkel i enkelte områder kan ha et naturlig opphav (Fossum mfl. 2012).



Naturmiljøet på Jan Mayen er utsatt for miljøgifter som stammer fra langtransport (hvite piler: luft, røde og blå: havstrømmer, grønne: elver) og lokale kilder. Avfallsfylningen ved Olonkinbyen (nå dekket med jordmasser) er en lokal menneskelig kilde, mens sjøfugler har transportert store mengder av miljøgifter til Nordlaguna. Foto: SEAPOP (Nordlaguna); Kirsti Høgvard (Olonkinbyen), Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt (skilt). Kart med tilførselsveier: Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt, fra Blom & Gabrielsen (2022).

3.5.3 Saltvannsfisk

Undersøkelser av miljøgifter (sum HCB, sum HCH, sum klordaner, sum DDT og sum PCB) i leverprøver fra artene gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*), lodde (*Mallotus villosus*), nordlig knurrulke (*Triglops murrayi*), polartorsk (*Boreogadus saida*), sei (*Pollachius virens*), tiskjegg (*Leptagonus decagonus*), tverrhalet langebarn (*Leptoclinus maculatus*) og vanlig ålebrosme (*Lycodes vahlii*) viser lave nivåer (Norges veterinærhøgskole 1996a, Gabrielsen mfl. 1997a), noe som samsvarer med funn fra andre steder i Arktis (Stange mfl. 1996). Et unntak var gapeflyndre som hadde noe høyere PCB-nivå enn det som har blitt registrert på Island (Stange mfl. 1996). En nylig studie rapporterte funn av PCB, pentaklorobenzen (PeCB) og HCB i torskelever fra forskjellig havområder i Norge (Allan mfl. 2022). Nivåer av PCB og PeCB i torskelever fra Jan Mayen var noe høyere enn nivåer fra Svalbard, men lavere enn nivåer fra Kvænangen (ANOVA Tukey HSD $p \leq 0,03$). Høyere HCB-nivå i torsk fra Jan Mayen sammenlignet med andre områdene (ANOVA Tukey; Figur 9) var muligens relatert til forskjell i sammensetning av diett mellom områdene (Allan mfl. 2022).



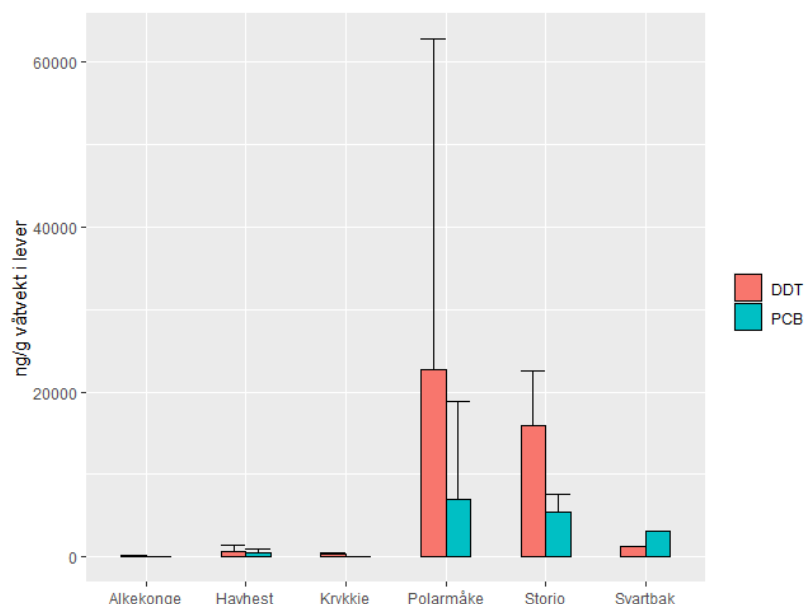
Figur 9. Nivåer av PCB (sum av CB28, -52, -101, -118, -153 og -180), pentachlorobenzene (PeCB) og hexachlorobenzene (HCB) i torskelever samlet fra nordlige havområder ($n=11-27$ per område). Figuren er laget med data publisert av Allan mfl. (2022).

3.5.4 Røye

Undersøkelser av miljøgifter (sum HCB, sum HCH, sum klordaner, sum DDT og sum PCB) i lever- og muskelprøver fra røye innsamlet i Nordlaguna viser høye PCB- og DDT-nivåer (Norges veterinærhøgskole 1996a, Gabrielsen & Strøm 2004). Om en sammenligner med PCB- og DDT-nivåer fra røye på Svalbard (unntatt Bjørnøya) og fra Fastlands-Norge er PCB-nivåene høye. Sammenlignet med Ellasjøen på Bjørnøya er imidlertid DDT- og PCB-nivåene lavere (Skotvold mfl. 1999, Evenset mfl. 2004). Som observert i Ellasjøen på Bjørnøya antas det at sjøfugler tilfører miljøgifter til Nordlaguna ved at de bruker innsjøen til å vaske seg, samtidig som guano også tilføres innsjøen, etter at fuglene har gjort næringssøk i det marine økosystemet (Evenset mfl. 2004).

3.5.5 Sjøfugler

Undersøkelser av miljøgifter (sum HCB, sum HCH, sum klordaner, mirex, sum DDT og sum PCB) i vevsprøver fra ulike sjøfuglarter som havhest (*Fulmarus glacialis*), alkekonge (*Alle alle*), teist (*Cepphus grylle*), krykkje (*Rissa tridactyla*), polarmåke (*Larus hyperboreus*), svartbak (*Larus marinus*) og storjo (*Stercorarius skua*) viser lave PCB- og DDT-nivåer hos alkekonge, teist, krykkje og havhest (Norges veterinærhøgskole 1996b, Gabrielsen mfl. 1997b; Figur 10). Nivåene av PCB og DDT fra disse artene tilsvarer det en finner på Svalbard og Fastlands-Norge (Savinova mfl. 1995). Høye nivåer av PCB og DDT ble funnet hos svartbak, polarmåke og storjo fra Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997b). Disse funnene sammenfaller med høye nivåer funnet hos storjo og polarmåker fra Bjørnøya (Gabrielsen mfl. 1995, 2004). Svartbak, polarmåke og storjo er på et høyere trofisk nivå, noe som trolig kan forklare høyere nivå av miljøgifter. PCB- og DDT-nivåene hos polarmåke og storjo på Jan Mayen er mye høyere enn det som er funnet på Svalbard (unntatt Bjørnøya) og Frans Josefs land (Savinova mfl. 1995, Bourgeon mfl. 2012). En undersøkelse av tungmetaller viser at nivåer av kadmium, kobber og sink er høyere i polarmåker fra Bjørnøya enn fra Jan Mayen (Malinga mfl. 2010).



Figur 10. Nivåer av DDT og PCB i lever av sjøfugl samlet i 1995–1996 fra Jan Mayen (gjennomsnitt og standardavvik; n=1–7 per art). Data fra Gabrielsen mfl. (1997b).

3.5.6 Sjøpattedyr

Det har blitt gjort miljøgiftundersøkelser i sjøpattedyr basert på prøver samlet fra Vesterisen, Øst-Grønland og Island (Blevin mfl. 2020, Dietz mfl. 2021, Remili mfl. 2021). En studie på vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*) viser moderat romlig variasjon i nivåer av PCB og klorerte plantevernmidler i hval samlet fra forskjellige områder av Nord-Atlanten og europeisk Arktis, inkludert Jan Mayen-området (Hobbs mfl. 2003). Blant sjøpattedyrarter er nivåer av fettløselige miljøgifter (PCB, klorerte pesticider) høyest i spekkhogger (*Orcinus orca*) (Pedro mfl. 2017, Desforges mfl. 2018, Remili mfl. 2021). Spekkhoggere fra Island og Øst-Grønland, spesielt de som spiser mye sel, er eksponert for potensielt helseskadelige nivåer av PCB (Dietz mfl. 2019, Remili mfl. 2021). Narhval (*Monodon monoceros*) viser også høye nivåer av fettløselige miljøgifter. Det samme har klappmyss (*Cystophora cristata*), men ikke så høye som narhval, mens lavere nivåer er funnet i ringsel (*Pusa hispida*), grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*) og storkobbe (*Erignathus barbatus*) (Dietz mfl. 2021). Nivåer av fluorforbindelser var derimot noe høyere hos ringsel enn hos de andre artene (Dietz mfl. 2021). Nesten halvparten av klappmyssene og en tredjedel av spekkhoggerne fra Øst-Grønland/Island er utsatt for nivåer av kvikksølv som antas å være en risiko for dyrs helse, mens de andre artene viser lavere kvikksølvnivåer (Dietz mfl. 2022). Nivåene av fettløselige miljøgifter i ringsel fra Øst-Grønland har avtatt over tid (Riget mfl. 2020), mens kvikksølvnivåer viser ingen signifikant trend over tid (Morris mfl. 2022). Studier av klappmyss fra Øst-Grønland viser høyere nivåer av fettløselige miljøgifter og PFAS hos diende unger enn hos mødrene (Grønnestad mfl. 2017, 2018). Dette mønsteret er relatert til effektiv overføring av miljøgifter fra mor til unge via livmor og melk. Studier på effekter av miljøgifter viser statistiske sammenhenger mellom nivåer av skjoldbruskkjertelhormoner og miljøgifter hos både klappmyssunger og mødre (Grønnestad mfl. 2018).

3.5.7 Miljøgifter i luft og sjø

Miljøgifter transporteres til nordområdene i all hovedsak av hav- og luftstrømmer. Luftbåren langtransport anses å være den viktigste, og raskeste, kilden til miljøgifter i nordområdene (Wania & Mackay 1993, AMAP 1998). Den generelle mengden miljøgifter som transporteres til Jan Mayen er vanskelig å stipulere og vil være avhengig av type miljøgift, historiske utslipp og årstid (AMAP 1998). Miljøgifter i luft og sjø har blitt målt i Grønlandshavet og nordover og er antatt å være styrt av utslipp og biologiske prosesser som opptak i planteplankton. Det antas også derfor at mengden miljøgifter i luft og sjø er sesongbetont (Lohmann mfl. 2009, Hallanger mfl. 2011, Galbán-Malagón mfl. 2012). Nivåene i Grønlandshavet er sammenlignbare med, og noe høyere enn, Svalbard-området og Polhavet (Galbán-Malagón mfl. 2012). Vi antar at dette også gjelder for Jan Mayen-området.

3.5.8 Strandsøppel

Jan Mayen er med sin beliggenhet et sted hvor mye marint søppel driver i land. Dette inkluderer garnrester, blåser, tauverk, bøyer, plastflasker og generelt mye plast (Gabrielsen mfl. 1997a). Denne type forøpling er langtransportert og ukontrollerbar, noe som gjør påvirkningen den kan ha på miljøet vanskelig å håndtere. Per i dag er det ikke gjort noe kvantitativt estimat av mengde. Personell på stasjonen på Jan Mayen gjør jevnlig strandrydding (pers. kom. C. H. von Quillfeldt). I 2021 ble det samlet inn 4 tonn med marint søppel (<http://jan.mayen.no/nyheter/haugenstranda-strandryddelag/>). I de senere år er det registrert en økt plastforurensning i Arktis (Bergmann mfl. 2022). I Svalbard-området viser kartleggingen at 80 % av plastforurensningen er knyttet til fiskerivirksomheten i området (Falk-Anderson mfl. 2019). På Jan Mayen finnes det per i dag ingen omfattende studier som viser mengden og kilden til plast på strendene. Det er grunn til å anta at Jan Mayen, sammenlignet med Svalbard, er mer påvirket av forurensning fra Nord-Amerika.



Strandrydding i 2021, hvor nesten 4 tonn søppel ble plukket. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Det finnes ingen studier av inntak av mikroplast eller større plastbiter i organismer i Jan Mayen-området. Ut fra observasjoner av plastbiter rundt havhestreir på Jan Mayen, og med bakgrunn i observasjoner fra Svalbard, Bjørnøya og Færøyene, antar en at havhester på Jan Mayen har et inntak av plast (Trevail mfl. 2015, Collard mfl. 2022). Det må egne studier til for å stadfeste inntaket hos havhest på Jan Mayen.

3.5.9 Kunnskapsbehov

Det bør, som på Svalbard, etableres overvåking av miljøgifter/plast på Jan Mayen. Kunnskapen er mangelfull på mange av punktene. Protokoller for denne overvåkingen bør være basert på det som er utviklet av AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) (Farmen mfl. 2021).

Data innsamlet om miljøgifter og plastforurensning vil være relevant for AMAP, PAME og OSPAR. I tillegg vil miljøgiftdata fra Jan Mayen være relevant for overvåkingssgruppen som følger opp de norske forvaltningsplanene. Miljøgiftdata vil også kunne inngå i det statlige miljøovervåkingssystemet MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen).

Miljøgiftundersøkelser av sjøfugl

Det bør prioriteres overvåking av sjøfuglarter (storjo og polarmåke) som har vist høye nivå av miljøgifter/kvikksølv på Jan Mayen. Det har ikke vært gjennomført miljøgiftundersøkelser av sjøfugler på Jan Mayen siden 1990-tallet. Høye nivåer av gamle miljøgifter funnet hos polarmåke og storjo på Jan Mayen tilsier at en bør gjennomføre nye miljøgiftundersøkelser. Det vil også være behov for å kartlegge nivå av nye miljøgifter som fluorforbindelser og kvikksølv, som viser økning i Svalbardsområdet (Tartu mfl. 2022). En slik overvåking kan kombineres med bestandsovervåking som gjennomføres hvert år av Polarinstituttets forskere. Det vil være ønskelig å gjennomføre prøvetaking (av blod og fjær) for å kunne bestemme nivå av POPs og kvikksølv hos storjo og polarmåke.

Ressursbehov

Kostnaden for innhenting av prøver (en ekstra person utover de som jobber med sjøfuglovervåkingen) samt analyser og bearbeiding av analyseresultatene er estimert til 500 000 kroner. Om overvåkingen avdekker at nivåene av miljøgifter fortsatt er høye hos disse artene vil det være nødvendig å gjennomføre undersøkelser for å avdekke eventuelle effekter av høye miljøgiftnivå. Kostnader for å gjennomføre effektstudier på sjøfugl er kostnadsberegnet til 700 000 kroner.

Lekkasje fra avfallsfyllingen

Det bør gjennomføres en ny undersøkelse for å klargjøre om det lekker PCB til naturmiljøet fra avfallsfyllingen. De siste undersøkelsene som ble gjort i fyllingen ble gjennomført på 1990-tallet.

Ressursbehov

En undersøkelse av avfallsfyllingen vil kreve et større team bestående av ulike fagkompetanse (geologer, spesialister på jordsmonn, toksikologer og marine og terrestriske biologer) for å klargjøre om området ved fyllingen har utslipp av PCB til naturmiljøet. En slik undersøkelse, som vil kreve mye prøvetaking og kjemisk analysearbeid, er kostnadsberegnet til ca. 2 millioner kroner.

Miljøgifter i røye

Det er påvist høye nivå av miljøgifter i røye fra Nordlaguna. Funn gjort i røye fra Bjørnøya, som viser nedgang av regulerte organiske miljøgifter (PCB og DDT), men økning i nivåene av nye miljøgifter (for eksempel fluorforbindelser) og kvikksølv, tilsier at det bør gjennomføres nye studier på røye i Nordlaguna for å kartlegge samlet miljøgiftnivå 20 år etter at den siste undersøkelsen ble utført.

Ressursbehov

Kostnaden for innhenting av prøver (to personer) fra røye i Nordlaguna, samt analyser og bearbeiding av prøvematerialet, er estimert til 600 000 kroner.

Plast i havhest

Når det gjelder plastforurensning bør det gjennomføres en undersøkelse for å avklare mengden plast og mikroplast i havhest fra Jan Mayen. En slik kartlegging vil være i tråd med anbefalinger fra OSPAR og AMAP. Data fra denne arten kan også inngå i den nasjonale overvåkingen, hvor havhest inngår som indikatorart for plastforurensning.

Ressursbehov

En slik undersøkelse (to personer til feltarbeid med innsamling av prøver, analyser og bearbeiding) er kostnadsberegnet til ca. 500 000 kroner.

Omfang av strandsøppel

Det bør gjennomføres en mer omfattende studie av plast på strender på Jan Mayen for å klarlegge omfanget av og kildene til strandsøppel på øya.

Ressursbehov

En slik undersøkelse vil kreve mange personer fra flere fagdisipliner til å gjennomføre innsamling, analyse og bearbeiding av prøvematerialet fra strendene. En slik undersøkelse er kostnadsberegnet til 1–1,5 millioner kroner.

3.6 Karbonkjemi og havforsuring

Havforsuring, som betyr at havvannet blir mindre basisk over tid, skjer på grunn av rask økning av CO₂ i atmosfæren i de siste hundreårene (Raven mfl. 2005). Dette har konsekvenser for blant annet marine arter med skall av kalk (Gattuso mfl. 1998, Riebesell mfl. 2000). Det er store sesongmessige, men også geografiske variasjoner i pH, CO₂ og karbonat i de øverste 100 m av vannsøylen. Denne variasjonen er naturlig og henger i stor grad sammen med den biologiske aktiviteten i havet, som er høyest om våren og sommeren (Chierici mfl. 2016). Når den biologiske aktiviteten er høy blir det mindre CO₂ i vannet fordi CO₂ tas opp og bindes gjennom fotosyntesen. Dette gjør at pH-verdien stiger, og vannet blir mer basisk (mindre surt).

Havområdene i De nordiske hav lengst i vest er påvirket av innstrømming av arktiske vannmasser fra Grønlandshavet (se kapittel 5.2 for flere detaljer). Dette vannet har lavere pH og aragonittmetning enn atlantehavsvannet som dominerer havområdene i øst (Chierici mfl. 2021). Aragonittmetning er en indikator på havforsuring og gir indikasjon på kjemisk kalkoppløsning av skall/skjelett når verdier er < 1, og kritiske verdier for vingesnegl (som har aragonittkalkskall) er < 1,4. I Grønlandshavet er det observert variasjon i parameterne dels fra påvirkning av ulike vannmasser med forskjellig hydrografisk signatur, og dels som et resultat av biologisk aktivitet om våren/sommeren. I overflatevannet er løst uorganisk karbon (DIC; «dissolved inorganic carbon»)-verdiene relativt lave og pH høy grunnet biologisk aktivitet. Vannmasser dypere enn ca. 500 m viser små variasjoner både for DIC og total alkalinitet (AT). Selv om det finnes forholdsvis lite data fra Grønlandshavet, er det vist minkende pH-verdier (dvs. forsuring) i hele vannsøylen i perioden mellom 1993 og 2016 (Chierici mfl. 2021, GlodapV2 data, kilde Chierici (HI); Figur 11).

I Norskehavet observeres en tydelig innflytelse av atlantehavsvann som generelt har et høyere CO₂-innhold enn de mer kystnære vannmassene i Norskehavet og i Grønlandshavet. Siden dette vannet også inneholder mer karbonkationer (høyere AT), som er basisk, er likevel pH-verdiene høyere enn i kystvannet i Norskehavet og Grønlandshavet. I Norskehavet øker DIC, pH og aragonittmetning gradvis fra de lave verdiene i det arktiske vannet i vest til høye verdier ved økt innblanding av atlantehavsvannet utover i Norskehavsbassenget (Chierici mfl. 2021). Forsuringen er tydelig og skjer raskt; pH-verdien i de øvre 200 m har minnet med 0,12 pH-enheter de siste 40 årene (Chierici mfl. 2021). pH har minnet med 0,003 enheter per år og aragonittkalkmetningen med 0,014 per år i de siste 10 årene, i perioden 2011–2019 (Jones mfl. 2020, Skjelvan mfl. 2022). I overflaten er aragonittmetningsverdiene relativt homogene og overmettet i aragonitt (ca. 1,8 og 2,0). Metningsverdier av aragonitt minker gradvis vertikalt, og undermetning av aragonitt ($\Omega_{Ar} < 1$; betyr oppløsning av aragonitt) er observert ved 2000 m dybde. I de dypere delene har aragonittmetningen minnet drastisk ($-0,006 \pm 0,001$ per år) i løpet av de siste 28 årene og tidvis nådd undermetning, og aragonittmetningshorisonten ($\Omega = 1$) nærmer seg overflaten med 7 m per år, basert på data fra 1994 og 2021 (Skjelvan mfl. 2022). De laveste pH-verdiene (ca. 8,01) observeres i det dypeste vannet. Spesielt dypbassengene i Norskehavet opplever en raskere pH-reduksjon ($-0,003$ per år) enn andre deler av Norskehavet (Jones mfl. 2018, Fransner mfl. 2022) og det globale gjennomsnittet på $-0,002$ /år (Copernicus Marine Data).

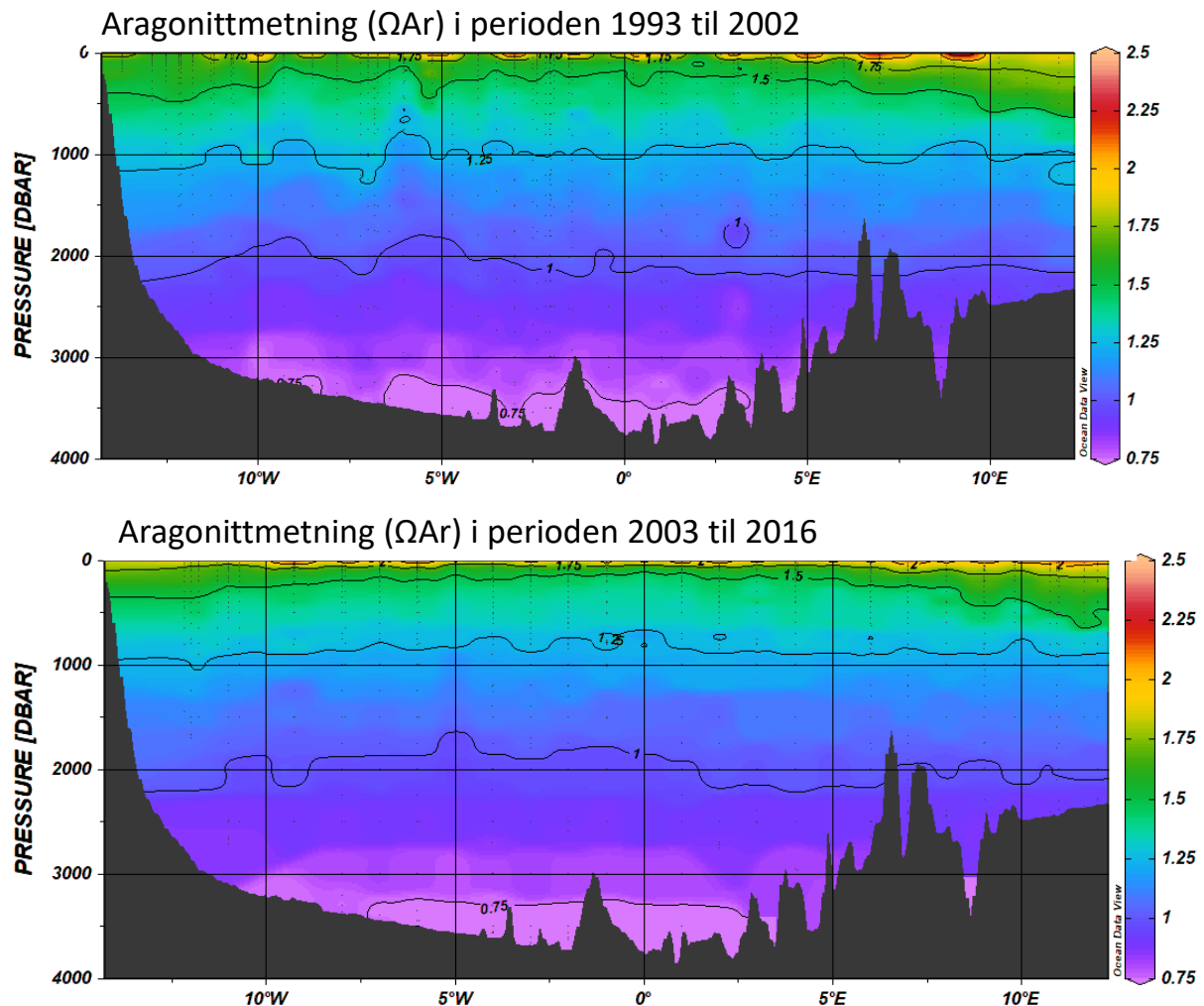
Endringer i CO₂ i overflaten i Islandshavet følger økningen i atmosfærisk CO₂ i perioden 1985–2008 og i dyphavet 1994–2008 (Olafsson mfl. 2009). Overflate-pH om vinteren minker 0,0024 per år, som er 50 % raskere enn årlig middelerdi i de sub-tropiske tidsseriene. I perioden 1985–2008 minnet aragonittmetningen med 0,0072 per år (Olafsson mfl. 2009). Økning av den menneskeskapte CO₂ i atmosfæren gir effekter på både overflaten og i dypet i Islandshavet. I overflaten har pH minnet fra 8,13

til 8,08 mellom 1985 og 2008. Aragonittmetningen har minket fra 1,6 til 1,5 i samme periode. I dyphavet ligger horisonten for aragonittundermetning (< 1 ; der aragonittskall løses opp) på 1710 m dyp, med en minking i dette metningsdyp på 4 m per år (Olafsson mfl. 2009).

Observasjoner langs snittet 75°N basert på data i GLODAPv2 viser at metningshorisonten for aragonitt (skillet mellom overmettet og undermettet vann) i Grønlandshavet er lik den i Norskehavet. Undermetning varierer i middelerdi ved ca. 2000 m dyp langs dette snittet (Figur 11), men ligger høyere opp i vannsøylen på vestsiden enn i øst. Forskjellen er sannsynligvis drevet av en større innblanding av arktisk vann med lavere aragonittmetning og resirkulert atlantehavsvann med lav pH og høyt CO₂-innhold i vest (Chierici mfl. 2021). Verdier integrert over to ulike perioder, 1993 til 2002 og 2003 til 2016, viser at aragonittmetningshorisonten ($\Omega = 1$) er på ca. 1800–2100 m i vest og ca. 2100–2200 m i øst. Dessuten ser vi at $\Omega = 1$ har flyttet seg oppover i vannkolonnen med ca. 100–200 m mellom disse periodene. Det betyr at metningshorisonten stiger i vannsøylen med ca. 70 m per tiår. I tillegg er det tydelig at volumet og arealene med vann med kalkoppløsning ($\Omega < 1$) har økt mellom 1993 og 2016. Data for pH-verdier mellom de to periodene viser tydelig minkende pH i hele vannsøylen (Figur 11). Store områder av bunnvann er under rask kjemisk endring. Ved at vannet i vannsøylen som var overmettet med aragonitt minker og blir undermettet øker risikoen for bunnlevende dyr som koraller mm. Men også i overflaten er det stor risiko for undermetning, spesielt i de havområdene som gjennom klimaendringer får økt avrenning fra land eller ismelting fra isbreer (Chierici & Fransson 2009, Fransson mfl. 2016), slik som nær kysten av Grønland, Island, Svalbard eller Norge.



Undervannsfoto av den skallbærende vingesneglen flueåte (*Limacina helicina*). Foto: Haakon Hop / Norsk Polar-institutt.



Figur 11. Utvikling av aragonittmetning i Grønlandshavet langs 75°N fra 1993 til 2003 (øvre) og fra 2003 til 2016 (nedre) basert på data i GLODAPv2. Kilde: Chierici mfl. (2021).

3.6.1 Kunnskapsbehov

Oseanografiske rigger og forskningsfartøy: Endringer og trender i kjemisk miljø

Selv om det finnes data fra De nordiske hav er nærområdene til Jan Mayen lite studert, og det finnes nesten ikke karbonkjemidata eller informasjon om havforsuringstilstand. Det er viktig å følge med på endringer og trender med tanke på de store og raske endringene i havene rundt Jan Mayen (De nordiske hav). Grønlandshavet og området langs den arktiske fronten samt Øst-Grønlandstrømmen er spesielt interessante, da de er kilder til arktisk (kaldt og ferskt) vann, noe som har betydning for forsuring fordi ferskt vann kan ta opp mer CO_2 . Med økt CO_2 nede i vannsøylen, som leder til lavere aragonittmetning, kommer bunnlevende dyr til å bli utsatt for et havmiljø med endring fra aragonittovermetning til undermetning ($\Omega_{Ar} < 1$). Det er derfor behov for å forstå disse endringene og hvordan de kan påvirke bentiske økosystemer, spesielt på grunnere dyp, der kalkdannende organismer (for eksempel visse koraller) er vanlige.

Det er behov for overvåking og kartlegging av det kjemiske miljøet (karbonatkjemien), både på kort og lang sikt. Internasjonalt samarbeid (for eksempel på Island og i Danmark) kan være en løsning for å dekke en del av behovene. Eksisterende tidsserier i Framstredet (for eksempel langs transektet 75°N og 79°N) kan også brukes for å følge kjemisk-fysiske endringer og endringer i havforsuringstilstanden i både arktisk vann og atlanterhavsvann.

Ressursbehov

For sesongvis overvåking og målinger trenger vi CO₂- og pH-sensorer, slik det er beskrevet i oseanografidelen (se kapittel 5.2). Kostnader for CO₂/pH-sensorer til å sette på riggene er ca. 400 000 kroner/rigg og sensorsett. I tillegg kommer service og kalibrering annet hvert år (ca. 80 000 kroner per sensorsett med frakt). Toktrelaterte kostnader komme i tillegg (tokttillegg, prøvetakingsutstyr). Minst en person trengs til å ta forskjellige vannprøver.

3.7 Klimaendringer

Jan Mayen ligger i overgangen mellom arktisk og borealt klima med relativt milde vintre og kalde somre. Klimaet på Jan Mayen påvirkes i stor grad av havet rundt øya. Varme atlantiske og kalde arktiske havstrømmer møtes ved Jan Mayen. Temperaturen på øya har økt og andelen nedbør i form av snø er redusert, samtidig som hyppigheten av “regn på snø”-hendelser har økt (Hudson mfl. 2019). Klimaendringer og potensielle effekter omtales i de tematiske kapitlene der det er relevant.



Havis ble sist sett i Jan Mayen-området vinteren 2000–2001 (Se kapittel 5.3 for mer informasjon). Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

4 Atmosfære

Jan Mayens klima er sterkt påvirket av øyas beliggenhet midt i Nord-Atlanteren. En relativt liten øy som ligger langt fra større landområder vil bli preget av et maritimt klima, i dette tilfellet et arktisk-maritimt klima (Steffensen 1982, Gabrielsen mfl. 1997a, Hov 2004). Det krever langt mer energi for å endre temperaturen i vann enn på land, noe som fører til små temperaturendringer i områder med et maritimt klima. Fjellet Beerenberg (2272 moh.) har også stor innvirkning på vær og lokalt klima på Jan Mayen. Både temperatur og nedbør varierer avhengig av skråningen, høyde og vindretning i forhold til fjellet.

I dette kapittelet omtales endringer i vær og klima som har blitt målt ved øyas værstasjon og litt om atmosfæresirkulasjon rundt øya tas med. Gjennomsnittsverdiene er for perioden 1972–2021, hvis ikke andre år er gitt, mens rekordverdier er basert på alle observasjoner etter 1945. Flere verdier er først tilgjengelige fra 1956. Værstasjonen er blitt flyttet flere ganger siden den ble etablert høsten 1921. Nordli mfl. (1996) gjorde statistiske analyser på tidsserien og fant at flytningene ikke hadde betydning for temperaturmålingene, men at de førte til flere endringer i nedbørmålingene.

4.1 Temperatur

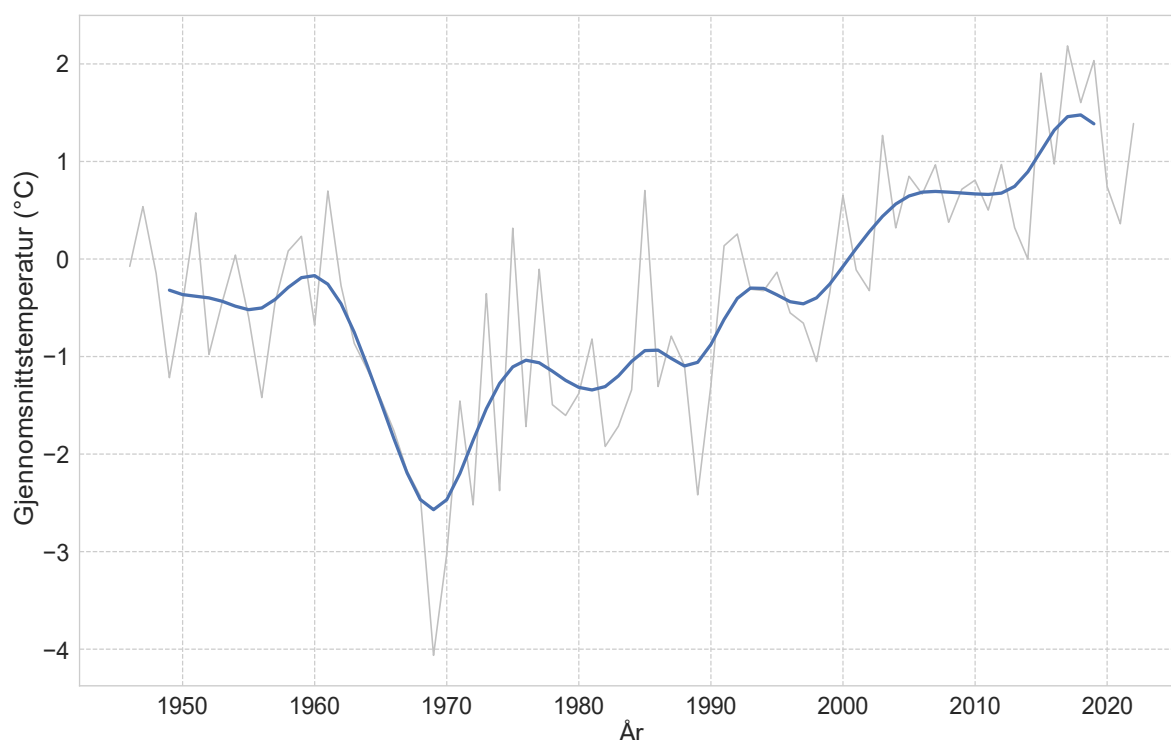
Et arktisk-maritimt klima er preget av kjølige somre, relativt milde vintre og små temperaturvariasjoner, både daglige og sesongmessige. Data fra Norsk klimaservicesenter viser at den årlige gjennomsnittstemperaturen på Jan Mayen ligger på $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Den varmeste måneden er august, med en gjennomsnittstemperatur på $+5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Den kaldeste måneden er mars, med en gjennomsnittstemperatur på $-4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. I gjennomsnitt er den daglige minimumstemperaturen i mars $-6,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ og den daglige maksimumstemperaturen i august er $+7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Siden 1945 har 90 % av alle døgn hatt en gjennomsnittstemperatur mellom $-10,0$ og $+6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Den gjennomsnittlige daglige variasjonen i temperatur er ca. $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ om sommeren og litt i underkant av $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ om vinteren. Den laveste temperaturen observert på Jan Mayen er $-28,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ den 22. februar 1963, og den høyeste er $+18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, observert både den 3. juni 1961 og den 29. juli 2018. Oppvarmingen på Jan Mayen de siste tiårene har ikke vært like dramatisk som på Svalbard. Det er flere faktorer som har ført til mindre oppvarming på Jan Mayen. To av dem er knyttet til øyas maritime klima og til havis.

Generelt har (isfrie) havområder mindre oppvarming enn landområder av samme grunn som at områder med et maritimt klima har små temperaturvariasjoner. Det krever mye mer energi for å endre vanntemperatur enn landtemperatur (Overland mfl. 2017). I tillegg strømmer vannet forbi og det blandes også opp og ned. Den siste IPCC-rapporten om klimaendringer viser at lufttemperaturer over havområder har steget med $0,88\text{ }^{\circ}\text{C}$ siden 1850 i motsetning til landområder, der den har steget med $1,59\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gulev mfl. 2021). Jan Mayen er en betydelig mindre øy enn Spitsbergen, og Jan Mayen er mye mer påvirket av effekten av denne dempingen som havområdene rundt øya gir.

Havområdet rundt Jan Mayen var mindre preget av havis også før den nåværende oppvarmingen begynte (Steffensen 1982, Vinje 1982, Melnikov 2004). Det var ofte mye is rundt Jan Mayen på 1800-tallet (Barr 2004), men ikke så mye i perioden vi ser på her. Før var havisen ofte tett rundt Svalbard og ga øygruppa et mer kontinentalt enn maritimt klima. Åpent hav kan ikke kjøles ned til under $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, mens overflatetemperaturen på havis kan være lavere (Burt mfl. 2016). Mye av oppvarmingen som er observert på Svalbard skyldes at når havisen minker blir klimaet mer maritimt, særlig med varmere

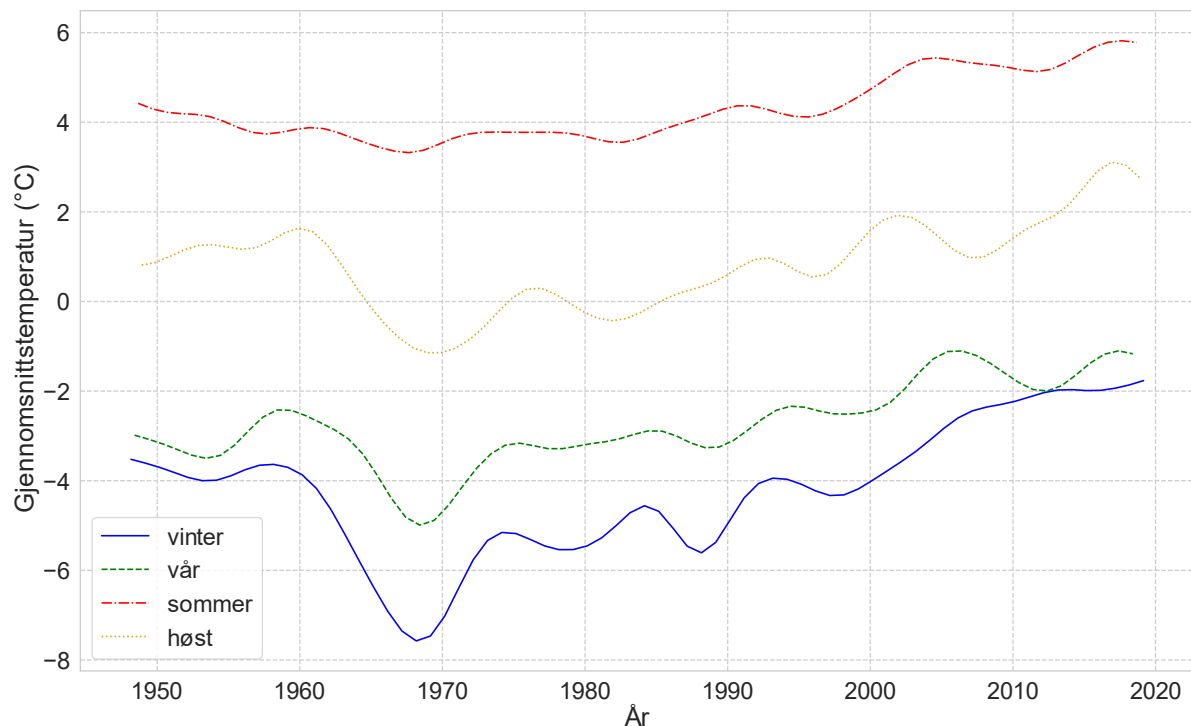
vintre (Gjeltén mfl. 2016, Isaksen mfl. 2016, Nordli mfl. 2020). Jan Mayen er blitt mye mindre påvirket av denne effekten siden det var lite havis fra før.

Den årlige gjennomsnittstemperaturen på Jan Mayen siden 1945 viser variasjoner, men også en markant økning siden 1970 (Figur 12). Den grå kurven viser hvert år og går derfor mye opp og ned på grunn av tilfeldige værtilstander hvert år. Den tykkere blå kurven viser endringer over lengre tidsperioder ved å bruke et såkalt «Gaussian filter» for å ta bort «år til år»-variasjoner. Den viser en litt kaldere periode rundt 1970 og en stadig oppvarming etter det til de høyeste verdiene som er registrert siden målingene startet i 1922.



Figur 12. Temperaturutvikling på Jan Mayen siden 1945. Den grå kurven viser den årlige gjennomsnittstemperaturen. Den blå kurven er de samme data filtrert med et Gaussian filter for å vise endringer som varer over flere år. Data er lastet ned fra klimaservicesenter.no.

Den lineære trenden for alle observasjonene fra 1945 til 2021 viser en oppvarming på 0,27 °C per tiår. Bruker vi kun observasjonene fra de siste 50 årene, dvs. 1972–2021, er oppvarmingen 0,61 °C per tiår. Begge trendverdier er statistisk signifikante. Til sammenligning var den observerte oppvarmingen i Longyearbyen 1,35 °C per tiår i perioden 1977–2016 (Hudson mfl. 2019). Den observerte oppvarmingen på Jan Mayen er størst om vinteren, ca. 0,9 °C per tiår, og minst om våren og sommeren, ca. 0,5 °C per tiår. Temperaturutviklingen på Jan Mayen for de fire sesongene (vinter; desember, januar og februar (DJF), vår; mars, april og mai (MAM), sommer; juni, juli og august (JJA), høst; september, oktober og november (SON)) er vist i Figur 13. Observasjonene er filtrert som i Figur 12.



Figur 13. Sesongmessige temperaturutviklinger på Jan Mayen siden 1945. Observasjonene er filtrert med samme filter som i Figur 12. Data er lastet ned fra klimaservicesenter.no.

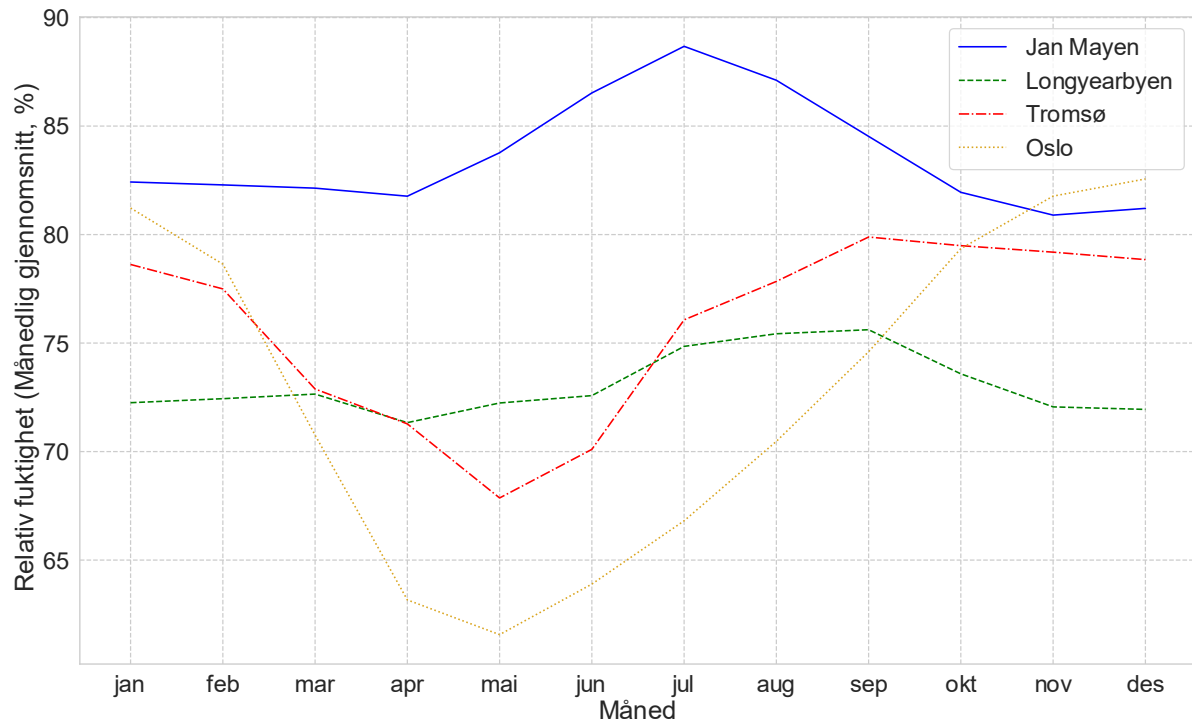
Vi har ikke lange måleserier fra Beerenberg eller andre områder på Jan Mayen bortsett fra målinger fra Meteorologisk institutts værstasjon som har vært plassert på forskjellige steder rundt Sør- og Nordlaguna. Noen værmålinger på Sørbreen ble utført i perioden 2007–2008 (Hulth mfl. 2010), og sporadiske massebalansemålinger (årlige snøfall og smelting på isbreer) ble utført i 1970- og 2000-årene. Både værmålingene fra Sørbreen og målinger fra værballonger viser at det ofte finnes et lag i de laveste 1500 m over havet der lufttemperaturen øker med høyden, i motsetning til det vanlige mønstret der det er kaldere i høyden. Dette skyldes det lave skylaget som finnes over øya mesteparten av året, og det gjør det vanskelig å bruke målingene fra Meteorologisk institutts værstasjon for å si mye om temperaturen på forskjellige sider av Beerenberg. Førland & Hanssen-Bauer (2003) viser også at temperaturen i de høyere luftlagene er høyere over Jan Mayen enn over Spitsbergen, med samme lufttemperatur 2 m over bakken.

Vinden på øya kommer mest fra nord eller nord-nordvest (se kapittel 4.3). Det kan bety at lavtliggende områder nær sør- eller sørøst-sidene av Beerenberg ofte ligger i le, noe som kunne tenkes å minke havets effekt på temperaturen og føre til større variasjoner i disse områdene, men dette er ikke noe som er blitt observert.

4.2 Nedbør og skyer

Den relative luftfuktigheten er høy på Jan Mayen året rundt grunnet nærheten til havet og avstand til store landmasser. Luftfuktigheten på Jan Mayen er i gjennomsnitt høyere enn i Longyearbyen, Tromsø

og Oslo nesten hver måned (Figur 14). Oslo har lignende eller litt høyere verdier midt på vinteren (Norsk klimaservicesenter 2022).



Figur 14. Gjennomsnittlig luftfuktighet hver måned på Jan Mayen sammenlignet med Longyearbyen, Tromsø og Oslo. Data er lastet ned fra klimaservicesenter.no.

Til tross for den høye luftfuktigheten får Jan Mayen ikke særlig mye nedbør – i gjennomsnitt 680 mm nedbør per år. Til sammenligning får Longyearbyen, Tromsø og Oslo henholdsvis 200, 1060 og 800 mm nedbør per år. Variasjonen i nedbør gjennom året er ganske lik som i Tromsø, med mest nedbør om høsten, relativt mye nedbør gjennom vinteren og minst nedbør sent på våren og tidlig på sommeren. Den våteste dagen, måneden og året observert på øya siden 1972 er hhv. den 11. september 1979 med 68,5 mm, september 2020 med 205,2 mm og 1972 med 904,1 mm. Den tørreste måneden og året er juli 2007 med hhv. 4,3 mm og 2010 med 491,5 mm. I løpet av disse 50 årene er det 21 måneder med total nedbør under 10 mm; 20 av dem var i mai, juni eller juli.

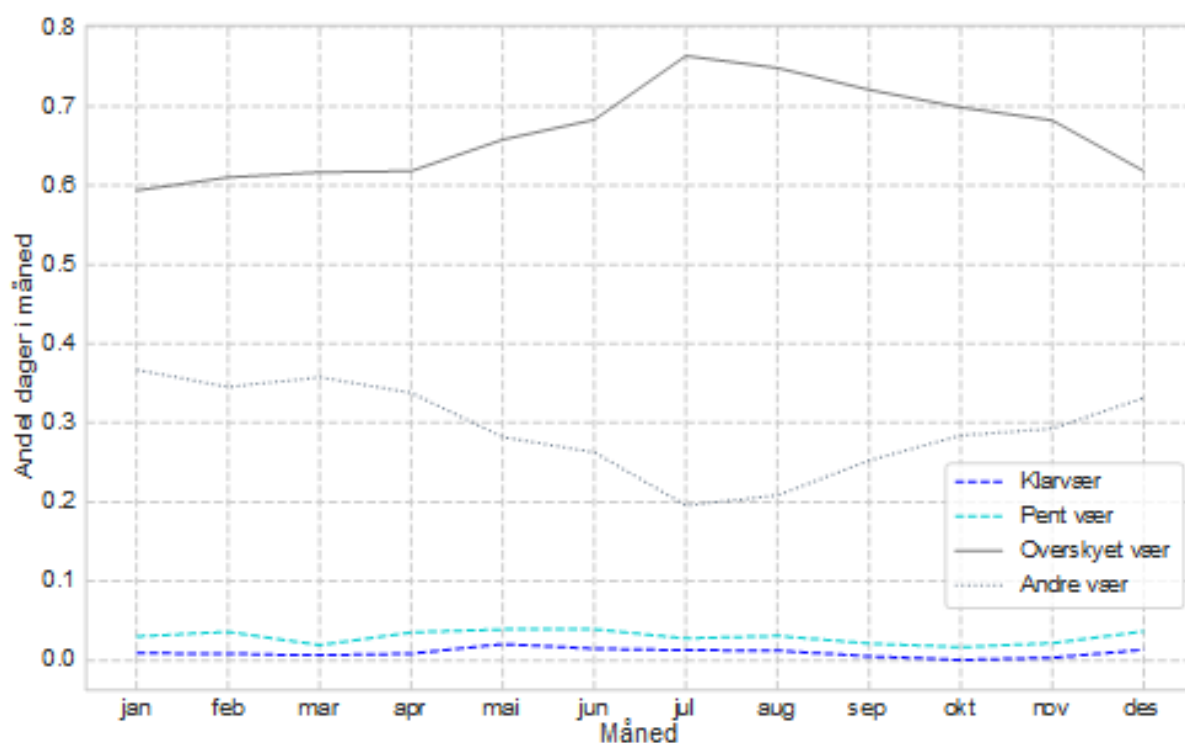
Når vinden treffer Beerenberg drives lufta oppover. Når luft løftes opp, blir den kaldere, noe som ofte fører til kondensasjon og dermed økt nedbør, såkalt «orografisk nedbør», over fjellssidene. Derfor er det mer nedbør på fjellssidene og isbreene enn ved værstasjonen. Det er målt 1000–2000 mm nedbør (regn og smeltet snø) på Sørbreene (Hagen 2004), og på grunn av den fremherskende vindretningen får breene på nordvestsiden av fjellet mest nedbør (Hagen 2004).

Med temperaturer ofte rundt null grader kan selv små temperaturendringer ha en stor effekt på fordeling av nedbør mellom snø og regn. Den observerte oppvarmingen de siste tiårene har ført til en reduksjon i andel nedbør som kommer som snø fra ca. 45 % til ca. 25 % siden 1975 (Hudson mfl. 2019).

Total nedbør observert siden 1920-tallet viser ingen store trender, men mer tilfeldige variasjoner, muligens med en mer jevn, men sakte, nedgang de siste 40 årene (Hudson mfl. 2019).

Med den høye luftfuktigheten er det ofte tåke over Jan Mayen. Siden 1972 har 26,0 % av dagene hatt minst én observasjon med tåke (sikt 1 km eller mindre), og 5,0 % av dagene hadde tåke hele dagen (klimaservicesenter.no). Juli har flest dager med tåke, 39 %, mens oktober har færrest, 15 %; de fleste andre månedene ligger rundt 25–30 %.

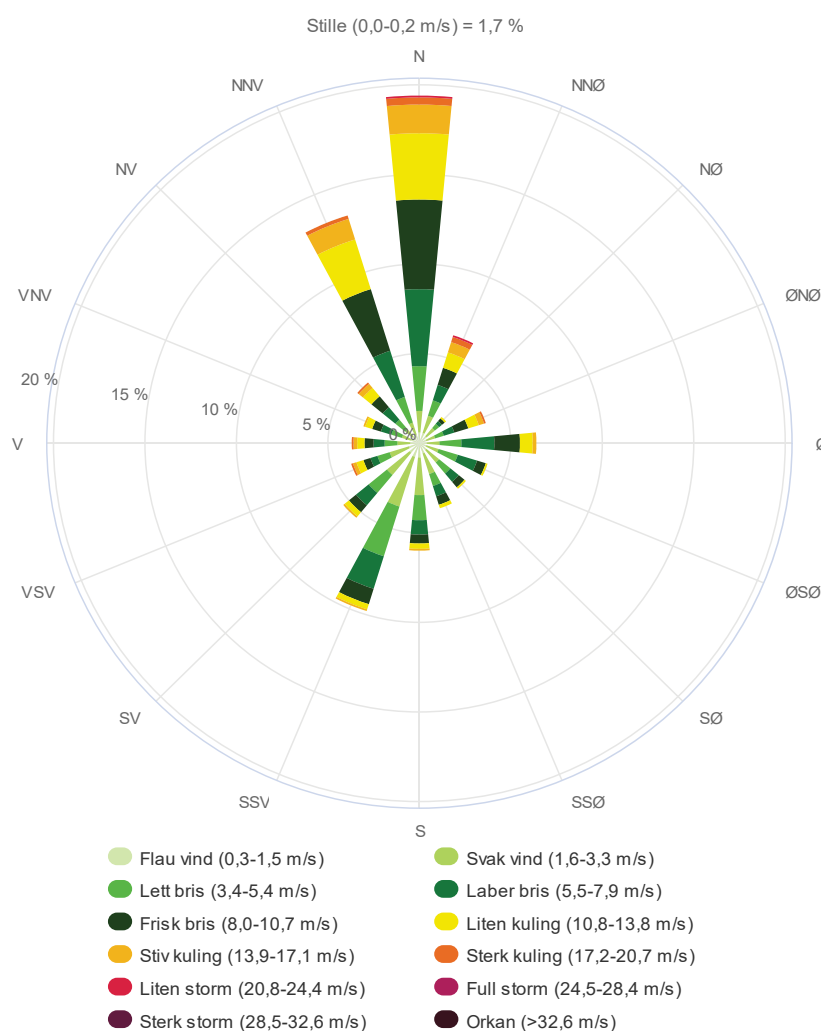
Overskyet vær dominerer på Jan Mayen året rundt. Siden 1972 har 66,8 % av alle dager vært preget av overskyet vær (her brukes Meteorologisk institutts definisjoner for dager med «klarvær», «pent vær» og «overskyet vær») mens kun 3,9 % av dagene var kategorisert som klarvær eller pent vær. De resterende dagene hadde for mange skyer til å bli kategorisert som pent vær, men for få skyer til å bli overskyet vær (det vil si, delvis skyet). I perioden 1972–2021 hadde juli flest overskyete dager, ca. 76 % og januar færrest, ca. 59 % (Figur 15). Ingen måned hadde flere enn 2 % av dagene med klarvær eller flere enn 6 % med klar- eller pent vær.



Figur 15. Gjennomsnittlig fordeling av daglig skydekke hver måned på Jan Mayen. Fordelingen er etter Meteorologisk institutts definisjoner for klar-, pent og overskyet vær. «Andre vær» inkluderer dager med for mye skydekke til å defineres som pent vær, men for lite til å defineres som overskyet (dvs. delvis skyet). Data er lastet ned fra klimaservicesenter.no.

4.3 Atmosfæresirkulasjon

Jan Mayen ligger i et område der kald, arktisk luft fra nord treffer mildere, maritim luft fra sør. Dette fører til ustabil vær med mange lavtrykkssystem i området (Steffensen 1982, Skreslet 2004). Disse er ofte knyttet til sterk vind, overskyet vær og nedbør. Gjennom mesteparten av året passerer disse lavtrykkene i en bane som gir fremherskende vinder fra nord, men om sommeren har de ofte en mer nordlig bane som fører til mer vind fra sør (Gabrielsen mfl. 1997a). På årsbasis kom vinden fra nord, nord-nordvest eller nord-nordøst i 39,2 % av observasjonene siden 1992, og den kom fra sør eller sør-sørvest i 16,8 % av observasjonene (klimaservicesenter.no). Nordøst er den minst observerte vindretningen, ca. 2 % av observasjonene. Når vinden i området blåser fra nordøst, ligger værstasjonen i le av Beerenberg. Fordelingen av vindobservasjoner, både retning og hastighet, fra 1992–2021 er vist i Figur 16.

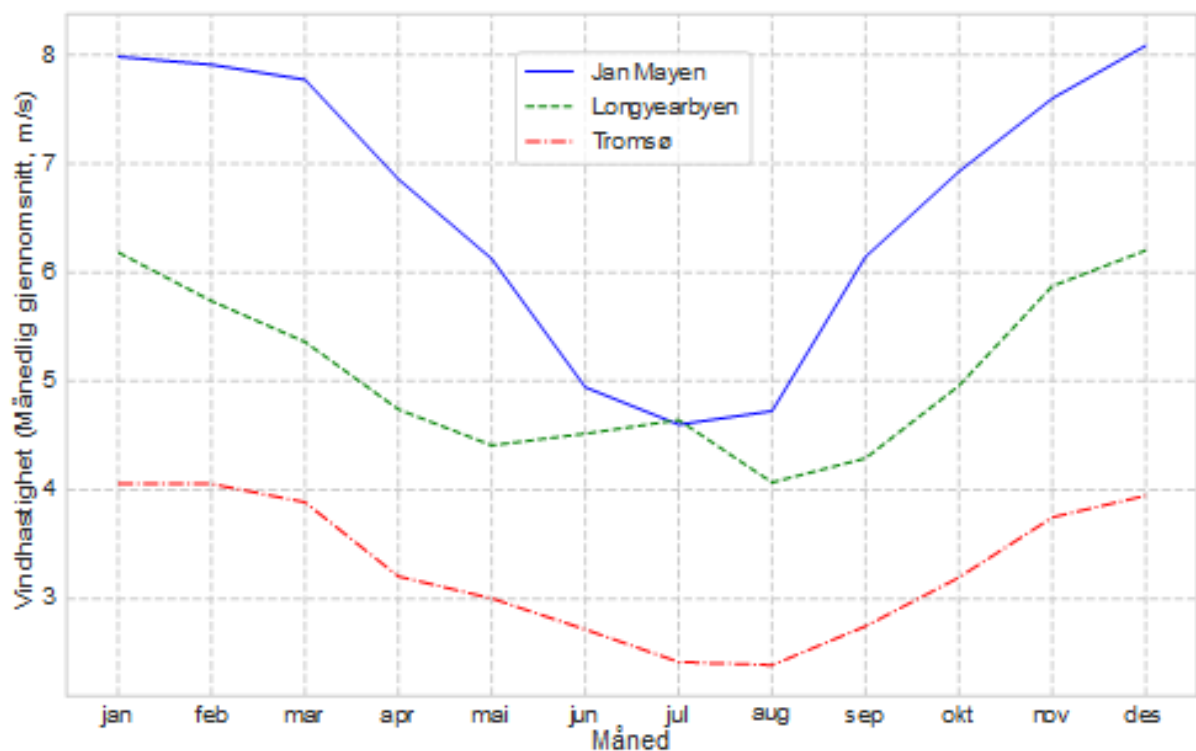


Figur 16. En vindrose for Jan Mayen med data fra 1992–2021. Fargene viser andel observasjoner med vindhastighet med den gitte styrke fra de forskjellige retningene. For eksempel, den viser at vinden kommer fra nord-nordvest (NNV) i ca. 13 % av observasjonene og den mørkegrønne delen mot NNV, som går fra ca. 5–9 %,

viser at det er observert frisk bris fra nord-nordvest i ca. 4 % av observasjonene. Figuren er laget på klimaservicesenter.no.

Lavtrykkssystemene som passer Jan Mayen fører til mye sterk vind. Stormene er generelt sterkere om vinteren enn om sommeren og banen de gjerne har om vinteren gir mer effekt på øya enn den de har om sommeren. Derfor er vinden sterkst om vinteren, ca. 8 m/s i gjennomsnitt, og svakere om sommeren, ca. 5 m/s. Årlige variasjoner i vindstyrke på Jan Mayen tilsvarer det som måles i Longyearbyen og Tromsø (Figur 17). Alle tre stedene har stort sett samme sesongmessige variasjoner, men Jan Mayen har betydelig sterkere vind enn byene, bortsett fra om sommeren når Longyearbyen og Jan Mayen har sammenlignbare vindstyrker.

Liten kuling eller sterkere vind ($\geq 10,8$ m/s) var observert i 17,9 % av alle observasjonene fra Jan Mayen siden 1992, oftest (28 %) i desember, sjeldenst i juni (7 %) (klimaservicesenter.no). De samme tallene for Longyearbyen er henholdsvis 5,5 %, 11 % og 1 %. Stiv kuling ($\geq 13,9$ m/s) var observert på Jan Mayen i 6,2 % av alle observasjonene, med en liknende sesongmessig variasjon. Den høyeste observerte vindhastighet var 32,2 m/s den 6. mars 2000.



Figur 17. Gjennomsnittlig (1992–2021) vindhastighet hver måned på Jan Mayen og i Longyearbyen og Tromsø. Data er lastet ned fra klimaservicesenter.no.

4.4 Kunnskapsbehov

Målinger fra bakkestasjon og værballonger: Værmeldinger og globale dataprodukter

Meteorologisk institutt har en lang og god måleserie fra Jan Mayen (Førland mfl. 1997). Noen av de viktigste parameterne er tilgjengelig helt tilbake til 1921, og mange andre parametere begynte i 1956. Det er også et program for å måle temperatur, luftfuktighet, vindhastighet og -retning og lufttrykk opp til 25–30 km over stasjonen med værballonger. Ifølge rapporter fra Meteorologisk institutt har de gått over til et automatisk system for å slippe værballongene. Det fungerer bra og har redusert behovet for personell på den meteorologiske stasjonen fra fire til to. Det er imidlertid viktig å opprettholde disse måleseriene. Målingene fra både bakkestasjonen og værballongene sendes ut i sanntid via Verdens Meteorologiske Organisasjonen (WMO) sitt system for deling av værobservasjoner med meteorologiske institutter og andre verden rundt. De gir viktige informasjon, fra et område med veldig lite data ellers, for å drive modellene som brukes for å lage værmeldinger og andre globale dataprodukter. Særlig data fra værballongene anses som svært viktig for å kunne lage gode værmeldinger for Nord-Atlanteren og områdene rundt (Hov 2004). Observasjonene er også viktig for validering av globale klimamodeller siden Jan Mayen ligger i et dynamisk område som er sterkt påvirket av prosesser som skjer både i Arktis og Den nordlige tempererte sonen (Skreslet mfl. 2004).

Strålingsmålinger: Energibudsjett og det som driver temperaturendringer

Informasjonen som finnes på klimaservicesenter.no, viser at Meteorologisk institutt begynte med strålingsmålinger i 2015 (solar og langbølge). Å fortsette og kanskje utvide disse, kan gi viktig informasjon om energibudsjett og faktorer som driver temperaturendringer i området. Instrumentene kan monteres i nærheten av stasjonen og trenger kun å sjekkes og vaskes hver dag.

Ressursbehov

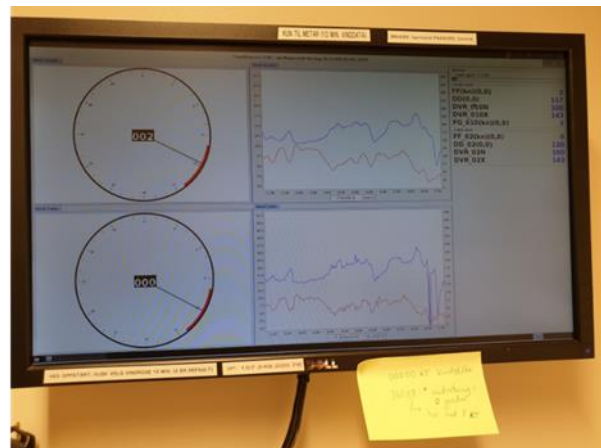
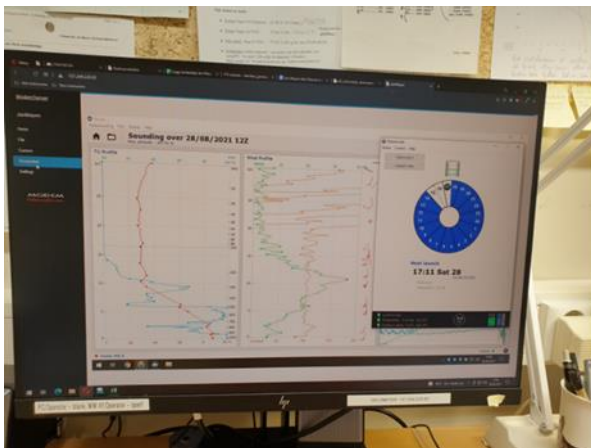
Sjekk og vask tar én person ca. 15 minutter å gjøre. Det innebærer noen pågående kostnader for årlig kalibrering og muligens bytte av glasskuler som kan bli skadet av blåsende sand (i størrelsesorden 100 000 kroner per år).

Automatiske værstasjoner: Variasjoner i vær og klima

Da vær og klima på Jan Mayen er sterkt påvirket av havet rundt øya, er kunnskap om havets egenskaper (særlig temperatur) og eventuelle endringer også viktig for å forstå hva som skjer i atmosfæren. Vi har lite informasjon om hvordan vær og klima varierer geografisk på øya. Enklere automatiske værstasjoner satt ut på forskjellige steder, særlig rundt Beerenberg på forskjellige høyder og sider, vil gi informasjon om hvordan miljøet varierer rundt på øya og hvordan det kan påvirke blant annet isbreene, dyreliv og vegetasjon. Slike stasjoner består, som et minimum, av en temperatur- og luftfuktighetsmåler, barometer, vindmåler og datalogger, montert på et stativ eller lav (under 10 m) mast. Det er også mulig å legge til målere for snødybde, bakke- eller snøtemperaturer og andre verdier. Dette er noe som også ble anbefalt av Skreslet mfl. (2004). Slike stasjoner sender data automatisk via radio eller satellitt, men må kunne besøkes noen få ganger i året for å sjekke instrumentene og montering og utføre eventuelle reparasjoner. Det betyr de må plasseres på steder som er relativt enkelt å komme til.

Ressursbehov

Innkjøp av stasjonene er den største kostnaden, ca. 100 000 kroner per stasjon. Det krever også en del tid å dra rundt for å sjekke dem noen ganger i året.



Meteorologisk stasjon på Jan Mayen. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

5 Hav

5.1 Geologi, inkl. bunnforhold

Oljedirektoratet ga i 2021 ut rapporten «Fagutredning mineralressurser i Norskehavet: landskapstrekk, naturtyper og bentiske økosystemer» (Pedersen mfl. 2021). Den beskriver havbunnen i hele det store norske havområdet knyttet til midthavsryggen og dyphavet. Et oppdatert kunnskapsgrunnlag for områdene rundt Jan Mayen er omtalt i detalj i rapporten. Vi oppsummerer noen hovedtrekk som knytter seg til geologien, men henviser til det store arbeidet som Pedersen mfl. (2021) har gjort rede for. Det er i stor grad basert på innsatsen til Universitetet i Bergen og Senter for dyphavsforskning.

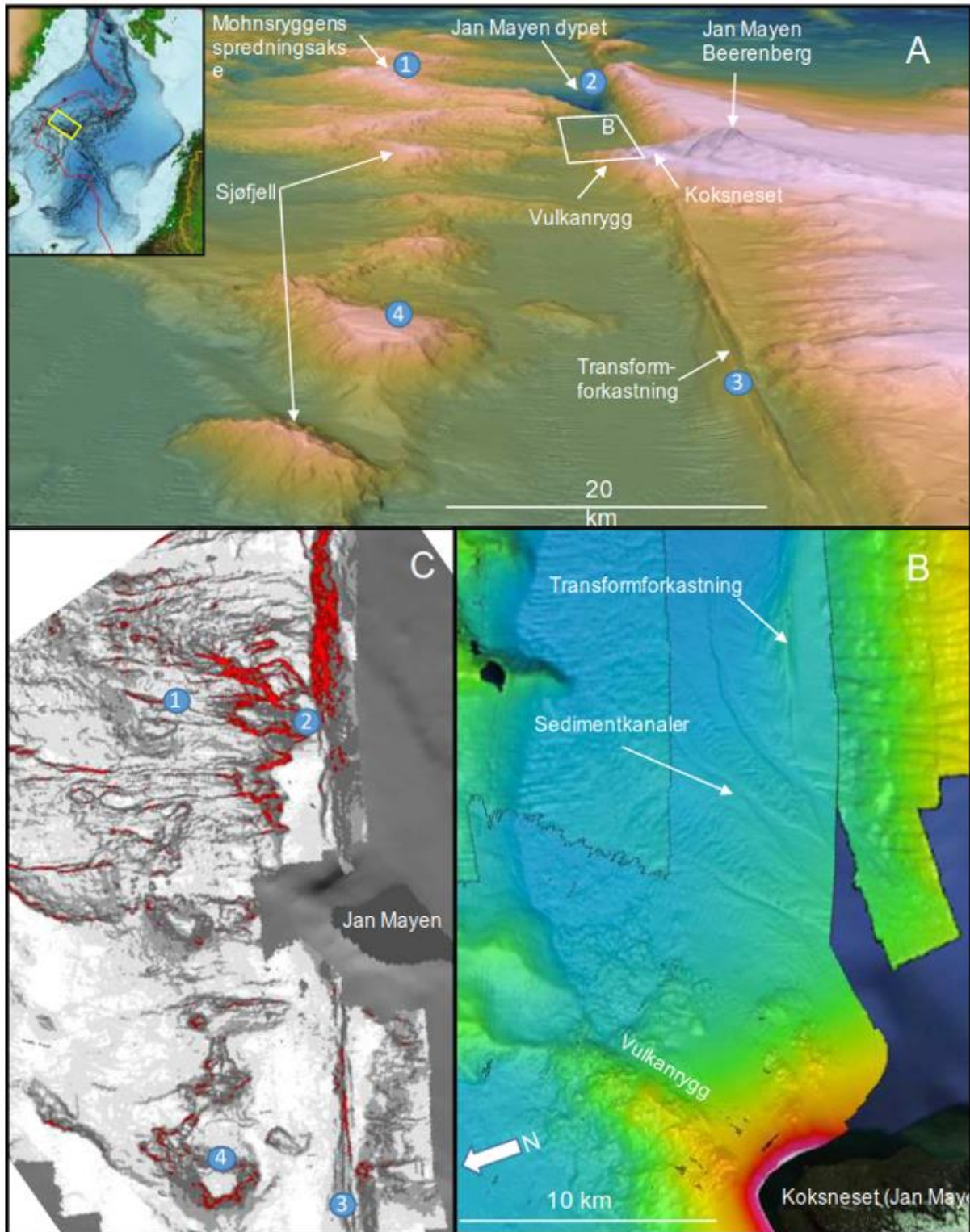
Jan Mayen bruddsone er en lang transformforkastning (Figur 18) som har ført til at Kolbeinsryggen og Mohnsryggen er forskjøvet med 200 km. Bruddsonen kommer på land på nordspissen av Jan Mayen og sammenfaller med en langstrakt og dyp undersjøisk dal like nord for øya med punktdyp på maksimalt 4000 m havdyp (Figur 18). Utenom dette Jan Mayen-dypet har dalbunnen en lav gradient og er rundt 2200 m dyp og dekket av sedimenter, med dalsider som er bratte nok til å ha bart fjell eksponert.

Under havbunnen og de vulkanske lagene her finner vi kontinentale bergarter som opprinnelig stammer fra Grønland. Disse lagene kan observeres på geofysiske data, men det er også dokumentert sedimentære bergarter i prøver fra havbunnen (Polteau mfl. 2019). De sedimentære og vulkanske bergartene her ligger over fortynnet kontinentalskorpe (Peron-Pinvidic mfl. 2012). Under selve øya er situasjonen mer kompleks, og Jan Mayen og de omkringliggende områdene representerer her et grunt vulkansk platå.

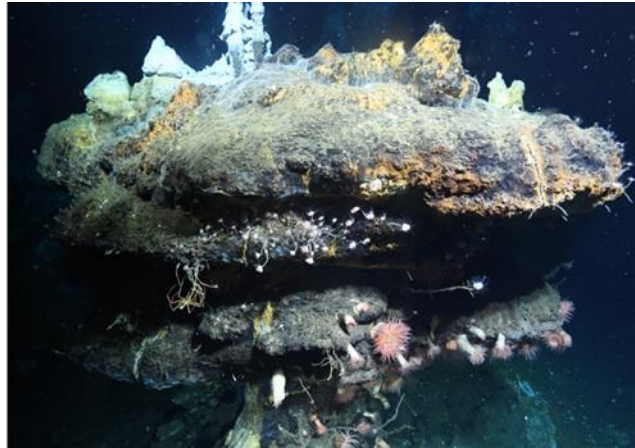
Hydrotermiske felt på havbunnen

Ifølge Pedersen mfl. (2021) står hydrotermiske felt i en særstilling som naturtype. Fenomenet kjennetegnes av avsetninger og landformer dannet gjennom sirkulasjon av varmt vann på havbunnen. Det kan dannes skorsteiner, forskjellige haugstrukturer og utfellinger av mineraler. Hydrotermiske felt er et unikt biologisk habitat med organismer som drar nytte av energien fra den geotermiske varmen, og ikke solenergi.

Syv søstre og Jan Mayen-feltene (se Figur 47, kapittel 6.1) er de feltene som er kartlagt nærmest Jan Mayen og beskrevet i Pedersen mfl. (2021). Syv Søstre ligger ved den aktive Kolbeinsey-spredningsryggen og er unikt ved at det er et grunt hydrotermisk felt innenfor den fotiske sonen (sone med nok lys til fotosyntese). Jan Mayen-feltene ligger i tilknytning til Mohnsryggen rundt 80 km øst for øya, og består av tre hydrotermiske felt som kalles Soria Moria, Trollvegen og Perle & Bruse (Se kapittel 5.4.3 for informasjon om tilknyttede bunnsamfunn).



Figur 18 A): Perspektivkart over Jan Mayen bruddsone. Den aktive transformforkastningen er markert med «3» på kartet. Jan Mayen-dypet er et punktdyp på 4000 m. B): havbunnskart over området rett nord for øya. C): gradientkart med samme utsnitt som a). Røde områder viser de bratteste gradientene. Kilde: Pedersen mfl. (2021).



Sammensatte skorsteinstrukturer med flens-liknende utspring på Soria Moria feltet. Hydrotermale fluider strømmer ut under utspringene der mineraler felles ut og skaper et utover-rettet vekstmønster. Hvite bakteriematter vokser fortrinnsvis i områder med porøs utstrømning gjennom skorsteinsveggen (venstre bilde). Skorstein med flensstrukturer danner habitat for ulike typer organismer (høyre bilde). Områder med hvite bakteriematter viser den aktive delen av skorsteinsstrukturen (fra Soria Moria feltet). Kilde: Figur 18 i Pedersen mfl. (2021).

5.1.1 Kunnskapsbehov

Kartlegging: Undersjøisk vulkanisme, skred og øvrig naturmiljø

Havbunnen utenfor Jan Mayen bør kartlegges bedre for å få en oversikt over undersjøisk vulkanisme og om det har vært store skred fra flankene på Beerenberg. I forbindelse med kartlegging av havbunnen bør flere grunner (Straumflaket, Stimen og Marøbanken) undersøkes nærmere.

Som fagutredningen om mineralressurser i Norskehavet (Pedersen mfl. 2021) illustrerer, er landskap, geologi og biologi i dyphavene så vidt nå blitt kjent for oss. Både hardbunn og bløtbunnsområdene rundt Jan Mayen bør derfor undersøkes nærmere for å øke kunnskapen om disse naturmiljøene (se kapittel 5.4.3 om bunnsamfunn).

Ressursbehov

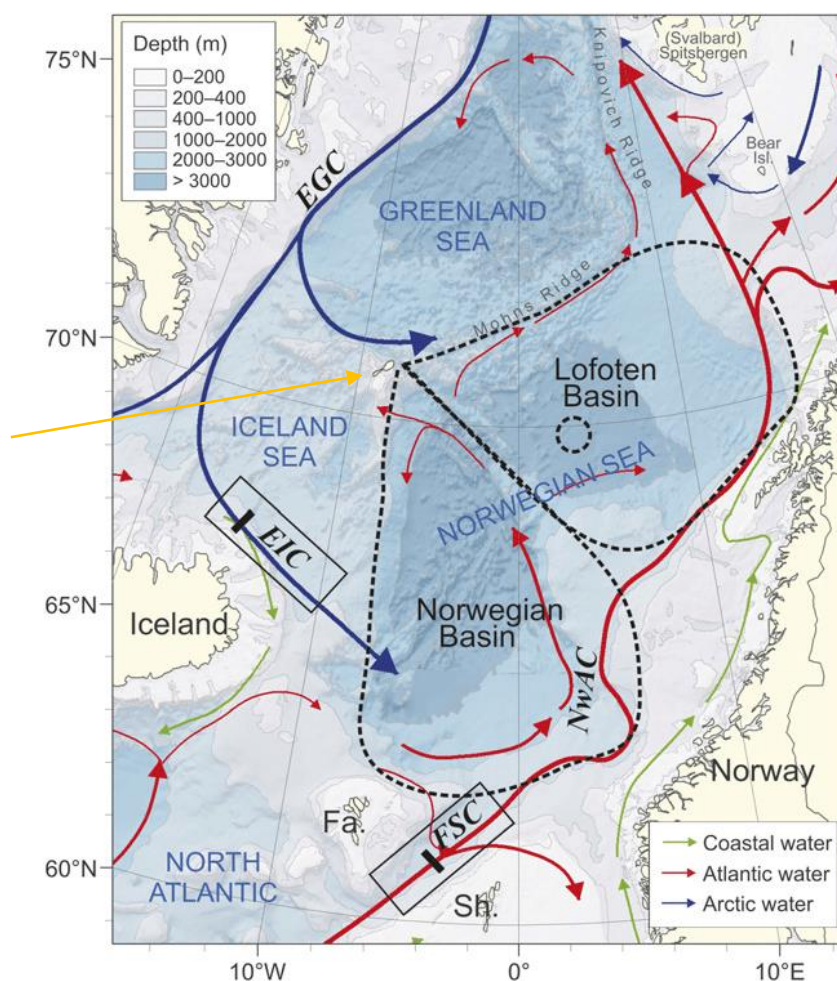
Marine undersøkelser krever tilgang til de store forskningsfartøyene. Her kan det være gode muligheter for å samle inn for eksempel multistråle-ekkolodd samtidig med andre marine undersøkelser. Egne tokt og større programmer har så langt skaffet mye ny kunnskap om dyphavet. Dette er forskning som er ressurskrevende. For eksempel har Senter for dyphavsforskning ved UiB ca. 40 tilknyttede forskere og en omfattende toktaktivitet (<https://www.uib.no/dyphav/>).

5.2 Oseanografi

Jan Mayen ligger på et grensepunkt mellom tre hav: Grønlandshavet (nord for Jan Mayen), Islandshavet (sør for Jan Mayen), og Norskehavet (øst for Jan Mayen), som har som fellesnavn «De nordiske hav» (The Nordic Seas, Hurdle 1986). Norskehavet og Grønlandshavet er de dypeste, ned fra kontinentalsokkel på 500 m til mer enn 3000 m, mens Islandshavet er ca. 2000 m dypt. Jan Mayen bruddsonen (ca. 1000 m dyp) skiller Grønlandshavet og Islandshavet. Mohnryggen (ca. 1500–2000 m dyp) danner grensen mellom Grønlandshavet og Norskehavet. Jan Mayenryggen (ca. 1000 m dyp) sør for Jan Mayen, danner grensen mellom Islandshavet og Norskehavet (Figur 19).

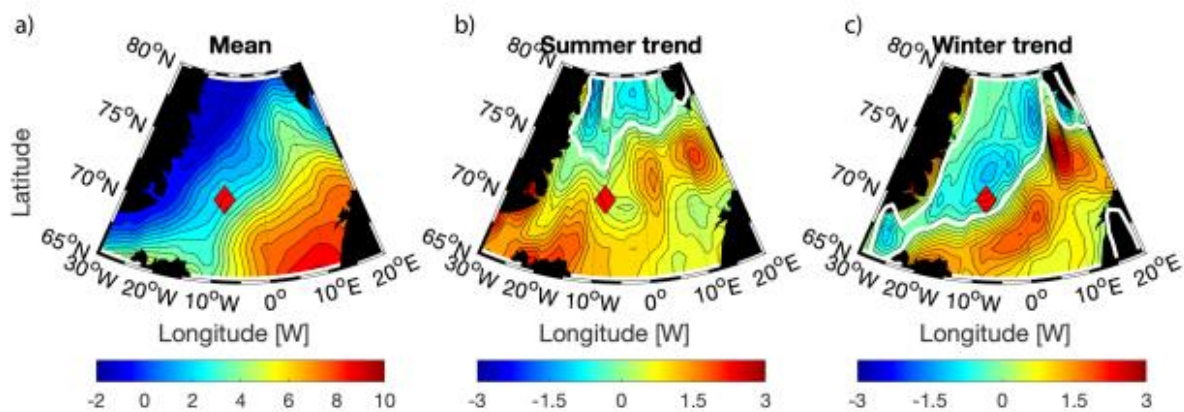
Den storskala havsirkulasjonen og fordelingen av vannmassene følger i hovedsak bunntopografien (Figur 19; Mork mfl. 2019). Strømmene følger kontinentalskråningen langs Norge i øst, langs Grønland i vest og langs de store undervannsryggene som skiller de tre bassengene fra hverandre (Figur 19). Varmt atlantehavsvann strømmer nordover med den norske Atlanterhavsstrømmen langs norskekysten, følger så ryggen mot Jan Mayen og videre langs Mohnryggen (Figur 19). I Norskehavet dannes den arktiske fronten, et grenseområde mellom arktiske kalde og ferskere vannmasser og varmere atlantehavsvann med høyere saltinnhold, noe som gjenspeiles i fordelingen av overflatetemperaturer (Figur 20). Temperaturen på atlantehavsvannet minker betydelig på vei nordover på grunn av nedkjøling av atmosfæriske flukser og vannmassene får dermed høyere tetthet (Mauritzen 1996) (Figur 20).

Vanntemperaturen i De nordiske hav har en tydelig sesongsyklus (Figur 21). Havstrømmene og klimaet i Norskehavet er i stor grad påvirket av storskala atmosfæreforhold. I det sørlige Norskehavet er for eksempel vestlig utbredelse av atlantehavsvann (dvs. beliggenheten av den arktiske fronten) knyttet til styrken av sørvestlige vinder (Blindheim & Østerhus 2005). År med mye sørvestlige vinder gir mindre vestlig utbredelse av atlantehavsvann og mer arktisk vann.

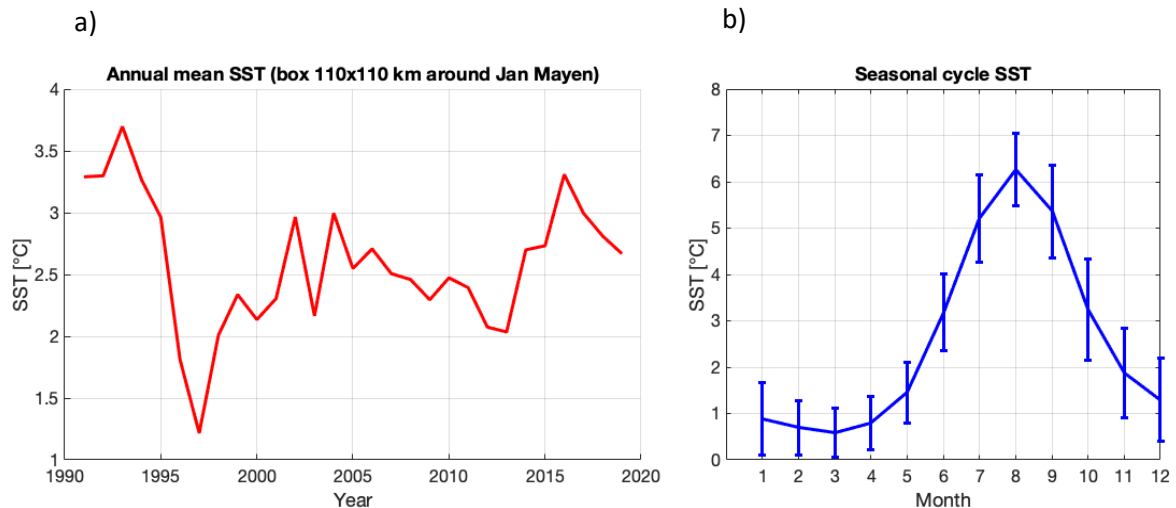


Figur 19. Storskala havsirkulasjon i De nordiske hav. Oransje pil viser Jan Mayen. Kilde: Mork mfl. (2019).

I Framstredet strømmer ca. halvparten av atlantehavsvannet videre nordover inn i Polhavet mens den andre delen av atlantehavsvannet resirkulerer vest i Framstredet og strømmer sørover igjen langs Østgrønlandsstrømmen (Quadfasel mfl. 1987, De Steur mfl. 2014). Atlantehavsvannet kjøles ned på veg sørover mot Island og bidrar til dypvannsformasjon. På ca. 72°–73°N utgår Jan Mayenstrømmen som en gren fra Østgrønlandsstrømmen i de øverste 100 m, mens den dypeste delen strømmer videre østover langs Jan Mayenbruddsonen og blir så en del av den store roterende havstrømmen i Grønlandshavet (Bourke mfl. 1992). Jan Mayenstrømmen transporterer kaldt og ferskt polhavsvann fra Østgrønlandsstrømmen og er assosiert med et stort område hvor is i perioder kan dannes lengst øst, tidligere som en tunge nord for Jan Mayen, kalt Odden (eller Isodden, se kapittel 5.3). Litt lenger sør går en annen gren sørøstover inn i den sørlige delen av Islandshavet, kalt Østislandsstrømmen, som har stor betydning for forholdene i Islandshavet. Betydningen av det kalde polhavsvannet nord og vest for Jan Mayen er tydelig i fordelingen av overflatetemperatur (Figur 20).



Figur 20. a) Gjennomsnittlig fordeling av overflatetemperatur i De nordiske hav mellom 1990–2020. b) Trend i overflatetemperatur om sommeren (juli–august–september) fra 1990 til 2020. c) Trend i overflatetemperatur om vinteren (januar–februar–mars) fra 1990 til 2020. Jan Mayen er markert med rød diamant. Hvite konturer i b) og c) markerer trenden er 0 °C. Kilde: NOAA OI SST-V2.



Figur 21. a) Årlige gjennomsnitt og b) gjennomsnittlig sesongsyklus av overflatetemperatur 1990–2020 (i et område ca. 110 km x 110 km rund Jan Mayen). Kilde: NOAA OI SST-V2.

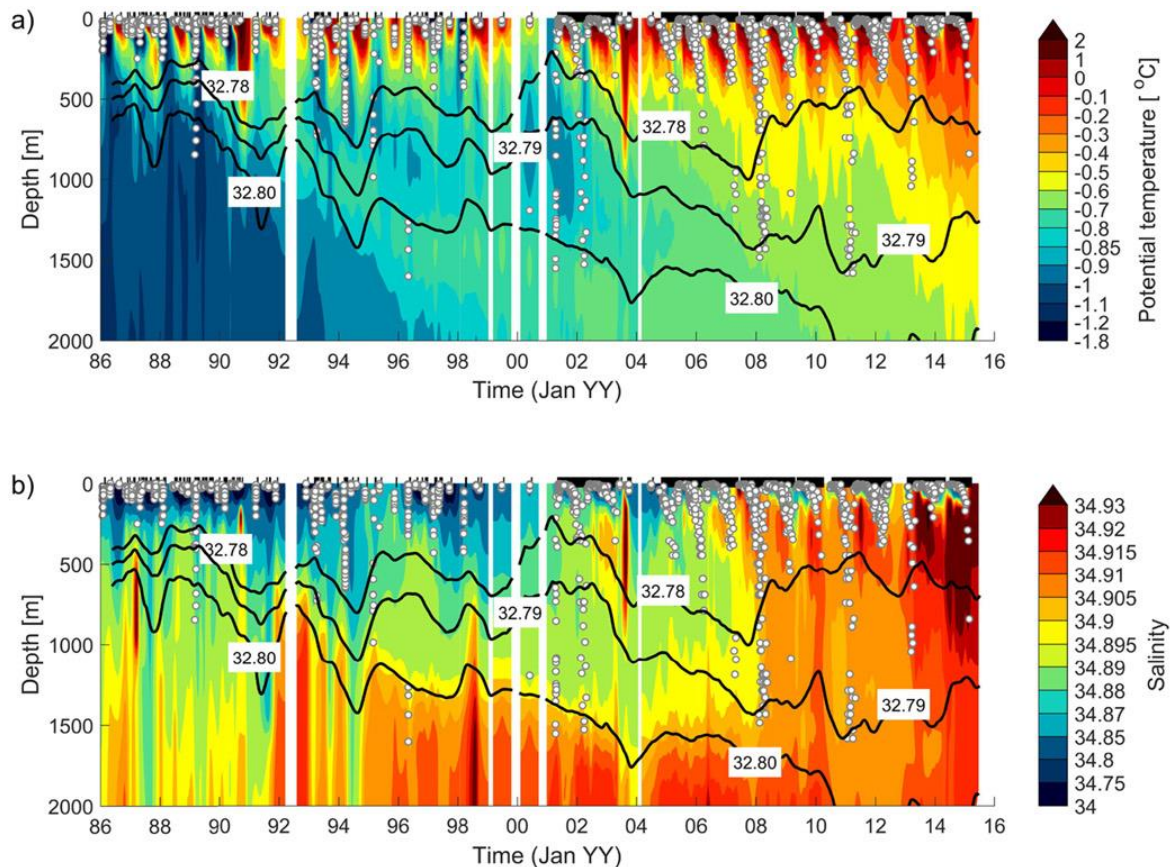
I tillegg tilfører Østgrønlandsstrømmen dypvann fra Polhavet noe som er en viktig komponent i dypvannet i De nordiske hav som derfor kjennetegnes av arktiske vannmasser med temperatur lavere enn 0 °C (Aagaard mfl. 1985).

Dannelse av dypvann er en viktig komponent av den storskala tredimensjonale havsirkulasjonen i Atlanterhavet (AMOC) hvor kaldt vann dannet i De nordiske hav strømmer over Grønland-Skottland-terskelen og videre sørover langs bunnen av Atlanterhavet, og varmt vann strømmer nordover på overflaten og sørger for at Norge har et såpass varmt klima.

Ca. en tredjedel av de tetteste vannmassene som danner dypvann kommer fra Islandshavet (Våge mfl. 2011) og to tredjedeler kommer fra Østgrønlandsstrømmen (Harden mfl. 2016).

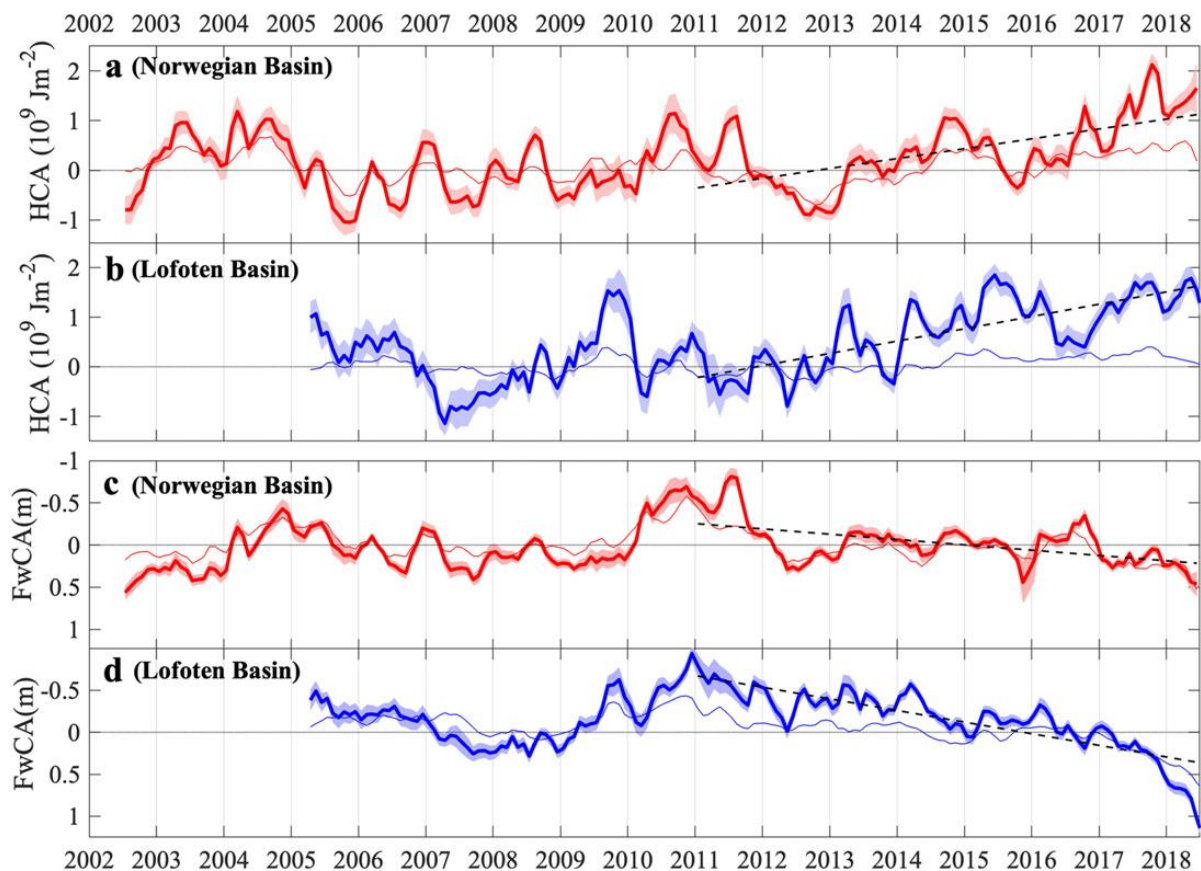
Både Grønlandshavet og Islandshavet kjennetegnes av sykloniske (mot klokken) virvler som hovedsakelig er drevet av vind. Denne sirkulasjonen sørger for at disse områdene er viktige for dypvannsproduksjon ved at en sterk nedkjøling av overflaten (om vinteren) fører til vertikal blanding av vannmassene (Aagaard mfl. 1985). Oksygen tilføres dermed til dypet og næringssalter til overflaten. Den vertikale blandingsprosessen i Grønlandshavet skjedde nesten til bunnen (3500 m) vinteren 1971, men bare ned til 2000 m senere på 1970-tallet (Meincke mfl. 1992) fordi atmosfæriske flukser er redusert med 20 % siden 1970 (Moore mfl. 2015).

Siden 1994 er det gjennomblandete laget (mixed layer depth) observert på mellom 500 og 1500 m, noe som skyldes høyere saltinnhold i atlantehavsvannet (Figur 22b; Brakstad mfl. 2019). Samtidig har det skjedd en stor økning av havtemperatur i hele vannsøylen, og spesielt etter 2008 (Figur 22a). Endringer i hav-atmosfære-flukser og variasjonene i utbredelse og egenskapene til atlantiske og arktiske vannmasser bidrar hovedsakelig til de klimatiske endringene som er observert i De nordiske hav. Hvordan og hvor (dvs. «pathways») de tetteste vannmassene fra Grønlandshavet sprer seg mot sør gjennom kanaler i, eller langs de store undervannsryggene er fortsatt ikke helt forstått.



Figur 22. a) Temperatur og b) saltholdighet i Grønlandshavet nord. Dybder fra det gjennomblandete laget er markert med hvite prikker. Kilde: Brakstad mfl. (2019).

Overflatetemperaturer rundt Jan Mayen viser at det har blitt varmere etter 2013, (Figur 21a) men at det har vært større svingninger tidligere, for eksempel i perioden 1993–1997. Et estimat av endringer i hele vannsøylen viser at varmetransporten til De nordiske hav har økt med 21 TW mellom 2002–2016 (Tsubouchi mfl. 2021). Anomalier i de øverste 1000 m i Norskehavet viser at varmeinnholdet har økt betydelig siden 2011, men at vannet samtidig har blitt ferskere (Mork mfl. 2019; Figur 23). Dette kan føre til at trenden med økt saltholdighet og dypere vertikalblanding, som var observert i Grønlandshavet frem til 2016, endrer seg, dvs. at vertikalblanding minker fordi ferskere sjøvann er lettere enn mer salt vann. Videre økning av varmeinnhold i vannsøylen er forventet i den pågående klimaendringen. En annen viktig endring som skjer langs Øst-Grønland er minking av havis (se kapittel 5.3 om havis). Observasjoner tatt med glider viser at nedkjøling av havet og dermed vertikalblanding langs iskanten er sensitiv i forhold til isutbredelse og variasjoner i vind om vinteren (Våge mfl. 2018, Renfrew mfl. 2019). Når det blir mindre is om vinteren, vil atmosfærisk nedkjøling ha større innflytelse på vannmassene i Østgrønlandsstrømmen, og det kan flytte prosessen med vertikalblanding fra indre deler av De nordiske hav mot Grønland (Moore mfl. 2022). Det er forventet at denne prosessen kommer til å øke forutsatt at isutbredelsen i De nordiske hav fortsetter å minke på grunn av klimaendringer.



Figur 23. Anomalier i varmeinnholdet (HCA-Heat Content Anomaly) i a) Norskehavet og b) Lofotenbassenget og i ferskvanninnholdet (FwCA) i c) Norskehavet, og d) Lofotenbassenget. Kilde: Mork mfl. (2019).

Vinternæringssaltkonsentrasjoner er typisk for den atlantiske delen av Arktis (nitrat: ca. $12 \mu\text{M}$, silikat: ca. $5\text{--}6 \mu\text{M}$ og fosfat ca. $0,8 \mu\text{M}$), og det finnes ingen stor forskjell i nitratkonsentrasjon mellom arktiske og atlantiske vannmasser på de to sidene av den arktiske fronten (Børsheim mfl. 2014). Derimot er det en stor forskjell i optiske egenskaper med høyere konsentrasjon av farget oppløst organisk materiale (CDOM-Coloured Dissolved Organic Matter) på den arktiske siden av fronten (Pavlov mfl. 2015).

Tidsserieanalyse av næringssalter i De nordiske hav har vist at det har vært en betydelig nedgang av silikat mellom 1990 og 2019 (Gundersen mfl. 2019). Overflatenæringssalter i De nordiske hav er regulert av utbredelsen av den subpolare virvelen sør for Grønland-Skottland-terskelen. Virvelen har minket og flyttet seg litt vest, og derfor er det mer innstrømming av subtropiske vannmasser som har lavere næringssaltinnhold til De nordiske hav. Det har også vært en nedgang i silikat i arktiske vannmasser i Grønlandshavet. Nitrat har derimot ikke minket kontinuerlig, men har bare vist en kortvarig nedgang mellom 2005 og 2009. Mindre tilgang på silikat og mikronæringsstoffer kan redusere perioder av planteplanktonblomstring og kan ha konsekvenser for fiskebestander.

Globale estimater av gjennomsnittlig havnivåstigning varierer fra $3,2 \pm 0,4$ til $3,7 \pm 0,4 \text{ mm/år}$. Ca. to tredjedeler av dette er fra tilførsel av vannmasse (smelting av landis) og en tredjedel er på grunn av

varmeøkning i de øverste 2000 m av havet (sterisk komponent på grunn av termisk ekspansjon av sjøvann). I Norskehavet er størrelsen på havnivåstigningen større enn globale endringer (Richter mfl. 2012). Sterisk stigning mellom 1970–2006 varierer fra $1,6 \pm 0,1$ mm/år til $1,9 \pm 0,2$ mm/år (basert på to forskjellige datakilder) (Henry mfl. 2012) og total havnivåstigning er estimert til $3,3 \pm 0,7$ til $4,2 \pm 0,2$ mm/år mellom 1993–2009 (Idzanovic 2020). Siden vannstandsmålingene fra Jan Mayen ikke er av tilfredsstillende kvalitet for havnivå (jfr. <https://www.psmsl.org/data/obtaining/stations/1382.php>), så må vi anta at den absolutte havnivåstigningen tilsvarer den i Norskehavet, dvs. 3,3–4,2 mm/år. Relativt til kystlinjen av Jan Mayen kan man trekke fra en målt landhevingsverdi på 1,6 mm/år mellom 2008 og 2019 (H.P. Kierulf, Statens kartverk, pers. kom.), noe som gir en forventet lokal havnivåstigning på 1,7–2,6 mm/år over de siste 15–30 årene.

Tidevannet på Jan Mayen er dominert av den harmoniske konstituenten M2, dvs. en halvdaglig periode. Gjennomsnittlig lav- og høyvann varierer mellom hhv. 42 cm og 116 cm (over nullnivå av havoverflaten), mens spring tidevann varierer mellom 29 cm og 129 cm og nipp tidevann mellom 55 cm og 103 cm (Kartverket). Strømhastighet relatert til M2 tidevann varierer fra 5 cm/s i øvre lag til 1 cm/s ved bunnen.

5.2.1 Kunnskapsbehov

Pågående og framtidige endringer i hav som økt temperatur, variasjoner i saltholdighet og minking av havis på grunn av klimaendring vil ha stor påvirkning på den termohaline sirkulasjonen (en stor, langsam og dyp havstrøm som er drevet av tetthetsforskjeller i vannet) i De nordiske hav: mengde av dypvannsformasjon og hvor dette skjer er forventet å endre seg. Derfor er det viktig å samle hydrografiske data på tvers av fronter spesielt vest av Jan Mayen. Av tilsvarende betydning er det behov å få dedikerte observasjoner av pH og $p\text{CO}_2$ for å overvåke havforsuring i de havbassengene rund Jan Mayen hvor der er lite data, spesielt i Grønlandshavet. For å dekke behovet kan man ta i bruk:

Glidere: Hydrografiske snitt

Ekspandere hydrografiske snitt med glide (autonome undervannsfarkoster styrt fra land) med fokus på helårsmålinger fordi det er vinteren som er viktigst for dypvannsformasjon. Se <https://norgliders.gfi.uib.no/>. Norgliders er et senter på UiB/Bjerknessentet for gliderinfrastruktur i Norge som allerede har flere prosjekter i De nordiske hav. For eksempel NorEMSO hvor fem standard glidersnitt gjennomføres i De nordiske hav siden 2021 (tre i Norskehavet, en i Framstredet og en i Grønlandshavet eller Islandshavet). For å få mest mulig kunnskap bør vestlige snitt i De nordiske hav prioriteres.

Ressursbehov

Kostnader er 2,5 millioner kroner til en glider, og i tillegg ca. 300 000 kroner/år til service/pilotarbeid og kalibrering.

Passive flytere: Profiler fra vannsøylen

Styrke Norwegian Argo Infrastructure, se <https://norargo-map.hi.no/> (HI): autonome (passive) floats som tar profiler fra vannsøylen (0–1000 m) mens de drifter gjennom dype deler av De nordiske hav. Komponenter som BGC/Bio-Argo bør prioriteres for å hente inn biogeokjemiske og biologiske data. Utvidelse til Deep Argo kan også vurderes for å samle inn dype data (dvs. mellom 0–4000m). Det er per i dag (november 2022) 48 aktive norske bøyer, hvorav 25 kjerne (core) ARGO, 6 BGC, 7 BIO og 10 deep ARGO.

Ressursbehov

Kostnadene er ca. 160 000 kroner for en «core» ARGO bølge, 220 000 – 1 million kroner for en BIO/BGC bølge, og 350 000 kroner for en «deep» bølge.

«Ships of opportunity»: hydrografisk datainnsamling

Hydrografisk datainnsamling kan utføres med «ships of opportunity» og da spesielt med fokus på vinter og i samarbeid med UiB, HI, UiT (Norge) og Island, Danmark og Grønland.

Ressursbehov

Avhengig av forskingsfartøy og hvor mange deltakere (to til fire personer) kan bli med på et tokt, er det behov for ca. 300 000 til 600 000 kroner.

Stasjonære havrigger

Oseanografiske måleinstrumenter kan bli plassert på havrigger rund Jan Mayen (for eksempel hvor Passive Acoustic Monitoring skal foregå for å innhente informasjon om hvalbestander i området eller annen biologisk overvåking).

Ressursbehov

Riggene kan suppleres med to eller tre CTD-er (105 000 kroner/stk) og strømmålere (Nortek ADCP ~260 000 kroner/stk og Nortek Aquadopp ~120 000 kroner).

5.3 Havis

5.3.1 Havisen rundt Jan Mayen og kobling til klima i Arktis

Havisen er sentral for klimautviklingen både i Arktis og globalt. Økende temperaturer i hav og luft i Arktis i de siste tiårene reduserer gradvis havisdekke i Polhavet og i den arktiske regionen. Når havisen smelter, fører dette til mer oppvarming som i neste omgang påvirker klimasystemet ytterligere. Oppvarming vil igjen kunne påvirke dypvannsdannelse i havet gjennom overflateoppvarming og økt ferskvannstilførsel, og påvirker dermed motoren i havsystemet som danner rammen for det globale klimaet. Det gjør havisen til en viktig og relativt direkte observert klimaindikator (for eksempel Stroeve & Notz 2018, Meredith mfl. 2019, Gulev mfl. 2021).

Jan Mayen ligger i et område som er koblet til Polhavet gjennom Framstredet i det nordlige Grønlandshavet. Øya er plassert mellom to større havstrømmer (Figur 19): Den kalde og relativt ferske Østgrønlandsstrømmen som også fører drivis ut fra Polhavet og Den norske Atlanterhavsstrømmen som fører relativt varmt vann inn i Polhavet (Figur 19). Det gjør at klima og havisdekning i regionen er koblet direkte til klimavariasjoner både i Atlanteren og Arktis.

Isforholdene i regionen rundt Jan Mayen kontrolleres både av havis transportert fra Polhavet, hovedsakelig med Østgrønlandsstrømmen, og isdannelsen regionalt i Grønlandshavet. Havisen som er transportert fra Polhavet i nord gjennom Framstredet viser store variasjoner både i alder og tykkelse (Vinje mfl. 1998, Spreen mfl. 2020). Isalderen varierer fra relativt nylig dannet ung is og førsteårsis til flereårsis som har drevet i Arktis lengre enn to år. Eldre isformer er ofte tykkere enn yngre typer av havis. Observasjoner fra undervannssonarer basert på en rekke av bøyer plassert på tvers av Framstredet på ca. 79°N, ca. 1000 km nord for Jan Mayen, viste at tykkelsen på udeformert is siden 1990 i enkelte år kunne bli ca. 3 m. Samtidig kan skrugarder av deformert havis bli opptil 30 m tykke (Vinje mfl. 1998, Ekeberg mfl. 2014). Isen som er dannet lokalt ved Jan Mayen eller i regionen

umiddelbart nord for Jan Mayen, har en relativ kort levetid, maksimalt en sesong, og det er derfor ikke forventet at den blir like tykk som isen som er transportert fra Polhavet. Jan Mayens posisjon øst for kjernen til Østgrønlandsstrømmen gjør det imidlertid usannsynlig at isen fra Polhavet med nåtidens klima- og oseanografiske forhold kan drive helt til området ved Jan Mayen.

5.3.2 Havisobservasjoner i området rundt Jan Mayen fra satellitter

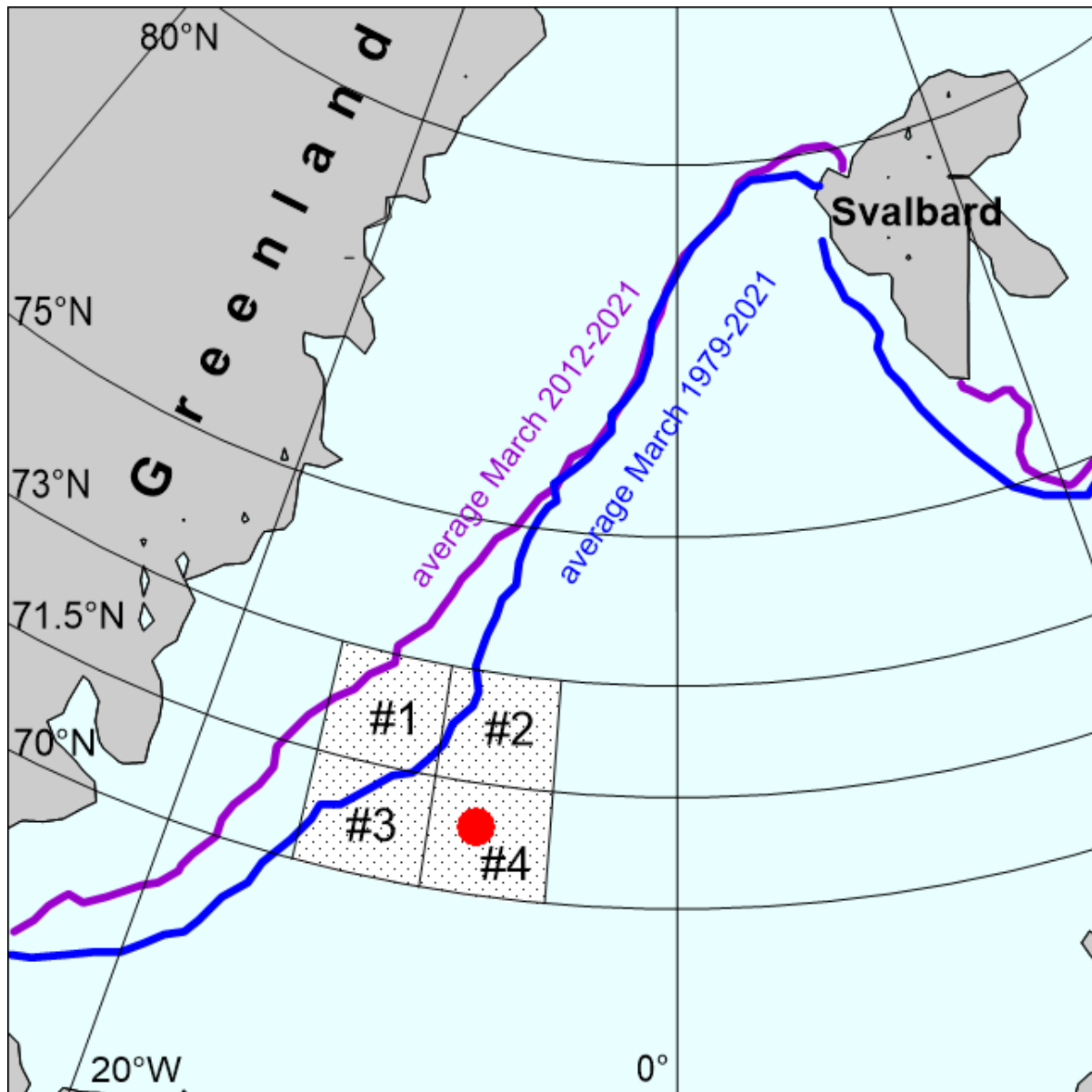
Endringer i klima både på stor skala, i Arktis generelt og regionalt i Nord-Atlanteren i de siste tiårene, har hatt en vesentlig effekt på isforholdene rundt Jan Mayen. Regional havoppvarming som forhindrer isdannelse lokalt samt redusert havistransport fra Polhavet (for eksempel Renner mfl. 2014, Spreen mfl. 2020, Sumata mfl. 2022) har ført til at havisgrensen har trukket seg lenger vest, nærmere Grønlandskysten.

Satellittbaserte observasjoner (Cavalieri mfl. 1996) fra de siste tiårene viser en tydelig negativ trend i både isutbredelse og lengde på issesongen i området rundt Jan Mayen.

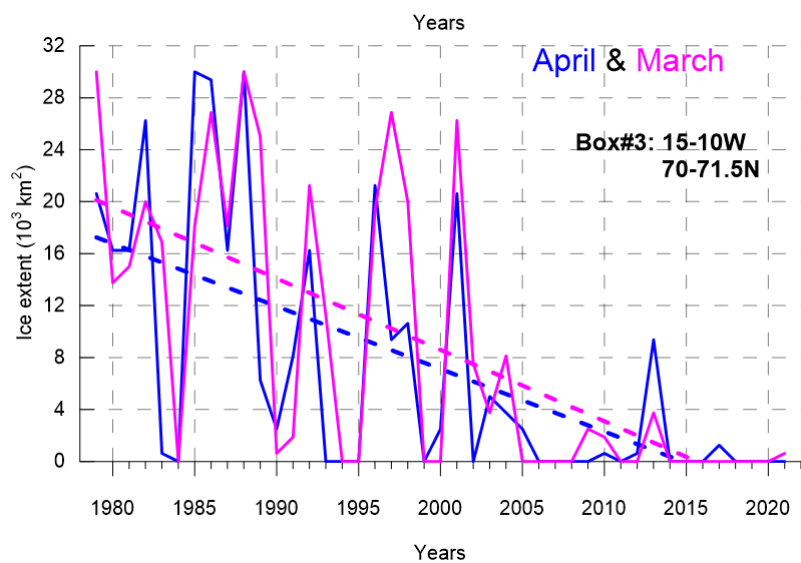
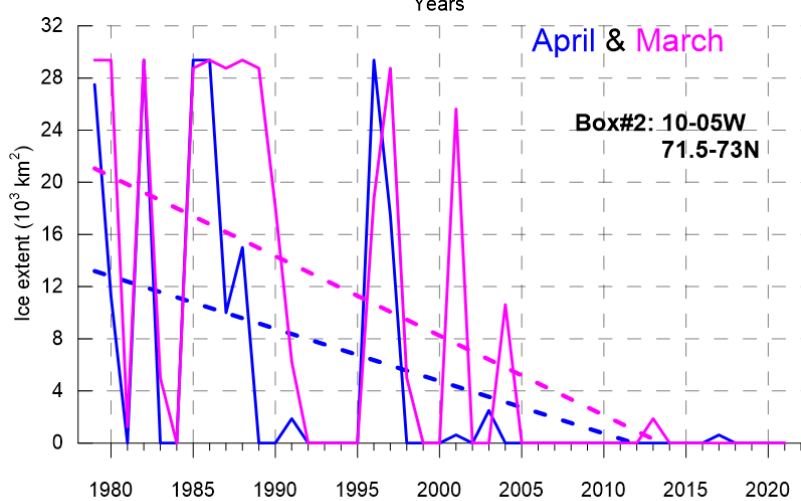
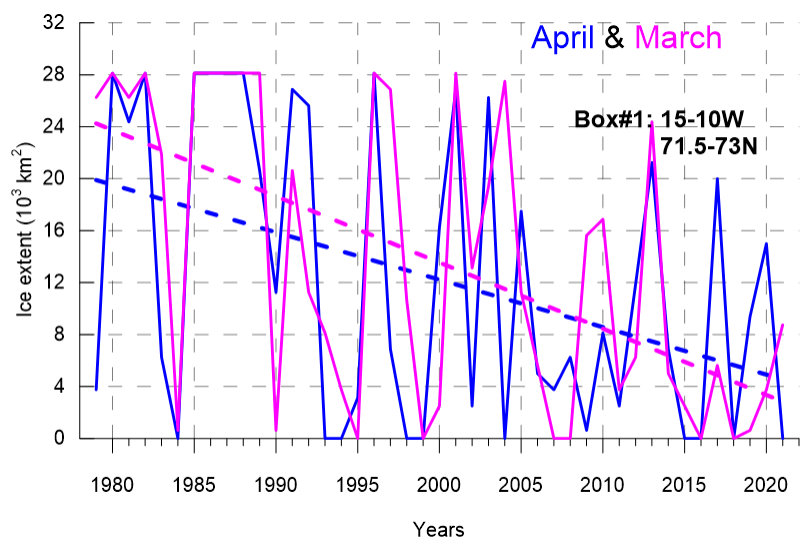
Fem områder (bokser) ble definert for å analysere havisvariasjoner i regionen (Figur 24) med Jan Mayen som ligger omtrent i midten av boks #4.

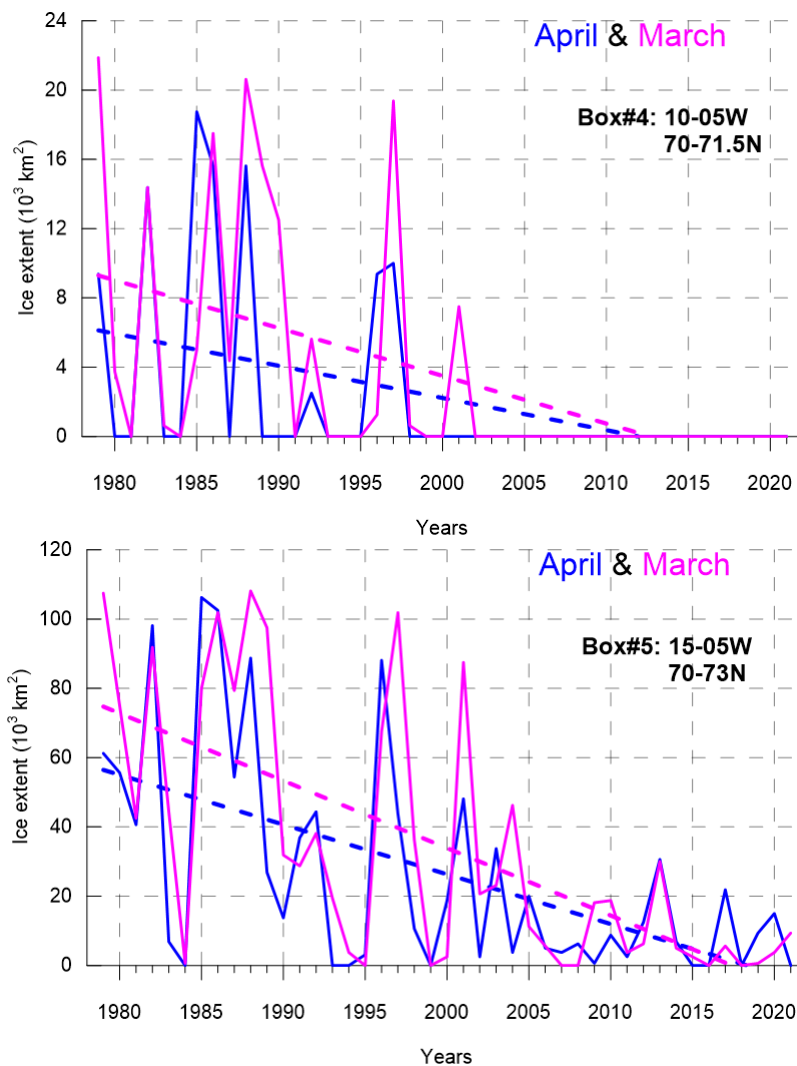
Tidsserier for isutbredelse for disse fem områdene basert på passive mikrobølgesatellittdata for månedene mars og april, de to månedene med maksimalt havisdekke i Arktis, er vist i Figur 25. Havisutbredelsen har gradvis avtatt siden 1979 med de største endringene etter 2006 (Figur 25). September 2007 hadde det laveste nivået i isutbredelse siden 1979, senere erstattet med et enda lavere nivå i september 2012 (Stroeve mfl. 2012, Fox-Kemper mfl. 2021). Havisen har imidlertid trukket seg et godt stykke vest for Jan Mayen allerede før isutbredelseminimumet i 2007.

I Jan Mayen-området (boks #4) ble havis sist registrert vinteren 2000–2001. Dette er konsistent med visuelle observasjoner fra personell på øya Jan Mayen, rapportert i Lyså mfl. (2021), der det er kommentert at havis ikke har blitt sett rundt Jan Mayen siden sent på 1990-tallet. Etter 2017 har havisens maksimale utbredelse i regionen kun blitt observert i området merket med boks #1. Havisens maksimale utbredelse har dermed trukket seg 250–300 km vestover relativt til posisjonen av Jan Mayen, og det har ført til vedvarende åpent vann i området gjennom de siste 20 årene.



Figur 24. Kart for det aktuelle studieområdet, med Jan Mayens posisjon fremhevet med rød prikk. Blå og lilla linjer viser gjennomsnittlig isutbredelse i regionen i mars for de to tidsperiodene 1979–2021 og 2012–2021, basert på satellittdata som registreres daglig, og som er uavhengig av dagslys og skydekke (SSM/I passive mikrobølgesatellittdata; Cavalieri mfl. 1996). Mars er måneden med maksimalt havisdekke i Arktis og Grønlandshavet. Skravert område viser geografiske bokser med følgende grenser: Boks #1 (nordvest): bredde 71,5°N–73°N; lengde 15°W–10°W; Boks #2 (nordøst): bredde 71,5°N–73°N; lengde 10°W–05°W; Boks #3 (sørvest): bredde 70°N–71,5°N; lengde 15°W–10°W; Boks #4 (sørøst, med øya Jan Mayen): bredde 70°N–71,5°N; lengde 10°W–05°W; Boks #5 (hele regionen med alle fire bokser): bredde 70°N–73°N; lengde 15°W–05°W.





Figur 25. Månedlig gjennomsnitt av havisutbredelsen for mars og april for tidsrommet 1979–2021 i områdene 1–5 basert på SSM/I passive mikrobølgesatellittdata (Cavalieri mfl. 1996). Mars og april er månedene hvor maksimal isutbredelse vanligvis nås i regionen. Stiplede linjer viser lineære trender i havisutbredelsen for begge månedene i tidsrommet 1979–2021.

5.3.3 Havisutvikling i Jan Mayen regionen før 1979

Analyser av historiske havisobservasjoner for regionen viser at havisendringene i området, dokumentert med høykvalitets satellittbaserte data siden 1979, bør vurderes også i et langtidsperspektiv. Havisdekket i regionen har variert på både hundreårs- og tiårsskalaer med mest havis observert i midten til slutten av 1800-tallet og relativt milde isforhold gjennom 1920–1930 tallet (Gabrielsen mfl. 1997a). Det samsvarer godt med avtrykk av tidsperioder for velkjente langsiktige klimatiske anomalier som den såkalte lille istiden og oppvarmingen i det tidlige 20. århundre.

Den lille istiden (*engelsk* «Little Ice Age») var en periode i Europa og Nord-Amerika som er kjent for å ha vært kjøligere, med mer ekstremt klima i forhold til den forutgående varmeperioden i middelalderen. Vanligvis anser man denne perioden som avsluttet sent på 1800-tallet. Analyser av

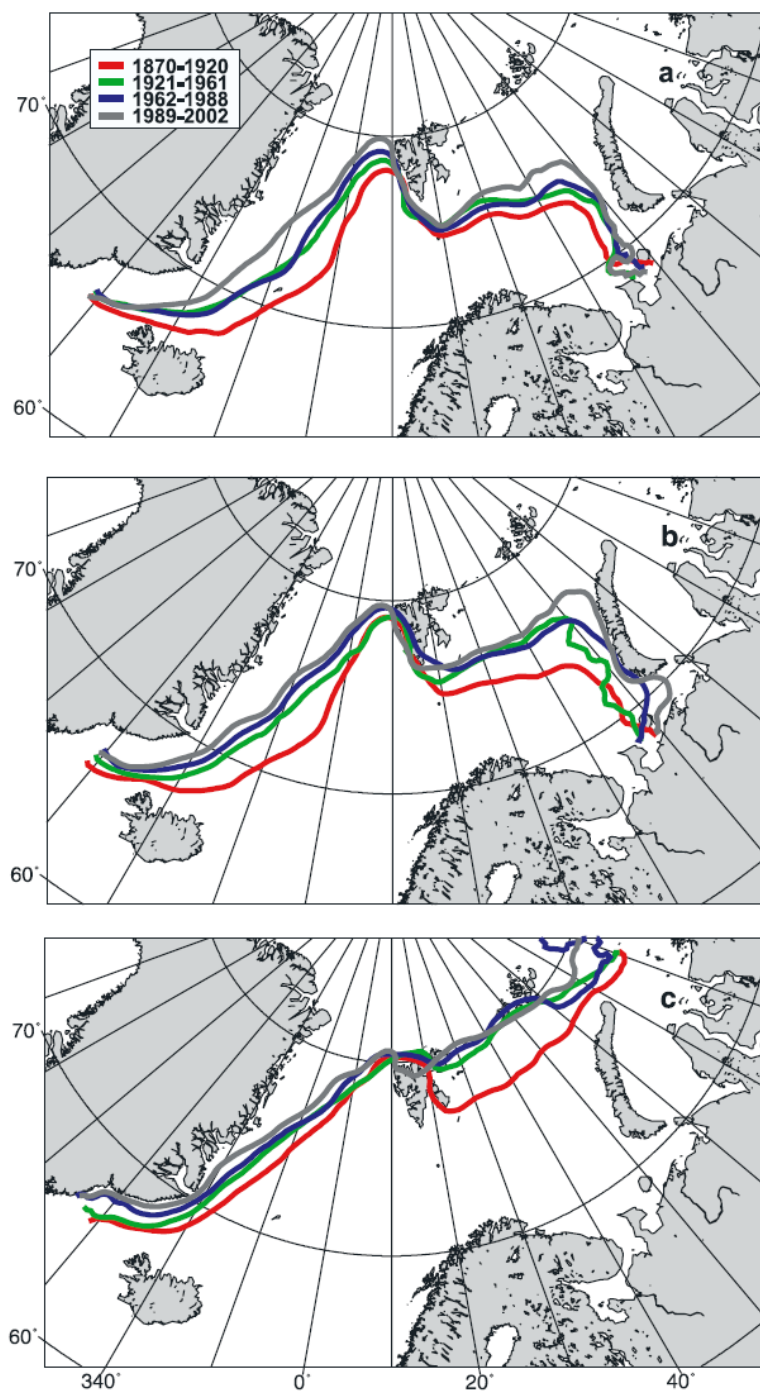
havisobservasjoner fra skipsloggbøker (Divine & Dick 2006) viser at havisen fra sent på 1800-tallet til tidlig 1900-tallet fortsatt kunne forekomme i Jan Mayen-området frem til juni (Figur 26a og b).

Dette endret seg på 1920-tallet da en såkalt oppvarming i det tidlige 20. århundre (*engelsk* «Early twenty century warming») begynte (Bengtsson mfl. 2004). Det førte til en rask reduksjon i havisens utbredelse i Arktis og De nordiske hav (Divine & Dick 2006). Havisgrensen i Grønlandshavet lå etter 1920-tallet vanligvis vest for Jan Mayen, også i april da isutbredelse var maksimal. Ifølge analyser av både historiske skipsbaserte havisobservasjoner og tidlige satellittbilder fortsatte denne utviklingen frem gjennom midt- til sent-1900 tallet, da havisen i Jan Mayen-området forekom mer og mer sjeldent og uregelmessig (Figur 26).

Siden globale klimamodeller peker på en ytterligere reduksjon av havisen i Arktis i årene som kommer (IPCC 2021), forventes det at havisgrensen i Jan Mayen-regionen slik den har blitt observert de siste to tiårene mest sannsynlig vil fortsette å holde seg vest for øya også i nærmeste fremtid. Dette betyr at havområdet ved Jan Mayen vil være vedvarende åpent/fritt for havis. Allikevel kan man ikke utelukke unntak på grunn av regionale og mellomårlege variasjoner, der havis kan forekomme i området i kortere perioder.



Spredt dravis ved Jan Mayen da en østerriksk-ungarsk ekspedisjon overvintret (1882–1883) på Jan Mayen i forbindelse med det første internasjonale polaråret (1881–1884). Foto: Linienschiffs-Lieutenant Richard Basso / Norsk Polarinstitut.



Figur 26. Iskantens månedlige gjennomsnittsposisjon i april (a), juni (b) og august (c) gjennom fire tidsperioder mellom 1870 og 2002, basert på historiske havisobservasjoner og iskart fra skipslogger, tidlige satellittbilder fra 1970-tallet og satellittbaserte på historiske havisobservasjoner og iskart fra skipslogger, tidlige satellittbilder fra 1970-tallet og satellittbaserte passive mikrobølgehavisobservasjoner fra 1979 og senere (Kilde: tegnet på nytt etter Divine & Dick 2006).

5.3.4 Kunnskapsbehov

Kunnskapsbehov angående havis kan kanskje anses som mindre presserende enn innenfor temaer der prosesser skjer her og nå. Likevel kan det tenkes flere undertemaer der vitenskapelig arbeid enten ville forbedre vår forståelse av klimaprosesser, og/eller der tidligere endringer ved Jan Mayen-regionen vil kunne bidra til å forstå pågående eller fremtidige endringer i andre regioner, og/eller et slags beredskapsopplegg vil kunne hjelpe til med å kartlegge og tallfeste fremtidige episoder dersom havis skulle opptre igjen i nærheten av Jan Mayen.

Paleoklimatologene og paleoseanografene kan rekonstruere fortidens havforhold ved hjelp av såkalte paleo proxies (indirekte målinger) av havis og havtemperaturer, basert på fossile foraminiferer og kiselalger fra marine sedimentprøver.

Havbunnssedimentprøver og/eller landiskjerner: Paleo-havissituasjoner og scenarieløp i regionen

Samle mer informasjon om paleo-havissituasjoner og scenarieløp i regionen (muligens fra eventuelt eksisterende eller nye havbunnssedimentprøver tatt i den videre Jan Mayen-regionen, og/eller landiskjerner fra Øst-Grønland eller Jan Mayen). En nærmere beskrivelse av en slik innsamling må først utarbeides med involvering av internasjonale eksperter. En slik oppgave vil sannsynligvis ha karakter av et forskningsprosjekt med flere forskere involvert, muligens med flere nasjonale/internasjonale partnere.

Ressursbehov

Estimerte kostnader er 2–3 millioner kroner per år. Dersom aktiviteten krever tokt vil toktrelaterte kostnader komme i tillegg (tokttillegg, prøvetakingsutstyr), i tillegg til øvrige kostnader som et forskningsfartøy medfører.

Jordobservasjonssatellitter: Sammenlikne havissituasjonen med andre regioner

Studere miljøet i regionen som et eksempel på regioner der det har vært regelmessig havis tidligere, med mål om å bedre kunne predikere utvikling og effekter for regioner der det er havis nå, men der projeksjoner sier at det kommer til å være isfritt i fremtidige tiår.

Ressursbehov

En slik studie ville kreve tverrfaglig forskersamarbeid (sammenlignbart med et Forskningsrådsprosjekt). Estimerte kostnader er 1,5–2 millioner kroner per år.

Standardiserte isobservasjoner fra land

Forberedelse/beredskap for standardiserte isobservasjoner fra land (med hjelp av personell som er der uansett) i tilfelle det skulle vise seg at havis forekommer nært Jan Mayen i årene som kommer.

Ressursbehov

Slike observasjoner kan sannsynligvis igangsettes, gjennomføres og dokumenteres i samarbeid mellom Norsk Polarinstitutt og Meteorologisk institutt for i utgangspunktet lave kostnader (< 10 000 kroner per år), så lenge det ikke gjøres videre vitenskapelig arbeid med resultatene.

5.4 Økosystemenes struktur og funksjon

5.4.1 Planteplankton

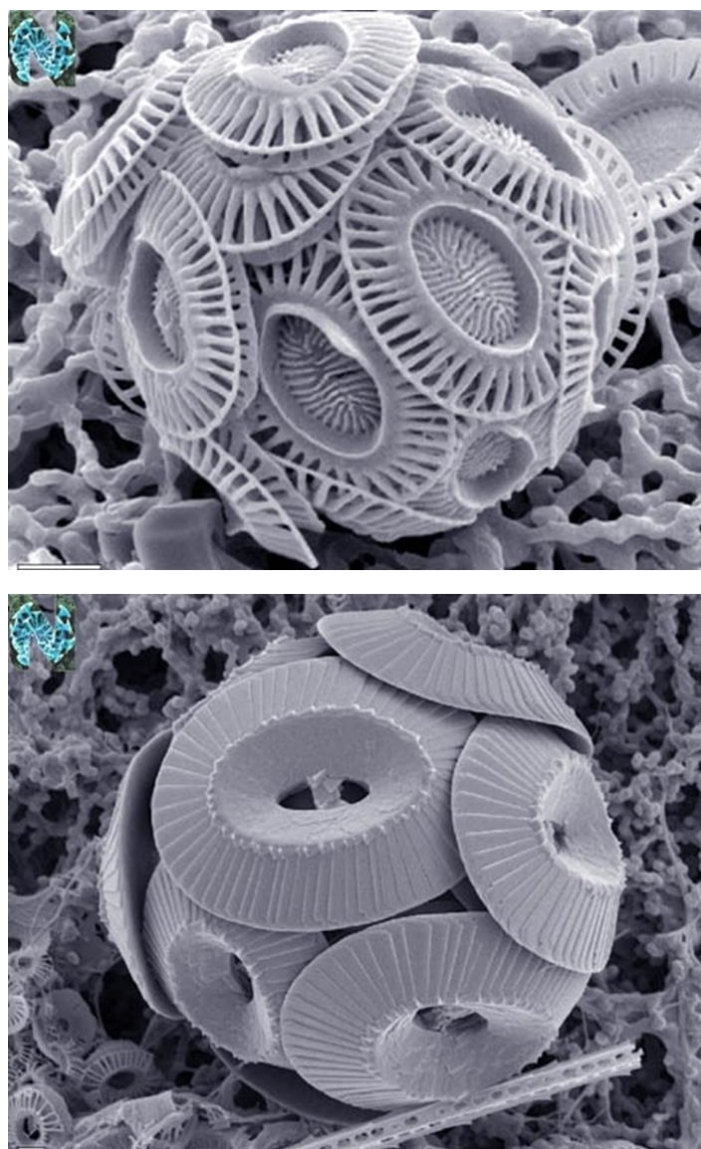
5.4.1.1 Miljødriverne av primærproduksjon i De nordiske hav

Fronter mellom ulike vannmasser kan være svært produktive områder i åpent hav, men satellittobservasjoner og oseanografisk snitt gjennom fronten viser at den arktiske fronten, som strekker seg mot nordøst fra Jan Mayen langs Mohnryggen, ikke stimuler planteplanktonproduksjon på grunn av lav forskjell i tetthet mellom atlantiske og arktiske vannmasser (Børsheim mfl. 2014, Drinkwater & Tande 2014, Erga mfl. 2014). Det kalles en passiv front hvor vertikal blanding ikke er sterk nok til å blande næringssalter fra dypere vannlag opp til overflaten (Erga mfl. 2014). Arktiske og atlantiske vannmasse viser stor forskjell i optiske egenskaper med høyere konsentrasjon av oppløst organisk materiale (coloured dissolved organic matter, CDOM) på arktisk side av fronten (Pavlov mfl. 2015). Dette kan ha betydning for lysforholdene og dermed for planteplanktonvekst. Batymetrien har en stor betydning for vannmassefordeling (se kapittel 5.2), men i tillegg kan bratte skråninger føre til oppstrømning av kaldere, næringsrike vannmasser. Grunnere farvann kan også være rike på spormetaller som jern. Studier fra Irminger- og Islandbassengene viser at planteplanktonvekst om sommeren er begrenset av tilgjengelighet av jern (Sanders mfl. 2005, Nielsdottir mfl. 2009). Havis, spesielt når den er dekket med snø, kan redusere lysforholdene i vannsøylen betydelig, men er også habitat for isalger som kan utgjøre en viktig andel av den årlige primærproduksjonen i enkelte arktiske områder (Hop mfl. 2020). Det har vært en nedadgående trend i havisutbredelse i De nordiske hav de siste tiårene (Onarheim mfl. 2018), og havområdet rundt Jan Mayen har stort sett ikke vært isdekket siden sent på 1990-tallet (Figur 25, boks 4). Havis spiller derfor ingen direkte rolle for lysforhold i vannmassene rundt Jan Mayen i dag. Ferskvann fra smelting av havis i Østgrønlandsstrømmen kan imidlertid føre til lagdeling av de øverste vannlagene i de arktiske vannmassene og dermed gi bedre lysforhold for planteplankton om våren, spesielt i iskantsonen (von Quillfeldt mfl. 2018).

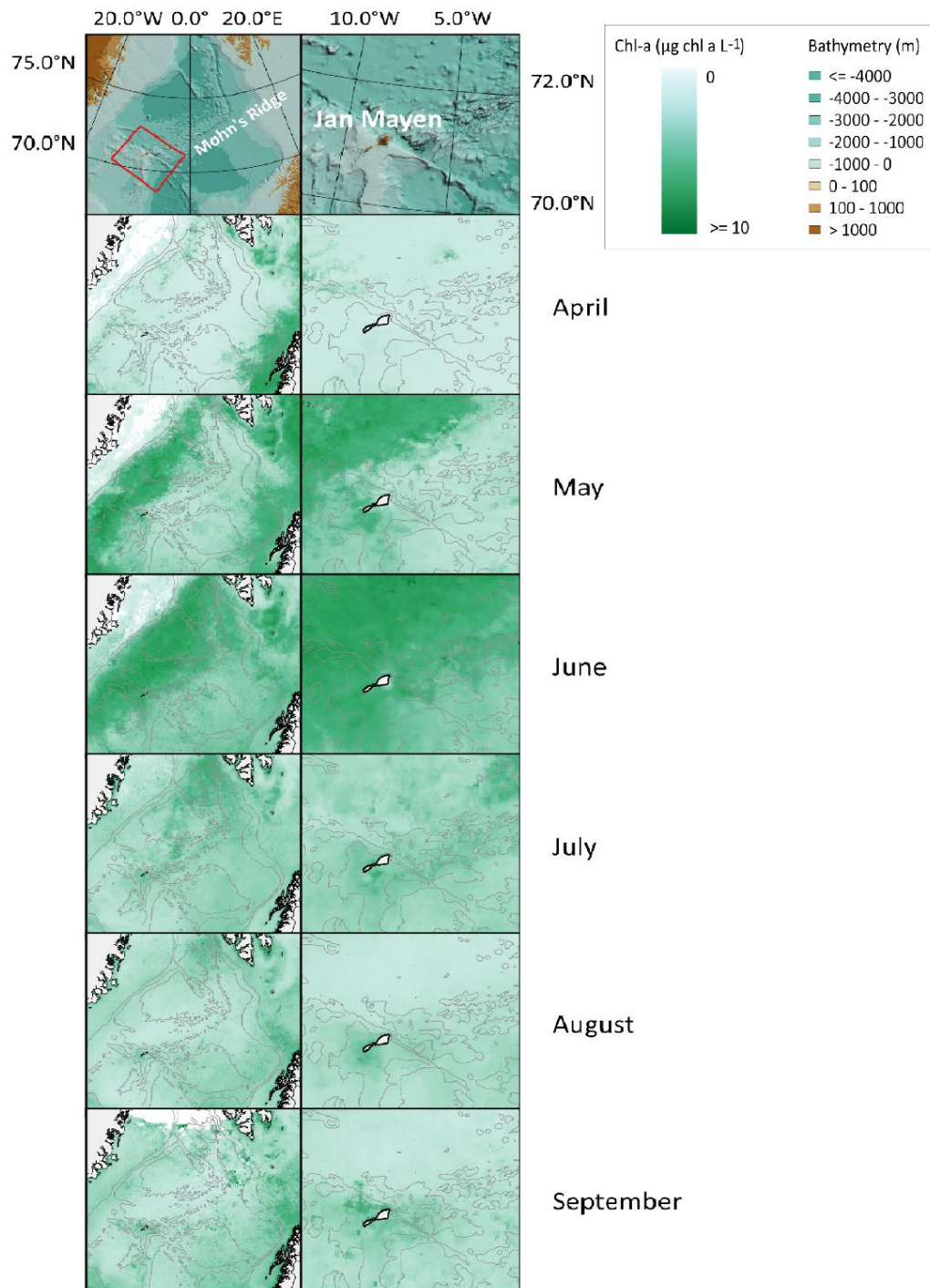
5.4.1.2 Romlige, mellomårige og sesongmessige variasjoner i primærproduksjon

Våroppblomstringen av planteplankton i Nord-Atlanteren er en massiv begivenhet med global betydning for karbonsyklus og marine næringskjeder. Årlig primærproduksjon i De nordiske hav, dvs. den nordligste delen av Nord-Atlanteren, er estimert til mellom 50 og 100 g C m⁻² år⁻¹ (Skogen mfl. 2007, Mayot mfl. 2020) noe som er lavere enn i kystnære områder, men betydelig for åpent hav. Omtrent 70 % av den årlige primærproduksjonen skjer under våroppblomstringen i mai og juni og resten hovedsakelig i april, juli og august (Mayot mfl. 2020). Det er få direkte målinger av primærproduksjonen i området, men modellstudier viser at mellomårige variasjoner kan være store på grunn av variasjon i den nordatlantiske oscillasjonen (NAO), havisutbredelse og transport av vannmasser (Skogen mfl. 2007). En ny studie viser at tidspunkt for, og intensitet av vår-oppblomstringen i arktiske vannmasser i De nordiske hav er avhengig av mengden av haviseksport gjennom Framstredet, med tidligere og mer intens oppblomstring i år med høy haviseksport (Mayot mfl. 2020). Som nevnt er den arktiske fronten ikke særlig viktig for primærproduksjon i havområdet rundt Jan Mayen (Erga mfl. 2014). I stedet viser satellittmålinger at primærproduksjonen følger iskantsonen om våren (mai og juni i Figur 27). Den høye primærproduksjonen i iskantsonen som ligger vest av Jan Mayen tilsier at den kan være et viktig beiteområde for sjøfugl og marine pattedyr med lang rekkevidde som oppholder seg på eller i området rundt Jan Mayen (se kapittel 5.4.5 og 5.4.6). Produksjon fra isalger spiller ingen rolle i nærområdet av Jan Mayen siden havisen har trukket seg langt vestover de siste årene, men kan ha relevans for de marine pattedyrene og sjøfuglene som beiter i Vesterisen nordvest av Jan Mayen. Om sommeren viser satellittmålinger høyere primærproduksjon i grunne områder rundt Jan Mayen enn i dypere havområder utenfor øya (juli, august og september i Figur 27), noe som kan skyldes bedre næringssalt-

eller jernforhold i kystnære områder. Foreløpige resultater fra oseanografiske snitt sør av Jan Mayen (IPY-NESSAR-toktet) i juni 2007, etter våroppblomstringen, har indikert planteplanktonbiomasse (målt som klorofyll-*a*) mellom 0,5 og 3,5 mg klorofyll-*a* m⁻³. Derimot ble det observert klorofyll-*a*-konsentrasjoner på over 18 mg m⁻³ i 10 m dyp på den nordligste stasjonen rett sør for Jan Mayen (Fossum mfl. 2012), noe som er svært høyt for et åpent havområde.



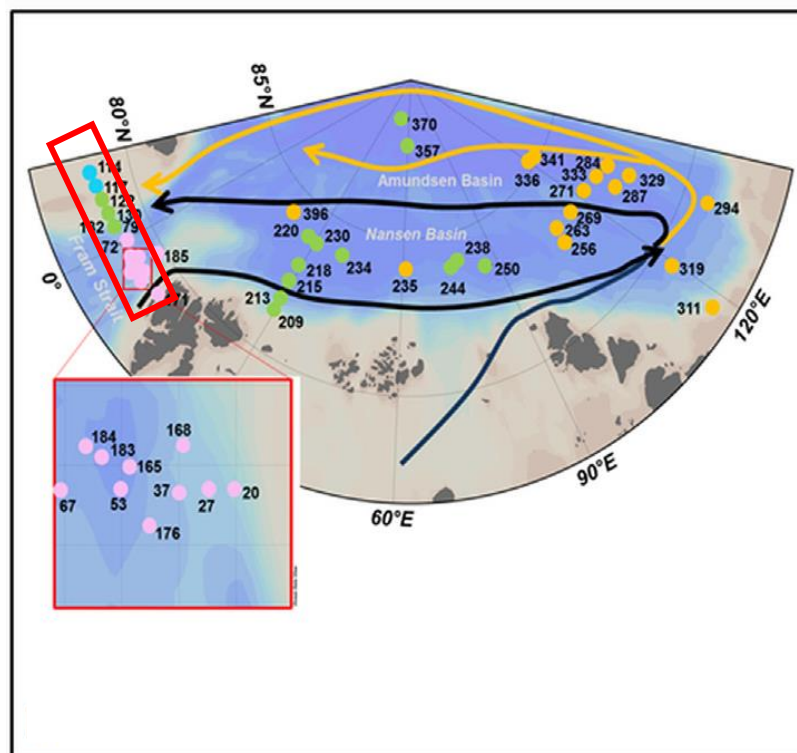
Av de vanligste kalkalgene dominerer Emiliana huxleyi (øverst) i sedimentprøver under atlantiske vannmasser og Coccolithus pelagicus (nederst) i sedimenter under arktiske vannmasser. Se kapittel 5.4.1.3 for mer informasjon. Foto: Jeremy Young & Claudia Sprengel / The Natural History Museum, London. Lastet ned fra www.planktonnet.awi.de.



Figur 27. Klorofyll-a mønster i De nordiske hav (øverste paneler; rød boks viser lokalisering av Jan Mayen) og i havområdet rundt Jan Mayen (nedre paneler). Klorofyll-a-klimatologien for måneder april til september er basert på 20 år med MODIS-Aqua satellittdata (2003 til 2022). Grå linje i klorofyll-a-paneler er batymetrikonturer. Illustrasjon: Laura Martín García / Norsk Polarinstitutt.

5.4.1.3 Arter og artsgrupper og deres utbredelse

Selv om den arktiske fronten ikke er like viktig for å stimulere primærproduksjonen som tidligere antatt, fungerer fronten som et skille mellom atlantiske og arktiske planteplanktonsamfunn siden plankton hovedsakelig følger vannmassene. I Framstredet nord for Jan Mayen er det tydelig forskjell i sammensetning av pikoplanteplankton (<2 µm i størrelse) på hver side av den arktiske fronten som omtrent følger nullmeridianen i dette område (Metfies mfl. 2016; Figur 28). Den dominante artsgruppen i atlantiske vannmasser er *Phaeocystis* mens den dominante gruppen i arktiske vannmasser er *Micromonas* (Metfies mfl. 2016). De forskjellige vannmassene reflekteres også i sedimentene ved at alger som ikke beites i vannmassene kan synke helt ned til havbunnen. Av de vanligste kalkalgene dominerer *Emiliania huxleyi* i sedimenter under atlantiske vannmasser og *Coccolithus pelagicus* i sedimenter under arktiske vannmasser (Baumann mfl. 2000, Dylmer mfl. 2015). Sesongvariasjon i planteplanktonsamfunn i De nordiske hav er karakterisert av dominans av kiselalger om våren og flagellater og dinoflagellater om sommeren (Pálsson mfl. 2012, Dabrowska mfl. 2020). Kiselalger er mer dominerende i arktiske enn i atlantiske vannmasser i Grønlandshavet noe som kan skyldes blant annet mindre silikatbegrensning i det arktiske området (Børnheim 2017).



Figur 28. Biogeografi av pikoplanteplankton bestemt med molekylære metoder. Gruppering av pikoplanteplanktonsamfunn er indikert i forskjellige farger. Den arktiske fronten i Framstredet (rødt rektangel) skiller pikoplanteplanktonsamfunn i atlantiske vannmasser (rosa) fra pikoplanteplanktonsamfunn i polare vannmasser dannet i vestlige deler av Framstredet og Nansenbassenget (grønn). Pikoplanteplankton knyttet til polare vannmasser modifisert av avrenning fra Grønland- (blå) og fra Amundsenbassengene (oransje) utgjør egne grupperinger. Atlantiske vannmasser er vist med svarte piler mens arktiske vannmasser er i oransje. Kilde: Metfies mfl. (2016).

5.4.1.4 Mellomårlige variasjoner og trender i primærproduksjon, og effekt av klimaendringer

Produksjonsindikatorerne fra sedimentkjerner viser en negativ trend i produktivitet i subarktisk del av Nord-Atlanteren (nord for 55°N) gjennom de siste 200 årene knyttet til avrenning fra Grønland (Osman mfl. 2019). Også undersøkelser med bruk av Continuous Plankton Recorder (båtslept instrument som samler inn plankton i ca. 10 m dyp) viser en negativ trend i planteplanktonbiomasse i østlige deler av Nord-Atlanteren nord for 59°N fra 1948 til 1995 (Reid mfl. 1998). Satellittdata viser reduksjon av netto primærproduksjon i Grønlandshavet i løpet av perioden 1998–2012 (Arrigo & van Dijken 2015), noe som kan være knyttet til nedgang i næringssalter i vannmassene som kommer inn i området med havstrømmer (Rey 2012, se kapittel 5.2 for flere detaljer). Denne sammenhengen er imidlertid ikke helt entydig. Reduksjon i mengden av haviseksport gjennom Framstredet kan føre til mindre våroppblomstring (Mayot mfl. 2020), noe som kan også ha en negativ effekt for eksport av organisk karbon til dyphavet (Fadeev mfl. 2021). Men sees hele året under ett, så fører havisindusert lagdeling til en redusert biologisk karbonpumpe (von Appen mfl. 2021, Wekerle mfl. 2021). Dette viser at trender i primærproduksjonen i De nordiske hav og områdene rundt Jan Mayen er påvirket av et komplekst samspill av forskjellige, og noen ganger, motvirkende miljødrivere. Dette er vanskelig å forutse, men mindre eksport av havis kan resultere i en senere våroppblomstring med konsekvenser for dyreplankton, og såkalt tidlig «mismatch». Uansett langtidstrender peker kystområdet rundt Jan Mayen seg ut som en «oase» i ørkenen om sommeren, noe som kan forklare at for eksempel bardehval stopper opp der i perioder, antakelig for å furasjere (se kapittel 5.4.6 for flere detaljer). Denne prosessen er kjent som «Island Mass Effect» (De Falco mfl. 2022).

5.4.1.5 Kunnskapsbehov

Primærproduksjon er et mål på den totale produksjonskapasiteten til det marine økosystemet og er sammen med artssammensetningen av planteplankton viktig for å kunne kvantifisere trofiske interaksjoner. Det eksisterer ingen systematiske planteplanktonundersøkelser og heller ingen *in situ* primærproduksjonsestimater i havet utenfor Jan Mayen.

Det er derfor behov for:

- Bedre kunnskap om miljødriverne som regulerer primærproduksjonen og kobling til beitedyr (spesielt dyreplankton).
- Bedre kunnskap om primærproduksjon og artssammensetning av planteplankton gjennom hele sesongen, og eventuelle mellomårlig variasjoner og langtidstrender i de forskjellige vannmassene rundt Jan Mayen.
- Bedre kunnskap om årsakssammenhenger mellom planktondynamikk og fordeling og mengde av bestander på høyere trofisk nivå.
- Bedre forståelse av pelagiske-bentisk koblinger.

Følgende tiltak er foreslått, i prioritert rekkefølge, for å dekke kunnskapsbehov:

Satellittdata: primærproduksjon i tid og rom

Systematisk analyse av satellittdata som viser klorofyll-*a* (mål på planteplanktonbiomasse) i havområdene utenfor Jan Mayen. Dette vil gjøre det mulig å overvåke planteplanktonbiomasse (og derfra estimert primærproduksjon) i høy romlig og tidsmessig oppløsning fra år til år. Det er imidlertid utfordrende at området er dekket av skyer nesten hele året (optiske satellitt-sensorer kan ikke se gjennom skyer) og at satellitt kun måler klorofyll i de øverste vannlagene.

Ressursbehov

Ressursbehovet er relativt lite siden data er fritt tilgjengelig, men det trenges ekspertkunnskap for å analysere dataene (ca. 1 månedsverk per år).

Autonome plattformer: klorofyll og miljøvariabler i dypere vannlag

Satellittmålinger kan suppleres med autonome plattformer for *in situ* målinger. Glidere (https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/documents/seaglider_product_specification.pdf) eller Argobøyer (<https://biogeochemical-argo.org/>) kan utstyres med temperatur-, salinitet- og biogeokjemisensorer. De siste kan måle klorofyllfluorescens og næringssalter i dypere vannlag - også i perioder hvor satellittdata ikke er tilgjengelig på grunn av skydekke (se for eksempel Mayot mfl. 2018).

Ressursbehov

Dette kan evt. innlemmes i eksisterende nasjonale programmer (<https://norgliders.gfi.uib.no/index.html>; <https://www.uib.no/noremso>). Akustiske lyttebøyer for overvåking av hvalbestander rundt Jan Mayen (som er foreslått i kapittel 5.4.6) kan også utstyres med biogeokjemisensorer. Sensorpakken kan suppleres med en EcoTriplet (CDOM fluorescens, klorofyllfluorescens og turbiditet; kostnad ca. 1 500 000 kroner) og en CTD-sensor (temperatur og salinitet; kostnad ca. 100 000 kroner). Vedlikehold og kalibrering på ca. 50 000 kroner kommer i tillegg.

Rutegående skip (ferryboks-systemet): oseanografi og vannkvalitet

Rutegående skip kan utstyres med sensorer montert ombord (ferryboks-systemet) for miljøovervåking av oseanografi og vannkvalitet (<https://www.niva.no/miljodata-pa-nett/ferrybox-ships-of-opportunity>). Jan Mayen ligger ikke på en hyppig frekventert rute, men det er cruiseskip (for eksempel Oceanwide Expeditions) som anløper eller passerer Jan Mayen.

Ressursbehov

Innkjøp av ferryboks-systemet med standardsensorer (temperatur, salinitet, klorofyllfluorescens og turbiditet), inkludert datautstyr og installasjon om bord, koster ca. 900 000 kroner. I tillegg kommer operasjonskostnader på ca. 200 000 kroner per år og 3–6 månedsverk per år (avhengig av systemet).

Forskningsfartøy: Oseanografiske snitt, inkl. næringssalt, planteplankton (produksjon, artssammensetning mm.)

Oseanografisk snitt med forskningsfartøy fra grunnere farvann rundt øya ut til dypere basseng med næringssalt, klorofyll-*a*, innsamling av planteplanktonsamfunn og primærproduksjonsmålinger. Dette vil gi informasjon om romlige gradienter preget av bunntopografien og fordeling av vannmasser. Dersom utført på forskjellige tider av året vil dette også kunne gi informasjon om sesongmessige variasjoner. Jan Mayen ligger utenfor de vanlige forskningstokrutene og de oseanografiske snittene til Havforskningsinstituttet går ikke så langt ut i havet, men dette kan eventuelt etableres i samarbeid med forskere fra Island.

Ressursbehov

Gitt tilgjengelig forskningsfartøy krever innsamling av de nevnte parameterne seks personer som kan jobbe på skift døgnet rundt og et budsjett på ca. 1,2 millioner kroner som inkluderer toktgodtgjørelse (3 ukers tokt), reisekostnader, frakt av utstyr og prøver, samt analyse av prøver.

5.4.2 Dyreplankton

5.4.2.1 Artssammensetning, biomasse

Dyreplankton beskriver alle dyr som har ingen eller liten evne til å forflytte seg mot strømmen, og som dermed følger havstrømmene. Denne gruppen inkluderer mange ulike taksa (fra hoppekreps til fiskelarver og geleplankton) med et stort størrelsesspenn (mikroskopisk til store geleplankton), og arter som er plankton hele livet (holoplankton) eller kun i larvestadiet (meroplankton, som blåskjell og sjøstjerner) før de utvikler bentiske voksenstadier. Dyreplankton er viktig føde for høyere trofiske nivåer som fisk, sjøfugl, sel, hval og andre større dyreplankton.

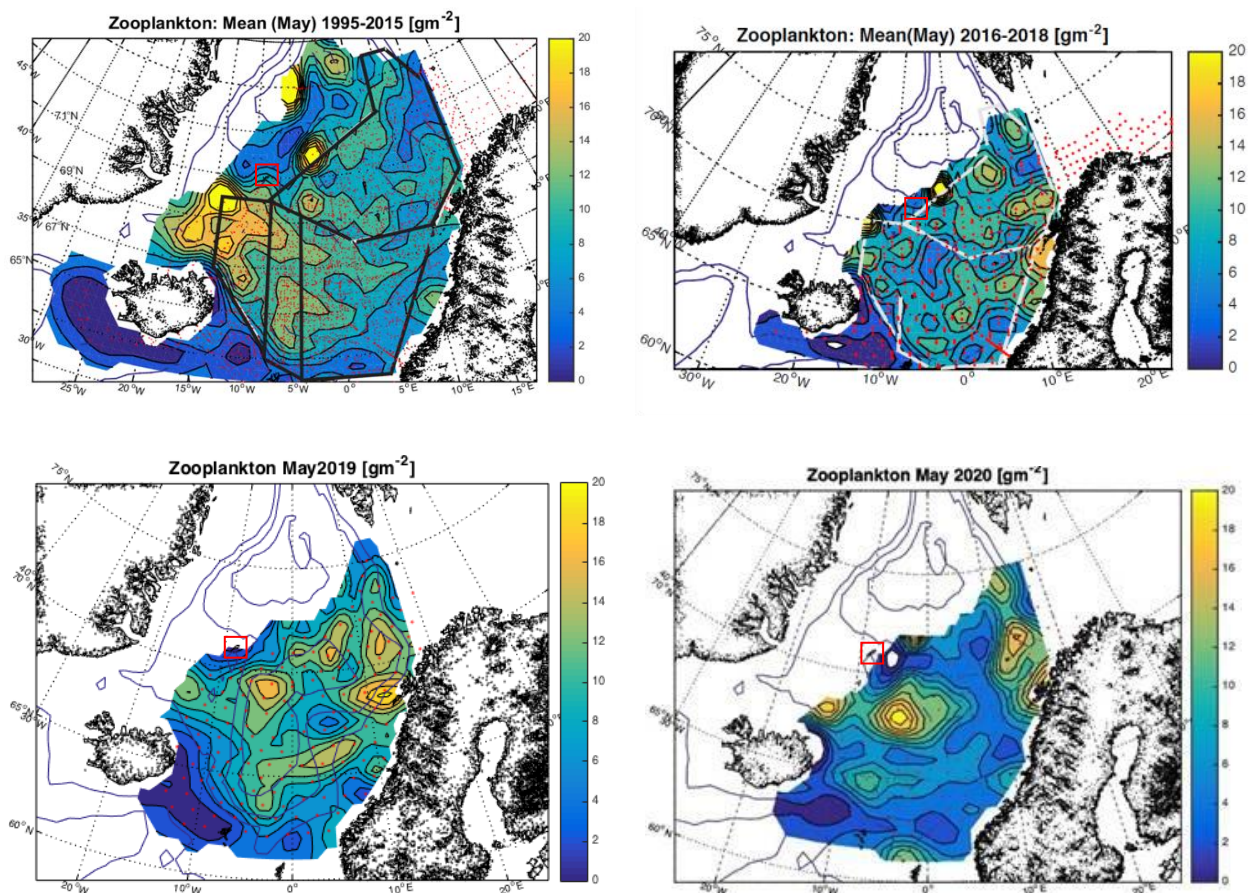


Raudåte (Calanus finmarchicus) kan bli opptil 3 mm. Hovedføden er planteplankton, og den lever i ca. 1 år (www.@hi.no). Foto: Terje van der Meeren / Havforskningsinstituttet.

Dyreplanktonartene som finnes i havområdene rundt Jan Mayen er de samme som finnes i ulike mengder i omkringliggende havområder; Norskehavet, Islandshavet og Grønlandshavet (Fossum mfl. 2012). Dyreplankton i dette området domineres av hoppekreps (spesielt av slekten *Calanus*), krill, amfipoder, vingesnegler, pilormer og geleplankton. Meroplankton og fiskelarver har ikke blitt kartlagt rundt Jan Mayen. Det er heller ikke mange studier av dyreplanktonets artssammensetning og biomasse i havområdene rundt Jan Mayen. Stasjoner rundt Jan Mayen ble undersøkt i 1948-1954 (Wiborg 1955) i forbindelse med planktonundersøkelser over hele Norskehavet. Det finnes to nyere studier med stasjoner rundt Jan Mayen: En som dekker hele Norskehavet (Melle mfl. 2004) og en med fokus på området mellom 68 og 72°N og mellom 6 og 10°V hvor Jan Mayen befinner seg i nordlig del av området (Fossum mfl. 2012). Havforskningsinstituttets regulære overvåking av dyreplankton i Norskehavet har et stasjonsnett som ikke rekker helt til, eller rundt Jan Mayen, men det gir uansett relevant informasjon om trender i området (ICES 2021, 2023).

Dyreplanktonbiomassen i nærheten av Jan Mayen er moderat til høy. Wiborg (1955) observerte det høyeste nivået av dyreplanktonbiomasse i Nord-Atlanteren (over 20 ml/L) blant annet nord for Jan

Mayen, med *Calanus hyperboreus*, *C. finmarchicus*, og *Pseudocalanus* sp. som de mest tallrike i området. Melle mfl. (2004) fant at de store dyreplanktonartene (> 2 mm og 1–2 mm) hadde høyest biomasse ved Jan Mayen og sørvest for Jan Mayen (20–43 g tørrvekt/m² for 200–0 m) i 2003. Fossum (2012) fant 12–20 g tørrvekt/m² for hele vannsøylen rundt Jan Mayen i 2011. Data fra overflatevann over hele Nord-Atlanteren over flere år (ICES 2021) viser at dyreplanktonbiomassen nær Jan Mayen er på tilsvarende nivå som Norskehavet for øvrig, men ofte også omgitt av avgrensede områder med høyere biomasse (ICES 2021; Figur 29).



Figur 29. Dyreplanktonbiomasse i overflatevann (200–0m) (g tørrvekt/m²) i mai i periodene 1995–2015, 2016–2018, 2019, og 2020. Røde prikker indikerer prøvetakningstasjoner. Røde firkanter indikerer området der Jan Mayen ligger. Kilde: Fig.2.2, ICES (2021).

Artene som viser spesielt høye konsentrasjoner relativt til Norskehavet generelt, er *C. hyperboreus* (den største *Calanus*-arten), krill og amfipoder (Melle mfl. 2004; Figurene 6.15, 6.22, 6.25, 6.28), arter som er verdifull føde for høyere trofiske nivå grunnet stor størrelse og høyt lipidinnhold. Mens biomassen av *C. finmarchicus* ikke er spesielt høy rundt Jan Mayen i forhold til andre steder i Nord-Atlanteren (Melle mfl. 2004; Figur 6.13), dominerer de *Calanus*-forekomsten numerisk (Fossum mfl. 2012) og er med på å gi gode beiteforhold for andre dyr. Krillartene i området inkluderer *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa inermis* og *T. longicaudata* (Dalpadado mfl. 1998), hvorav *T. longicaudata* dominerte i prøvene til Fossum mfl. (2012).

Amfipoden *Themisto libellula*, den største arten i *Themisto*-slekten og en typisk arktisk art, har blitt funnet i høye konsentrasjoner ved Jan Mayen (Dalpadado mfl. 1998, Olsen mfl. 2006), men også *T. abyssorum* har dominert i området (Fossum mfl. 2012). Vingesneglen *Limacina helicina* og pilormer *Eukrohnia* spp. er svært vanlige i området (Fossum mfl. 2012). Videre er det indikasjoner på at mengden dyreplankton i området om høsten er sammenlignbare med mengdene ved Norskekysten og det østlige Norskehavet.



Eksempel på prøve dominert av krill og amfipoder (*Themisto* sp.). Foto Haakon Hop / Norsk Polarinstitutt.

5.4.2.2 Særegenhet i Norskehavet

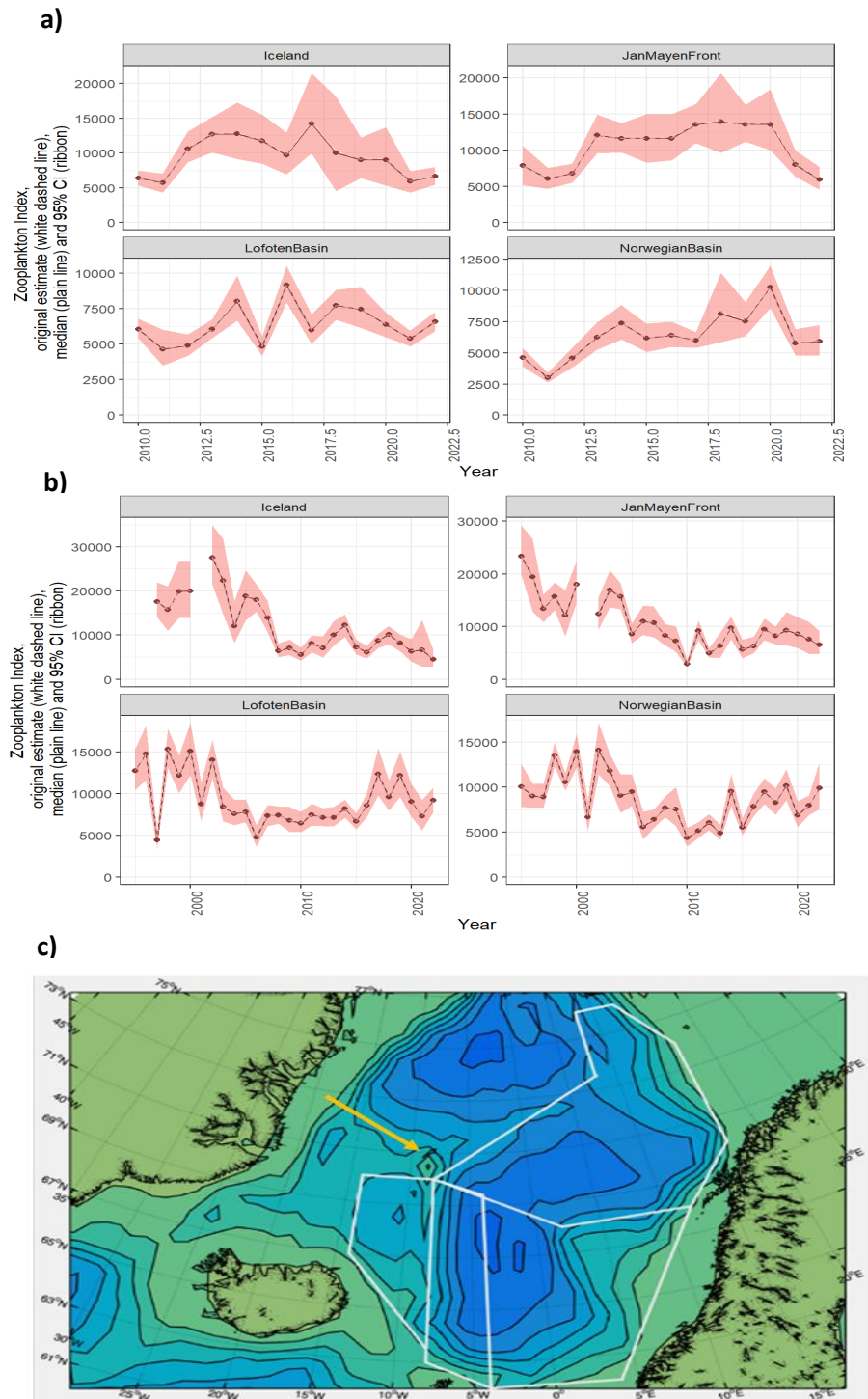
Jan Mayen er plassert i et område hvor ulike vannmasser møtes, og dermed kan området inneholde høy diversitet av dyreplankton med både atlantisk, temperert og arktisk opphav (Wiborg 1955, Fossum mfl. 2012). En svak antisyklonisk (med klokka) strøm som går rundt øya gir dessuten en viss mulighet for lokal produksjon. Atlantisk vann har ofte høy biomasse av *C. finmarchicus*, en nøkkelart i nordatlantiske marine økosystemer, mens de arktiske vannmassene fra Østgrønlandsstrømmen inneholder mye av de større artene som *C. hyperboreus*, krill og amfipoder. I et snitt over Nord-Atlanteren mellom Island og Jan Mayen, fant Strand mfl. (2020) en markant forskjell mellom arktisk og atlantisk vann, med større dyreplankton, flere *Calanus* og sild med mer mat i magesekken i arktisk vann vest for Norskehavet. Vekstsesonen starter senere rundt Jan Mayen enn ved Norskekysten (Fossum mfl. 2012). I tillegg til betydning for beiting, har *C. hyperboreus* også en viktig rolle i den såkalte 'lipid-pumpen', der dens størrelse og vintermigrasjon til dypet medvirker til betydelig karbonsekvistrering (Visser mfl. 2017, Jonasdottir mfl. 2019). Jan Mayen er også like sør for den grønlandske virvelen, hvor den sirkulære strømmen øker plastforsøpling, med mulige følger for dyreplankton og andre marine arter som beiter der (Jiang mfl. 2020).

5.4.2.3 Trender

Eksisterende data fra Jan Mayen er en blanding av ulike stasjoner, sesonger, prøvetakningsnett og dybdeintervaller, noe som gjør evaluering av mellomårlege trender vanskelig. Regelmessig prøvetaking rundt Jan Mayen ved samme stasjoner trengs for slike prognoser.

Fra Havforskningsinstituttets overvåkingsprogram i Norskehavet kan man derimot se på trender i nærheten. I områder like sør for Jan Mayen var det en nedadgående trend i dyreplanktonbiomasse i perioden 1995–2010, men biomassen har vært mer stabil etter 2010 (ICES 2023; Figur 30). I Norskehavet øst for Jan Mayen er det like, men mindre tydelige, trender (ICES 2023; Figur 30).

Med pågående klimaendringer har det blitt observert en nordlig forflytting av utbredelse til dyreplanktonarter (opp til 10 breddegrad; Beaugrand mfl. 2002, Chust mfl. 2014), og Jan Mayen er i et område hvor levevilkår blir gunstigere for arter som *C. finmarchicus* (Tarling mfl. 2022). Trender mot økt primærproduksjon i Vestspitsbergenstrømmen er derimot ikke sett på samme måte i Østgrønlandsstrømmen (Nöthig mfl. 2015), så utviklingen rundt Jan Mayen kan være heterogen i rom, grunnet de ulike vannmassene som er til stede.



Figur 30. Dyreplankton biomasse ($\text{mg tørrvekt m}^{-2}$) i 200–0 m i fire områder av Nord-Atlanteren i a) mai 1995–2022 og b) juli/august i 2010–2022. c) Kart som viser avgrensningen for de fire områdene beskrevet i a og a: øst for Island, Jan Mayen front, nordlig Norskehavet med Lofotbassegnet og sørlig Norskehavet. Gule pil lagt til for å vise lokalisering av Jan Mayen. Kilde: ICES (2023).

5.4.2.4 Kunnskapsbehov

Dyreplankton ved Jan Mayen er ikke overvåket like systematisk som i andre områder i Norskehavet, noe som begrenser muligheten til å vurdere mengder og produksjon, samt sesongutvikling og mellomårslige variasjoner (Fossum mfl. 2012). Jan Mayen er et viktig habitat for sjøfugl og fisk, og derfor er det viktig å forstå dynamikken i dyreplanktonet de beiter på. Blant annet: 1) Hvor beiter sjøfuglene i forhold til vannmasser og planktonsamfunnet? 2) Hva er mellomårslige trender for dyreplankton i dette viktige beiteområdet?

Langtidsovervåking bør gjennomføres med høy romlig oppløsning for å avdekke grenser mellom vannmasser, og med faste stasjoner rundt hele øya. Med vannmasser med så ulik opprinnelse som møtes ved Jan Mayen kan det forekomme skarpe skiller i planktonsammensetningen, og dermed matkvalitet og -mengde for sjøfugl, fisk og hval. Dette krever derfor prøvetaking med høy romlig oppløsning, samt observasjoner av artene som beiter på planktonet. Disse frontene mellom mattyper kan også flyttes mellom år grunnet værforhold og styrken på havstrømmene og bør derfor overvåkes over flere år.

Som i andre arktiske områder, endres planktonsamfunnet mye gjennom sesongen. Dermed har prøvetaking gjennom sesongsyklusen blitt etterspurt i flere rapporter og artikler om plankton ved Jan Mayen (Hirche 2004, Fossum mfl. 2012). Fenologien har blitt dokumentert til å være annerledes i de ulike vannmassene rundt Jan Mayen, og dynamikken her kan endre adferd til sild (Melle mfl. 2020) og andre arter på høyere trofiske nivå og bør følges i rom og tid.

Hirche (2004) poengterer at Jan Mayen er et godt klimalaboratorium, hvor man kan se på hvordan ulike habitater (vannmasser) ved samme breddegrad og lysforhold 1) responderer til klimaendringer og 2) kan sammenlignes med tanke på fysiske-biologiske koblinger og karbonsyklus.

Samarbeid med fysiske oseanografer vil kunne gi viktig informasjon om strømforhold rundt Jan Mayen, gjerne med partikkelsporingsperspektiv: hvor kommer de ulike vannmassene som er rundt Jan Mayen fra, og hva er oppholdstiden til dyreplankton i området ved Jan Mayen? Dette er viktig for å forstå planktonøkologi og biodiversitet (artssammensetning). Den uklare opprinnelsen av dyreplankton rundt Jan Mayen (lokalproduksjon versus tilførsel fra adveksjon) var påpekt av Fossum mfl. (2012). En svak antisyklonisk strøm som går rundt øya, gir en viss mulighet for lokalproduksjon.

Følgende vil bidra til å tette kunnskapskull:

Hydrografiske rigger: biomasse dyreplankton og sedimentering av organiske partikler

Hydrografiske rigger i nærheten av Jan Mayen i de to hovedvannmassene (en i vest i arktiske vannmasser og en i øst i atlantiske vannmasser) kan påmonteres sensorer som måler parametere gjennom året, og over flere år. Dette vil være en langtidsovervåkingsserie som kan knyttes opp mot overvåking av høyere trofiske nivåer (sjøfugl, hval), planteplankton og hydrografi og samtidig sammenligne de to vannmassene. Parametere:

- Biomasse av meso- og makroplankton og småfisk i øvre vannlag som er tilgjengelig som føde for fisk, sjøfugl, og hval. Akustiske fisk- og dyreplanktonsensorer (AZFP).
- Karbonsekkvestringskapasitet ved fluks av organiske partikler mot dypet. Automatiske sedimentfeller (automatically rotating sediment traps).

Ressursbehov

Kostnad (unntatt forskningsfartøyet for årlig utsettingstokt): to hele rigger (for å kunne bytte og kalibrere fra år til år) ca. 6 millioner kroner. Tokttillegg: Vedlikehold og kalibrering ca. 50 000 kroner. 3–4 månedersverk per år for analyse.

Toktbaserte undersøkelser: forekomst av dyreplankton og artssammensetning

Optiske og akustiske sensorer burde benyttes til å kartlegge finskalaforskjeller i tetthet i rom, både horisontalt og vertikalt, gjennom vannsøylen. Dette kan gjøres med gliders som kjører et rutenett rundt øya, instrumentert med AZFP og for eksempel ZooCAM (ZooGlider) eller Laser Optical Plankton Counter (LOPC), eller ved å bruke disse sensorene vertikalt via wire fra et forskningsfartøy, og da måle fra bunn til overflate på mange stasjoner i rutenettet. Bør suppleres med planktonprøver tatt med planktonhåv (Multinett og MIK-nett) for full taksonomisk analyse, inkludert meroplankton.

Ressursbehov

Kostnad (unntatt forskningsfartøyet for toktet): sensorer ca. 2 millioner kroner, analyse 3 månedersverk årlig. Taksonomiprøver: 100 000 kroner.

5.4.3 Makroalger og bunndyr

Bunnfauna og -flora på Jan Mayen har blitt undersøkt under mange tidlige ekspedisjoner tilbake til Den Norske Nordhaveekspedisjonen i 1877, og et betydelig materiale av flora og fauna ble etter hvert registrert for Jan Mayen (se lister i Gabrielsen mfl. 1997a, Gulliksen mfl. 1999). Vulkanutbruddet på øya i 1970 førte til fornyet interesse for marine undersøkelser rundt øya for å studere kolonisering av ny havbunn, siden lavaen dannet ca. 4 km² nytt land. Det ble foretatt flere ekspedisjoner til øya for å studere dette i perioden 1972–1994 (Skjæveland 1973, Gulliksen 1974a, b, 1975, Sneli & Steinnes 1975, Sneli 1977, Gulliksen mfl. 1980, Tendal 1983).

5.4.3.1 Makroalger og bunndyr på forskjellige substrater og dybder

5.4.3.1.1 Hardbunn-supralittoral og littoralsonen

Fjæresonene på Jan Mayen består av vulkansk lava som forvitrer raskt under påvirkninger av frost, nedbør, bølgeaktivitet og isskuring (Gabrielsen mfl. 1997a). Disse områdene er derfor relativt fattige på både plante- og dyreliv (Gabrielsen mfl. 1997a, Gulliksen mfl. 1999). Den sublittorale faunaen (ned til 30 m dyp) har normalt vært mindre artsrik enn tilsvarende i Fastlands-Norge, med lite fastsittende organismer i de øverste 10–15 m på grunn av isskuring, men grunnet mindre isskuring i senere tid kan dette endre seg.

Supralittoralsonen omfatter nivået mellom ekstremt springhøyvann og øvre nivå for strandsnegl og laven marebek (*Verrucaria maura*) som er registrert på Jan Mayen. Grønnalgen *Rhizoclonium riparium* er også til stede i overgangssonen mellom supralittoral og littoralsonen. Den litorale algevegetasjonen er sparsom og begrenset til beskyttede viker. I Guineabukta er det registrert båetang (*Fucus distichus*) og undervegetasjon av grønnalgene *Capsosiphon groenlandicum* (nå *Pseudothrix groenlandica*), storcellet grønneddott (*Acrosiphonia sonderi*) og brunalgen perlesli (*Pilayella littoralis*) (Rosenvinge 1924).



Velutviklede algesamfunn med ulike arter av grønn- og brunalger i littoralsonen rett sør for Olonkinbyen. Fravær av havis de senere årene gjør at disse samfunnene kan utvikle seg over flere år fordi de ikke lenger blir utsatt for isskuring. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

5.4.3.1.2 Hardbunn sublittoralsonen

Sublittoralsonen strekker seg ned til nedre grense for algevekst. Den øvre del av sublittoralsonen (0–6 m) kan være utsatt for isskuring (i år med havis) og bølgeeksponering, mens lenger ned finnes brunalgene butare (*Alaria esculenta*), sukkertare (*Saccarhina latissima*) og soltare (*Laminaria solidungula*). Også stortare (*Laminaria hyperborea*) har blitt observert (Gulliksen 1974a). Undervegetasjonen består av flere arter, inkludert brunalgen lodnetaum (*Halosiphon tomentosus*) og mykt kjerringhår (*Desmarestia virides*), og rødalgene draugskjegg (*Devaleraea ramentacea*), eikevinge (*Phycodrys rubens*), smalrødhånd (*Euthora cristata*) og draugfjær (*Ptilota gunneri*). På dypt vann finnes de høyarktiske rødalgene draugøre (*Turnerella pennyi*) og *Pantoneura baerii* (nå *Membranoptera fabriciana*). Kalkalger er representert av vorterugl (*Lithothamnion glaciale*). Nedre grense for tallofytter, med opprett (vertikal) vekst, er 30 m (Gulliksen 1974a), mens rødalger som eikeving kan ha dybdeutbredelse til 110 m (Kjellman 1906).

Det er ikke gjort systematiske kartlegginger av algevegetasjonen på Jan Mayen, men basert på bunnforhold med elementer av hardbunn forventes det at algevegetasjonen er spesielt velutviklet på sørspissen av øya fra Kapp Wien til Guineabukta (Gabrielsen mfl. 1997a).



Algesamfunn ved Kapp Wien fotografert i 1972. Butare (brun) og eikeving (rød) er de vanligste i det venstre bildet. Andre områder har hovedvekt av sandbunn, og da forekommer det kun alger (i dette eksempelet, butare) på stein som stikker opp siden makroalger ikke har festeorganer som får tak i sanden (høyre bilde). Foto: Bjørn Gulliksen / UiT Norges arktiske universitet.

Faunaen er representert ved svamper (Porifera) med 23 arter, mollusker med 103 arter, hvorav forgjellesnegler (Prosobranchia, 19 arter) og muslinger (17 arter) er dominerende (Sneli & Steinnes 1975, Sneli 1977). Spesielt sneglene *Acmaea rubella* og *Margarites helycinus* er hyppige på reinskurt lava (Gulliksen 1974a). Steinboremuslingen *Hiatella arctica* er den vanligste muslingen og kan forekomme i høye tettheter (1000 ind. m⁻²). Det er registrert 30 pigghudarter, og de mest forekommende er kameleonslangestjerne (*Ophiopholis aculeata*), drøbakkråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og brunpølse (*Cucumaria frondosa*) (Gabrielsen mfl. 1997a). Andre hyppige arter er nesledyr (Cnidaria, 30 arter) og sjøpunger (Tunicata, 10 arter) (Gabrielsen mfl. 1997a). På hardbunn finnes også flere arter børstemark (for eksempel *Chone infundibuliformis*) og krepsdyr representert med amfipoder (for eksempel *Gammarellus homari*), som kan være svært tallrike (Gabrielsen mfl. 1997a).

5.4.3.1.3 Hardbunn-tidevanntssonen til 200–400 m dyp

Hardbunn i dypere områder er representert med løsmasser av grus og stein. Haneskjell (*Chlamys islandica*), som tilhører kamskjellfamilien kan bli tallrik i slike områder (Sneli & Steinnes 1975). De filtrerer partikler og er derfor avhengige av områder med sterk strøm.

Haneskjell er subarktiske kamskjell som kan bli 12–13 cm. De blir kjønnsmodne ved 4–6 års alder og kan bli 30 år gamle (Havforskningsinstituttet, faktside om haneskjell). Haneskjell kan finnes i store konsentrasjoner på 20–100 m dyp og er utbredt ved Jan Mayen, i Barentshavet og ved Svalbard. De største forekomstene av haneskjell ved Jan Mayen er på mellom 70 og 100 m, spesielt vest av Straumflaket sør for Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997a).



Bunnsamfunn i sublittoralen med blant annet svamp, sjøanemoner, slangestjerner og sjøpølse (høyre bilde). Foto: Bjørn Gulliksen / UiT Norges arktiske universitet.

5.4.3.1.4 Bløtbunn-littoralsonen i og sublittoralsonen

Det er lite bløtbunn med silt og leire i littoralsonen og sublittoralsonen på grunn av bratt topografi med sterke vannstrømmer og eksponering av bølger (Gabrielsen mfl. 1997a). Blandingsbunn med grov lavagrus, stein og fjell er vanlig utenfor nord og sørspissen av Jan Mayen, men finere grus og sand finnes utenfor de midtre deler (Gabrielsen mfl. 1997a).

Leirbunnslokaliteter har blitt funnet i Guineabukta, og slike områder har krepsdyr (for eksempel Cumacea *Brachydiastylis resima* og amfipoden *Monoculodes borealis*) og gravende muslinger, for eksempel stort nebbskjell (*Nuculana pernula*) og *Axinopsida orbiculata* og slangestjernene sars-slangestjerne (*Ophiura sarsi*) og nordlig slangestjerne (*Ophiura robusta*). Børstemark er også mest utbredt på bløtbunn, og 121 Polychaeta-arter har blitt registrert i Jan Mayen-området (Bakken mfl. 2010).

5.4.3.1.5 Bløtbunn-tidevannssonen til 200–400 m dyp

Bløtbunn finnes stort sett i de dypere områdene, og på slik bunn kan det tråles etter reker. Det finnes flere rekearter ved Jan Mayen, men dypvannsreke (*Pandalus borealis*) er den eneste av økonomisk betydning (Nilssen & Aschan 2009). Reken foretrekker bløt leirbunn, men kan trekke til områder med hardere bunn i forbindelse med skallskifte og klekking av egg (Nilssen & Aschan 2009).

Reker på Jan Mayen utgjør sannsynligvis en egen bestand, siden de er genetisk forskjellige fra bestander i Barentshavet og på Svalbard (Drengstig mfl. 2000, Martinez mfl. 2006, Jorde mfl. 2015). Bestanden har stor genetisk variasjon, som kan reflektere de variable miljøforholdene rundt øya.

Bunnlevende manet (*Ptychogastria polaris*) har blitt registrert dypere enn 400 m (Fossum mfl. 2012).

5.4.3.1.6 Vulkanske områder

Etter vulkanutbruddet i 1970 ble det foretatt flere undersøkelser for å bestemme rekkefølgen av kolonisering av ny, vulkansk havbunn (Gulliksen mfl. 2004). Bevegelig fauna, som amfipoder, snegler, kråkebolle og vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*) ble observert tidlig etter utbruddet. Senere, i 1978, var det mindre forskjeller mellom påvirket og upåvirket bunn på dyp grunnere enn 15 m. Dypere ned til 30 m var det større forskjeller, ved at tette kolonier av sandboremuslingen *Hiatella arctica* dominerte

(80 % av biomasse) på nye lavaområder, noe som bidro til at biomassen var dobbelt så høy som på upåvirkede områder. Sistnevnte områder hadde lavere andel (20–30 %) sandboremusling og mer sjøanemoner (for eksempel fjæresjørose (*Tealia felina*)) og kråkeboller. Undersøkelser i 1994 viste fremdeles i stor grad disse forskjellene og indikerte at det tar mer enn 24 år for å nå et økologisk klimakssamfunn på hardbunn (Gulliksen mfl. 2004). Dette har sammenheng med at mange av organismene har lang levetid.



Nylandet 1972. Små amfipoder ligger i gropene på lavasteinene (venstre bilde). Nakensneglen *Dendronotus* sp. (høyre bilde). Foto: Bjørn Gulliksen / UiT Norges arktiske universitet.

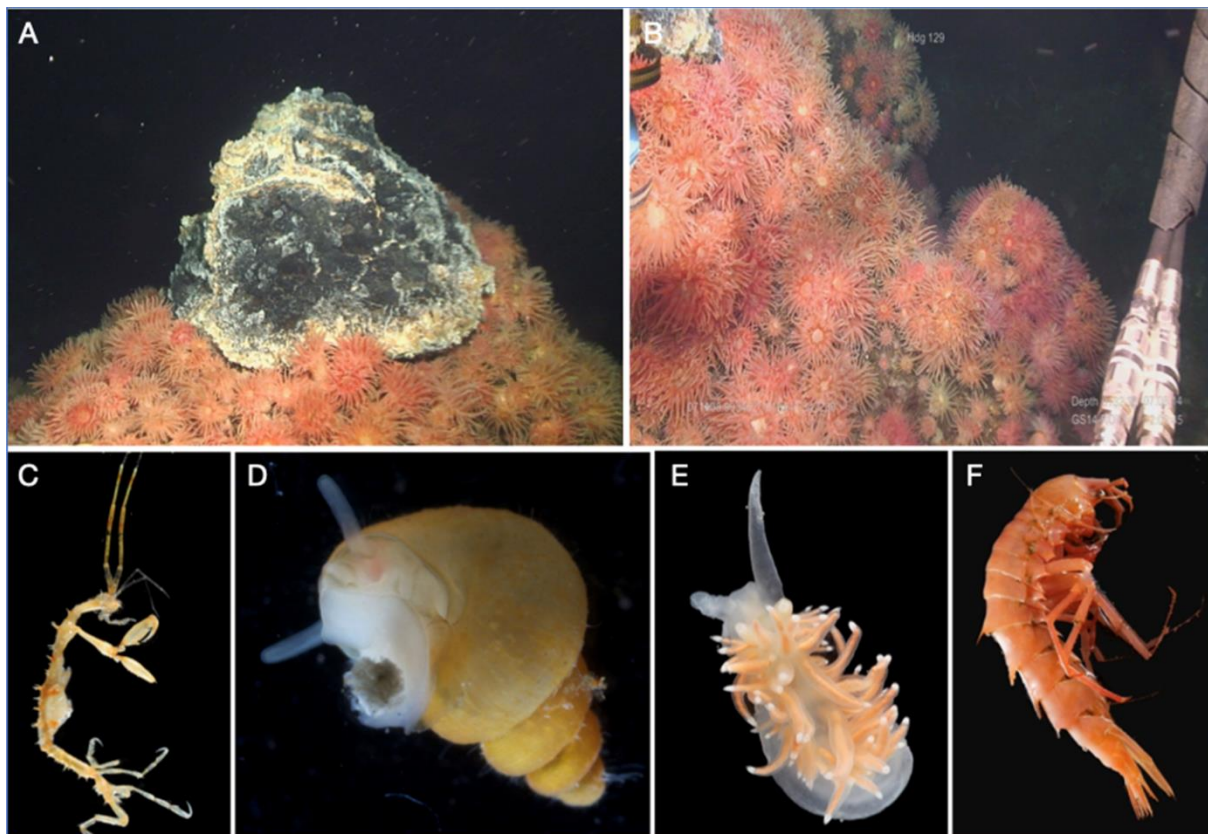


Nylandet 1978 med dominans av sandboremusling (venstre bilde). Upåvirket område med gammel sandboremuslingsbunn og flere sjøanemoner (høyre bilde). Foto: Bjørn Gulliksen / UiT Norges arktiske universitet.

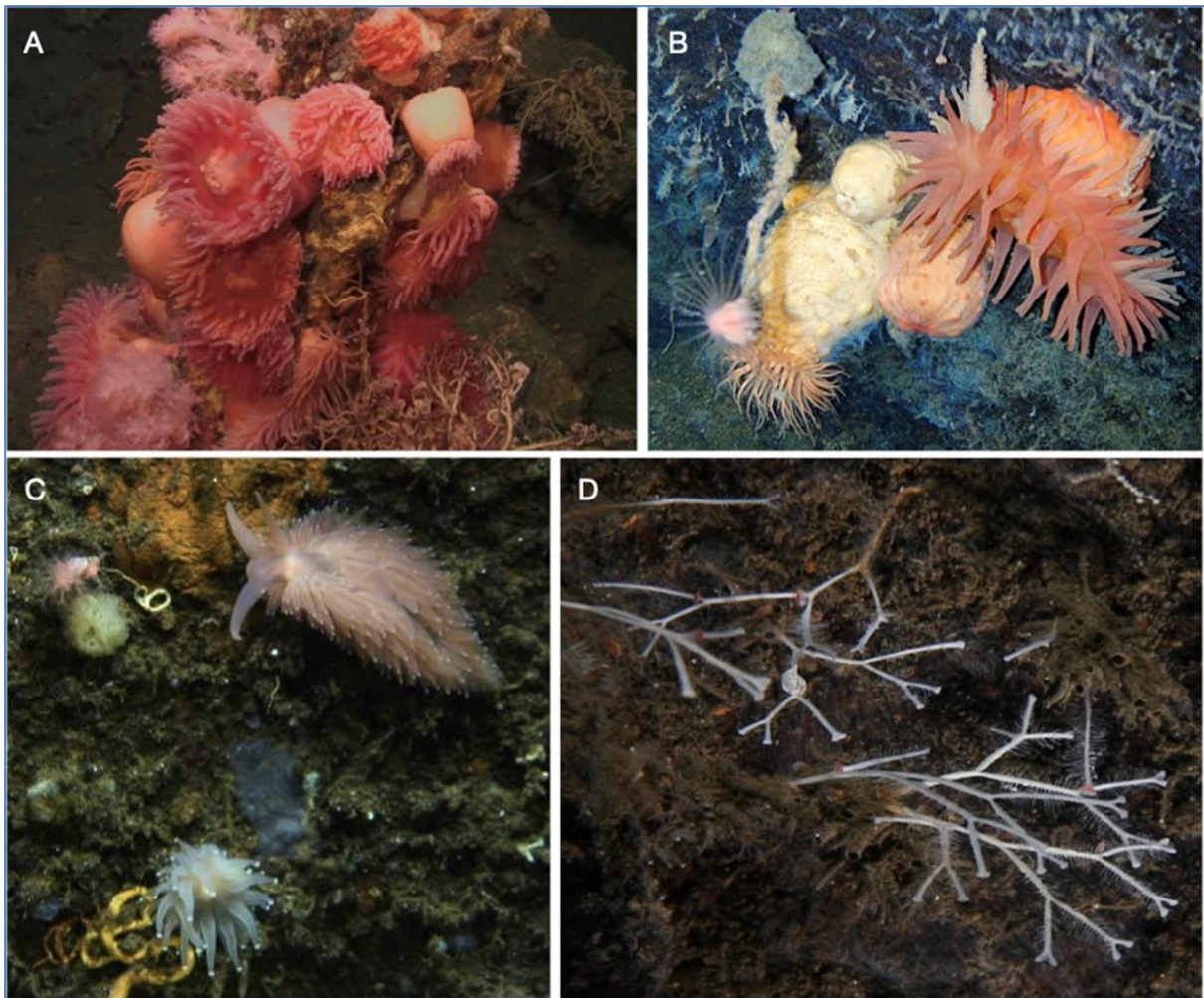
5.4.3.1.7 Fauna på og nær havbunnen ved varme kilder

Pedersen mfl. (2021) har sammenstilt kunnskap om geologi og biologi ved den midtatlantiske ryggen, hvorav et par av områdene omtales kort under. Syv Søstre (rundt 130 m), og de tre feltene Soria Moria (700 m), Trollveggen (500 m) og Perle & Bruse (580 m), dvs. Jan Mayen-feltene, er de nærmeste kjente kildefjellene ved Jan Mayen (se kapittel 5.1 for flere detaljer om geologi). Syv søstre har både bløt- og hardbunnshabitat med dominans av anemoner (*Urticina eques* og *Hormatia* sp.) og mosdyr, arter som også er kjent fra omkringliggende områder. Syv Søstre er imidlertid unikt ved at det er et grunt

hydrotermisk felt innenfor den fotiske sonen (sone med nok lys til fotosyntese). Syv søstre utgjør derfor et unikt habitat der organismene er omgitt av både kjemosyntetisk og fotosyntetisk primærproduksjon. På Jan Mayen-feltene er det identifisert totalt 180 taksa (systematiske grupper med organismer), men kun et fåtall av disse er potensielle spesialister (noen få arter krepsdyr, en kalksvamp og en bakteriespisende snegl). Flere spesialister forekommer på noen av de dypere kildene langs den midtatlantiske ryggen. For øvrig har Jan Mayen-feltene fauna som også er registrert ved Jan Mayen. Det er imidlertid observert høy tetthet av arter nær de varme kildene, trolig som følge av økt næringstilgang (byttedyr eller organisk materiale). Kilder med mer diffus utstrømming som for eksempel Trollveggen, har også høyere diversitet enn på skorsteiner med kraftig utstrømming, antagelig fordi det er en overgangssone mellom to habitater. Det er fortsatt lite kunnskap, men indikasjoner på at mikrobielle samfunn ved de varme kildene er sterkt påvirket av den unike kjemien ved de ulike feltene. Ved Jan Mayen-feltene er det også påvist økt transport av jern og kobber opp til de høyere vannlagene. Det er heller ikke tilstrekkelig kjent hvordan hele næringsnettet i disse områdene er koblet til de varme kildene, men det er en generell oppfatning at varm utstrømming har et rikere biologisk mangfold.



Fauna ved Syv Søstre. A og B) Tett kolonisering av anemoner i slektene *Urticina* og *Hormatia* nær utstrømmingen, C) Amfipode i familien *Caprellidae*, D) Snegle i familien *Rissoidae*, E) Nakensnegle, F) *Cleippides quadricuspis* (Amphipoda). Bilder: Senter for dyphavsforskning (2014). Kilde: Pedersen mfl. (2021).

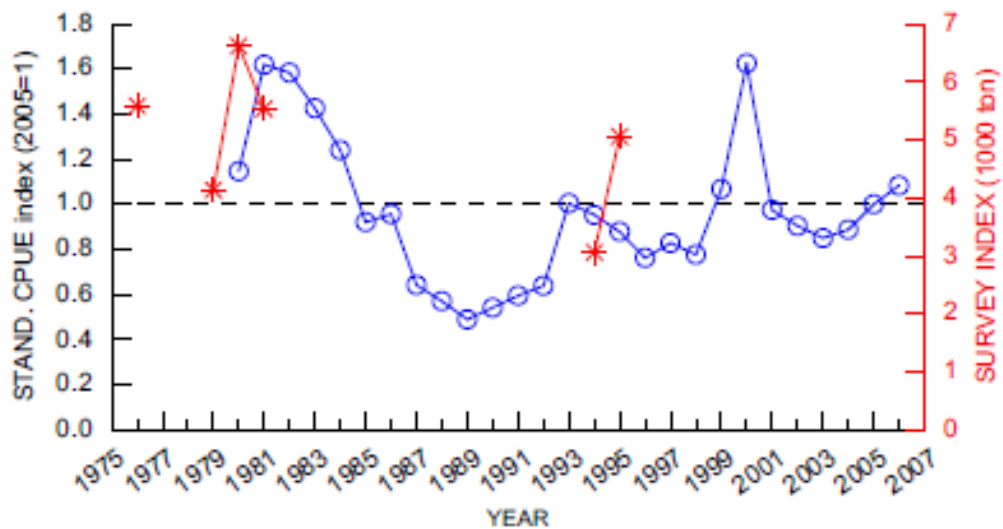


Fauna på Jan Mayen feltene. A) Anemoner, bløtkoraller og medusahoder, B) Anemoner, hydrozoer og rosvampen *Lycopodina cupressiformis*, C) Nakensnegl og anemone, D) Rovsvampen *Asbestopluma furcata* med amfipoder som har satt seg fast i små fangarmer. Byttet blir etter hvert omsluttet og fordøyd av svampen. Bilder: Senter for dyphavsforskning (UiB). Kilde: Pedersen mfl. (2021).

5.4.3.2 Kommersiell utnyttelse, reker og haneskjell

5.4.3.2.1 Reker

Fiske etter reker rundt Jan Mayen startet i 1974 (Godtlibsen 1974), og Fiskeridirektoratet har siden foretatt registreringer av reker (Nilssen & Aschan 2009). Ved Jan Mayen blir rekene store (> 22 mm carapaks (ryggskjold) lengde) og kan nå en carapakslengde på 38 mm. De skifter kjønn fra hanner til hunner når de er 5–8 år, og elleve årsklasser har blitt registrert (Aschan mfl. 1996). Reker kan forekomme fra 40 m dyp, utenfor Guineabukta, men tråles på dypere vann. Områder med rekefiske omfatter Jan Mayenbanken, områder sør for Jan Mayen og Marøybanken, og de største forekomstene finnes på 200–300 m dyp (Aschan mfl. 1996, Nilssen & Aschan 2009). Reker forekommer ikke dypere enn 500 m (Nilssen & Aschan 2009), sannsynligvis på grunn av lave temperaturer i de dype områdene. Fangstene av reker var store i de første tiårene etter oppstart, men avtok mot 1990-tallet (Nilssen & Aschan 2009; Figur 31). Fra 1980 til 2006 har rekefangstene fra Jan Mayen vært på ca. 500 tonn per år (Nilssen & Aschan 2009). Etter 2010 har rekefisket ved Jan Mayen vært ubetydelig (Melaa mfl. 2022).



Figur 31. Fangstrater, som catch-per-unit-effort (CPUE, blå), for reker (*Panadlus borealis*) ved Jan Mayen og områdeindeks for trålfangster (rød). Kilde: Nilssen & Aschan (2009).

5.4.3.2 Haneskjell

Haneskjell har blitt fangstet i området rundt Jan Mayen siden 1980-årene, og fabrikktrålere startet fiske i stor skala i 1985 (Garcia 2006). Det ble da beregnet at bestanden var 30 000 tonn rundskjell, men denne ble raskt nedfisket, og feltene ble stengt etter et par år, i 1987. Etter ti år hadde bestanden fremdeles ikke tatt seg opp, og fisket etter 1990 har vært begrenset til et par fartøyer. Det finnes ingen informasjon utover dette, og trålingen etter haneskjell ved Jan Mayen anses derfor for avsluttet.

Tråling etter haneskjell er en trussel mot bestanden på grunn av sen vekst under kalde forhold, men de registrerte haneskjellfeltene ligger innenfor det opprettede verneområdet.

Bifangst under tråling etter haneskjell og reker kan påvirke bunndyrsamfunn på både hardbunn og bløtbunn ved at langlevende, store arter av bunndyr er mer utsatte for bunntråling (Jørgensen mfl. 2016).

5.4.3.3 Trusselfaktorer

Bunndyr i tidevannssonen er spesielt utsatt for forurensninger av olje. Dette gjelder særlig hardbunnsamfunn som har stort mangfold av bentiske organismer (Weslawski mfl. 1997). Modellstudier ved hjelp av geografisk informasjonssystem (GIS) kan benyttes for å belyse oljepåslag i tidevannssonen. En enkel og robust matematisk modell ble utviklet for å beskrive slike prosesser for tidevannssonen på Svalbard (Moe mfl. 2000). Basert på biologiske og fysiske faktorer og sensitiviteten til bunnsamfunn, sammenstilt med akkumulering og tilstedeværelse av olje i substrater og påvirkninger fra isdekke og bølger, ble slik modell implementert i GIS for å karakterisere sensitivitet og sårbarhet for bunnsamfunn i forskjellige habitater. Tilsvarende modellering kunne også eventuelt gjøres for Jan Mayen.

Mineralutvinning på havbunnen kan bli aktuelt utenfor den marine vernesonen, men store dyp (3000 m) er begrensende for slike aktiviteter. Industriell utvinning av manganskorper er mest aktuelt på

fjellformasjoner og rygger som rager 500–1500 m over de omkringliggende dyphavsslettene, for eksempel Jan Mayen-ryggen og tilgrensende rygger, Mohnryggen og Vøring-utstikkeren (Olje- og energidepartementet 2021). Industriell gruvedrift på havbunnen vil føre til omfattende tap av biodiversitet i de aktuelle områdene, og rekoloniseringen vil gå sent under lave temperaturer på store dyp (Van Dover mfl. 2017).

5.4.3.4 Kunnskapsbehov

Mareano: kartlegging av topografi, geologi, biologi og påvirkning

Kartlegging av de marine områdene rundt Jan Mayen bør gjøres for å få bedre oversikt over det marine økosystemet. Dette kan for eksempel utføres av Mareano, som har gjort mange undersøkelser i fjorder på Svalbard og norske havområder for øvrig (Mareano 2019). Mareano er et nasjonalt, tverrfaglig program for kartlegging av havbunnen i norske havområder. Programmet kartlegger blant annet dybde og topografi, bunnforhold, biologisk mangfold, naturtyper og forurensning i sedimentene. Tilvarende undersøkelser kan gjøres rundt Jan Mayen, og i tillegg kan ryggene på dypere vann kartlegges. Hvis det skal settes i gang industriell gruvedrift nær Jan Mayen, er det spesielt viktig å få kartlagt områder som påvirkes direkte og indirekte.

Dykking: endring i biota på lavaområder

Kystområdene på Jan Mayen er bare delvis undersøkt med dykking for 50 år siden (Gulliksen mfl. 1980). Endringer i flora og fauna på lavaområdene ville vært interessant å få kartlagt, samt videre endringer i flora og fauna på grunn av endringer i klima.

Ressursbehov

Undersøkelser ved dykking kan gjøres over 2–3 uker fra fartøy, med kostnader for et dykkerteam (fire vitenskapelige dykkere) på ca. 600 000 kroner i tillegg til fartøysutgifter.

5.4.4 Fisk

5.4.4.1 Bentiske fisk

Totalt er det registrert ca. 25 fiskearter ved Jan Mayen ifølge Gabrielsen mfl. (1997a). Hvis dypere områder utenfor kontinentalsokkelen (200–300 m) tas med, vil tallet være høyere. Fiskearter i hele fiskerisonen rundt Jan Mayen, som ble etablert i 1980, ble summert opp for perioden 1877 og 2009. Totalt 71 arter har blitt registrert i området, og de tilhører 54 slekter, 29 familier og 15 ordener (Wienerroither mfl. 2010). Fiskefaunaen er representert av både arktiske, sub-arktiske og boreale arter. Mange arter er også til stede i området rundt Island (87 %), i Barentshavet og farvann rundt Svalbard (86 %).

De hyppigst forekommende bunntilknyttede artene inkluderer blant annet nordlig knurrulke (*Triglops murrayi*), tverrhalet langebarn (*Leptoclinus maculatus*), langhalet langebarn (*Lumpenus lampraeformis*), gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*), vortekjeks (*Eumicrotremus spinosus*), blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*) og tiskjegg (*Leptagonus decagonus*). Noen arter er taksonomisk vanskelige å identifisere (for eksempel ålebrosmes og sneglefisk). Flatsnuteålebrosmes (*Lycenchelys plathyrrhina*, Jensen 1902) anses som endemisk for området (Wienerroither mfl. 2011, Fossum mfl. 2012). Glattpaddeulke (*Psychrolutes subspinosus*) har blitt fanget der for første gang i norske farvann (Fossum mfl. 2012).

Blåkveite fangstes rundt Jan Mayen, men har minket siden 1980-årene. Fisket etter blåkveite er fortsatt uregulert. Fangstene har vært varierende (Bogstad mfl. 2021), men det har vært interesse for å etablere et fremtidig norsk fiskeri etter torsk og blåkveite ved Jan Mayen (<https://fiskebat.no/nyheter/spennende-fiskeri-ved-jan-mayen>).

Skatene isskate (*Amblyraja hyperborea*) og gråskate (*Bathyraja spinicauda*) har blitt observert (Aschan mfl. 1996). Det er sannsynligvis flere arter skater i området rundt Jan Mayen, men skater i Nord-Atlanteren, inkludert Jan Mayen, er bare delvis kartlagt genetisk (Lynghammar mfl. 2014).



Tverrhalet langebarn, langhalet langebarn, vortekjeks og tiskjegg (fra venstre mot høyre) er alle blant de vanligste bunntilknyttede fiskeartene ved Jan Mayen. Foto: Fredrik Broms / Norsk Polarinstitutt.

5.4.4.2 Pelagiske fisk

Pelagisk fisk har blitt registrert av Havforskningsinstituttet i området rundt Jan Mayen (Figur 32) (Fossum mfl. 2012). Tråling etter fisk foregår kun pelagisk, på grunn av de store dypene rundt Jan Mayen.

Sild (*Clupea harengus*) ble fangstet øst for den arktiske fronten ved Jan Mayen i 1960-årene, men fra 1970 hadde bestanden blitt redusert til et kritisk minimum. I senere år har bestanden av norsk vårgytende sild økt igjen og beiter over store deler av Norskehavet, men hovedsakelig øst for Jan Mayen-sonen (Figur 32a). Rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*) opptrer også i dette området, men i mindre mengder (Figur 32b).

Makrell (*Scomber scomber*) forekommer bare på ettersommeren, da den utnytter planktonressurser i tilknytning til det oppvarmede overflatelaget (Figur 32c). Makrellen som mellom 2012 og 2019 ble fanget ved Jan Mayen, var stor og feit, med magen fulle av større amfipoder. Makrellen foretrekker temperaturer over 6 °C, men kan også foreta næringsvandring inn i kalde vannmasser (Nøttestad mfl. 2016). Makrell i Jan Mayen-området gyter for det meste i Nordsjøen. Gytebestanden økte kraftig i

perioden 2002–2014, men har passert toppen og blitt noe redusert fra 2015. Rekrutteringen har vært økende siden slutten av 1990-tallet med en rekke store årsklasser (2002, 2006, 2011, 2014), men lavere rekruttering har blitt registrert de siste tre årene. Fiskedødeligheten har blitt redusert fra høye nivåer på midten av 2000-tallet, men den har økt de siste få årene.

Kolmule (*Micromesistius poutassou*) forekommer ned til 300 m dyp og vandrer ut av området kun for å gyte (Figur 32d). Den unngår vannmasser som er kaldere enn 2 °C og har dermed begrenset utbredelse rundt Jan Mayen, men i varme år kan den øke i antall. Den fiskes som industrifisk, spesielt i år hvor bestanden er stor. Bestanden har avtatt ettersom sildebestanden har økt de siste årene. Den var til stede i 1980-årene, men ikke i det neste tiåret. Snabelueren (*Sebastes mentella*) fanges oftest sammen med kolmule, men tas stort sett i spredte småfangster helt øst i området. De norske og russiske fangstene (54 000 tonn i 2020) er hovedsakelig fra norsk økonomisk sone eller tas som bifangst i Svalbard-sonen.

Lodde (*Mallotus villosus*) har opptrådt i Jan Mayen-sonen i betydelige mengder, men med store variasjoner over tid (Figur 32e). Den tilhører en bestand som gyter ved Island i mars–april, og som beiter i Danmarkstredet og Islandshavet om sommeren (Vilhjamlsson 1994). Om sommeren sprer vanligvis lodda seg nordover mot Jan Mayen for å beite i de planktonrike områdene langs den arktiske fronten, som normalt befinner seg sør for øya og som indikerer at arktiske vannmasser dominerer rundt Jan Mayen (Østerhus & Gammelsrød 1999). Det skjedde imidlertid en drastisk endring i vandringsmønster ved starten av 2000-tallet, trolig i sammenheng med temperaturøkning (Carscadden mfl. 2013, Jansen mfl. 2021). Beitevandringen i senere år har i større grad gått lenger vest mot østkysten av Grønland.

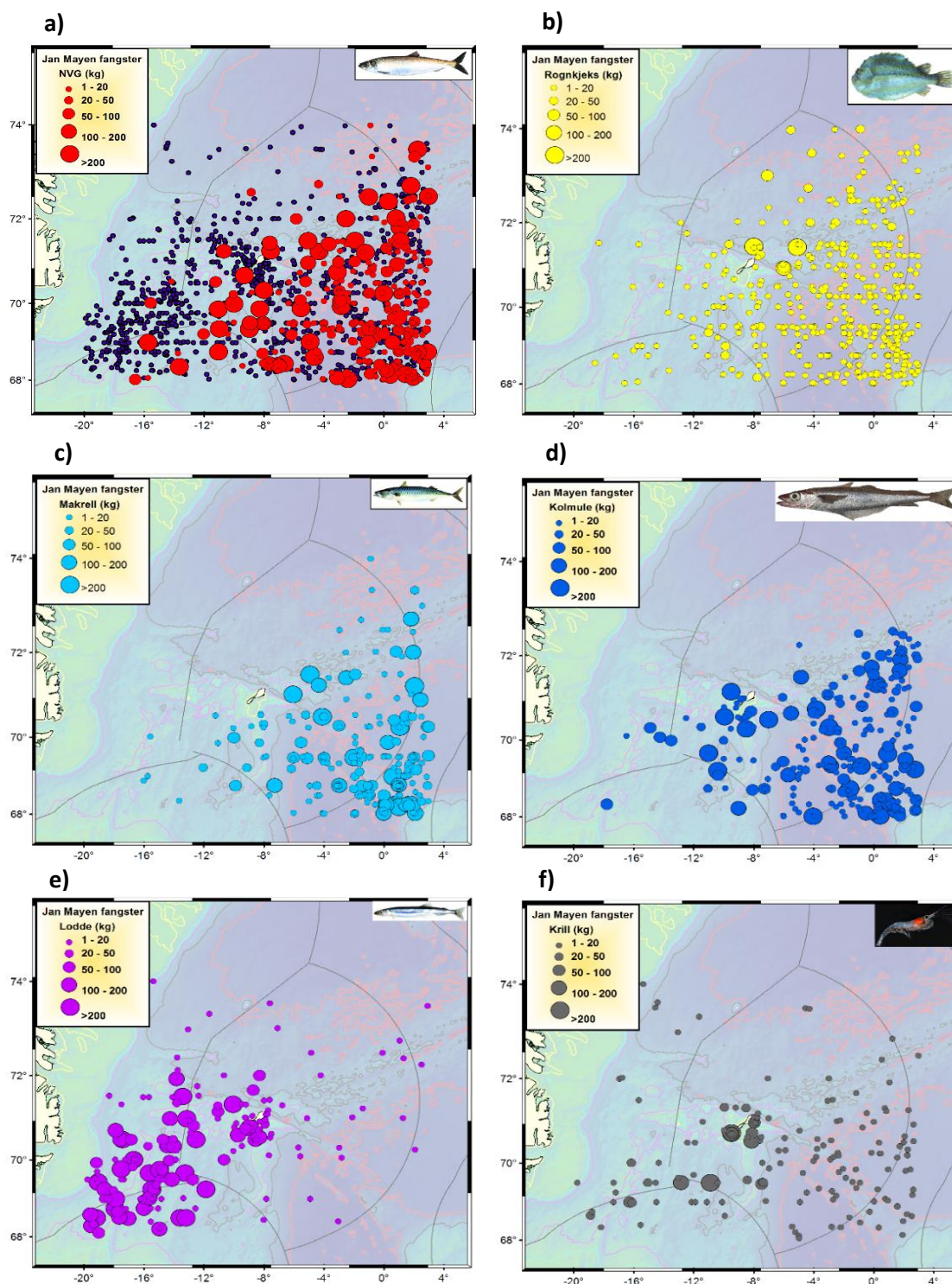


Lodde (maks 20 cm), sild (maks 40 cm) og kolmule (maks 50 cm) er pelagiske fiskearter som alle kan forekomme ved Jan Mayen. Alle er også kommersielle arter. Foto: Fredrik Broms / Norsk Polarinstitutt.

Torsk (*Gadus morhua*) har blitt fanget rundt Jan Mayen siden 1930-årene (Iversen 1936). Gjenfangster tyder på at torsk fanget i dette området er en del av den islandske stammen, og de beiter på sild og lodde i dette området. Dette har blitt bekreftet ved genetiske undersøkelser (Fossum mfl. 2012). Fangstratene for torskefiske ved Jan Mayen har periodevis vært gode etter 2017 (Bogstad mfl. 2021).

Istorsk (*Arctogadus glacialis*) ble fanget i området i 1995, og den er assosiert med kalde arktiske vannmasser. Polartorsk (*Boreogadus saida*) finnes også rundt Jan Mayen, men i små mengder (Fossum mfl. 2012).

Lysprikkfisk som finnes i dypere vannlag omfatter flere arter, som for eksempel nordlig lysprikkfisk (*Benthosema glaciale*). Små fangster av disse har blitt tatt sør-øst av Jan Mayen (Fossum mfl. 2012).



Figur 32. Posisjoner for pelagiske registreringer av fiskefangster inkludert norsk vårgytende sild (a) rundt Jan Mayen fra 68°–74°N og 20°V–3°Ø, b) rognkjeks, c) makrell, d) kolmule, e) lodde, f) krill (Havforskningsinstituttets database). Kilde: Fossum mfl. (2012).

5.4.4.3 Kunnskapsbehov

Det har vært drevet lite systematisk marin overvåking og forskning i Jan Mayen-området. Havområdet rundt øya er bare delvis undersøkt, og det gjelder både bentiske og pelagiske organismer og økosystemer. At undersøkelser finner nye fiskearter viser at området har et stort potensial for fremtidig biodiversitetsforskning (Fossum mfl. 2012).

Oseanografiske rigger: tilstedeværelse og døgnvariasjoner av ulike organismegrupper, inkl. fisk

Overvåking av marine variabler som temperatur, saltholdighet, strøm, sedimentasjon osv. bør også gjøres, for eksempel ved å plassere ut 2–3 oseanografiske/biologiske rigger rundt øya. Man vil da få en bedre oversikt over både sesongvariasjoner og endringer over tid relatert til klima. Det er flere institusjoner som har bred erfaring med oseanografiske rigger, som også måler biologiske variasjoner i primærproduksjon, sedimentasjon, døgnvariasjoner hos dyreplankton (ved bruk av Acoustic Doppler Profiler, ADCP), registreringer av tilstedeværelse av dyreplankton og fisk (ved bruk av Acoustic Zooplankton Fish Profiler, AZFP) og vokalisering mellom marine pattedyr (ved bruk av Passive Acoustic Monitoring Systems, PAMS).

Ressursbehov

Kostnader for rigger er i størrelsesorden 2 millioner kroner per rigg, avhengig av hvor mange og typer sensorer som skal inkluderes. Det trengs tokt og fartøytid/personellkostnader for å sette dem ut og ta dem opp annethvert år for avlesning, batteriskift og kalibrering. Vedlikeholdskostnader er i størrelsesorden 500 000 kroner hvert annet år i tillegg til kostnader for fartøy.

Pelagisk trål, bunntrål og teiner: kartlegging og samfunnsendringer

Fiskeforekomstene rundt Jan Mayen bør undersøkes med pelagisk trål. Den forrige omfattende undersøkelsen foretatt av Havforskningsinstituttet er fra 2011, og det er behov for tilsvarende undersøkelse for å belyse endringer etter mer enn 10 år. Bunnfisksamfunn på dypere vann er lite kjent og bør også undersøkes nærmere. Tråling gjøres på større dyp (Gunnarson 1995). Det er også mulig sette ut teiner på dypt vann for å fange arter der (Furevik & Skeide 2003).

Ressursbehov

Slike undersøkelser kan gjøres i forbindelse med marinøkologiske overvåkingstokt. Kostnader er fartøy og mannskap for slike tokt, som bør ha en varighet på 2–3 uker for å kunne gjøre grundige undersøkelser. Kostnader for skipstid er i størrelsesorden 4 millioner kroner, og i tillegg kommer kostnader for vitenskapelig personell på ca. 800 000 kroner for tokt av denne varighet. Etterarbeid med analyser varierer med hva som skal undersøkes (for eksempel taksonomi, genetikk, stabile isotoper, miljøgifter og mikroplast), estimert til ca. 200 000 kroner per tokt.

5.4.5 Fugl

5.4.5.1 Terrestriske arter



En gruppe sandløpere og en steinvender (venstre bilde). Polarsnipe (foran) og en sandløper på næringssøk (høyre bilde). Foto: Kjell Tore Hansen / Miljødirektoratet.

Fuglefaunaen på Jan Mayen er dominert av sjøfugl, og kun et fåtall terrestriske arter hekker regelmessig. Blant spurvefuglene hekker snøspurv (*Plectrophenax nivalis*), heipiplerke (*Anthus pratensis*) og steinskvett (*Oenanthe oenanthe*). Linerle (*Motacilla alba*) regnes som uregelmessig hekkefugl, og ringtrost (*Turdus torquatus*) er funnet hekkende én gang. Snøspurven hekker primært på den nordlige delen av øya, i de mer lavereliggende områdene rundt Beerenberg. I tillegg hekker noen få par i fjellområdene lengst sør på øya. Heipiplerke og steinskvett regnes som årlige, men fåtallige hekkefugler, primært på de mest frodige, lavereliggende delene av øya. Ut over dette er omkring 30 arter spurvefugl registrert på øya (Gabrielsen & Strøm 2004, Norsk Polarinstitutt og Georg Bangjord upubliserte data). Disse er primært registrert i trekketidene og regnes som tilfeldige gjester. De gjestende spurvefuglene domineres primært av troster, hvor rødvingetrost (*Turdus iliacus*) opptrer hyppigst.

Et betydelig antall vadere raster i trekketidene på Jan Mayen. Dette gjelder primært heilo (*Pluvialis apricaria*), sandlo (*Charadrius hiaticula*), småspove (*Numenius phaeopus*), steinvender (*Arenaria interpres*), polarsnipe (*Calidris canutus*), sandløper (*Calidris alba*), myrsnipe (*Calidris alpina*), fjæreplytt (*Calidris maritima*) og rødstilk (*Tringa totanus*). Blant disse er det kun fjæreplytt som opptrer fåtallig hekkende, mens både tjeld (*Haematopus ostralegus*), steinvender og sandlo er bekreftet hekkende (Gabrielsen & Strøm 2004, Norsk Polarinstitutt og Georg Bangjord upubliserte data).

Blant gjessene er ringgås (*Branta bernicla*), hvitkinngås (*Branta leucopsis*), grågås (*Anser anser*) og kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*) registrert hekkende. Alle er relativt nye som hekkefugler på øya. Hvitkinngåsa er den mest tallrike blant dem, og hekker i dag på flere steder. Kortnebbgås er langt mer fåtallig, men betraktes som årlig fåtallig hekkefugl. Ringgås og grågås er konstatert hekkende kun én gang (Gabrielsen & Strøm 2004, Norsk Polarinstitutt og Georg Bangjord upubliserte data).

5.4.5.2 Marine arter – sjøfugl



Havhest er den mest tallrike av sjøfuglartene som hekker på Jan Mayen (venstre). Polarmåke er en av de viktigste predatorene på Jan Mayen (høyre). Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt (venstre) og Marion Lexau Nødset / Meteorologisk institutt (høyre).

Med sin isolerte beliggenhet i et stort, produktivt havområde er Jan Mayen et viktig område for sjøfugl (Strøm mfl. 2021a). Øya er et av få steder hvor alle de seks atlantiske alkefuglartene, dvs. alke (*Alca torda*), lomvi (*Uria aalge*), polarlomvi (*Uria lomvia*), teist (*Cepphus grylle*), alkekonge (*Alle alle*) og lunde (*Fratercula arctica*) finnes hekkende. Til sammen 18 sjøfuglarter hekker på øya, fordelt på 22 kolonier med en totalbestand på mer enn 300 000 hekkende par (Tabell 1; Figur 33; Strøm mfl. 2015; Strøm mfl. 2021a). De mest tallrike artene er havhest (*Fulmarus glacialis*), alkekonge og polarlomvi, men også alke, teist, lomvi, lunde, polarmåke (*Larus hyperboreus*), krykkje (*Rissa tridactyla*) og ærfugl (*Somateria mollissima*) hekker der, i tillegg til mer sørlige arter som sildemåke (*Larus fuscus*) og gråmåke (*Larus argentatus*). Også tyvjo (*Stercorarius parasiticus*) og storjo (*Stercorarius skua*) er relativt tallrike.

Med bakgrunn i hvordan sjøfuglene skaffer seg næring og hvilke habitat de er knyttet til, kan de ulike artene plasseres i økologiske grupper (Tabell 2; Fauchald mfl. 2011). Forskjellen i bruk av habitat og på hvilken måte fuglene skaffer seg næring, gjør at de ulike artene har ulik sårbarhet knyttet til trusselfaktorer som forstyrrelser, oljesøl, overfiske eller klimaendringer. Fjorten av de totalt 18 hekkende artene på øya er rødlistet i Norsk rødliste for arter 2021, enten for Fastlands-Norge eller Svalbard (Tabell 2). Det lages ikke egen rødliste for Jan Mayen, og bestandene her inngår ikke i vurderingen for Svalbard eller Fastlands-Norge (Stokke mfl. 2021, Strøm mfl. 2021b).

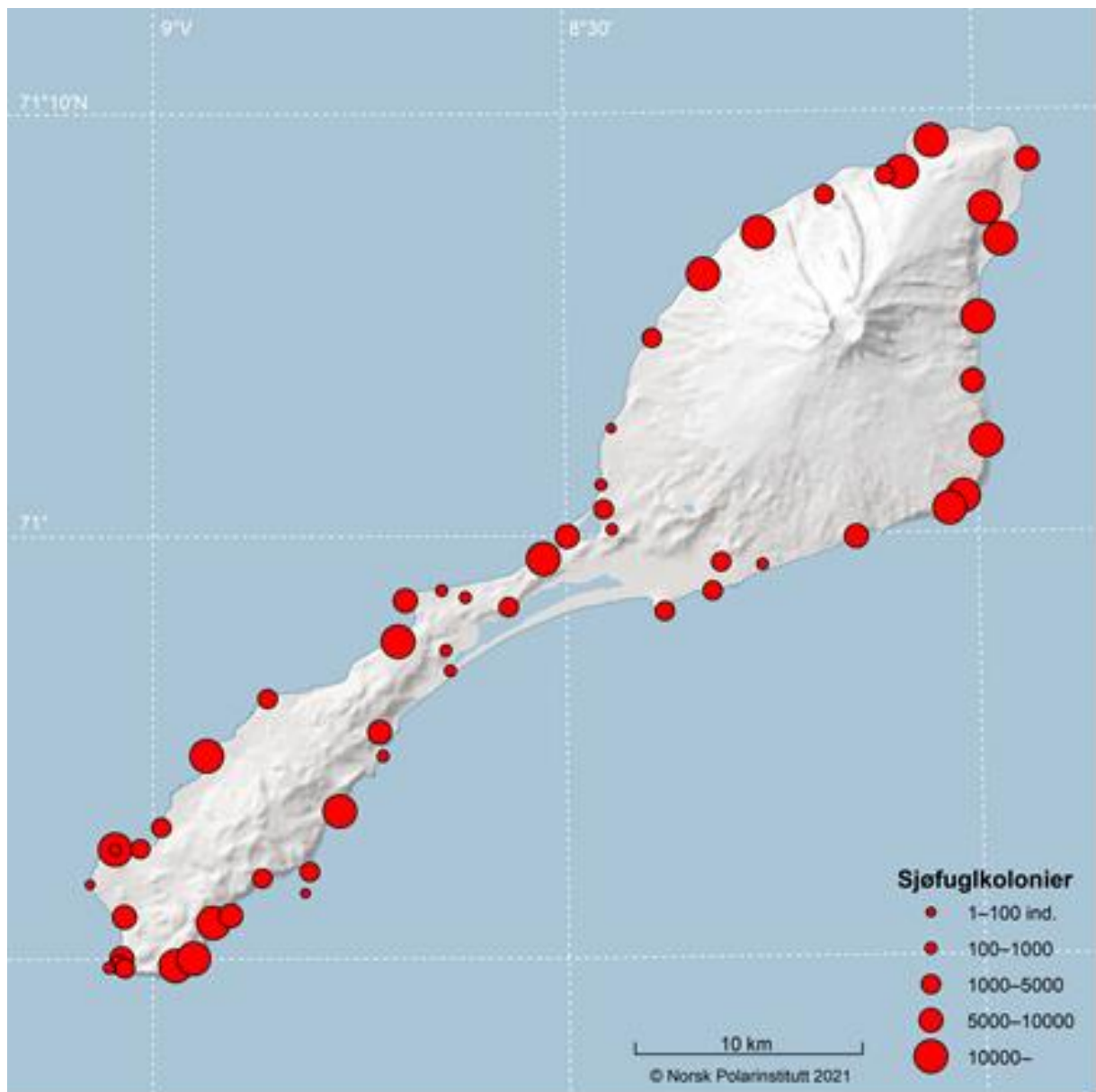
Med sin plassering midt i et stort havområde, langt fra land og på avstand fra flere av påvirkningsfaktorene som gjør seg gjeldende på Svalbard og Fastlands-Norge, utgjør Jan Mayen og sjøfuglbestandene der et potensielt viktig referanseområde for vår forståelse av årsakene til utviklingen i sjøfuglbestandene på Svalbard og i Fastlands-Norge (Strøm mfl. 2021a).

Tabell 1. Sjøfuglarter som forekommer på Jan Mayen, økologisk gruppe og bestandsstørrelser (antall par), med bestandsstørrelser på Svalbard og Fastlands-Norge til sammenligning. PeDy = Pelagisk dykkende, PeOv = Pelagisk overflatebeitende, KyOv = Kyst overflatebeitende, KyDy = Kyst dykkende, KyBe = Kyst bentisk. Omarbeidet fra Strøm mfl. 2021a.

Art	Økologisk gruppe	Jan Mayen	Svalbard			Fastlands-Norge
			Bjørnøya	Øvrige område	Sum	
Havhest	PeOv	106 000	30 000	0,5–1 mill.	~780 000	~8100
Ærfugl	KyBe	< 1000	100	17 000	17 000	~86 800
Praktærfugl	KyBe	¹	0	500	500	~0
Storjo	PeOv	< 100	750	250	1000	~110
Tyvjo	PeOv	< 10	²	²	1000	~250
Rødnebbterne	KyOv	< 1000	60	< 10 000	< 10 000	~29 000
Fiskemåke	KyOv	0	3	0	3	~90 400
Sildemåke	PeOv	¹	0	0	0	~28 025
Gråmåke	KyBe	¹	0	0	0	~72 200
Polarmåke	PeOv	180	400	3600	4000	~0
Svartbak	KyOv	¹	²	²	100	~43 000
Krykkje	PeOv	9300	134 800	108 700	243 500	~87 400
Lomvi	PeDy	< 1000	131 400	¹	131 400	~16 750
Polarlomvi	PeDy	65 000	93 400	522 000	615 400	~50
Alke	KyDy	< 100	100		100	~55 800
Alkekonge	PeDy	< 100 000	²	²	> 1 000 000	~0
Teist	KyBe	< 1000	²	²	20 000	~35 380
Lunde	PeDy	< 10 000	²	²	10 000	~1 465 000

¹ Det er ikke grunnlag for gode bestandsestimater for denne arten.

² Det er ikke grunnlag for å gi separate estimater for Bjørnøya og for resten av Svalbard.



Figur 33. Sjefuglkolonier på Jan Mayen. Kilde: SEAPOP/Strøm mfl. 2015. Kart: Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt.

Tabell 2. Status på nasjonale og internasjonale rødlister for fuglearter som forekommer på Jan Mayen. CR = Kritisk truet, EN = Sterkt truet, VU = Sårbar, NT = Nær truet, LC = Livskraftig og NA = Ikke egnet (for vurdering). «Ansvarsart» innebærer at mer 25 % av europeisk bestand forekommer i Norge. Omarbeidet fra Strøm mfl. 2021a.

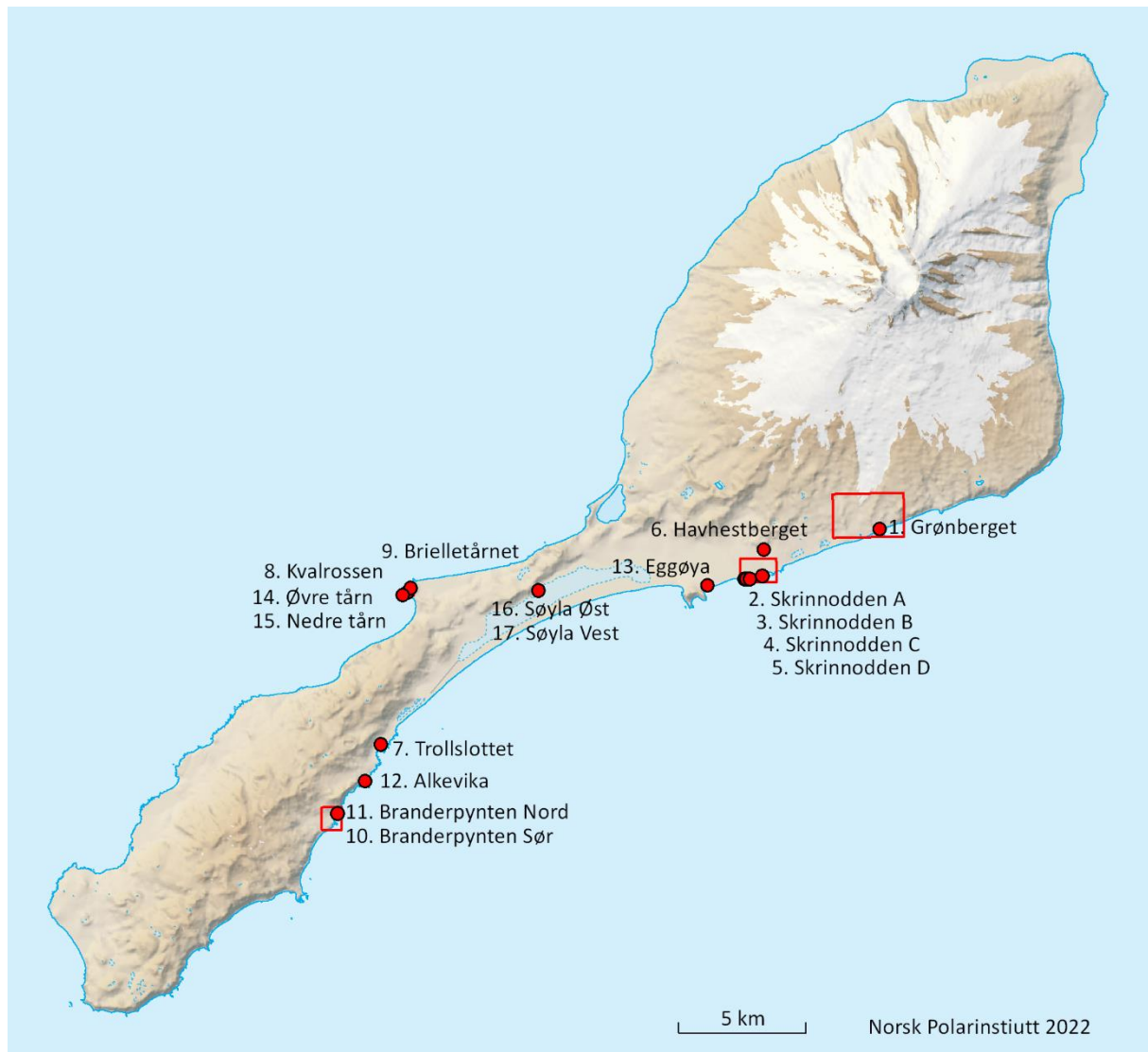
Navn	Vitenskapelig navn	Fastlands-Norge (2021)	Svalbard (2021)	Ansvarsart (> 25 %)	Europa (2015)	Global (IUCN)
Lomvi	<i>Uria aalge</i>	CR	NT		NT	LC
Polarlomvi	<i>Uria lomvia</i>	CR	VU	Ja	LC	LC
Havhest	<i>Fulmarus glacialis</i>	EN	LC	Ja	EN	LC
Krykkje	<i>Rissa tridactyla</i>	EN	NT		VU	VU
Lunde	<i>Fratercula arctica</i>	EN	LC	Ja	EN	VU
Alke	<i>Alca torda</i>	VU	EN		NT	NT
Ærfugl	<i>Somateria mollissima</i>	VU	LC		VU	NT
Tyvjo	<i>Stercorarius parasiticus</i>	VU	LC		LC	LC
Teist	<i>Cephus grylle</i>	NT	LC	Ja	LC	LC
Havelle	<i>Clangula hyemalis</i>	NT	NT		VU	VU
Fiskemåke	<i>Larus canus</i>	NT	NA	Ja	LC	LC
Gråmåke	<i>Larus argentatus</i>	NT	NA		NT	LC
Fjelljo	<i>Stercorarius longicaudus</i>	LC	NT		LC	LC
Smålom	<i>Gavia stellata</i>	LC	LC		LC	LC
Havsule	<i>Morus bassanus</i>	LC	NA		LC	LC
Storjo	<i>Catharacta skua</i>	LC	LC		LC	LC
Sildemåke	<i>Larus fuscus</i>	LC	NA	Ja	LC	LC
Svartbak	<i>Larus marinus</i>	LC	NT	Ja	LC	LC
Rødnebbterne	<i>Sterna paradisaea</i>	LC	LC		LC	LC
Ismåke	<i>Pagophila eburnea</i>	NA	VU	Ja	LC	NT
Sabinemåke	<i>Xema sabini</i>	NA	EN		LC	LC
Praktærfugl	<i>Somateria spectabilis</i>	NA	NT	Ja	LC	LC
Polarmåke	<i>Larus hyperboreus</i>	NA	VU	Ja	LC	LC
Alkekonge	<i>Alle alle</i>	NA	LC	Ja	LC	LC



Fishburndalen er hekkeområde for flesteparten av storjoparene som overvåkes. Området har også hekkende polarmåker, og i de bratteste klippene nært havet hekker havhest og lunde. Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.

På oppdrag fra Klima- og miljødepartementet ble det foretatt en kartlegging av sjøfuglbestandene på Jan Mayen i 2010, og en langsiktig bestandsovervåking ble etablert i 2011 i regi av SEAPOP (www.seapop.no; Figur 34). Det har vært gjennomført årlig feltarbeid på øya siden 2010, og det vi har av nyere kunnskap om øyas sjøfugler kommer fra dette arbeidet (Strøm mfl. 2021a). Overvåkingen omfatter tre av de mest tallrike artene på øya (havhest, lomvi og polarlomvi), samt en mer begrenset overvåking av storjo og polarmåke. Demografi og næringsvalg overvåkes kun for lomvi og polarlomvi.

I 2011 fikk Norsk Polarinstitutt i oppdrag fra Olje- og energidepartementet (OED) å kartlegge trekkruiter og vinterområder for lomvi og polarlomvi på øya ved bruk av lysloggere (Strøm mfl. 2015). Dette arbeidet ble videreført og utvidet til også å omfatte havhest gjennom SEATRACK-prosjektet (<https://seapop.no/en/seatrack/>). Siden 2014 har lomvi, polarlomvi og havhest årlig blitt utstyrt med lysloggere for kartlegging av trekkruiter og vinterområder (Strøm mfl. 2021c). Resultatene fra dette arbeidet er omtalt under hver av disse artene.



Figur 34. Kart over Jan Mayen som viser overvåkingslokaliteter (prøvefelt (røde prikker) og studieområder (røde rektangler) inntegnet). Fra vest mot øst kalles studieområdene Branderpynten, Røysflya og Fishburndalen. Kilde: SEAPOP/Norsk Polarinstitutt. Kart: Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt.



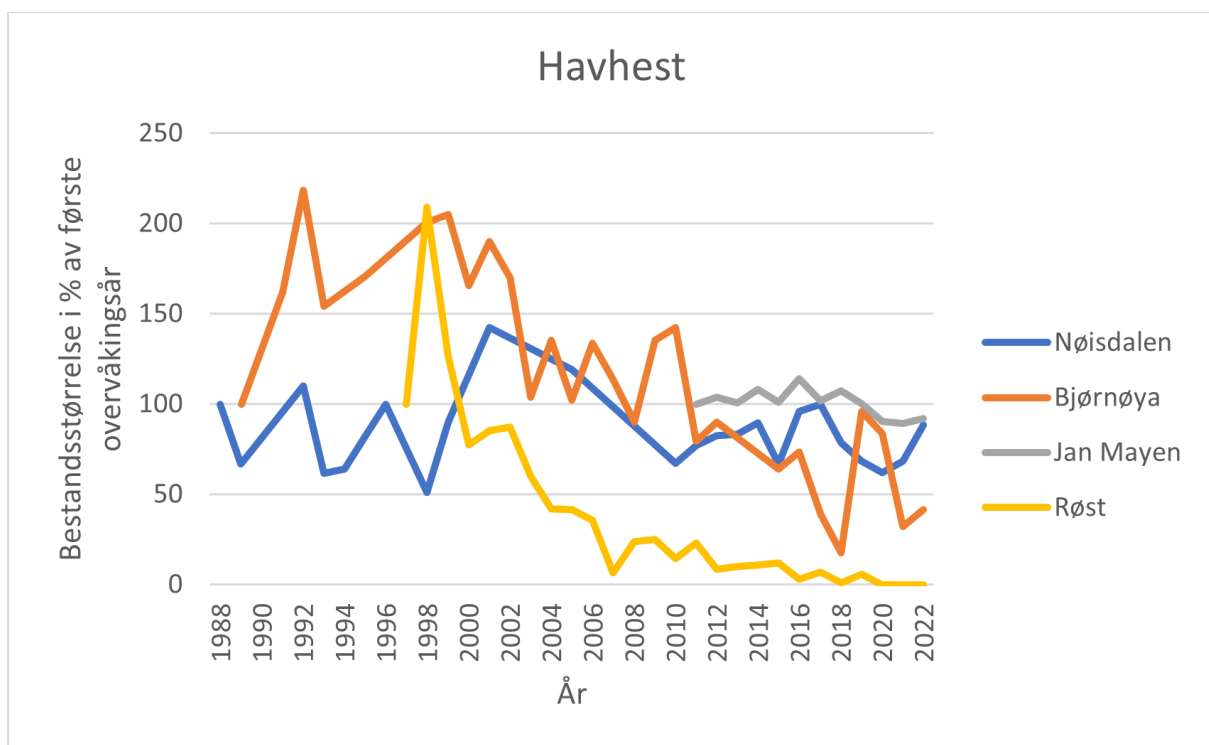
Skrinnodden/Splittodden ligger på sjøsiden av Røysflya, et av de yngste landområdene på øya. Her hekker alle de fem artene av alkefugl på øya. Lomvi og polarlomvi er de mest synlige og danner små delkolonier som forandres nesten årlig på grunn av erosjon (øverste bilde) Fire av øyas fem alkefuglarter samlet: lunde, alke, lomvi og polarlomvi samlet på Skrinnodden (nederste bilde). Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.

5.4.5.3 Status for utvalgte sjøfuglarter

5.4.5.3.1 Havhest

Havhest hekker i spredte kolonier rundt hele Nordøst-Atlanteren, men med særlig store bestander på Jan Mayen, Spitsbergen og Bjørnøya. Bestanden på Jan Mayen ble estimert til 106 000 hekkende par i 2010 (Tabell 1). Dietten domineres av pelagiske dyr som det er mulig å ta i havoverflaten, og fuglen kan karakteriseres som en alteter. På Svalbard er ulike arter av fisk, blekksprut, børstemark og krepsdyr dominerende. På Bjørnøya er lodde (*Mallotus villosus*) et svært viktig fødeemne (Bakken & Gavrilov 2000, Strøm 2006). Næringsvalget for fuglene som hekker på Jan Mayen er ikke kjent.

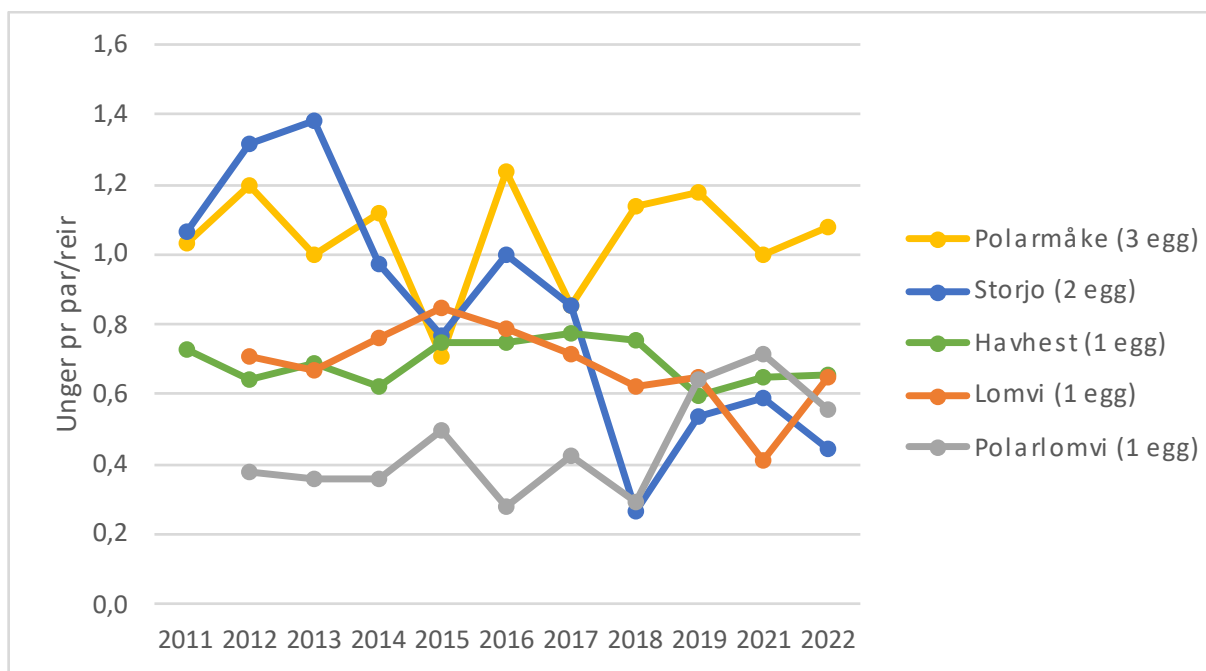
Havhesten overvåkes som del av SEAPOP på Jan Mayen, Spitsbergen og Bjørnøya. Tidsserien for Jan Mayen er forholdsvis kort, men viser en relativt stabil utvikling siden 2011, dog med en svak nedgang siden 2018. Samlet for overvåkingsperioden viser bestanden en årlig nedgang på 1 % per år (Figur 35; SEAPOPOP 2022). Hekkesuksessen (produksjonen av unger) følger også samme mønster (Figur 36). Kun bestandsutvikling og hekkesuksess overvåkes, ikke overlevelse eller næringsvalg (SEAPOPOP 2022). Overvåking av hekkebestanden på Bjørnøya og Spitsbergen siden 1988 indikerer en stabil bestand på Spitsbergen, men nedgang i hekkebestanden på Bjørnøya (SEAPOPOP 2022). Bestanden på Svalbard som helhet vurderes imidlertid til å være stabil (Descamps & Strøm 2021, Strøm mfl. 2021b), mens bestanden på Røst, Nordland, har vært i nedgang siden slutten av 1990-tallet (Figur 35; Stokke mfl. 2021).



Figur 35. Bestandsutvikling hos havhest på Jan Mayen, Svalbard (Bjørnøya og Nøisdalen) og Røst (Nordland). Kilde: SEAPOPOP.



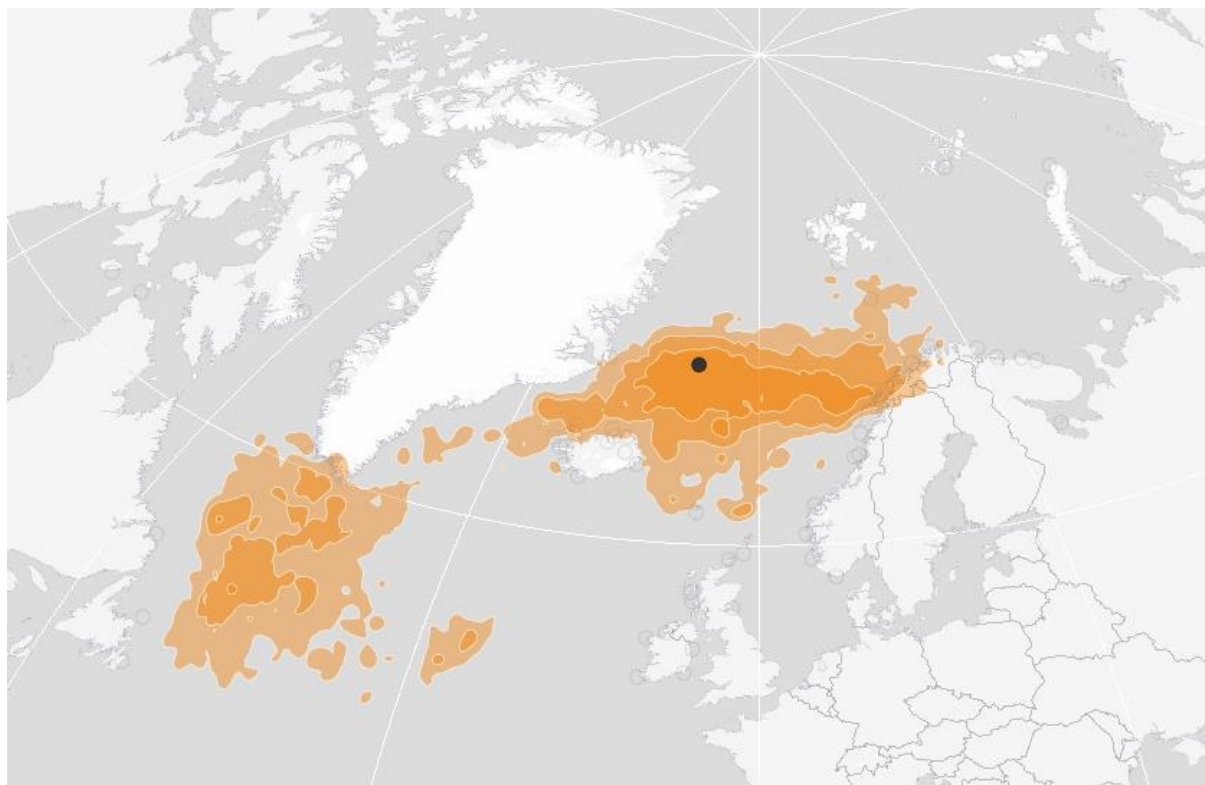
Kvalrossbukta med Kvalrossen i bakgrunnen. Kvalrossen er en utstikker sentralt på den vestlige delen av øya. Vinderosjon har gitt stedet noen helt særegne terrengformasjoner. Her hekker primært havhest, men også lunder som graver seg reirhuler i skråningene. Alkekonge, lomvi og polarlomvi hekker i klippene, og det ligger flere polarmåkereir spredt på ulike framspring. Ærfugl hekker i skråningene ned mot havet. Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.



Figur 36. Utvikling i hekkesuksess hos havhest, polarmåke, storjo, lomvi og polarlomvi på Jan Mayen i perioden 2011-2022. Kilde: SEAPOP.

Sporing av havhest fra Jan Mayen viser at arten beveger seg over store havområder når den ikke er knyttet til hekkekoloniene (Figur 37). I vintermånedene november, desember og januar er fuglene spredt fra den sørvestre delen av Barentshavet til havområdene sør av Grønland. Det primære vinterområdet er likevel konsentrert til den sentrale delen av Norskehavet og havområdene rundt Jan Mayen.

Havhesten er vurdert som sterkt truet (EN) i Fastlands-Norge, mens bestanden på Svalbard regnes som livskraftig (LC) (Tabell 2). På den europeiske rødlista er arten vurdert som sterkt truet (EN) basert på negative bestandstrender (BirdLife International 2015, 2017; Tabell 2).



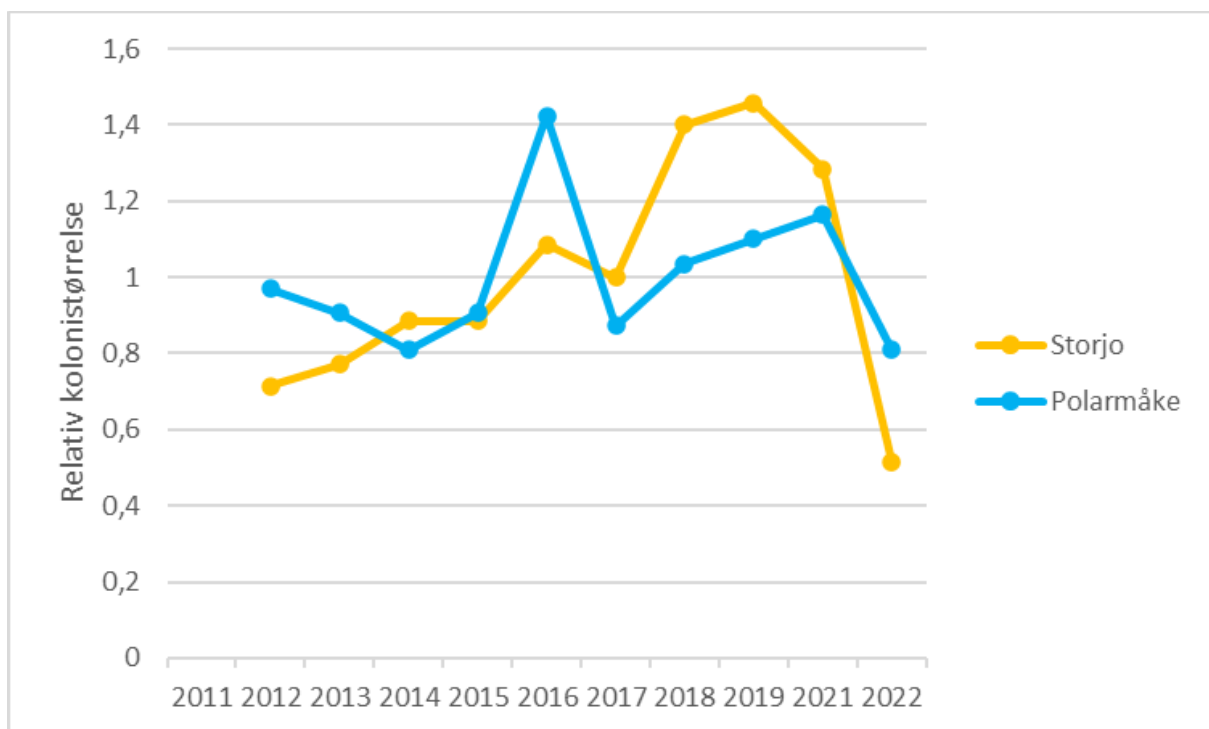
Figur 37. Utbredelse av havhest fra Jan Mayen i vintermånedene (november til januar). Arten beveger seg over store havområder, fra Barentshavet i nordøst til Labradorhavet og Newfoundland i sørvest. Kilde: SEATRACK.

5.4.5.3.2 Storjo

Storjo forekommer kun i det nordøstlige Atlanterhavet, og den har dermed en meget begrenset hekkeutbredelse. Den hekker fra de nordlige delene av de britiske øyer til Færøyene, Island, Jan Mayen, Svalbard og nordvest-Russland (den russiske delen av Barentshavet; Krasnov & Lorentsen 2000). Bestanden har vært i vekst siden begynnelsen av 1900-tallet, og storjoen har gradvis utvidet sitt hekkeområde nord- og østover, inn i Norskehavet og Barentshavet (Strøm 2006). Storjoen er derfor en nykommer på Jan Mayen. Arten lever hovedsakelig av andre sjøfugler, spesielt krykkje (både unger og voksne), men kan også i varierende grad spise fisk (Strøm 2006). Hekkebestanden på Jan Mayen ble i 2010 estimert til minimum 10 hekkende par, men dette var trolig et underestimat (Strøm mfl. 2015). Bestanden på Jan Mayen har økt med 8 % per år og teller i dag trolig flere hundre par (Figur 38; SEAPOP 2022). Produksjonen av unger var god under første del av overvåkingsperioden, men har avtatt de senere årene (Figur 36). Hekkebestanden ble hardt rammet av fugleinfluensaen som gjorde seg gjeldende på Jan Mayen i 2021, ett år før smittede fugler ble oppdaget i Fastlands-Norge og på Svalbard. Hekkebestanden gikk kraftig ned i 2021 og 2022, trolig som følge av fugleinfluensa (Figur 38). Storjoen er ikke rødlistet verken nasjonalt eller internasjonalt (Tabell 2).



Storjoen er majestetisk og kan opptre svært aggressivt i territorieforsvaret. Foto: Erlend Lorenzten / Norsk Polarinstitutt.



Figur 38. Bestandsutvikling hos storjo og polarmåke på Jan Mayen. Kilde: SEAPOP.

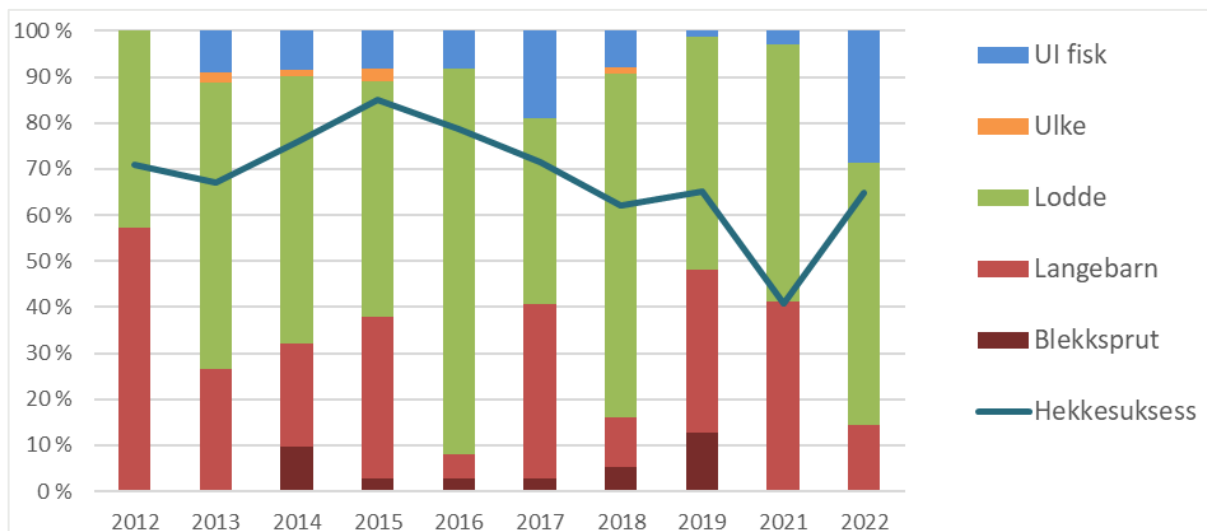
5.4.5.3.3 Polarmåke

Polarmåke har en sirkumpolar, høy-arktisk utbredelse. I det nordøstlige Atlanterhavet forekommer den på Grønland, Island, Jan Mayen, Svalbard, Frans Josefs land (Russland) og Novaja Semlja (Russland; Bakken og Tertitski 2000). Polarmåken er en generalist som utnytter en rekke ulike byttedyr som fisk, bløtdyr, pigghuder, krepsdyr, kadavre og egg, unger og voksne av andre fugler (Strøm 2006). Polarmåken er blant de største måkene som hekker i Arktis, og sammen med storjoen den eneste flygende predatoren av betydning på Jan Mayen. Dermed har arten samme økologiske funksjon som dagrovfuglene i områder på sydlige breddegrader (Strøm 2006).

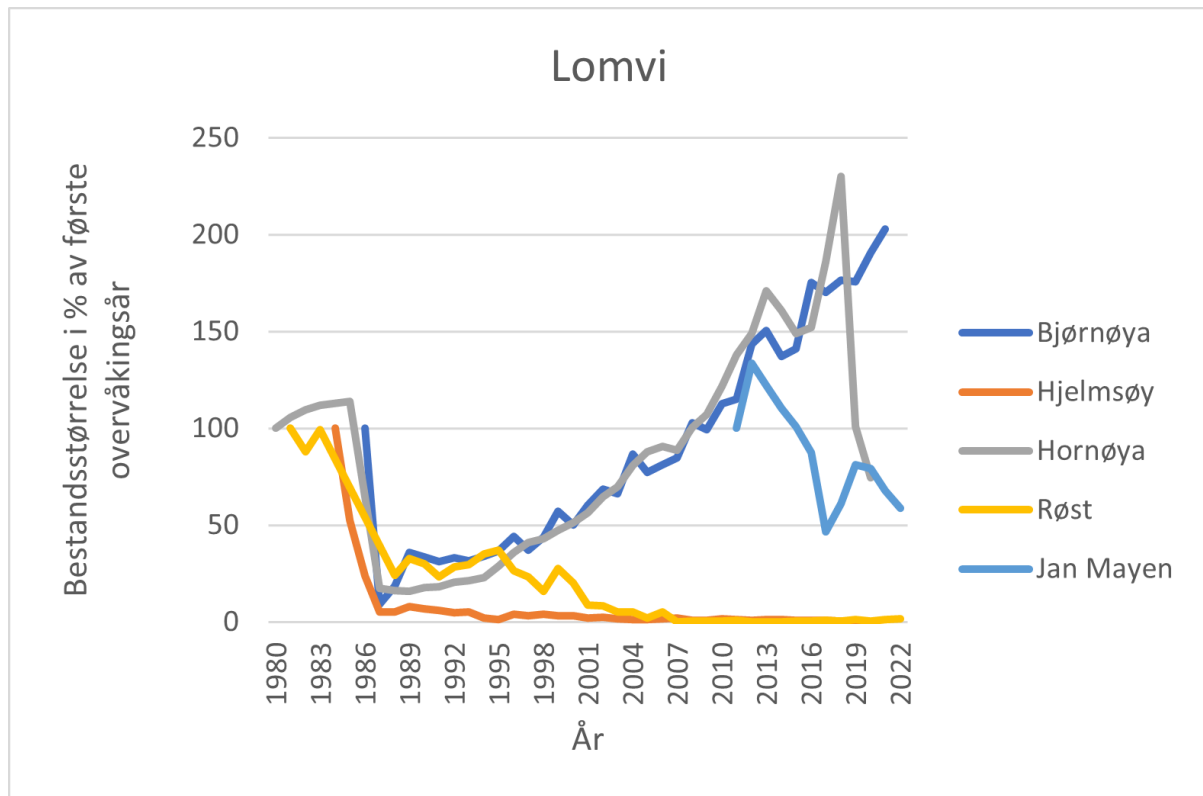
Hekkebestanden på Jan Mayen ble i 2010 estimert til 180 hekkende par (Tabell 1) og overvåkingen indikerer at bestanden har økt svakt med 2 % per år i perioden 2011–2022 (Figur 38; SEAPOPOP 2022). Det samme gjelder for ungeproduksjonen (Figur 36). Utviklingen på Jan Mayen er i tråd med utviklingen i Kongsfjorden, på vestkysten av Spitsbergen, hvor bestanden også har økt over siste 10-årsperiode (5 % per år, SEAPOPOP 2022). På Bjørnøya og Hopen har imidlertid bestanden gått kraftig tilbake (Descamps & Strøm 2021). Polarmåke er vurdert som sårbar (VU) på rødlista for Svalbard (Tabell 2).

5.4.5.3.4 Lomvi

Lomvi hekker på Jan Mayen, Bjørnøya, Novaja Semlja, kysten av Kolahalvøya, norskekysten sør til Utsira, Storbritannia, Færøyene og Island. Arten er fåtallig på Jan Mayen, og hekkebestanden ble i 2010 estimert til < 1000 par (Tabell 1). Arten lever hovedsakelig av pelagiske stimfisk som den fanger ved å dykke (Barrett & Golovkin 2000). Ungedietten for fuglene på Jan Mayen er presentert i Figur 39. Lomvien viser noe større variasjon i valg av byttedyr på Jan Mayen sammenlignet med Bjørnøya og Fastlands-Norge (Erikstad mfl. in prep), men lodde er et sentralt byttedyr også her. Lomvi overvåkes i regi av SEAPOPOP på Jan Mayen, Bjørnøya og seks lokaliteter på Fastlands-Norge (Hornøya, Hjelmsøya, Anda, Røst, Sklinna og Runde). Utviklingen i hekkebestanden på Jan Mayen er negativ og har gjennom perioden 2011–2021 vist en årlig nedgang på 6 % (Figur 40). Dette står i kontrast til utviklingen i kolonier i Barentshavet (Bjørnøya og Hornøya) hvor arten har vært i vekst siden et sammenbrudd i bestanden vinteren 1986–87 (Figur 40). Imidlertid har hekkebestanden på Fastlands-Norge fra Vest-Finnmark og sørover vært i en langvarig nedgang siden 1960-tallet (Stokke mfl. 2021).

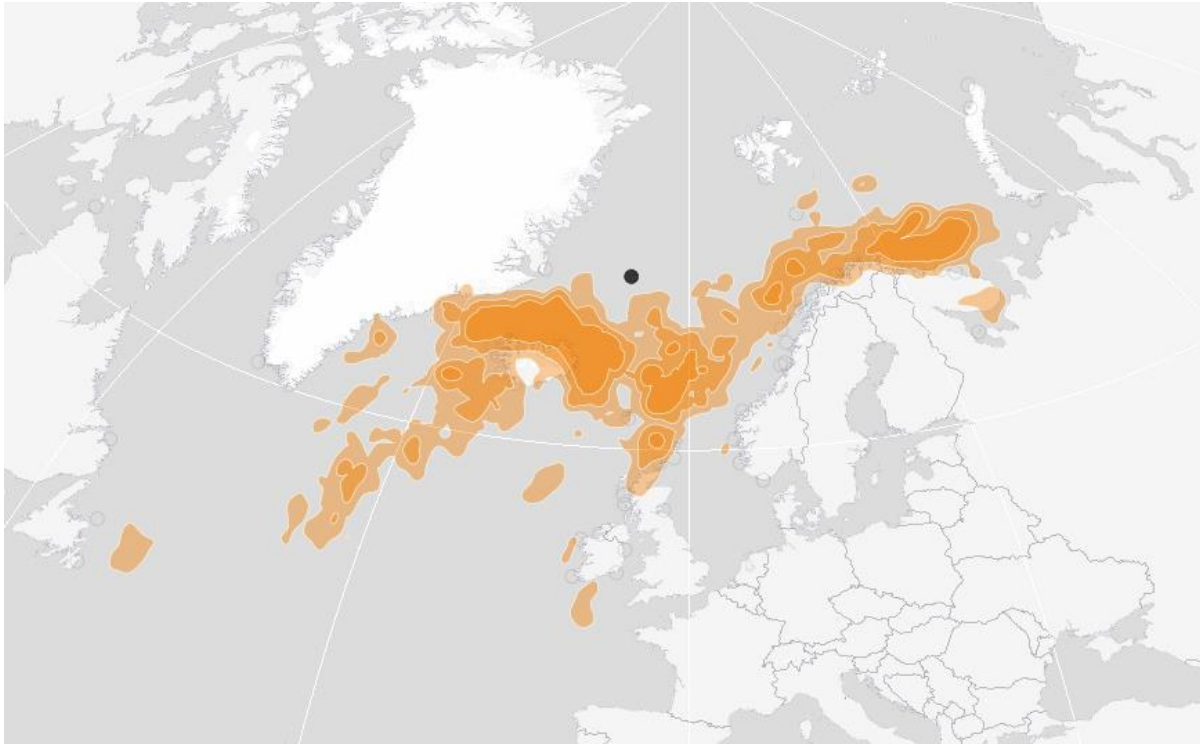


Figur 39. Ungediett hos lomvi på Jan Mayen fordelt på år i perioden 2012-2022. Kilde: SEAPOPOP.



Figur 40. Bestandsutvikling for lomvi på Jan Mayen, Bjørnøya (Svalbard), Hornøya og Hjelmsøya (Finnmark) og Røst (Nordland). Kilde: SEAPOP.

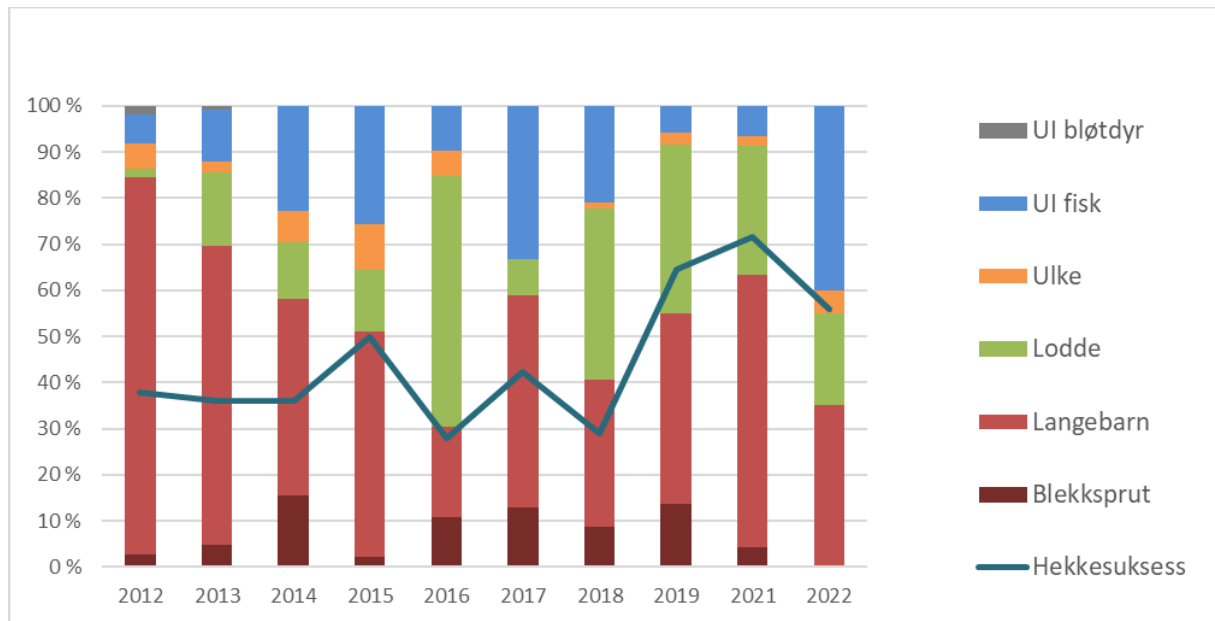
Årsaken til at lomvibestanden på Jan Mayen er i nedgang er dårlig kjent. Produksjonen av unger har vært relativt god i perioden overvåkingen har pågått, men har gått noe ned de siste årene (Figur 36). Overvintringsområdene for lomvi fra Jan Mayen er delt mellom Barentshavet og havområdene rundt Island (Figur 41). I områdene ved Island er arten jaktbar fra 1. september til 25. april, og det er grunn til å anta at lomvi fra Jan Mayen skytes der hvert år. Bestanden på Jan Mayen er liten, og den er derfor sårbar selv for små uttak av unge og/eller voksne fugler. Lomvien er vurdert i rødlistekategori kritisk truet (CR) i Fastlands-Norge, mens bestanden på Svalbard er vurdert som nær truet (NT; Tabell 2). Arten er på bakgrunn av bestandsnedgang i Norge, på Færøyene og trolig også Island vurdert som nær truet (NT) på den europeiske rødlista (BirdLife International 2015, 2017, 2020; Tabell 2).



Figur 41. Utbredelse av lomvi fra Jan Mayen i vintermånedene (november til januar). Arten overvintrer hovedsakelig i havområdene nord for Island. En mindre andel av bestanden overvintrer i Barentshavet. Kilde: SEATRACK.

5.4.5.3.5 Polarlomvi

Polarlomvi er en arktisk art som har sin hovedutbredelse i den nordlige delen av Atlanterhavet. Arten hekker spesielt tallrikt på Jan Mayen, Svalbard, Frans Josefs land, Novaja Semlja og Island. Mindre kolonier finnes på Øst-Grønland og kysten av Kolahalvøya, samt enkelte steder på kysten av Finnmark (Bakken & Pokrovskaya 2000). Sammen med havhest og alkekonge er polarlomvien den dominerende sjøfuglarten på Jan Mayen, og hekkebestanden ble i 2010 estimert til 106 000 par (Tabell 1). Arten livnærer seg av pelagiske stimfisk, men har en mer variert diett som består av ulike typer bunnfisk, bløtdyr og krepsdyr (Bakken & Pokrovskaya 2000). Ungedietten for fuglene på Jan Mayen er presentert i Figur 42.

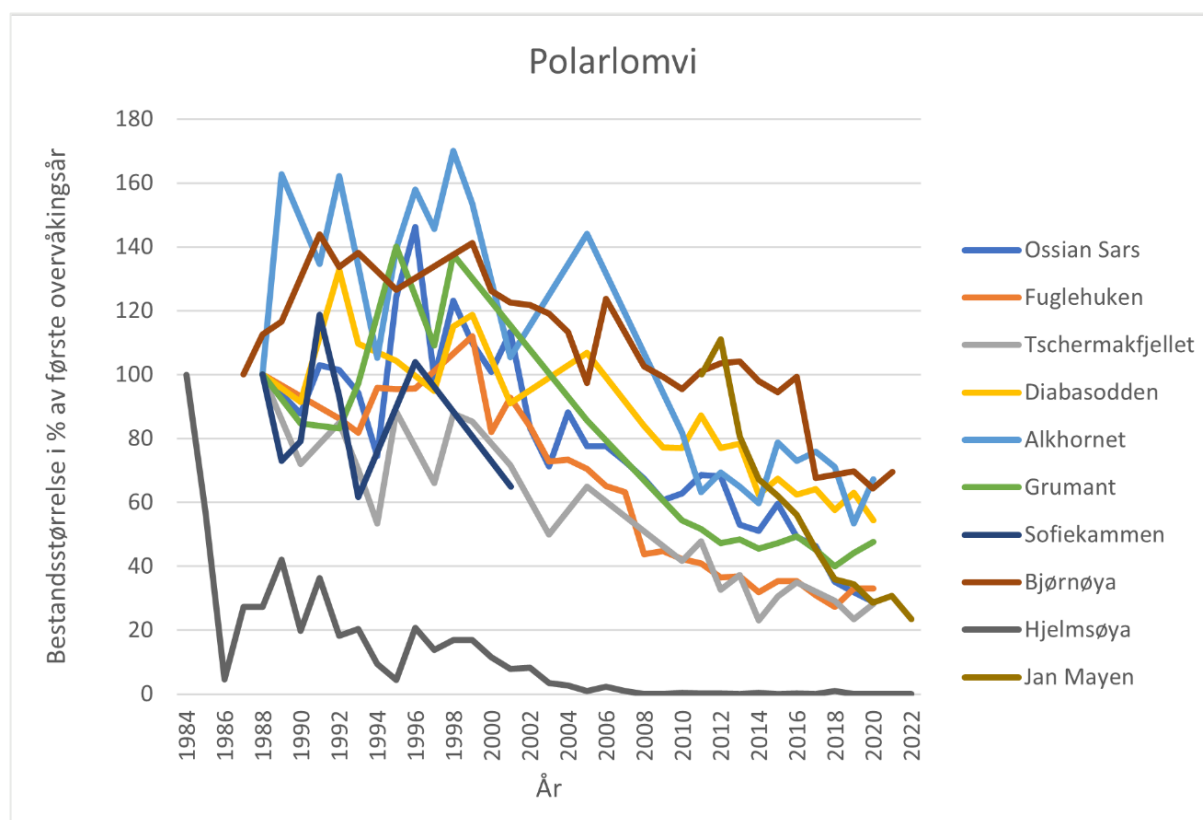


Figur 42. Ungedielt hos polarlomvi på Jan Mayen. Kilde: SEAPOP.

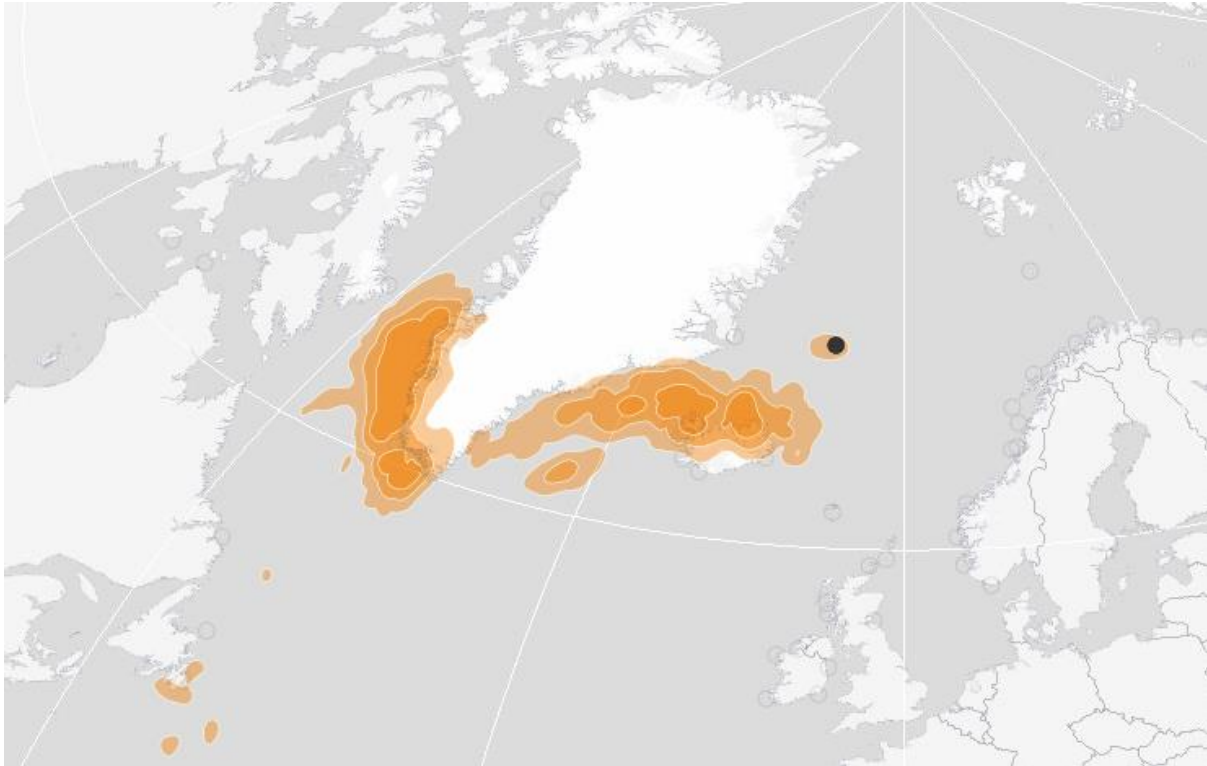


En polarlomvi kommer inn til kolonien på Skrinnodden med den mest typiske føden polarlomviungene her får: langebarn. Foto: Marion Lexau Nødset / Meteorologisk institutt.

Utviklingen i hekkebestanden på Jan Mayen er negativ og har gjennom perioden 2011–2021 vist en årlig nedgang på 5 % (Figur 43; SEAPOPOP 2022). Tilsvarende er det etter 1995 dokumentert en nedgang i hekkebestanden i alle de overvåkede koloniene i Norge på mellom 2,1 og 4,4 % per år (Figur 43; Descamps & Strøm 2021, SEAPOPOP 2022). Nedgangen i polarlomvibestanden skyldes trolig redusert næringstilgang på grunn av klimaendringer og jakt i artens vinterområder nord av Island og i havområdene rundt den sørlige delen av Grønland (Figur 44). Oppvarming av havområdene i artens vinterområder er antatt å lede til endringer i næringstilbudet for polarlomvien, med redusert overlevelse som følge både hos unge og voksne fugler. Det foregår en relativt omfattende jakt både ved Island og Grønland høst og vinter, og gjenfunn av ringmerkede polarlomvi viser at en del av disse stammer fra norske kolonier. Polarlomvien er vurdert til kritisk truet (CR) i Fastlands-Norge, mens bestanden på Svalbard er vurdert til sårbar (VU) som følge av den pågående bestandsnedgangen (Tabell 2). Den europeiske hekkebestanden regnes som livskraftig (LC) (Strøm mfl. 2021, Stokke mfl. 2021).



Figur 43. Bestandsutvikling for polarlomvi på Jan Mayen, Hjelmsøya (Finnmark) og åtte kolonier på Svalbard. Kilde: SEAPOPOP.



Figur 44. Utbredelse av polarlomvi fra Jan Mayen i vintermånedene (november til januar). Arten overvintrer i havområdene nord for Island og utenfor sørvestkysten av Grønland. Kilde: SEATRACK.

5.4.5.4 Kunnskapsbehov

SEATRACK: Sporingen av sjøfugl utenfor hekkesesongen bør videreføres og utvides til flere arter

Jan Mayen utgjør et meget viktig hekkeområde for sjøfugl i Norge. For en langsiktig bevaring av artene på øya vil det være viktig å få kunnskap om deres trekkruiter, myte- og overvintringsområder. Dette fordi det meste av påvirkningene foreløpig skjer utenfor Jan Mayen sitt nærområde. Gjennom prosjektet SEATRACK kartlegges trekkruiter og vinterområder for tre av artene som forekommer på Jan Mayen (havhest, lomvi og polarlomvi). Sporingen i regi av SEATRACK må videreføres og utvides til å omfatte flere arter og lokaliteter, slik at kunnskapen om sjøfuglenes arealbruk utenfor hekkesesongen blir mer representativ og detaljert for flest mulige arter.

Ressursbehov

Dette bør skje som en del av SEAPOP sitt årlige arbeid på øya i juni-juli og vil innebære at teamet på to personer i en periode over noen år utvides til fire personer i sommersesongen. Kostnadene anslås til 400 000 kroner per år for personell og nødvendig utstyr/opparbeiding av data.



Lomvi (til venstre) og polarlomvi (til høyre) med hver sin unge (venstre bilde). En storjunge gjør seg så liten og usynlig som den kan (høyre bilde). Foto: Marion Lexau Nødset / Meteorologisk institutt (venstre bilde) og Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt (høyre bilde).

GPS-loggere: Kunnskap om arealbruk i hekkesesongen for sjøfugler på Jan Mayen

Vi har i dag ingen kunnskap om arealbruken til sjøfugl på Jan Mayen i hekkeperioden. Basert på kunnskap fra andre kolonier, for eksempel Bjørnøya (Strøm mfl. upubl. data) og Spitsbergen (Jakubas mfl. 2012, Goutte mfl. 2014), vet vi at viktige næringsområder kan ligge 100–150 km fra koloniene. Verneområdet rundt Jan Mayen omfatter en sone som strekker seg ca. 22 km ut fra øya. Det betyr at for de mest tallrike artene på øya (havhest, polarlomvi og alkekonge) foregår næringssøket gjennom hekkesesongen langt utenfor den marine sonen som inngår i verneområdet. Med økt menneskelig aktivitet ved Jan Mayen i fremtiden (for eksempel industriell utnytting av havbunnsmineraler), vil det være av stor relevans å avdekke viktige næringsområder for sjøfugl rundt Jan Mayen. Kartlegging av arealbruk hos sjøfugl gjøres ved hjelp av GPS-loggere som fuglene utstyres med gjennom hekkesesongen.

Ressursbehov

En slik innsats på de mest tallrike artene på Jan Mayen kan kombineres med SEAPOPs sitt årlige arbeid på øya, og bør gå over en periode på minst tre feltesonger. Studiet krever to dedikerte personer i ca. 1 mnd. Kostnadene anslås til 400 000 kroner per år for personell og nødvendig utstyr/opparbeiding av data.

SEATRACK: Sporing av ungfugler må utvides

Til nå har sporingen av sjøfugl utenfor hekkesesongen gjennom SEATRACK kun omfattet voksne, hekkende (reproduserende) fugler. De fleste sjøfuglartene har sen kjønnsmodning og vil normalt ikke starte å hekke før etter 2–5 år. En stor andel av en arts bestand vil derfor bestå av unge, ikke-kjønnsmodne fugler. For alkefuglene kan denne andelen utgjøre 50 % av totalbestanden. For de aller fleste sjøfuglartene har vi i dag ingen eller svært begrenset kunnskap om områdebruk og forflytninger hos ungfuglene. Dette er et langsiktig arbeid, siden fuglene må instrumenteres med loggere før de forlater kolonien som unger og fanges igjen 2–5 år senere når de returnerer til kolonien for å hekke. SEATRACK har startet dette arbeidet, men foreløpig bare i noen få, utvalgte kolonier på Fastlands-Norge og Svalbard. Studiet bør utvides til å omfatte arter også på Jan Mayen.

Ressursbehov

Arbeidet kan skje som en del av SEAPOPs sitt årlige arbeid på øya og kan gjøres av de to personene som oppholder seg på øya gjennom juni og juli. Ekstra kostnader er derfor forbundet med innkjøp av loggere og estimeres til 200 000 per år.

Kartlegging av svømmetrekket

Unger av lomvi og polarlomvi forlater kolonien når de er ca. tre uker gamle. De hopper da på havet, og sammen med sine fedre svømmer de bort fra kolonien og til oppvekstområdet. Ungene er i denne livsfasen ikke flygedyktige, samtidig som fedrene myter under svømmetrekket og mister flygeevidnen i en periode på ca. 45–50 dager. Svømmetrekket er derfor en sårbar periode i forhold til forurensning på sjøen, «barrierer» på sjøen (skip, plattformer osv.) og andre forstyrrelser. Vi har i dag svært liten kunnskap om svømmetrekket for lomvi og polarlomvi fra Jan Mayen. Gitt begge artenes bevaringsstatus og sårbarhet vil det være av stor verdi å få kartlagt svømmetrekket for disse to artene på Jan Mayen.

Ressursbehov

Dette kan gjøres gjennom et avgrenset forskningsprosjekt over to feltsesonger og skje som en del av SEAPOPs sitt arbeid på øya. Ekstra kostnader er derfor forbundet med innkjøp av satellittsendere og estimeres til 800 000 per år.

SEAPOP: Bestandsovervåking av flere arter/populasjoner på Jan Mayen

Bestandsovervåkingen av sjøfugl på Jan Mayen i regi av SEAPOP omfatter i dag primært tre av de mest tallrike artene på øya (havhest, lomvi og polarlomvi), samt en mer begrenset overvåking av storjo og polarmåke. Demografi og næringsvalg overvåkes kun for lomvi og polarlomvi. Det vil være av stor verdi å utvide denne overvåkingen til å omfatte flere arter der det ligger til rette for det (blant annet alkekonge) og flere parametere (demografi/næringsvalg) for artene som allerede inngår i overvåkingen. Overvåking av bestandsutvikling, demografi og næringsvalg er en grunnleggende forutsetning for å kunne si noe om artenes status, hva en eventuell endring i bestandens status skyldes, og hvilke forvaltningstiltak som eventuelt kan settes inn.

Ressursbehov

En utvidelse av dagens sjøfuglovervåking på Jan Mayen vil mest hensiktsmessig kunne skje gjennom å styrke SEAPOPs arbeid på øya fra to til fire personer i perioden juni til august hvert år. Kostnadene anslås til 500 000 kroner per år for personell og nødvendig utstyr/opparbeiding av data.



Noen få alkekonger hekker på Kvalrossen (venstre bilde). Det foregår for tiden ingen overvåking av alke på Jan Mayen (høyre bilde). Foto: Erlen Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.

SEAPOP: Ny kartlegging av hekkebestandene

Den første kartleggingen av hekkebestandene av sjøfugl på Jan Mayen ble gjennomført av Norsk Polarinstitutt i 2010 på oppdrag fra Kima-og miljødepartementet. Oppdatert kunnskap om sjøfuglenes antall og utbredelse er viktig i en lang rekke forvaltningsoppgaver. I SEAPOP er det satt som mål at data på hekkebestandenes størrelse og utbredelse ikke bør være mer enn 10 år gamle for å være representative og for å kunne brukes til for eksempel å styre ferdsel. Dataene fra Jan Mayen er nå 12 år gamle og bør derfor oppdateres i løpet av de nærmeste årene.

Ressursbehov

Kartleggingen i 2010 ble gjennomført med to feltpag á to personer i to måneder og i tett samarbeid med stasjonsbesetningen på Jan Mayen. En tilsvarende innsats vil være ønskelig også ved en ny kartleggingsrunde. Kostnadene forventes å ligge på ca. 800 000 kroner for personell og nødvendig utstyr/opparbeiding av data.

Toktdata fra åpent hav (økosystemtokt): sjøfugl–byttedyr interaksjoner

Økosystemtoktene Havforskningsinstituttet gjennomfører i norske havområder har hatt stor verdi for forståelsen av sjøfuglenes utbredelse gjennom å gi svar på hvordan sjøfugl er fordelt i forhold til andre økosystemkomponenter, og hvordan sjøfugl interagerer med sine byttedyr (Fauchald 2011). Sammenlignet med for eksempel Barentshavet har toktaktiviteten vært svært lav rundt Jan Mayen og i de vestlige delene av Norskehavet og i Grønlandshavet. Dersom det legges til rette for økt industriell aktivitet i disse områdene, bør det igangsettes tverrfaglige tokt i regi av Havforskningsinstituttet, Polarinstituttet og andre institusjoner i ulike sesonger, hvor registrering av sjøfugl er en integrert del av studiene.

5.4.6 Marine pattedyr

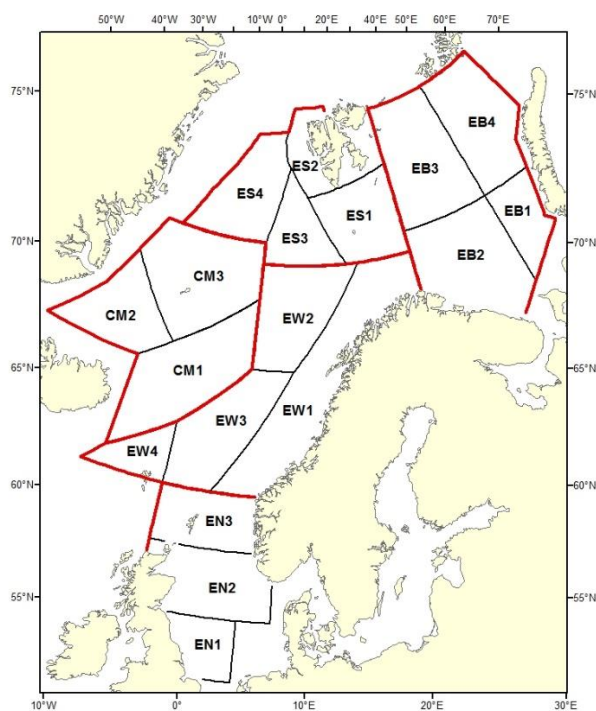
5.4.6.1 Hval

På 1600-tallet var det flere baser på Jan Mayen i forbindelse med fangst etter grønlandshval (*Balaena mysticetus*) (Pettersen 2016). Arten ble særdeles hardt beskattet og finnes ikke i området i dag. En medvirkende årsak til dette er nok at drivisen nå ligger langt vest for Jan Mayen. Spøringsstudier av grønlandshval fra bestanden som holdt til blant annet rundt Jan Mayen viser at arten er svært tilknyttet drivisen (Kovacs mfl. 2020), så selv om de vandrer til tilsvarende breddegrader som Jan Mayen, finnes de da inne ved kysten av Øst-Grønland (Lydersen mfl. 2012). Fangst av nebbhval (*Hyperoodon ampullatus*) ved Jan Mayen startet i 1882 (Benjaminsen & Christensen 1979). Fangsten økte mot slutten av 1800-tallet, for så å avta utover 1900-tallet inntil 1972, da all fangst etter nebbhval ble innstilt. Nebbhval i området rundt Jan Mayen har vært brukt i flere studier hvor dyrene er blitt instrumentert med ulike biologgere og man har sett på responser i adferd i forhold til forstyrrelser i form av menneskeskapt støy, og da særlig ved bruk av ulike sonarer (se for eksempel Miller mfl. 2015, Weensveen mfl. 2019). Dette er i hovedsak lavfrekvente sonarer tilsvarende de som brukes for militære formål. Hvalene responderte med å endre adferd ved å dykke bort fra støykilden, og man registrerte det lengste og dypeste dykket som noen gang er kjent for denne arten, 94 min til 2339 m (Miller mfl. 2015). Hvalene sluttet også å ekkolokalisere, og de er tydeligvis svært sensitive for lydforurensning.

Vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*) i områdene rundt Jan Mayen er fortsatt fangstet på som del av den norske vågehvalfangsten, men få dyr fanges der da det er langt (dyrt) for fangstskutene å dra dit, og været er mer utfordrende der enn i områder nær Fastlands-Norge. Hvalbestandene i området overvåkes av Havforskningsinstituttet, som foretar takseringer av vågehval på mer eller mindre regelmessig basis, normalt hvert femte år. Takseringene er utviklet for vågehval, men Havforskningsinstituttet takserer også de andre hvalartene som observeres i denne sammenheng. Resultater fra de ferskeste tellingene fra 2016 for den blokken som omfatter områdene rundt Jan Mayen (CM3, område på omtrent 295 000 km², se for eksempel Leonard & Øien (2020); Figur 45) er vist i Tabell 3.

Disse estimatene viser en økning i antallet for vågehval rundt Jan Mayen, mens estimatene for de andre ovenfornevnte artene er i samme størrelsesorden som estimerer fra de siste tellingene. Med unntak av vågehval er alle hvalartene som lever i dette området fredet. Felles for disse hvalene er at de vandrer over store områder, slik at den tallfestede informasjonen ikke gjelder for alle tider på året. I denne sammenheng kan nevnes at spøringsstudier av blåhval (*Balaenoptera musculus*) og finnhval (*Balaenoptera physalus*) fra Svalbard viser at vandringsrutene går forbi Jan Mayen-området og at de også stopper opp der i perioder, antakelig for å furasjere (Lydersen mfl. 2020, Hamilton mfl. 2021, Duengen mfl. 2022, Lydersen & Kovacs upubliserte data; Figur 46).

Blåhval spiser kun krill, mens andre arter som finnhval og vågehval spiser ulike fiskeslag i tillegg til krill (Skern-Mauritzen mfl. 2022). Det er derfor naturlig å anta at områdene rundt Jan Mayen har rikelig tilgang på aktuelle byttedyr for disse hvalartene siden de stopper opp der.



Figur 45. Kartet viser hele området som omfattes av de norske hvaltellingene. Forvaltningsområdene (EB, ES, EW, EN og CM) er markert med rødt, og stratumstrukturen innenfor disse er også vist. Stratum CM3 omfatter områdene rundt Jan Mayen. Kilde: Solvang mfl. (2021).



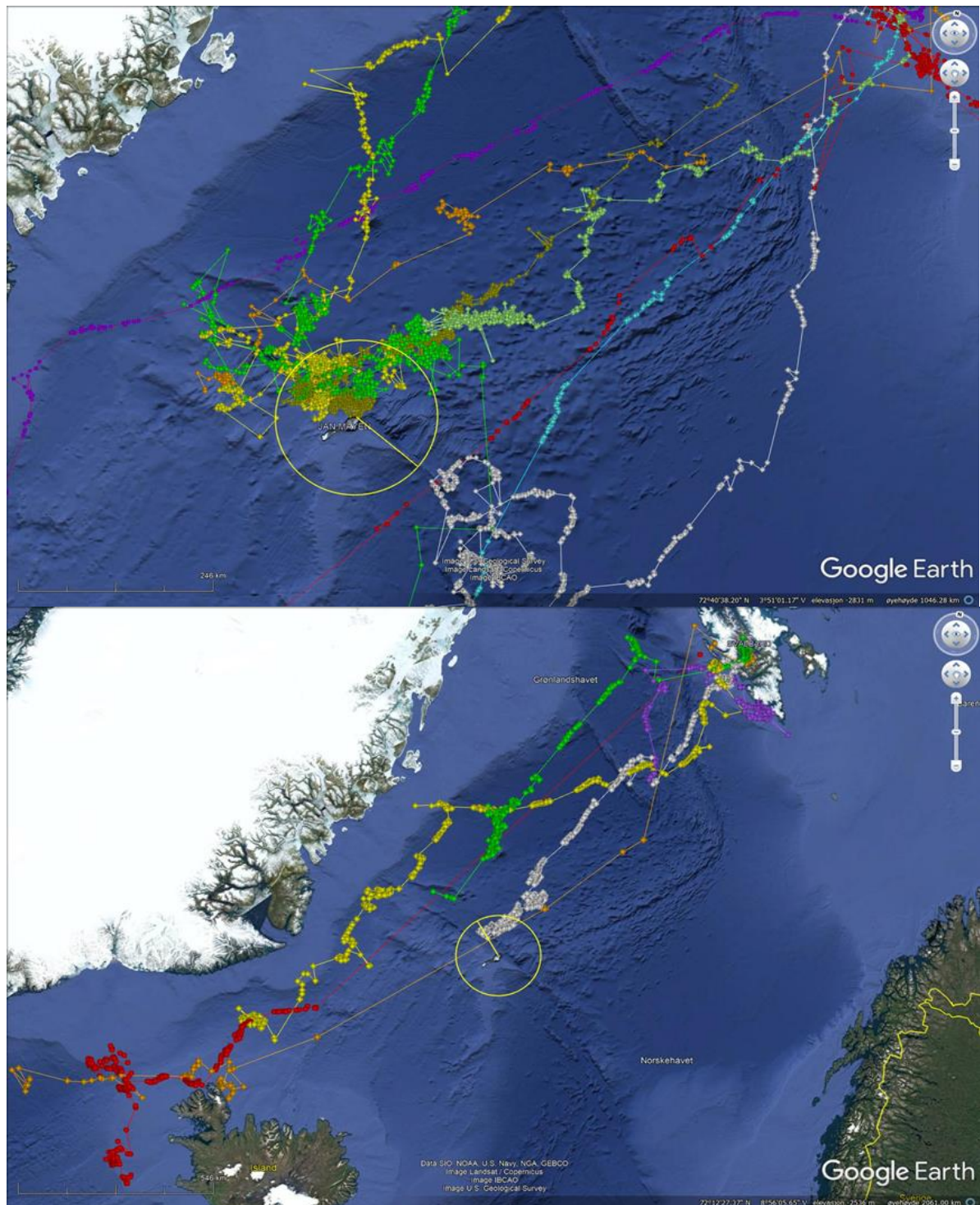
Finnhval fra Svalbard passerer Jan Mayen-området og stopper opp der i perioder, antakelig for å furasjere. Foto: Kit Kovacs & Christian Lydersen / Norsk Polarinstitutt.

Tabell 3. Hvaltelling fra 2016 for den blokken som omfatter områdene rundt Jan Mayen (CM3, et område på omtrent 295 000 km²). Kilde: Leonard & Øien (2020), Solvang mfl. (2021).

Art	Latinsk navn	Antall	95 % CI
Vågehval	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	8 948	5 400–14 827
Finnhval	<i>Balaenoptera physalus</i>	838	223–3 132
Knølhval	<i>Megaptera novaeangliae</i>	1 328	411–4 292
Spekkhuggere	<i>Orcinus orca</i>	2 595	655–10 278
Springere	<i>Lagenorhynchus</i> sp.	379	49–2 864
Nebbhval	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	3 553	1 628–7 751



Vågehval kan fangstes på ved Jan Mayen, men ofte foretrekkes andre områder. Foto: Ann Kristin Balto / Norsk Polarinstitutt.



Figur 46. Vandringsmønstre til ni finnhval (øverste panel) og seks blåhval (nederste panel) merket på Svalbard. Begge artene trekker forbi området ved Jan Mayen og stopper også opp i området, antakelig for å furasjere. Gul sirkel markerer et område rundt Jan Mayen med en 100 km radius. Kilde: Finnhval: Lydersen mfl. 2020, blåhval: Kovacs & Lydersen upubliserte data.

5.4.6.1.1 Kunnskapsbehov

Akustiske lyttebøyer: Forekomst i tid og rom

Høyest prioritet bør gis til å få en oversikt over hva som finnes av ulike hvalarter i dette området til ulike tider på året. Det anbefales derfor at det settes ut akustiske lyttebøyer på noen strategiske steder rundt Jan Mayen. Dette er en kostnadseffektiv og miljøvennlig måte å samle inn data på fra alle hvalarter som vokaliserer og ekkolokaliserer. Gitt enkelte arters sensitivitet for akustisk støy og fremtidige planer om industriell virksomhet (som for eksempel mineralutvinning) er dette noe som bør settes i gang umiddelbart.

Ressursbehov

Gitt at skip er tilgjengelig til utsetting og oseanografiske rigger er etablert på strategiske steder vil tre slike lyttebøyer (AURALS) koste 700 000 kroner. Dette vil være starten på en overvåkingsserie som vil kunne pågå i mange år. Det ønskes å drifte to slike lyttebøyer med en som back-up når man skifter batterier og laster ned data en gang i året. Dette er en engangsutgift, da driften videre (igjen gitt skipstid) hovedsakelig vil dreie seg om utgifter til batterier og harddisker som byttes årlig.

Biopsi og sporingsstudier: Genetiske forhold, miljøgiftbelastning, diett og helse

Det bør i tillegg samles inn biopsier fra hvaler i området for å se på genetiske forhold, miljøgiftbelastninger, diett og helse. For de tre siste av disse elementene bør det etableres et system for regelmessig prøvetaking for å kunne overvåke endringer av disse parameterne.

Sporingsstudier av ulike hvalarter fra området vil også være viktig for å avklare oppholdstid i området og gi mer kunnskap om utbredelse og vandringer. Dette vil blant annet innebære tilgang på betydelig logistikk (skip og eventuelt helikopter), men vil kunne kombineres med utsetting/drifting av lyttebøyer samt innsamling av biopsier som beskrevet over.

Ressursbehov

Biopsi og sporingsstudier vil koste ca. 2,5 millioner kroner per år gitt at det er skip med helikopterdekk tilgjengelig. Dette er hovedsakelig utgifter til helikopterleie (1,5 millioner kroner) og til satellittsendere (700 000 kroner). Resten går til analyser og annen logistikk. Dette bør gjøres i minst to år.

5.4.6.2 Sel

Kaste- og hårfellingsområdene for grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*) og klappmyss (*Cystophora cristata*) i Vesterisen foregår i et område nordvest for Jan Mayen. Tidligere var isforholdene enkelte år slik at kasteområdene kom helt inn på strendene rundt Jan Mayen, og folk på stasjonen kunne gå ut på isen og fange sel (Gabrielsen mfl. 1997a). I de siste tiårene har drivisen som disse selene bruker til kasting og hårfelling flyttet seg mye nærmere kysten av Grønland. Sporingsstudier av grønlandssel og klappmyss som er merket i Vesterisen viser imidlertid at mange av disse svømmer i retning Jan Mayen og videre, og noen stopper også opp og furasjerer antakelig i områdene rundt øya (Vacquié-Garcia mfl. 2017, Hamilton mfl. 2021, Grecian mfl. 2022).



Grønlandssel er en av to selarter med kaste- og hårfellingsområde i Vesterisen. Foto Kit Kovacs & Christian Lydersen / Norsk Polarinstitutt.

Det finnes rapporter om ulike selarter, inklusive hvalross (*Odobenus rosmarus*), som legger seg opp på strendene rundt på øya (Gabrielsen mfl. 1997a), men dette må betraktes som tilfeldige hendelser, og det er ikke etablerte bestander av noen selart med tilhold på Jan Mayen. Et unntak kan være rapporter om sel som er påtruffet i små grupper og skutt på land (Gabrielsen mfl. 1997a). Dette kan muligens være steinkobbe (*Phoca vitulina*).

5.4.6.2.1 Kunnskapsbehov

Det pågående overvåkingsprogrammet for grønlandssel og klappmyss i Vesterisen bør fortsette. I tillegg bør følgende vurderes:

Observasjoner fra småbåt: Eventuell forekomst av steinkobbe

For sel er det interessant å undersøke en eventuell tilstedeværelse av steinkobbe på Jan Mayen. Det er tegn som tyder på at arten kan ha etablert seg her, men det er så langt ikke foretatt undersøkelser som bekrefter/avkrefter dette. Det finnes bestander av arten både på Grønland, Island og Svalbard (Desportes mfl. 2010).

Ressursbehov

Gitt at man har tilgang til et skip i området, kan dette gjøres for ca. 100 000 kroner, som da vil være kostnader for å ha personell om bord som kan undersøke strandsonen rundt øya med småbåt.

6 Land

6.1 Geologi

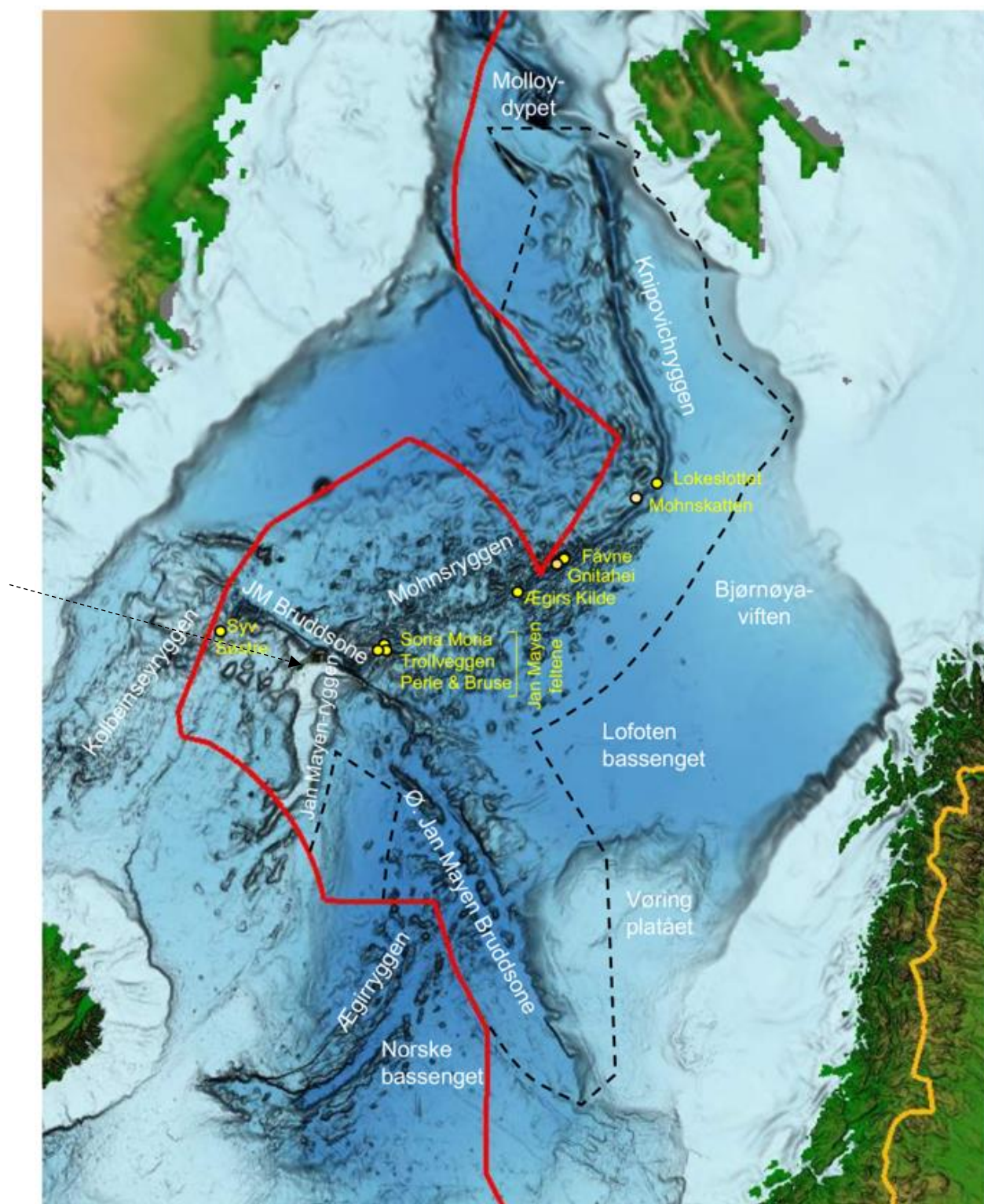
Beerenberg på Jan Mayen er verdens nordligste aktive vulkan som er over havnivå. Hele øya er av vulkansk opprinnelse, og det siste utbruddet var i 1985. Øya har et rikt arkiv over klimahistorien og landskapsendringer både på land og i marine avsetninger på sokkelen rundt.

I det siste har det vært en god del geologisk feltarbeid og kartlegging på Jan Mayen som har gjort at kunnskapsgrunnlaget i 2022 er bedre. Som en følge av det nye arbeidet kan vi nå peke på nye problemstillinger og mangler i kunnskapen om geologien i naturmiljøet på øya.

6.1.1 Bakgrunn

Jan Mayen er en aktiv geologisk sone som deler havbunnen mellom det nordamerikanske og europeiske kontinentet i to. Jordskorpen under kontinentene er annerledes enn havbunnskorpen. Kontinentalskorpen er gammel, geologisk kompleks, har lavere egenvekt og er tykkere enn havbunnskorpen, som for det meste er relativt ung. Vi finner en rekke geologiske aktive miljø i tilknytning til havbunnskorpe; spredningsrygger med undersjøisk vulkanisme og hydrotermale soner, sprekkesoner på tvers (transforme) av spredningsaksen og vulkanske øyer.

Like nord for Jan Mayen ligger Jan Mayen-bruddsonen (Figur 47), en transform (sidelengs) forkastning som deler den aktive midthavsryggen i to; Mohnsryggen i nord og Kolbeinseyryggen i sør. Jan Mayen-bruddsonen er flere hundre kilometer lang og en svært aktiv jordskjelvsone som så vidt kommer på land på nordspissen av Jan Mayen. Sør for øya er det to spredningsrygger: den aktive Kolbeinseyryggen som går gjennom Island, og den inaktive Ægir-ryggen. Jan Mayen-ryggen opptrer som en stor forhøyning i sør og er ingen spredningsrygg, men utgjør området som er definert som Jan Mayen mikrokontinent.



Figur 47. Kart som viser norske dyphavsområder (avgrenset av rød linje) og landformer på havbunnen. Pil viser Lokalisering av Jan Mayen. Kilde: Pedersen mfl. (2021).

6.1.2 Berggrunnsgeologisk kart

Et berggrunnsgeologisk kart ble først publisert av Imsland (1978), og deretter nytegnet til den forrige rapporten om natur og kulturmiljøet på Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997a). Kartet viser de vulkanske bergartene, lavastrømmer og utbruddslokalteter. Det er etablert en vulkansk stratigrafi med tre formasjoner etter Imsland (1978).

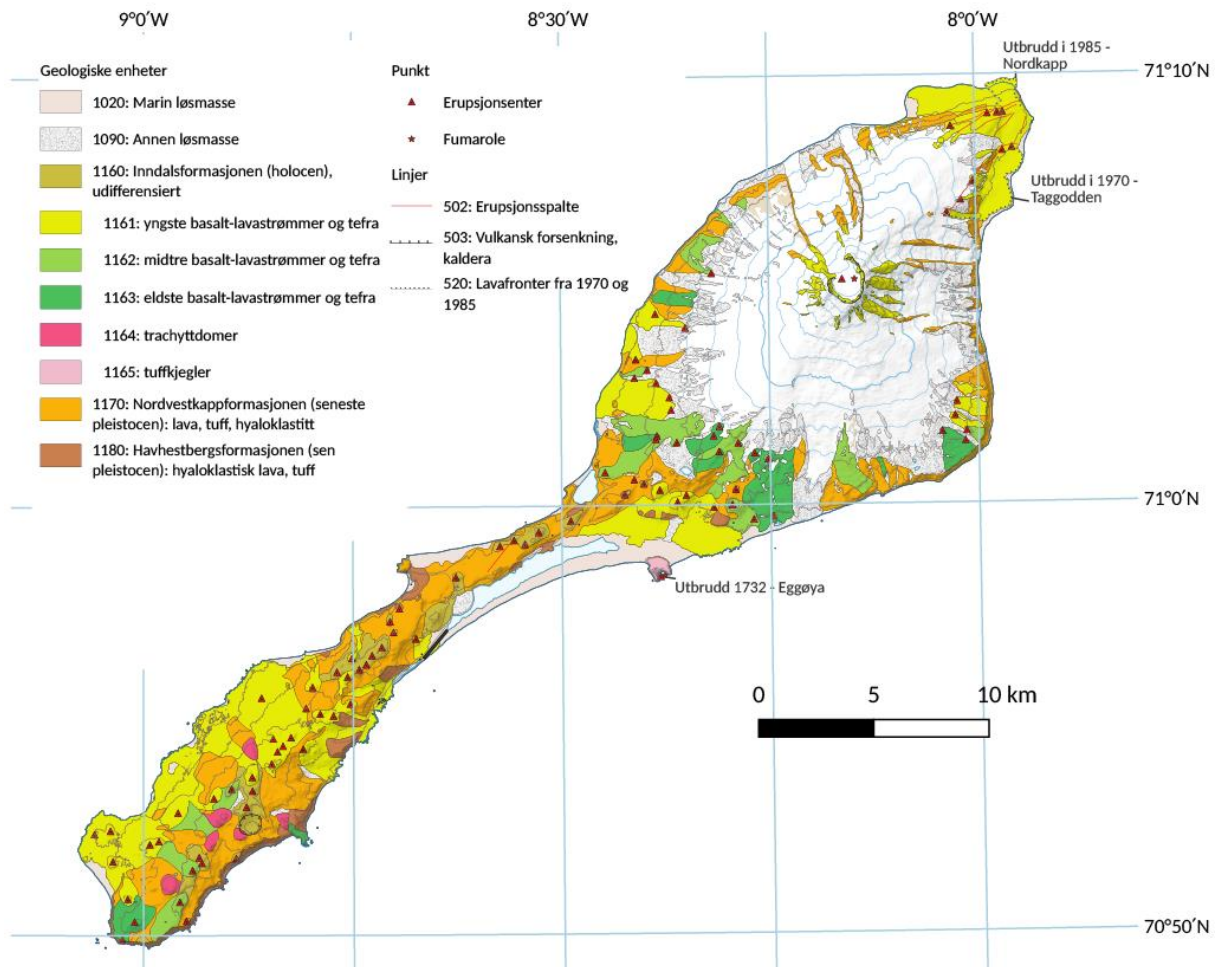
Havhestbergformasjonen (mørkebrun farge på Figur 48) er den eldste og nederste formasjonen og består av hyaloklastisk (glassklaster) lava, for det meste avsatt under havoverflaten. Nye dateringer viser imidlertid at de eldste daterte lavastrømmene (560 000 år) er subaeriale (dannet på land) og knyttet til vulkanske øyer i området ved Nordlaguna (Larsen mfl. 2022).

De to øvre formasjonene utgjør mesteparten av bergartsvolumet som er over havnivå. *Nordvestkappformasjonen* ble avsatt delvis over havoverflaten i en øygruppe som ble til Jan Mayen. Trakytt finner vi bare på Sør- og Midt-Jan (rød enhet på Figur 48). Dette er en vulkansk bergart som er lysere enn den mer vanlige basalten og har et høyere silisium- og alkaliinnhold. Den må dermed ha blitt dannet på en annen måte enn vanlig basalt, for eksempel ved smelting av allerede eksisterende basalt som Imsland (1978) foreslo, fraksjonering (kjemisk endring som følge av at krystaller blir dannet) av magma, eller kanskje ved primær oppsmelting av mantelen.

Øverst er *Inndalenformasjonen* med de yngste vulkanske lagene som utbruddene i historisk tid også hører til. Lavastrømmer og løse vulkanske masser som tilhører denne formasjonen er angitt i røde, grønne og gule farger på kartet.

Det er kartlagt et hundretalls erupsjonsentre på Jan Mayen. Dette er lokaliteter hvor det har vært små og store utbrudd, der hvert enkelt utbrudd gjerne kan være opphav til flere erupsjonsentre. Mange av disse erupsjonsentrene består av til dels løse masser av scoria eller lignende vulkanske produkt. Eggøya på sørøstsiden av Jan Mayen er et eksempel på dette (Figur 68).

Fumarole er et annet punkt-symbol brukt på kartet. Dette er lokaliteter hvor damp jevnlig kan observeres, spesielt ved Eggøya og toppen av Beerenberg.



Figur 48. Berggrunnsgeologisk kart over Jan Mayen. Kilde: Gabrielsen mfl. (1997a).

6.1.3 Vulkanisme

Bakgrunnen for vulkanismen på Jan Mayen har vært gjenstand for mye debatt. Sannsynligvis har den sammenheng med den ganske unike situasjonen hvor man har et kontinentfragment like i nærheten av en transformforkastning og en spredningsrygg (Haase mfl. 1996). Et annet forslag er at vulkanismen skyldes at gammelt materiale fra det islandske varmpunktet ligger under Jan Mayen og smeltes delvis opp på grunn av varmen fra den nærliggende midthavsryggen, eller at vulkanismen skyldes en lokal manteldiapir (varmpunkt) som også påvirker den nærliggende midthavsryggen (Elkins mfl. 2016). Det sørligste segmentet av Mohnsryggen (Figur 47) er grunnere enn delene lengre nord, og dette har blitt tolket til å skyldes høyere magmatisk produktivitet på grunn av en slik manteldiapir, men det er ikke dokumentert noen spor i havbunnskorpen rundt Jan Mayen som støtter opp om denne hypotesen.

Det forrige utbruddet på Jan Mayen skjedde på nordøstspissen av Beerenberg i 1985 og varte bare i 35–40 timer. Utbruddet var et lite, effusivt flankeutbrudd som i produserte ca. syv millioner kubikkmeter (0,007 km³) med lava, men også små mengder med vulkansk aske (Imsland 1986).

Den vanligste formen for utbrudd fra Beerenberg er flankeutbrudd med basaltisk sammensetning. Disse utbruddene opptrer ofte som sprekkeutbrudd og kan være av strombolsk (milde eksplosjoner som ofte danner slaggekjegler, oppkalt etter den vulkanske øya Stromboli) karakter, men vulkanske utbrudd (oppkalt etter den vulkanske øya Vulcano, hvor aske- og gass-skyer kan nå flere kilometer opp i atmosfæren) forekommer også. Disse utbruddsformene er også de vanligste på Sør- og Midt-Jan. Volumet med lava som kommer til overflaten under disse utbruddene utgjør typisk mellom 0,007 til 0,5 km³.

6.1.3.1 Magmakamre, rørsystemer og undergrunnsstruktur

Imsland (1984) identifiserte tre hovedtyper av magma fra de vulkanske systemene på Jan Mayen: henholdsvis primitiv og mer utviklet basalt og trakytt. Primitiv basaltisk magma er dannet lengre ned i mantelen og representerer en primær smelte, mens de to andre er mer typisk for magma dannet i jordskorpa. Nyere analyser av magmakjemi ser ut til å bekrefte hovedtypene til Imsland (1978), og trykk og temperaturberegninger basert på disse analysene tyder på at det finnes magmakamre på flere nivåer under Beerenberg. Disse beregningene gir trykk på rundt 2 og 6 kilobar, som tilsvarer en dybde på 7 og 21 km.

6.1.3.2 Utbruddshistorie og mønster

Utbruddsfrekvensen på Jan Mayen er vanskelig å anslå på grunn av isdekket og få observerte utbrudd i historiske kilder, men siden øya ble oppdaget på 1600-tallet ser det ut til å ha vært i gjennomsnitt ett utbrudd per 60–70 år og det korteste tidsrommet mellom observerte utbrudd litt under 15 år.

Tabell 4. Liste over kjente historiske utbrudd.

År	Utbrudd	Kilde
1732	Eggøya	Beskrevet av Anderson (1746)
1650–1882	Kokssletta	Basert på at Kokssletta forekommer på kart fra 1882 (Sylvester 1975)
1818	Sørflanken av Beerenberg	Scoresby (1820)
1970	Taggodden	Større utbrudd, observert 21. september
1985	Kokssletta	Mindre utbrudd, observert fra fly 7. januar og beskrevet av Imsland (1986)

Beerenberg, sentralkrateret og flankeutbrudd

Utbruddshistorien til Beerenberg etter siste istid er ikke komplett (Gjerløw 2021). Lavastrømmer og askelag fra utbrudd på de isfrie flankene er kartlagt til en viss grad, men utbrudd fra de isdekte delene er ukjent, med unntak av sprekkeutbruddet i 1970, hvor sprekken strekte seg delvis inn i isdekte områder. I åpningsfasen av dette utbruddet ble det dannet store søyler av aske og gass, og lokalviser rapporterte askenedfall i Bardufoss-området. Siden 1650 har det skjedd minst fem flankeutbrudd fra Beerenberg; ett på nord-østflanken mellom 1650 og 1882, to på sør-flanken (1732 og 1818) og to på nord-østflanken (1970 og 1985). Siden 1650 har det i gjennomsnitt vært utbrudd hvert 60. til 70. år, og lengden på utbruddene har variert fra et par dager opp til flere måneder.



Vulkanutbrudd september 1970. Sett fra C-130 flyet (venstre bilde). Sett fra KNM Heimdal (øverst, høyre). Foto: Helge Kristiansen. Samme utbrudd, fotografert nattetid (nederst, høyre). Foto: Thor Siggerud / Norsk Polarinstitutt.

Midt- og Sør-Jan

På Sør-Jan har utbruddene etter siste istid stort sett vært lavastrømmer, slaggekjegler, domer og grunne undersjøiske utbrudd lik det på Surtsey. På Midt-Jan har utbruddene i samme periode stort sett vært slaggekjegler og grunne undersjøiske. Det er anslått at det har skjedd minst 45 utbrudd siden siste istid på disse delene av Jan Mayen, basert på synlige kratre, lavastrømmer og andre produkter fra vulkanutbrudd. Dette gir en minimumsverdi for utbruddsfrekvens på ca. et utbrudd per 220 år. Ingen utbrudd er dokumentert fra denne delen av Jan Mayen i historisk tid (fra ca. 1650), men det er trolig at minst et utbrudd har skjedd her med bakgrunn i at kystlinjen ser ut til å ha forandret seg på kart mellom 1650 og 1882. Varigheten på utbrudd fra Midt- og Sør-Jan er ukjent, men størrelsen ser ut til å variere innen de samme parameterne som for Beerenberg.

6.1.3.3 Karakteristikk og oppførsel i inaktive perioder

Jan Mayen ligger i et område med mye seismisk aktivitet (på grunn av forkastningene og plategrensene rett nord for øya), og det er ikke unormalt med forholdsvis store jordskjelv i dette området.

Det forekommer også litt geotermisk aktivitet, men i hovedsak er denne knyttet til steder hvor det har skjedd vulkanutbrudd i nyere tid. Et eksempel er krateret fra utbruddet på Eggøya i 1732, hvor det fortsatt kommer varm luft og damp opp fra sprekker i krateret. Fra sentralkrateret ble det også observert damp etter utbruddene i 1970 og 1985, og nye kratre i nærheten av utbruddet fra 1970 i de påfølgende årene, trolig som følge av damp-eksplosjoner (freatiske).

6.1.3.4 Signaler i forkant av vulkanutbrudd

I forkant av utbruddet i 1970 var det seismiske nettverket nede for vedlikehold. Man vet derfor lite om den seismiske aktiviteten, men selve utbruddet startet trolig samtidig eller et par timer etter et jordskjelv med styrke 5,1, som ble følt ved Olonkinbyen.

I forkant av utbruddet i 1985 følte mannskapet ved Olonkinbyen en sverm av jordskjelv med styrke opp til 4,9. Disse jordskjelvene startet rundt 4. januar, mens selve utbruddet trolig startet rundt 6. januar.

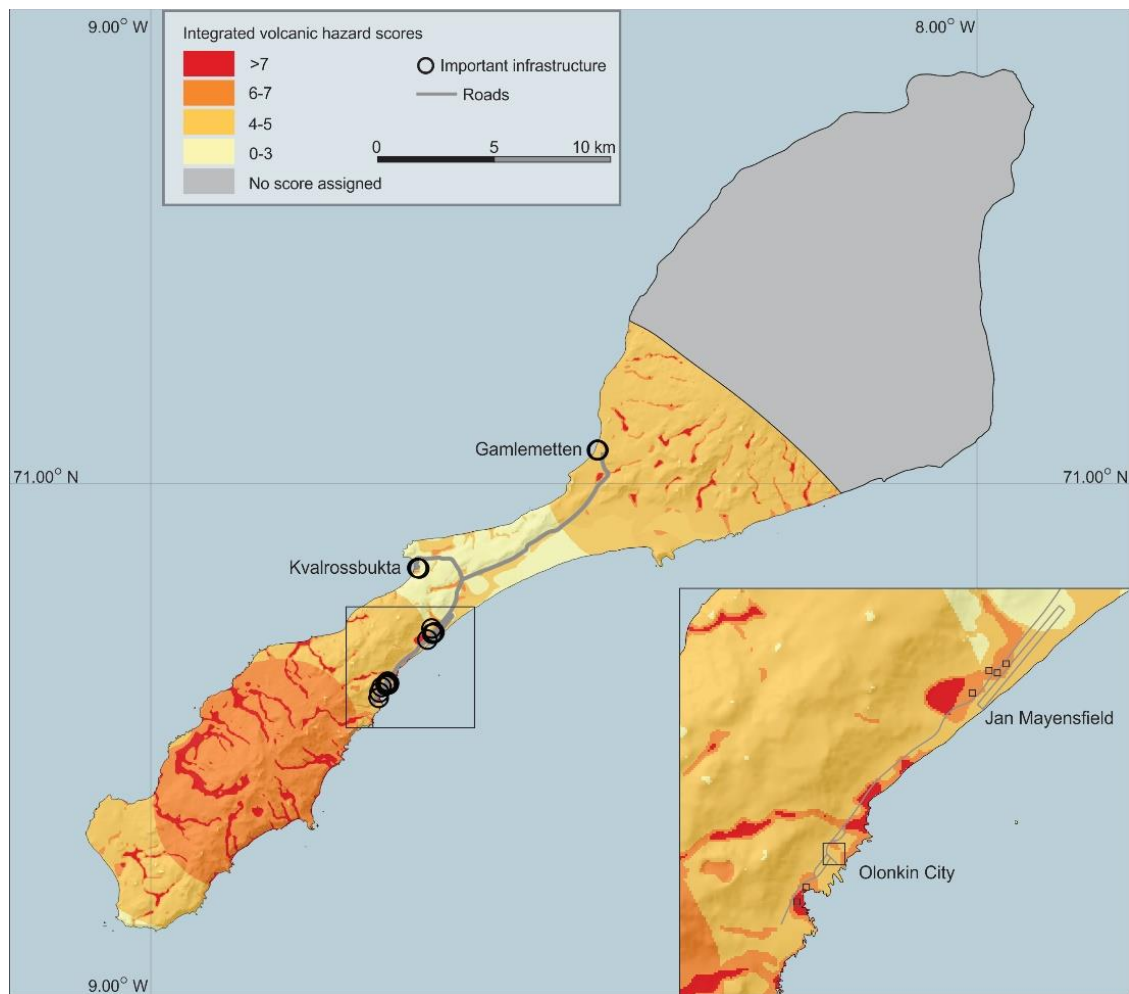
Ut fra dette er det trolig at man vil kunne se signaler i form av seismisk aktivitet og jordskjelvsvermer i forkant av fremtidige vulkanutbrudd, men andre signaler er ikke beskrevet og må eventuelt overvåkes i forkant av neste vulkanutbrudd.

6.1.4 Vulkanske geofarer og fremtidig vulkansk aktivitet

Gjerløw mfl. (2022) publiserte en systematisk vurdering av geofarene knyttet til vulkanisme på Jan Mayen (Figur 49). Basert på den tidligere vulkanske aktiviteten på Jan Mayen kan man i fremtiden forvente at de vulkanske geofarene vil være lavastrømmer, askenedfall, pyroklastiske strømmer, ballistiske prosjektiler og jøkullaup. Lavastrømmer fra Beerenberg vil ikke true den viktigste infrastrukturen på Jan Mayen, mens lavastrømmer på Midt-Jan og spesielt Sør-Jan kan true både infrastrukturen og personalet som er stasjonert på Jan Mayen. Askenedfall fra eksplosive utbrudd kan forårsake bekmørke over lengre perioder, forstyrrelser i fly-, bil- og båttrafikk og også forårsake skader på infrastruktur over hele Jan Mayen. I tillegg kan aske fra slike utbrudd forstyrre regional flytrafikk.

Pyroklastiske strømmer kan nå opp til 2–3 km fra krateret ved utbrudd med samme stil som Surtsey og Eggøya i 1732. Dersom et utbrudd skjer i havområdene i nærheten av Olonkinbyen på østsiden av Sør-Jan vil stasjonen kunne rammes av slike pyroklastiske strømmer. Jøkullaup og vulkanske slamstrømmer vil kunne oppstå ved utbrudd på Beerenberg som starter under isbreene. Ballistiske prosjektiler (steinfragmenter) kan slynges et par kilometer fra krateret i eksplosjoner som kan skje ved vulkanske til kraftige strombolske utbrudd.

Utbruddene på Jan Mayen kan inndeles etter mengden magma som har nådd overflaten. Nedenfor beskrives disse kategoriene og historiske utbrudd som passer inn i de forskjellige kategoriene.



Figur 49. Kvalitativt kart over de vulkanske geofarene på Jan Mayen (basert på simulering av lavastrømmer og askenedfall fra mindre eksplosive utbrudd). Den utvidete delen av kartet viser flyplassen og Olonkinbyen. Verdier > 7 er gitt til områder med høye verdier i begge kategoriene. Verdi 6–7 representerer områder med høy score i en kategori og middels i den andre. Verdi 4–5 er områder med liten score i en kategori og lav i en annen, mens områder med score 0–3 har lave verdier innen både lavastrømmer og askenedfall. Det grå området er ekskludert på grunn av manglende data rundt Beerenberg siden vulkanen er dekket av isbreer. Kilde: Gjerløw mfl. (2022).

6.1.4.1 Små utbrudd ($< 0,1 \text{ km}^3$), ett av fem historiske utbrudd

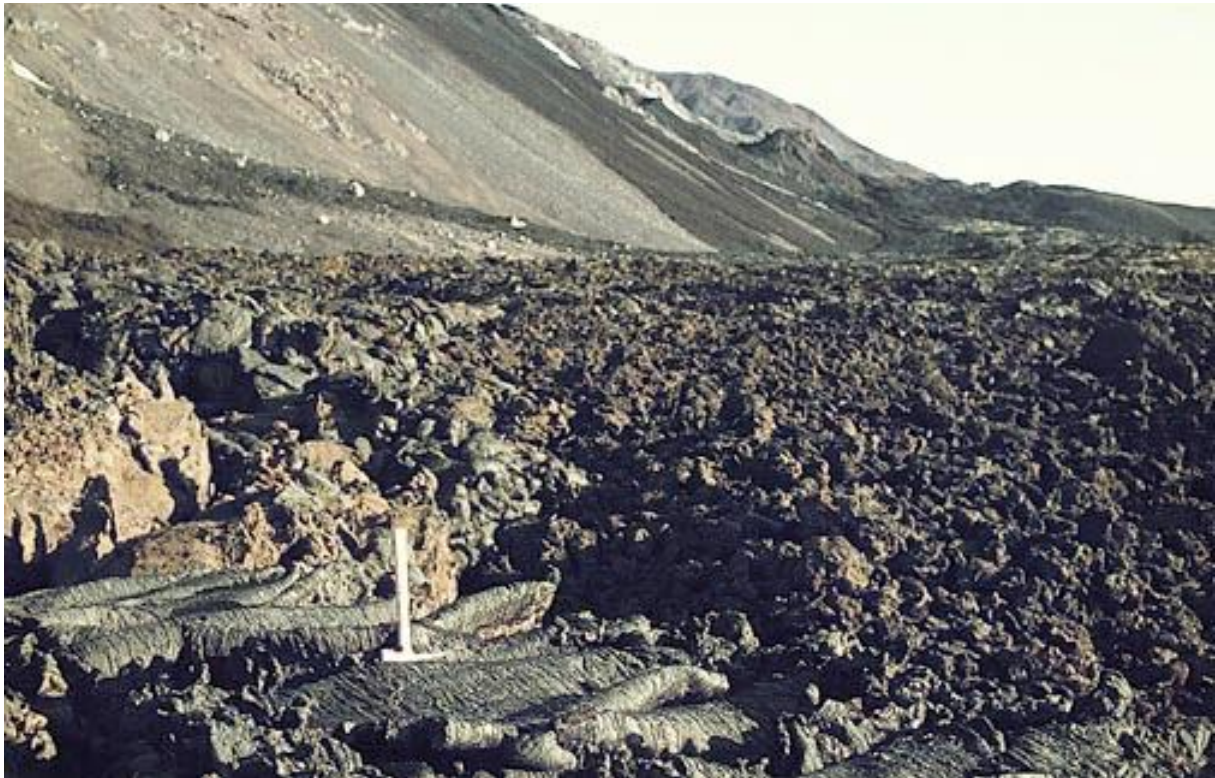
Utbrudd i denne kategorien vil mest sannsynlig skje i form av små lavastrømmer likt utbruddet ved Kokssletta i 1985, eller som små slaggkjegler. Begge disse utbruddsformene har tidligere skjedd over alle deler av Jan Mayen.

6.1.4.2 Moderate utbrudd (eksplosive utbrudd med askenedfall på $0,1\text{--}0,5 \text{ km}^3$ eller lavautbrudd med $0,1\text{--}0,5 \text{ km}^3$), to–tre av fem historiske utbrudd

Utbrudd fra dette scenarioet vil oppføre seg forskjellig avhengig av om de skjer på overflaten, under isbreene eller i havet. Lengden på utbrudd i denne størrelseskategorien er heller ikke godt kjent, det eneste utbruddet som er beskrevet av historiske kilder varte mellom fire dager og en måned.

6.1.4.3 Overflateutbrudd

Overflateutbrudd fra Beerenberg forventes å komme i form av lavastrømmer og/eller strombolske til vulcanske utbrudd. På sør-vestflanken av Beerenberg finner man relativt store kratre, som for eksempel Esk-krateret. Lavastrømmene fra Beerenberg er ofte aa-strømmer men det forekommer også pahoe-hoe-strømmer (Figur 50).



Figur 50. Foto tatt i 1973 som viser lava fra 1970-utbruddet ved Taggodden. En aa-strøm (med irregulær overflate) ligger under en pahoe-hoe-strøm med mer jevn overflate. Legg merke til fersk lava som har strømmet nedover fjellsiden. Foto: A. Sylvester, 16. august 1973.

6.1.4.4 Grunne submarine utbrudd (Surtseyiske)

Utbruddet ved Eggøya (Figur 68) i 1732 var et grunt submarint utbrudd. Dette startet i et grunt havområde slik at havvann og magma kom i kontakt med hverandre og gjorde utbruddet til det største eksplosive utbruddet beskrevet fra Jan Mayen. Store deler av øya ble dekket av aske, og det er anslått at volumet av vulkansk aske var på minst 0,3 til 0,4 km³, som svarer til et VEI 4 (en logaritmisk skala som beskriver hvor eksplosivt et utbrudd er). I avsetningene fra dette utbruddet er det også synlige spor etter pyroklastiske strømmer opp til 2 km fra krateret. Man kan regne med at slike utbrudd vil danne tykke avsetninger av aske (Figur 51) som vil dekke områdene i et par kilometers avstand av krateret.



Figur 51. Grop gjennom tefra. Den øverste 0,5 m stammer fra Eggøya-utbruddet. De lyse lagene er vegetasjonslag som ble begravet av vulkansk aske. Foto: Gjerløw mfl. (2022).

6.1.4.5 Store utbrudd ($> 0,5 \text{ km}^3$), ett–to av fem historiske utbrudd

Minst ett stort utbrudd har skjedd i den historiske perioden på Jan Mayen (siden tidlig på 1600-tallet). Utbruddet i 1970 er det største utbruddet som er beskrevet og startet som et delvis subglasialt utbrudd på nord-østflanken av Beerenberg. I åpningsfasen ble det dannet aske- og dampskyer med høyde på opptil 10 km, og satellittbilder viser at skyene strakte seg minst 100 km fra Jan Mayen. Etter hvert som utbruddet pågikk ble det mindre eksplosivt og dannet i hovedsak lavastrømmer som bygde opp et lavaplatå ved kysten. Lavastrømmene varte opp til to måneder mens dampekspløsjoner pågikk i ett til

to år etter utbruddet. Siggerud (1972) anslår at volumet av magma i dette utbruddet var på minst 0,5 km³. Slike store utbrudd fra Beerenberg har etter siste istid vært fokusert rundt nord-øst- og sør-vestflankene til vulkanen. Dersom et slikt utbrudd skulle skje i havet, vil man trolig få et forløp likt Eggøya og Surtsey, med relativt store mengder vulkansk aske som i hovedsak vil legge seg på Jan Mayen og de omkringliggende havområdene.

6.1.5 Kvartærgeologi

Kvartærtiden, som er de siste 2,6 millioner år av Jordas historie, er først og fremst karakterisert av vekslende istider og mellomistider som er et resultat av naturlige klimasvingninger. I det vulkanskdominerte landskapet på Jan Mayen, der de eldste aldersbestemte bergartene er ca. 565 000 år gamle (Larsen mfl. 2022), har også istidene satt sine spor. Etter at den forrige rapporten om natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen ble publisert (Gabrielsen mfl. 1997a), har kvartærgeologisk kartlegging og forskning gitt ny kunnskap om øyas kvartær- og glasialgeologi, geomorfologi og løsmassefordeling.

6.1.5.1 Glasiasjonshistorie og brevariasjoner

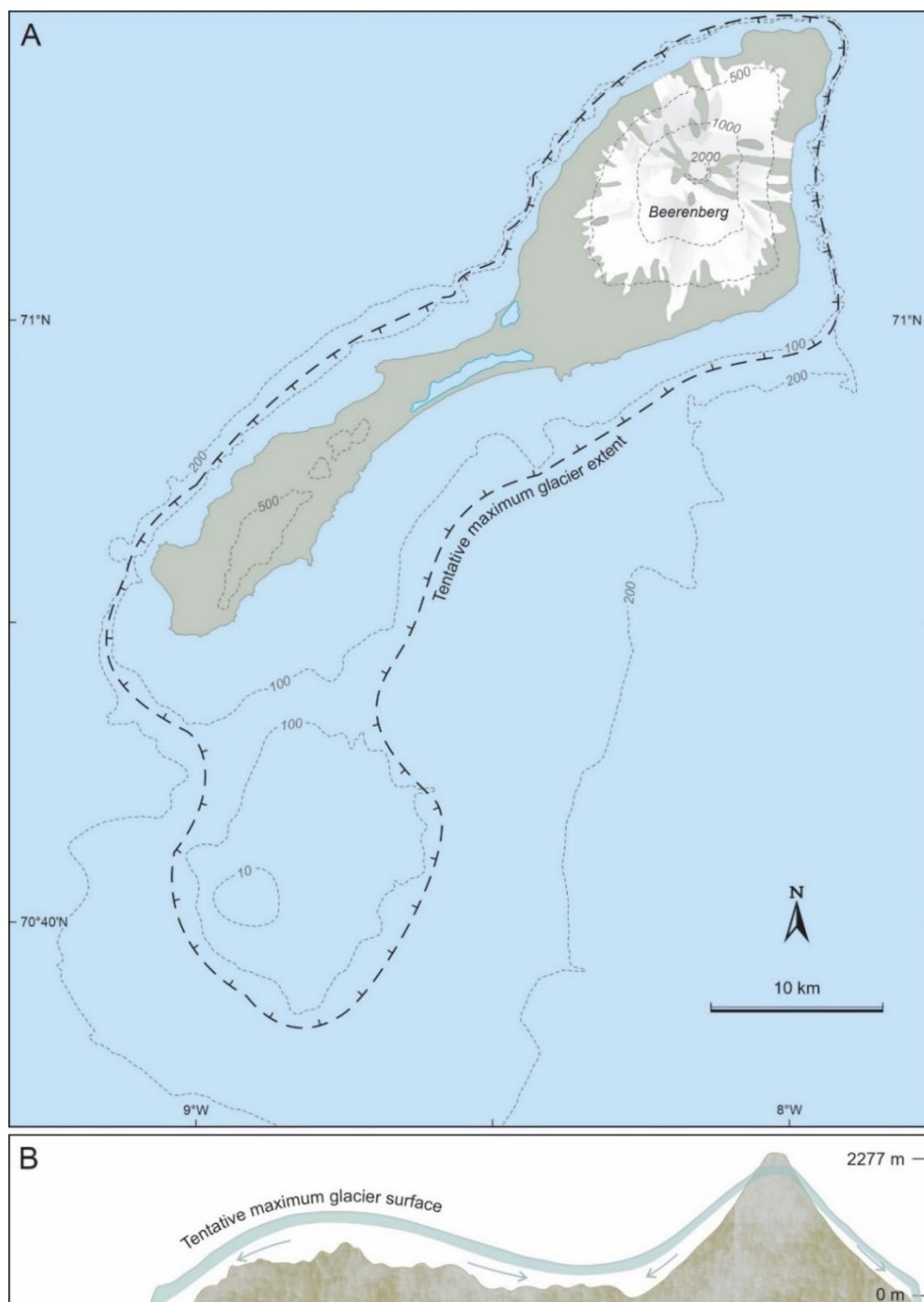
Store deler av Nord-Jan er dekket av is i dag, og enkelte av breutløperne går helt ned til dagens havnivå. Weyprechtbreen i den nordvestlige delen av øya er en av de største isbreene. Den har sitt utspring i sentralkrateret av Beerenberg og kalver i havet over 2000 m lenger ned. Foran de fleste breene finnes morenerygger som vitner om større isutbredelse enn i dag, og spesielt iøynefallende er de store moreneryggene ved Sørbreen (Figur 52). Det finnes flere gamle beskrivelser av breer på Jan Mayen (for eksempel Blaeu 1662, Scoresby 1820), mens de første målinger og undersøkelser ble gjort senere, se kapittel 6.2 for flere detaljer.



Figur 52. Sidemorene fra Den lille istid ved Sørbreen. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Inntil nylig har kunnskapen om isutbredelse vært begrenset til Nord-Jan. Morenerygger utenfor dagens brefronter har vært tolket til å være fra slutten av Den lille Istid (ca. år 1850) og fra sen holocen (om lag 2500 år siden) (Anda mfl. 1985). Dette er basert på historiske data, lichenometri (aldersbestemmelse ved måling av størrelse og tilvekst av lav) og sammenligning med kunnskapen om islandske breer. Fitch (1964) antydte at hele Jan Mayen kunne ha vært isdekket basert på funn av tillitt (forsteinet morenemateriale) ved foten av Beerenberg, men senere arbeid av Imsland (1978) konkluderte med at det ikke hadde eksistert is utenfor dette området. Nyere forskning basert på feltarbeid og dateringsanalyser har dokumentert at det har eksistert et isdekke også over Midt- og Sør-Jan, under siste istid (Lyså mfl. 2021).

Det er nå godt dokumentert at hele Jan Mayen var dekket av en iskappe under siste istids maksimum (Sen Weichsel), og at denne trolig hadde en utbredelse helt ut på det grunne sokkelområdet i sørøst (Figur 53; Lyså mfl. 2021). Framveksten av iskapen startet en gang etter ca. 47 000 år, trolig etter 34 000 år, noe som er i fase med isvekst i andre deler av den Nord-Atlantiske regionen. Iskappen over Jan Mayen nådde sin største utbredelse før 21 500 år siden, og isavsmeltingen startet rett etter dette. For om lag 14 000–13 500 år siden var mesteparten av Sør- og Midt-Jan isfritt, og vegetasjon hadde etablert seg ved kysten nær Nordlaguna allerede et par tusen år før dette. Disse aldrene er basert på et omfattende kronologisk analysearbeid, hovedsakelig aldersbestemmelse ved bruk av kosmogen-dateringer (med ^{36}Cl), men også bergartsdateringer ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ og K-Ar) og radiokarbondateringer (Anjar mfl. 2021, Lyså mfl. 2021).



Figur 53. Figuren viser (A) den maksimale utbredelsen av iskappen over Jan Mayen under siste istid (sen weichsel) og (B) idealisert N-S profil av breoverflaten. Dette er basert på dokumentasjon av at is har vært over høydeområder og utover klippekanter i Sør- og Midt-Jan i denne perioden, og at isen trolig må ha gått ut over det grunne sokkelområdet i sørøst da det globale havnivået var vel 125 m lavere enn i dag. Kilde: Lyså mfl. (2021).

Deler av Jan Mayen var mulig isdekket også tidligere enn sen weichsel, men dette er ikke godt dokumentert, kartlagt eller aldersbestemt. Noen av de hyaloklastiske bergartene som finnes på øya kan være dannet ved vulkanutbrudd under is. Det finnes indikasjoner på at isavsmelting (isavlasting av jordskorpa) kan trigge vulkanisme, noe som trolig kan ha skjedd under siste isavsmeltning da Tindarrekken på Lågheia ble dannet (Figur 54) og da Domen så dagens lys for om lag 21 500 år siden (Larsen mfl. 2021, Lyså mfl. 2021).



Figur 54. Tindar (avlang lavaformasjon dannet ved utbrudd under isen) ved Kjølen (merket med pil) stikker opp av moreneflata på Lågheia. Foto: Eiliv Larsen / Norges geologiske undersøkelse.

De yngste brevariasjonene er godt synlige på Nord-Jan der store morenerygger finnes foran mange breutløpere (Figur 52). Hovedsakelig basert på historiske kilder, er disse blitt knyttet til den største isutbredelsen under den lille istid (Anda mfl. 1985), en kuldeperiode som varte fra omtrent midten av 1500-tallet til midten av 1800-tallet. Flere av moreneryggene har en kjerne av breis, noe som gjør at de virker større enn mengden morenematerialet tilsier. Etter den lille istid har isbreene smeltet mye tilbake, og flere av brefrontene som da kalvet i havet, har nå en frontposisjon på land.

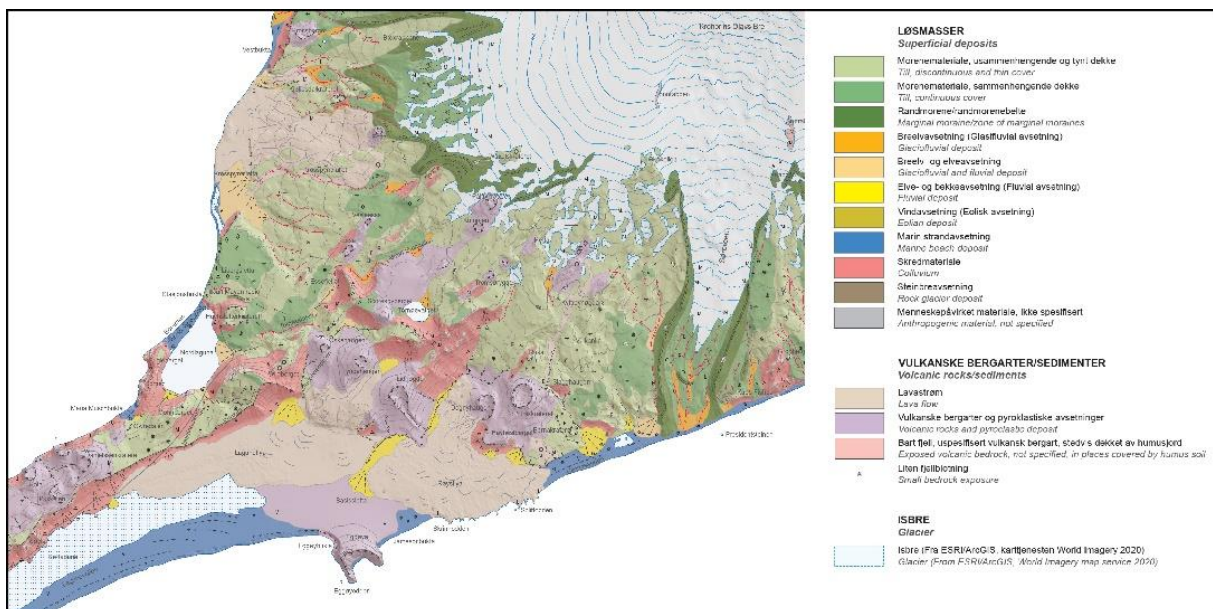
Kuldeperioden yngre dryas (12 900–11 700 år siden) resulterte i isvekst flere steder på den nordlige halvkule. Dette kan også ha skjedd på Jan Mayen. Ved Kapp Wien på Sør-Jan er det funnet organisk materiale under morene som kan være fra denne perioden (Lyså mfl. 2021). Utover dette finnes ingen dokumentasjon på at is vokste fram i denne perioden på øya. Foreløpig upubliserte data indikerer større isutbredelse enn den lille istid på Nord-Jan for om lag 7–6000 år siden (Lyså mfl. in prep), og ikke for 2500 år siden som tidligere foreslått (Anda mfl. 1985). I Inndalen på Sør-Jan er det funnet isbrerester

som er fullstendig dekket av vulkansk aske (Larsen mfl. in prep). Isotopundersøkelser av isen og datering av en lavastrøm som ligger inntil, tyder på at breen er midt til tidlig holocen alder.

6.1.5.2 Kvartærgeologisk kart over Jan Mayen

Det er nylig publisert kvartærgeologisk kart i målestokk 1:50 000 over Jan Mayen (Lyså mfl. 2022), og dette kan lastes ned som pdf (https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/JanMayen_KV50.pdf). Kartet er basert på tolkninger av satellittbilder, i noen grad flyfoto, og omfattende feltregistreringer over flere år.

Kartet illustrerer løsmassetyper og landformer (Figur 55). Fargene viser hvilke prosesser som har transportert og avsatt løsmassene, mens landformer er illustrert med symboler. Etter som vulkanismen også har vært aktiv under og etter siste istids deglasiasjon, er disse vulkanske bergartene skilt ut som henholdsvis vulkanske bergarter/pyroklastiske avsetninger og lavastrømmer.



Figur 55. Utsnitt av kvartærgeologisk kart. For hele kartet og mer detaljert tegnforklaring, se https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/JanMayen_KV50.pdf. Kilde: Lyså mfl. (2022).

6.1.5.3 Morenemateriale

Grønne farger på kartet viser morenemateriale som er avsatt foran og/eller under breer. Dette materialet består av blandede kornstørrelser fra leire til store blokker. Avslepne kanter på større partikler vitner om at isen har abradert (slipt ned) materialet under transport (Figur 56).



Figur 56. Flyttblokk i morene, opp mot Essefjellet. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Områder med bunnmorene har ofte en relativt jevn overflate (Figur 57) sammenlignet med mer uregelmessige overflater der lavastrømmer forekommer. Flyttblokker transportert av isen er vanlig på moreneflatene, og prøver av slike er benyttet for å bestemme tidspunkt for isavsmeltingen (kosmogendateringer med ^{36}Cl). Randmorener som er dannet foran og i kantene av breutløpere er vanlig foran dagens isbreer på Nord-Jan. Utover disse er det kartlagt to små morenerygger, en vest på Eimheia og en ved foten av Hochstetterkrateret.



Figur 57. Typisk moreneflate der overflaten er jevnet ut av is-erosjon og morenematerialet består av flere kornstørrelser. Lågheia, Neumayertoppen til høyre. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

6.1.5.4 Bre- og elveavsetninger

Sedimenter avsatt av rennende vann har oransje og gule farger i kartet, og disse er breelvavsetninger og elve-/bekkeavsetninger der vannkilden hovedsakelig er fra snøsmelting og regnvann (sesongaktiv). Bortsett fra breelvene på Nord-Jan, filtreres det meste av overflatevannet ned i den porøse vulkanske undergrunnen. Sedimenter avsatt av rennende vann er ofte sorterte og lagdelte, og kanalmønstre er synlig i overflaten. I tilfeller der vann har strømmet ut på en flate har avsetningene en tydelig vifteform. Vindblåste og fine pyroklastiske (pyro: av ild) sedimenter finnes ofte resedimentert i elve- og bekkesedimenter. Breelvavsetningene består av grovere materiale og kan inneholde både stein og blokk, noe som indikerer periodevis stor smelteaktivitet på breene (Figur 58). Store elvened-skjæringer og gjel i fjell finnes på Nord-Jan og vitner om at det også har skjedd voldsom erosjon og mulig jøkullaup.



Figur 58. Smeltevannsløp fra Krosspyntallet ned mot Krosspyntsletta. Stor mengde stein og blokk i breelvavsetningen vitner om kraftig vannføring. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

6.1.5.5 Skredavsetninger

Skredmateriale finnes over hele øya, men er mest utbredt på Sør- og Midt-Jan. Disse avsetningene er illustrert med rød farge og forekommer hovedsakelig knyttet til bratte fjellkanter. I kartbildet er det ikke skilt ut hvilke skredprosesser som har resultert i avsetningene, men de fleste stedene er det steinsprang som resultat av frostvitring som har gitt opphav til de mange skredviftene (Figur 59). Avsetninger fra sørpeskred og jordskred finnes, og det er kjent at det går snøskred. Pyroklastiske avsetninger avsatt på skråninger kan senere ha vært utsatt for gravitasjonsprosesser. Denne type avsetninger inngår i kategorien vulkanske bergarter og er illustrert med lilla farge i kartet.



Figur 59. Rasvifter og steinsprangblokker i skråningen nordøst for Olonkinbyen. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

6.1.5.6 Frostprosesser og permafrost

Frostprosesser er aktive der det forekommer permafrost med sesongmessig tining. På Jan Mayen finnes det ulike typer overflateformer som vitner om dette, også nær dagens havnivå. I kartet er det skilt ut iskilepolygoner som finnes flere steder der det er morenemateriale (Figur 60) og i skråninger med vulkansk materiale (for eksempel ved Richterkrateret på Sør-Jan).

Overflateformer som steinstriper, solifluksjonslober (Figur 61) og strukturmark er framstilt på kartet som overflate påvirket av frostprosesser.

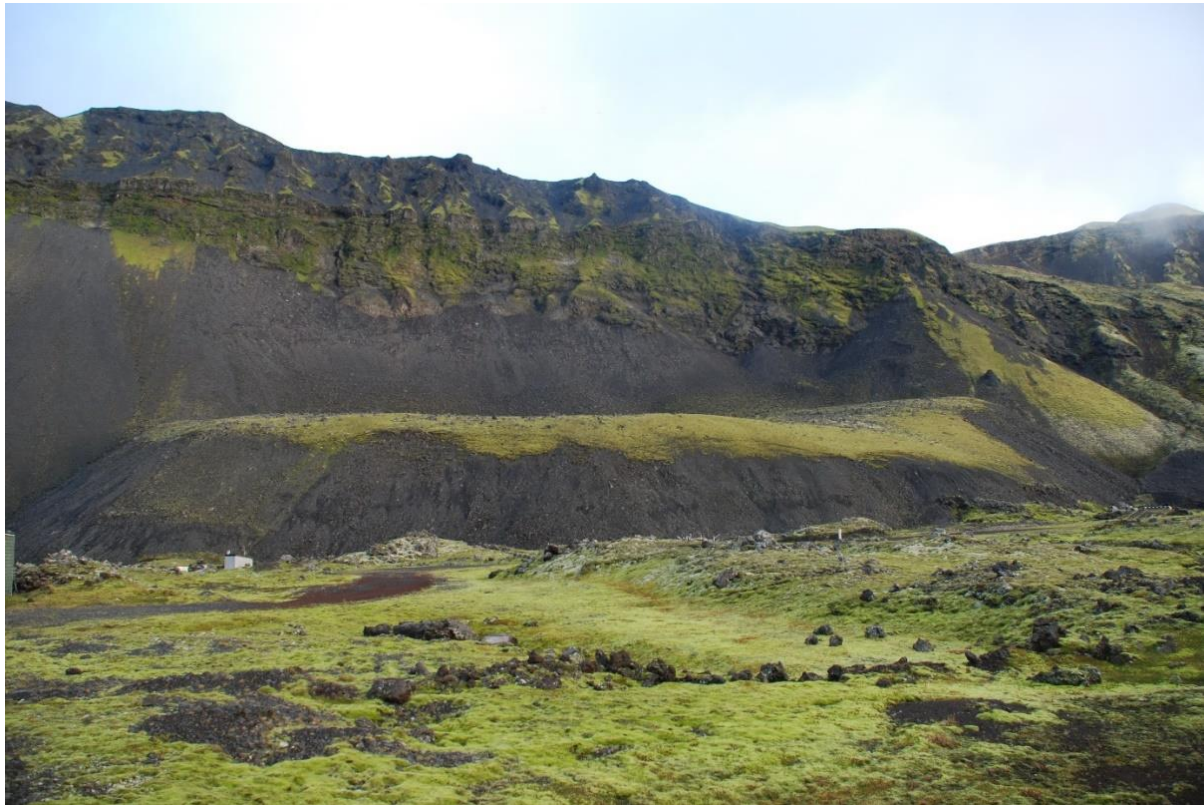


Figur 60. Polygonmark på Libergsletta. Foto: Astrid Lyså/ Norges geologiske undersøkelse.



Figur 61. Solifluksjontunger, Lidhøgda. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Steinbreer finnes helt i nord på øya, og rett bak Jan Mayen stasjon (Figur 62). Steinbreen ved stasjonen er fortsatt aktiv, ettersom fronten av steinbreen delvis har overskredet materiale fra den gang byggingen av stasjonen startet. Trolig er permafrostforholdene på øya i endring ettersom dagens årlige gjennomsnittstemperatur er nær 1 °C ved havnivå, til sammenligning med en årlig gjennomsnittstemperatur under 0 °C den siste delen av forrige århundre (Hudson mfl. 2019).



Figur 62. Steinbre ved Olonkinbyen. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

6.1.5.7 Jan Mayens kyst

Kysten av Jan Mayen er dominert av klipper. Disse forekommer som bratte abrasjonsskreinter der unge lavastrømmer går rett ut i havet slik som for eksempel i den vestlige delen av Sør-Jan, eller som høye og bratte bergskreinter slik som ved Sørkapp og Antarcticaberget. Rasavsetninger finnes ofte i slike skråningene. Foruten rasprosesser i de bratteste bergveggene, er bølgeerosjon viktig for dannelsen av klippene. Noen steder kan en se brenningshuler og rauker, som er isolerte erosjonsrester av fast fjell langs kysten (Figur 63).



Figur 63. Brenningshule nedenfor Olonkinbyen, utsikt mot Beerenberg (øverst). Rauke ved Brotvika, mot Kapp Wien (nederst). Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Strandavsetninger, som er illustrert med blå farge i kartbildet, består av godt sortert sand eller godt sortert og rundet grus, stein og blokk. Sammensetningen av strandsedimentene avhenger av flere faktorer slik som bølgeaktiviteten, langsgående havstrømmer som transporterer sedimentene langs land, hvilket materiale som er tilgjengelig og dybden i vannet. Den største akkumulasjonen av strandsedimenter finnes ved Lagunevollen ved Sørlaguna, som er tørrlagt store deler av året (Figur 64). Disse sedimentene har hovedsakelig opphav i vulkansk materiale fra dannelsen av Eggøya som skjedde i 1732 (Gjerløv mfl. 2015). Før dette gikk kystlinjen helt inn ved foten av brattkanten innenfor Sørlaguna. Søyla er en rauke tilhørende denne forlatte kysten.



Figur 64. Sørlaguna med Lagunevollen foran. Et belte av drivtømmer finnes anriket på den høyeste strandvollen, og rundt strandlinjen som kan sees på sedimentvifta innenfor det våte området. Søyla (markert med pil) er en rauke fra da kysten gikk helt inn til brattkanten. Eggøya til høyre i foto. Foto: Eiliv Larsen / Norges geologiske undersøkelse.

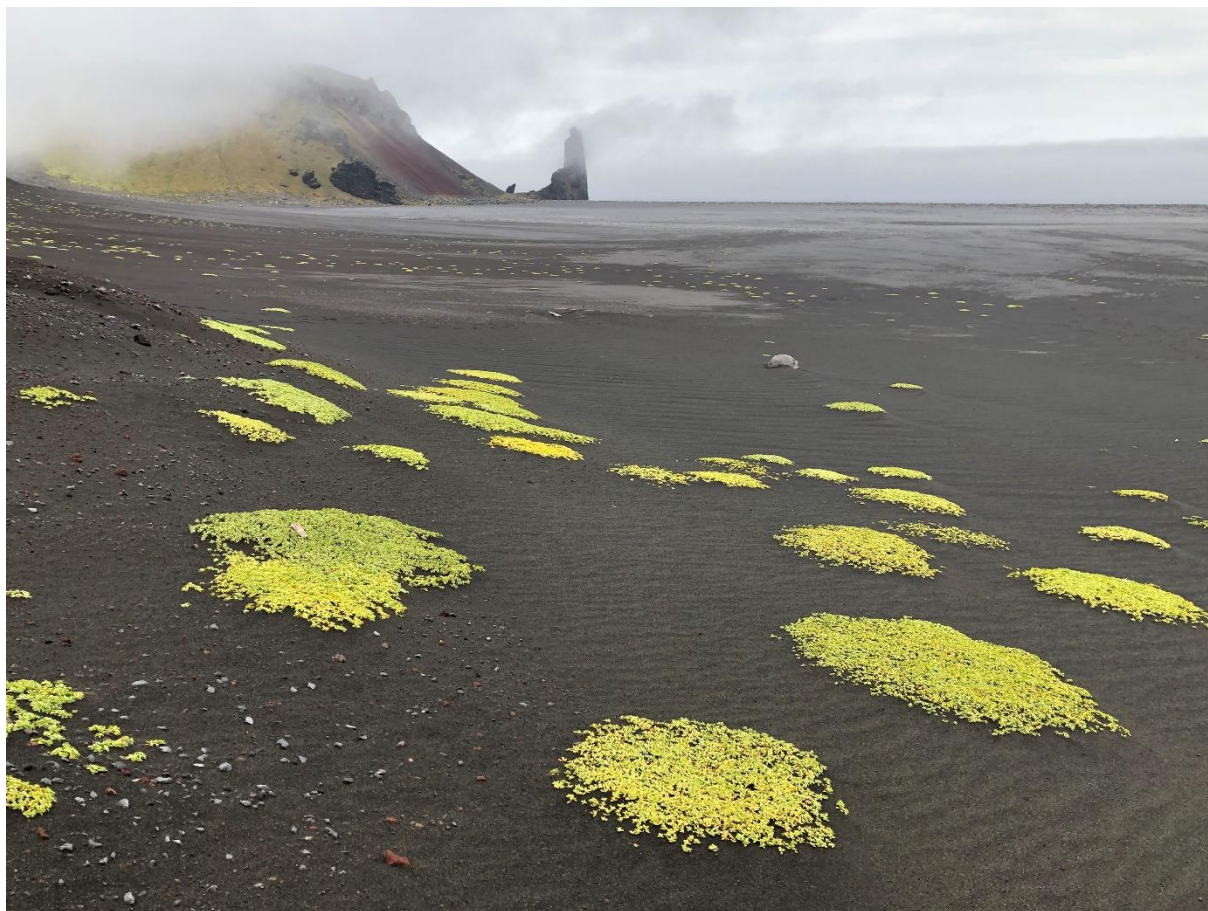
Strandvoller og strandlinjer finnes flere steder der det er strandsedimenter (Figur 64). Disse representerer høy vannstand med kraftig bølgeaktivitet, og enkelte steder forekommer strandvoller bestående av stein og blokk på flere titalls centimeter og store tømmerstokker som har blitt forflyttet og kastet opp i stormperioder (Figur 65). Trolig forekommer det kontinuerlig og stor erosjon langs kysten, men dette er ikke kvantifisert. I forbindelse med kvartærgeologisk kartlegging, er det notert endringer ved både erosjon på Bommen og i klippekanten rett utenfor taubanen ved Jan Mayen radio, og i 2021 ble badstua ødelagt av i en storm med bølger som slo over Bommen. Barr (1991) beskriver også gjentagende voldsomme stormhendelser, ødeleggelser av bygningsmasser og erosjon fra dette området.

Hevete strandlinjer som kan vitne om landhevning etter deglasiasjonen, er ikke dokumentert på Jan Mayen. Alle strandlinjene ligger nær dagens havnivå, selv om de har en beliggenhet et stykke fra strandkanten. Drivtømmer finnes utbredt i overflaten der det er strandsedimenter, ofte anriket langs strandlinjene (Figur 64 og Figur 65).



Figur 65. Store mengder drivtømmer finnes langs kysten av Jan Mayen. Foto fra Tømmerbukta. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Alderen på drivtømmeret i overflaten er maksimalt rundt 400 år, er dominert av lerk (*Larix* ssp.) og har sitt opphav fra det nordvestlige Russland (Johansen 1998). Nesten 2000 år gammelt drivtømmer er funnet begravd i sedimenter (Larsen mfl. 2021). I tilknytning til strandsedimenter der det er mye sand tilgjengelig, er vindavsetninger svært vanlig. Dette er særdeles utbredt i bakkanten av Haugenstranda, der en stor flate er dekket av vindblåste sedimenter (Figur 66).



Figur 66. Vindavsatte sedimenter med rifler i overflaten innenfor strandsedimentene ved Haugenstranda. Kvalrossen i bakgrunnen. Strandarve i forgrunnen. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

6.1.6 Nordlaguna

Nordlaguna er den eneste permanente innsjøen på Jan Mayen, med en beliggenhet et par meter over dagens havnivå, innenfor den 140–240 m vide og 4–5 m høye Bommen (Figur 67). Innsjøen er ca. 36 m dyp på det dypeste, og vannet har en svak salinitet på 3,38–3,40 g salt/l i de øvre ca. 25 m av vannsøyla (Björck mfl. 2022), noe som er litt høyere enn tidligere målinger (opp mot 2,8 ‰, Skreslet 1969). Dette kan mulig forklares ved fravær av havis i de senere år, og at bølger dermed oftere slår over Bommen sammenlignet med tidligere. Kun i perioder med snøsmelting og store nedbørsmengder (regnvann), er det vannføring i elvene til bassenget.



Figur 67. Nordlaguna med Bommen til høyre, tatt fra Hochstetterkrateret mot Midt-Jan. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Nordlaguna har ikke utløp til havet, men likevel har den en lokal stamme av sjørøye (*Salvelinus alpinus* L.) (Se kapittel 7.2.1.1 for mer om røye)).

De siste årene er det blitt gjort detaljerte studier av Nordlaguna, med det formål å forstå dens dannelse og forklaring på hvorfor sjørøya er blitt innesperret (Larsen mfl. 2021, 2022), samt undersøke sedimentene i innsjøen for paleomiljøstudie (Björck mfl. 2022). Hovedkonklusjonene fra disse studiene er at bassenget har blitt dannet gjennom flere vulkanutbrudd i perioden fra om lag 560 000 år til om lag 21 000 år siden. Dette førte til at flere små øyer etter hvert vokste sammen og dannet hovedformen på berggrunnsbassenget (Larsen mfl. 2022). Senere har relativ havnivåstigning og omarbeiding av sedimenter på Bommen resultert i at Nordlaguna ble en innsjø med utløp til havet i Maria Muschbukta (Larsen mfl. 2022). Da Eggøya ble dannet i 1732 (Figur 68), førte tektonisk heving til at dette utløpet ble stengt og røya isolert fra havet (Larsen mfl. 2021).



Figur 68. Eggøya med Kapp Wien i bakgrunnen. Eggøya er en slaggekjegle etter utbruddet i 1733. Deler av kjeglen er erodert av havet og vinden. Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

Flere sedimentkjerner er innsamlet fra Nordlaguna. Sedimentenes vulkanske opprinnelse og lave innhold av organisk materiale har gjort aldersbestemmelse utfordrende (Björck mfl. 2022). Radiokarbondateringer og funn av aske fra Eggautbruddet i 1732 gir en aldersmodell som indikerer at bunnen av den lengste kjernen er omtrent 3000 år gammel. Gjennom disse 3000 årene har Nordlagunabassenget vært i stadig vekslning mellom dominans av marin og terrestrisk innflytelse avhengig av havnivå og mulighet for tilførsel av sedimenter over Bommen (Björck mfl. 2022). Den siste store endringen til dominerende terrestrisk innflytelse skjedde ved hevingen i 1732. Under detaljstudiene av Nordlaguna ble det observert rester av bygningsmasser og en trebåt på bunnen av Nordlaguna. Dette kan være tilført bassenget etter en sterk stormhendelse i 1954, da deler av «Atlantic City» (den amerikanske basen fra andre verdenskrig) og en spissbåt ble blåst vekk og forsvant (Barr 1991).

6.1.7 Kunnskapsbehov

Vi peker i dette avsnittet på muligheter for tverrfaglig overvåking med geologi og vegetasjon, sårbarhet av landskap og glasiologi. Det er også koblinger mot marin datainnsamling for å undersøke de områdene av vulkan-komplekset som ikke er over havnivået, men deler samme opprinnelse.

Berggrunnsgeologi og vulkanologi

Dagens kart over berggrunnen og lavastrømmer på Jan Mayen er basert på et arbeid gjort på 1980-tallet, og den nye kunnskapen fra senere publikasjoner er ikke reflektert i dagens kart. En ny kartlegging

vil være et sentralt datasett for grunnleggende viten om øyas opprinnelse. Dette har interesse utover den lokale geologien siden Jan Mayen har en så spesiell situasjon tilknyttet midthavsryggen, et mikrokontinent og vulkanisme over havnivå. Det ligger et stort potensial for ny viten gjennom moderne metoder og problemstillinger innen geokjemien til lava og mantelen, magmakammer og kronologien til oppsmelting og utbrudd. Denne grunnleggende forskningen vil ha viktige koblinger til andre kunnskapsbehov knyttet til sammenhengen mellom klima og vulkanisme, framtidige utbrudd og utviklingen av landskapet over og under havoverflaten.

Interaksjon mellom isavsmelting og vulkanisme

Det er kjent fra Island at isavsmelting og tynnere is som avlaster jordskorpa, kan trigge vulkanutbrudd. Det er indikasjoner på at dette har skjedd på Jan Mayen under siste istids deglasiasjon (Lyså mfl. 2021), men dette er ikke tilstrekkelig dokumentert. Det er også tenkelig at isavsmeltingen etter den lille istid kan ha trigget de mange vulkanutbruddene som har skjedd ved og utenfor den lille istids isgrense. Potensielt kan en global oppvarming med ytterligere smelting av is på Nord-Jan trigge nye utbrudd. For å kunne vurdere potensiell risiko, er det behov for videre tverrfaglig forskning som undersøker sammenhengen mellom isavsmelting og vulkanisme.

Global oppvarming og endring av fysiske naturforhold

Ved global oppvarming og havnivåstigning vil Jan Mayens fysiske naturmiljø være utsatt for endringer som kan påvirke både virksomheten og kulturminnene på øya. Økt kysterosjon, bresmelting og endring i permafrostforhold med påvirkning av skråningsprosesser (rasaktivitet), kan forventes framover. For bedre å kunne møte disse endringene er det viktig å øke kunnskapen om pågående prosesser, hvordan disse prosessene har virket tilbake i tid, og hvordan de vil endre det fysiske miljøet i framtiden.

Terrengsårbarhet

Vegetasjonen er i stor grad betinget av de underliggende geologiske forholdene. Ved ferdsel i terrenget, er det spesielt i enkelte løsmasse- og terrengtyper at underliggende dekke og dermed også vegetasjonen, blir mest påvirket. Det bør innhentes tverrfaglig kunnskap og gjøres undersøkelser om sårbarhet, vegetasjonskartlegging (se kapittel 6.3.1 for mer informasjon om vegetasjon) og detaljert kvartærgeologisk kartlegging i de mest vanlige ferdselsområdene. Dette også med tanke på hvordan framtidige klimaendringer kan endre disse forholdene.

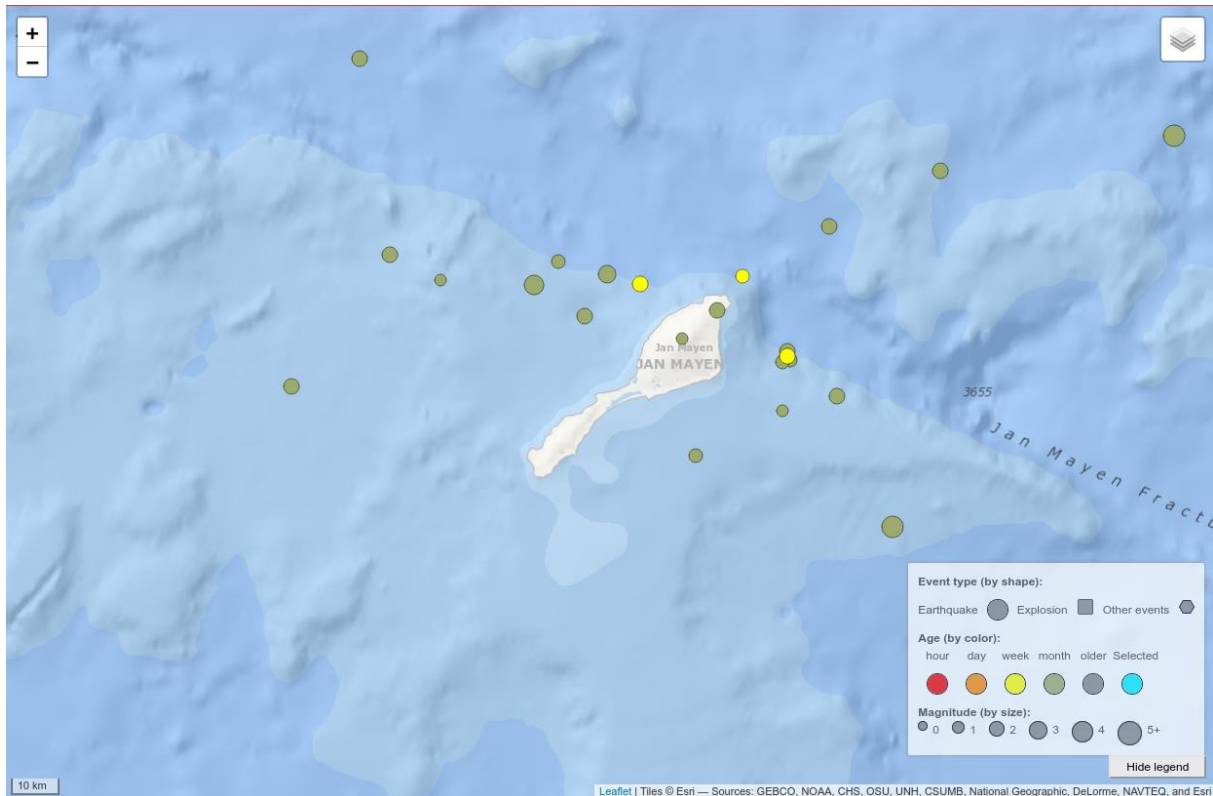
Ressursbehov knyttet til kunnskapsbehovene over

Geologisk feltkartlegging krever to personer i felt, dette kan være studenter eller lønnete forskere. Lokalteter nord på øya er ikke tilgjengelige til fots, og krever tilgang på ressurser i form av støtte fra båt eller helikopter. Det finnes ordninger (Svalbard Science Forum - Arctic Field Grant) som kan dekke de lette feltkostnadene. Geokjemiske analyser av geologiske materialer krever tilgang til instrumentering ved forskningsmiljøene. Kostnader er moderate, kanskje 0,5 millioner kroner for et typisk PhD-arbeid. Dagens kart og etablerte stratigrafi er resultatet av et enkeltstående PhD-arbeid på 1980-tallet.

Vulkanske geofarer

For å få en mer detaljert oversikt over utbruddsfrekvensen og hvilke områder som har større sannsynlighet for å rammes av nye vulkanutbrudd, er det nødvendig å datere, detaljkartlegge og rekonstruere flere av de individuelle utbruddene på Jan Mayen. Terrenget i nærheten av viktig infrastruktur bør også kartlegges i detalj for å kunne gjøre mer pålitelige simuleringer av geofarer. Dagens vulkan-overvåking på Jan Mayen består av fire seismiske stasjoner (tre fra Universitetet i Bergen

og en fra Nordsar (Figur 69) og kontinuerlige GPS-stasjoner som måler overflatedeformasjon. Sammenlignet med amerikanske nasjonale retningslinjer er vulkanovervåkingen på Jan Mayen underdimensjonert (Gjerløw mfl. 2022).



Figur 69. Norsk Nasjonalt Seismisk Nettverk (NNSN) / Jordskjelvstasjoner i Bergen opererer seismiske stasjoner på Jan Mayen i sanntid. Her er skjermdump over registrerte skjelv mellom 27 september og 29 oktober 2022. Kilde: <https://nnsn.geo.uib.no/nnsn/#/>

Overflatedeformasjon i tilknytning til vulkaner kan overvåkes ved hjelp av satellitt, instrumentering (kontinuerlige GPS-stasjoner og tiltmetre) og landmålingskampanjer. Ved fjernmåling bør vulkanen også overvåkes med infrarøde spektre, satellittbilder og InSAR (som måler endringer i jordoverflatens posisjon). I tillegg anbefaler de amerikanske retningslinjene målinger av vann- og gasskjemi der hvor det er mulig.

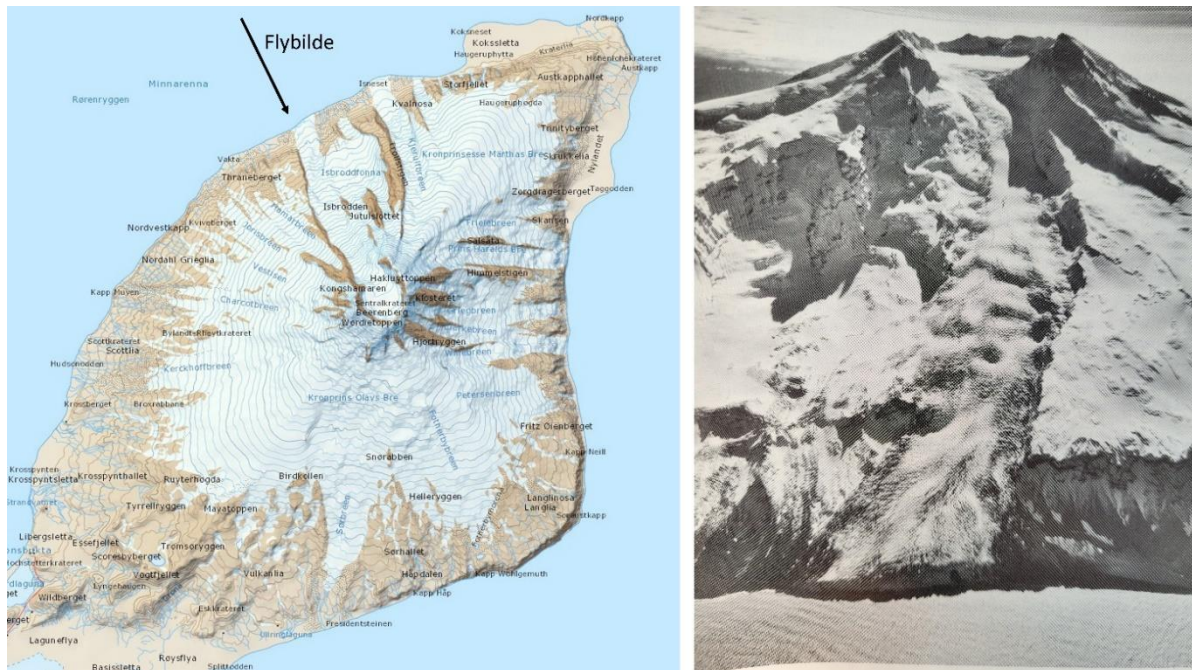
Ressursbehov

Fjernmåling knyttet til geofarer krever ressurser i form av tilgang på satellitt-data og et lite antall forskerårsverk. Seismikkovervåking går i dag over budsjettene til Jordskjelvstasjonen i Bergen og Norsar og drift av stasjonen (avhengig av infrastruktur).

6.2 Bre

Mesteparten av den 2272 m høye Beerenberg-vulkanen er dekket av isbreer, inkludert toppkrateret som åpner seg nordover og danner den mektige Weyprechtbreen som strømmer helt ned til havet (Figur 70). Resten av breene starter fra den måneformede kraterkanten og brer seg diagonalt utover til

høyder på 0–500 m. De vestlige breene ender ofte i diffuse fronter med morenemateriale og ujevn topografi, mens de østlige breene er mer dynamiske og tydeligere avgrenset av langsgående rygger og subglasiale daler. De store høydeforskjellene på Beerenberg medfører store klimatiske gradienter over små avstander og gjør at breene er dynamisk svært aktive, synlig som bresprekker over store deler av isdekket på sommerstid. Disse prosessene er imidlertid lite studert og dårlig forstått siden det ikke har vært noen breovervåking over mer enn noen få år.

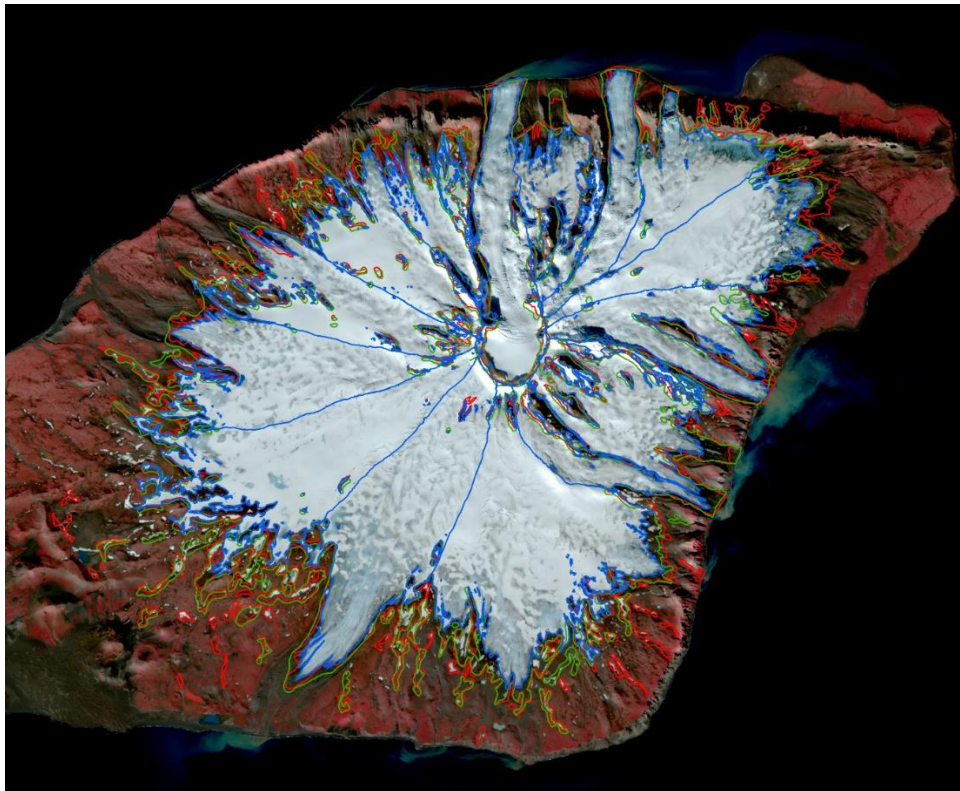


Figur 70. (a) Kart over Jan Mayens isbreer. Kilde: topojanmayen.npolar.no (b) Flybilde fra 1949 over Weyprechtbreen og toppkrateret av Beerenberg. Kilde: Norsk Polarinstitutt flybildearkiv, JM490811.

Iskapen på Beerenberg nådde sitt siste maksimum rundt 1850 i den lille istiden som dokumentert fra studier av frontmorener (Anda mfl. 1985; se også kapittel 6.1.5). I det internasjonale polaråret 1882–83 ble breene på Jan Mayen kartlagt og målt av en østerriksk ekspedisjon (Boldva 1886), men disse kartene er ikke nøyaktige nok for endringsstudier. På 1930-tallet ble det gjort mer nøyaktige frontmålinger (Jennings 1939, Flint 1948) sannsynligvis relatert til den arktiske varmeperioden fra ca. 1920 til 1950 (for eksempel Dowdeswell 1995) da breene også trakk seg raskt tilbake på Svalbard (Nuth mfl. 2013), Island (Björnsson mfl. 2013) og Grønland (Bjørk mfl. 2012). Spesielt for Jan Mayen er den markante framrykningen på 1950-60 tallet, der noen har foreslått økt nedbør som hovedårsak (Kinsman & Sheard 1963, Lamb mfl. 1962, Sheard 1965), mens andre har pekt på redusert bresmelting som følge av en periode med kaldere temperaturer (Anda mfl. 1985; se også Figur 12 og Figur 13 kapittel 4.1).

Den første systematiske kartleggingen av hele Jan Mayen ble gjort ut fra fotogrammetriske skråbilder tatt med fly i 1949 og publisert som kart i 1955. Vertikale flybilder over øya ble tatt i 1975 og brukt som grunnlag for det første komplette breatlas for Jan Mayen (Hagen mfl. 1993). Her ble det totale arealet av breene rapportert til å være 114 km², omtrent 30 % av øya. Breatlasen finnes ikke digitalt, men ble brukt som grunnlag for det globale digitale breatlas Randolph Glacier Inventory (Pfeffer mfl. 2014).

I tillegg finnes det digitale breomriss fra Polarinstituttets kartdatabase (NP 2014), basert på flybildene fra 1949, samt en ny-kartlegging fra Sentinel-2 satellittbilder tatt opp i 2019 (Fischer 2021). En sammenligning av disse tre breomrissene (Figur 71) viser en svak tilbaketrekning av brefrontene mellom 1949 og 1975, og en noe større tilbaketrekning fra 1975 til 2019. En mer detaljert studie av brefrontendringer med satellittbilder fra 2000 til 2020 viser at alle frontene trakk seg tilbake i løpet av perioden, og at brearealet minket med ca. 2 km², dvs. omtrent 2 % av totalarealet (Cooley 2021). Den siste kartleggingen i 2019 indikerer at det sammenhengende isdekket utgjør totalt 110 km², mens det i tillegg er ca. 3 km² med flerårige småbreer og snøfonner (Fischer mfl. 2021). Noen av disse har skilt seg fra hovedbreen i løpet av perioden på grunn av tilbaketrekning, og det er nå barmark flere steder der det ble kartlagt snøfonner i 1949 og 1975.



Figur 71. Satellittbilde fra Sentinel-2 (ESA/Copernicus), 2. august 2019. Breomriss er vist i rødt for 1949 (Norsk Polarinstitutt kartdata), i grønt for 1975 (Hagen mfl. 1993) og blått for 2019. Kilde: Fischer mfl. (2021).

En sammenligning av høydekurver og terrengmodeller konstruert fra de gamle flybildene (1949 og 1975) og nyere satellittdata fra 2008 (Korona mfl. 2009) viser ingen signifikante endringer i istykkelse og volum fra 1949 til 2008 (Denby & Hulth 2011). Dette bekreftes av Fischer (2021) som sammenlignet de gamle dataene med en nyere høydemodell fra ArcticDEM 2012–2016 (Porter mfl. 2018) og høydeprofiler fra lasersatellitten ICESat-2 i 2019 (Smith mfl. 2019). Polarinstituttet har også konstruert en ny høydemodell fra høyoppløselige WorldView satellittbilder tatt 2015 (Harald Faste Aas, pers. kom.), men denne har så langt ikke blitt brukt i breendingsstudier. En detaljert sammenligning av alle disse nyere datasettene er nødvendig for å kunne avdekke om breene på Jan Mayen fortsatt er relativt stabile, eller om de har gått inn i en fase med massetap slik som observert i alle andre arktiske regioner (for eksempel Hugonnet mfl. 2021). Selv om oppvarmingen på Jan Mayen har vært mindre enn på

Svalbard, så viser dataene fra den meteorologiske stasjonen en klar positiv trend i årsmiddeltemperatur på 0,6 °C per tiår siden 1970 (jfr. kapittel 4.1; Figur 12). Oppvarming på sommerstid har ikke vært like stor, men likevel betydelig siden midten av nittitallet (jfr. kapittel 4.1; Figur 13).

For å studere prosessene som styrer utviklingen av breene trengs det direkte målinger av massebalanse og relevante meteorologiske parametere. Dette ble først gjort av Imperial College Expedition sommeren 1963 ved Sørbreen (Dibben 1965), den lettest tilgjengelige brearmen. Et knapt tiår senere etablerte Polarinstituttet et nettverk av 10–20 målestaker på den nedre halvdelen av Sørbreen, som de vedlikeholdt fram til 1974. Stakene ble målt på våren og høsten for å estimere henholdsvis vinterbalanse (hovedsakelig snøakkumulasjon) og sommerbalanse (hovedsakelig smelting og avrenning). Man forventer at sommerbalansen er mest negativ ved brefronten og avtar med høyden på grunn av avtagende temperaturer og smelting, men på Sørbreen fant Orheim (1976) at dette ikke var tilfelle før høyder på 4–500 m ble nådd. Han forklarer dette med at den nedre delen av breen ofte er dekket med havtåke, mens det ofte er klarvær og sterkere solinnstråling høyere på breen. Han fant også at vindtransport av vintersnøen nedover breen har stor betydning for massebalansen og kan gi lokale variasjoner i snødybde på flere meter mellom dumper og kuler i topografien. På grunn av dette og manglende målinger fra den øvre halvdelen av breen, er det ikke gjort noen forsøk på å bestemme den totale massebalansen av Sørbreen.

Massebalansemålingene til Orheim (1976) ble til dels videreført i 1976 og 1977 av Hagen (2004), før det ble en lang periode uten systematiske bremålinger. Først i 2007 ble det på nytt etablert et stakenett på Sørbreen, denne gangen i regi av et forskningsprosjekt ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). De installerte også to automatiske værstasjoner på den nedre og midterste delen av breen (330 moh. og 880 moh.) og gjorde en serie av snødybdemålinger rundt omkring på breen (Hulth mfl. 2010). Resultatene deres fra 2007–08 viser at snøfordelingen er svært variabel som følge av den ujevne topografien, og at dette også har stor betydning for den senere snø- og ismeltingen på grunn av albedoeffekten, dvs. at lyse snøoverflater reflekterer mer solstråling enn mørkere isoverflater. I likhet med Orheim (1976) fant de at den gjennomsnittlige smelteraten er relativt konstant rundt 4–5 m/år i høydeintervallet 300–600 moh., noe de relaterer til langvarige temperaturinversjoner (temperaturen øker med høyden) som motvirker den typiske tendensen med avtagende smelting i høyden. Videre indikerer strålingsmålingene fra værstasjonene at energibalansen i smeltesesongen domineres av netto kortbølget innstråling, mens netto langbølget utstråling bidrar til varmetap. De latente varmefluksene betyr mest i september på slutten av smeltesesongen (Hulth mfl. 2010).

Breobservasjonsprogrammet til NMBU er ikke blitt videreført, og så langt vi kjenner til har det ikke blitt gjort noen systematiske bremålinger på Jan Mayen etter 2010. De historiske målingene er også for sporadiske og kortvarige til at man kan si noe om eventuelle endringer i massebalansen. Man må derfor lene seg på tilgjengelige geodetiske data for å avlede informasjon om netto massebalanse. Som nevnt viser disse dataene at det har vært en viss tilbaketrekning av brefrontene (Figur 71), men ingen signifikante endringer av istykkelse og volum. Dette er i sterk kontrast til andre regioner i Arktis der massetap fra breene er utbredt, spesielt siden årtusenskiftet (for eksempel Hugonnet mfl. 2021). Forklaringen kan til dels være at de beskrevne temperaturinversjonene er med på å beskytte de lavere delene av breene som vanligvis er mest utsatt for smelting, men samtidig er smelteratene her relativt høye (3–4 m/år) sammenlignet med andre arktiske regioner, så endringspotensialet burde likevel være til stede. De øvre delene av breene som stikker ut av havtåka har sannsynligvis et mer høyalpint klima, og den store høydegradienten på Beerenberg kan derfor gjøre at det tar lengre tid før økt smelting på grunn av oppvarming forplanter seg til de øvre breområdene sammenlignet med de flattere iskappene på Svalbard (for eksempel Noel mfl. 2020). For å konkludere om dette trengs det både mer detaljerte

studier av de geodetiske dataene som finnes for å bestemme massebalansen for ulike breer og perioder, og en grundigere koblingsanalyse mot klimadata og modeller, spesielt i forhold til effekten av havtåke og temperaturinversjon.

Isdynamikk og tykkelse har ikke vært studert i detalj på Jan Mayen, men satellittmålinger av brehastighet siden 2015 viser at Weyprechtbreen og Kjerulfbreen er de dynamisk mest aktive breene med hastigheter opptil 1 m per dag i de bratteste øvre områdene og ca. 0,25 m per dag nærmere brefrontene (Cooley 2021). Rundt årtusenskiftet var det seks breer som nådde ned til havet, men fem av disse har trukket seg tilbake på land i løpet av perioden 2002–2018, slik at det nå bare er Weyprechtbreen som kalver is i havet. Ved å bruke hastighetsdataene og gjøre antagelser om istykkelse ved fronten estimerte Cooley (2021) at totalt 0,1 km³ er kalvet eller smeltet i havet fra Weyprechtbreen i løpet av perioden 2000–2020. Dette er sammenlignbart med det man kan forvente av total smelting på overflaten av Weyprechtbreen, men mye mindre enn den totale bresmeltingen og avrenningen fra Beerenberg som helhet.

6.2.1 Kunnskapsbehov

Kort oppsummert, så finnes det lite kunnskap om breene på Jan Mayen og deres klimakoblinger. Det finnes heller ingen beregning av smeltevannsavrenning som er styrende for Beerenbergs hydrologi og en viktig del av de lokale økosystemene. Hagen (2004) framhever den gode egnetheten av breene på Beerenberg for klimastudier og foreslår tre potensielle måleprogram for å gjøre dette; 1) årlige frontposisjoner for langtids-massebalanse, 2) stakeprofiler for tidsserie av sesong- og årlig massebalanse, og 3) iskjerne fra sentralkrateret av Beerenberg for studier av klimahistorie. Det flate krateret på stor høyde (ca. 2000 moh.) gjør at isen potensielt er lite påvirket av isbevegelse og smelting, de vanligste problemene for iskjerneanalyser for andre breer i Arktis. Kjemiske analyser av snøprøver kan også være interessant for analyser av langtransportert forurensning. Den isolerte beliggenheten til Jan Mayen, midt mellom Islandshavet, Norskehavet og Grønlandshavet, gjør at klima- og forurensningsdata herfra er ekstra unike og interessante i et regionalt og globalt perspektiv.

Oppdaterte kartdata

Man vet veldig lite om breene på Jan Mayen, men de ser ut til å ha endret seg mye mindre enn ellers i Arktis, noe som er klimatisk interessant. Det er behov for oppdaterte kartdata (digitalt breatlas) og en forskningsstudie som ser nærmere på dette, både endringsmønstre fra satellittdata og årsakssammenhenger med atmosfæriske/marine data. En slik studie kan følges opp med rutinemessig endringsanalyse hvert 5.–10. år som et enkelt overvåkingsprogram.

Ressursbehov

Det vil kreve ca. 1 år lønnsfinansiering for en større forskningsstudie, og ca. 1 mnd. arbeidsinnsats hvert 5. år for oppfølgende overvåking.

Massebalansemålinger

Feltbasert overvåking med massebalansemålinger og værstasjon vil være interessant, men ressurskrevende med årlig/halvårlig arbeid.

6.3 Økosystemenes struktur og funksjon

6.3.1 Vegetasjon

Vegetasjon begrenses her til arter og artsgrupper innen planteriket, det vil si karplanter og moser. Lav, som vanligvis klassifiseres til soppriket omtales kun helt kort. Kjennskapen til soppfloraen for øvrig på Jan Mayen er svært mangelfull og bare grunnlagt på relativt få innsamlinger (Gabrielsen mfl. 1997a, Ryvarden & Høiland 2009), men sommeren 2022 ble det samlet 180 prøver av terrestriske og marine sopper (rundt stasjonen, Sjuholenderbukta, Kvalrossbukta, Nordlaguna, Ullrinslaguna og Eggøya) som nå analyseres (Teppo Rämä, pers. kom.).

Det gis en omtale av arter, eventuelt arter gruppert i funksjonelle grupper (for eksempel dvergbusker), vegetasjonstyper i ulike habitater (for eksempel mosedekt hei, urterikt snøleie), og vegetasjonstyper eller naturtyper klassifisert fra satellittbilder (for eksempel fuglefjell-eng på lavagrunn).

Det er få kilder til kunnskap om vegetasjon på Jan Mayen i nyere tid. Forrige kunnskapssammenstilling i Gabrielsen mfl. (1997a) siterer undersøkelser og oppsummeringer hovedsakelig fra tiårene 1960–1990, med nyeste kilde Virtanen mfl. (1997). Etter dette er det kun publisert én vitenskapelig artikkel om karplanter på Jan Mayen (Kapfer mfl. 2012 og studier som bruker dette datasettet) og én rapport om naturtyper (Arnesen mfl. 2012).

Vegetasjonen på Jan Mayen er betinget av øyas utvikling siden siste istid. Substratet består av lavasubstrat av ulik grovhet og drenering, øya har en plassering i arktisk oseanisk klima med sterke vinder og erosjon, det er fravær av større beitedyr (unntatt grupper som gjess), og øya er isolert geografisk (Virtanen mfl. 1997). Moser er den vanligste og dominerende gruppen planter med omtrent 179 registrerte arter (Frisvoll 1983, Gabrielsen mfl. 1997a), etterfulgt av 68 karplanter (Lid 1964, Frisvoll 1983, Gabrielsen mfl. 1997a, Kapfer mfl. 2012).

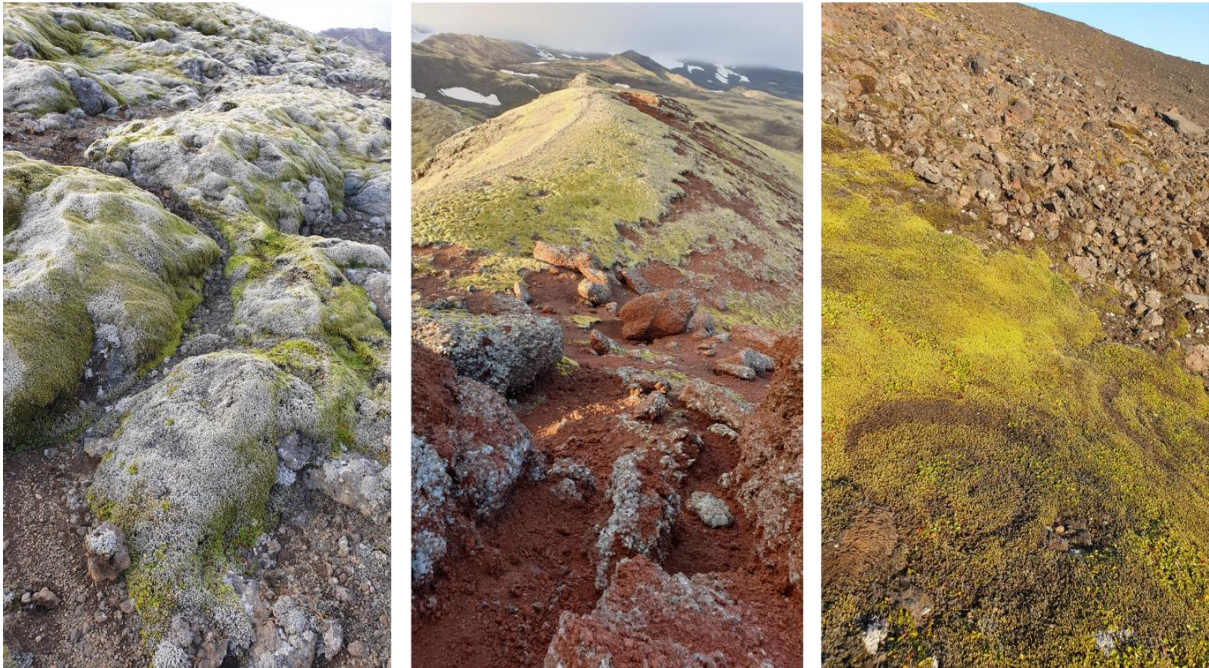


Typisk landskap på Jan Mayen med lavasubstrat av ulik grovhet og drenering. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

6.3.1.1 Moser

Mosevegetasjonen på Jan Mayen karakteriseres av områder dekket med arter i gråmoseslekta (*Racomitrium* spp.). Fjærgråmose (*Racomitrium ericoides*) er vanlig og dekkende i områder med et visst snødekke, mens heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) dekker eksponerte områder med lite snø. Heigråmose-samfunn er funnet fra lavlandet og opp hele fjellsiden som ble undersøkt av Virtanen mfl. (1997).

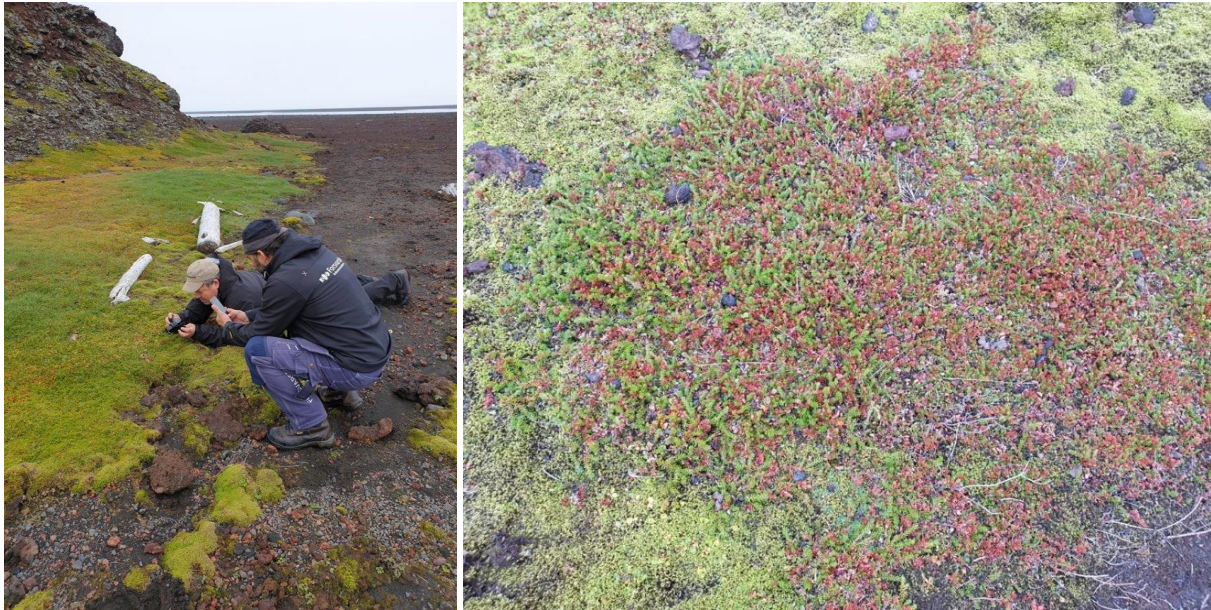
I snøleier er levermosene krypsnømose (*Anthelia juratzkana*) og rabbeåmemose (*Gymnomitrium concinatum*) vanlige arter (Virtanen mfl. 1997). Disse moseartene som er definerende for landskapet, er vanlig forekommende i norsk sammenheng og har sirkumpolar utbredelse (Stech mfl. 2013). Det finnes ikke nyere undersøkelser som kan bekrefte forekomster eller utbredelse av moser på Jan Mayen (for eksempel er Jan Mayen ikke inkludert i en ny sjekklister for levermoser for Svalbard; Söderström mfl. 2021), og vi har ikke kjennskap til om det finnes endemiske arter gitt revidert, moderne taksonomi.



Mosevegetasjon er svært utbredt på Jan Mayen. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

6.3.1.2 Karplanter

Det har i eldre tid vært ekspedisjoner som studerte karplantefloraen på Jan Mayen, med første kjente ekspedisjon i 1817 med Scoresby, og etter det finnes om lag 20 ekspedisjoner der botanisk arbeid ble gjort frem til 1957 (Lid 1964). Omtrent to tredjedeler av karplantene har sirkumpolar utbredelse, og unntatt løvetenner (*Taraxacum* spp.) hører alle karplantene til planter som er vanlige rundt Nord-Atlanteren. Det er omtrent like mange arter karplanter på Bjørnøya og Jan Mayen (Lid 1964). Utbredelse lokalt på Jan Mayen varierer mye fra art til art, og mange arter har tidligere funn på få lokaliteter. I forbindelse med forrige kunnskapssammenstilling (Gabrielsen mfl. 1997a) ble det gjort noen undersøkelser av plantene, og man fant da at noen av artene, særlig løvetennene, forekommer over større arealer enn angitt i eldre kilder som Lid (1964), og det nevnes flere frodige lokaliteter med forekomst av arter som finnes på få steder på Jan Mayen; Grønberget, Havhestberget, Fishbumdalen, og Håpdalen. Den klassiske plantelokaliteten ved Kjøllesdalskrateret på nordsida ble ikke gjenfunnet i 1996 (Gabrielsen mfl. 1997a). Fjellkrekling (*Empetrum nigrum* ssp. *hermafroditum*) er i Gabrielsen mfl. (1997a) angitt fra Krosspyntsletta, og forsker Teppo Rämä som besøkte øya i forbindelse med undersøkelse av marine sopper forteller om flere bestander på Kreklinghaugen ved Ullringlaguna (Teppo Rämä pers. kom.). Disse og andre funn som omtales i tidligere kilder, bekrefter at frekvensen av artene variere noe over tid på Jan Mayen.



Fjellkrekling ved «Ulla». Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Hovedkonklusjonen fra det ene systematiske studiet til Kapfer mfl. (2012) som forsøkte å gjenta undersøkelsene til Lid (1963; utført i 1930) og Virtanen mfl. (1979), er den samme som i de tidligere omtalte mer anekdotiske innsamlingene. Kapfer mfl. (2012) fant at antall arter og hvilke arter som finnes på Jan Mayen er tilnærmet uendret i 2010 sammenlignet med 1930 og 1991. De fant en art som tidligere ikke var registrert på Jan Mayen, marinøkkel (*Botrychium lunaria*), og at det var endringer i mengder av noen arter som musøre (*Salix herbacea*) og urter. Studier der tidligere undersøkte områder besøkes på nytt uten nøyaktig merkede ruter eller annen nøyaktig stedsangivelse vil alltid være beheftet med usikkerhet knyttet til at man potensielt har ulik lokasjon av rutene, eller andre metodiske forskjeller (med et tidsspenn på 80 år vil man nesten kunne anta det). At den samme artssammensetningen finnes på Jan Mayen i moderne tid som på 1930-tallet har støtte i andre studier hvor endring i artenes tilstedeværelse og større endringer i mengder av arter i arktisk vegetasjon skjer svært sakte eller lite gjennom flere tiår (for eksempel Bjorkmann mfl. 2020). Studiene til Kapfer mfl. (2012), Virtanen mfl. (1997) og Lid (1964) finner at gjennomsnittlig antall karplantearter innen ruter på én m² er rundt ni arter, noe som kan synes høyt på en øy med hovedsakelig mosedekt mark og enkelte bestander av karplanter. En mulig årsak er at rutene i disse undersøkelsene ble plassert i flekker der man fant karplanter og representerer på den måten ikke gjennomsnitt over landskap.

Det er angitt tre endemiske løvetannarter (*Taraxacum recedens*, *T. brachyrhynchum* og *T. torvum*) fra Jan Mayen (Lid 1964, Gabrielsen mfl. 1997a). Løvetenner er dog en veldig kompleks gruppe arter. Hvorvidt noen av disse tre løvetannartene er endemiske eller en del av andre artsgrupper må spesialister innen taksonomi avklare, men vi finner to av disse angitte endemiske artene gruppert i «The *Taraxacum spectabile* aggregate» i «Panarctic Flora – Annotated Checklist of the Panarctic Flora (PAF) Vascular plants» (Elven 2022).



Typisk voksested for lūvetann på Jan Mayen. Marion Lexau Nødset / Meteorologisk institutt.

Av de seks innførte karplantene som angis i eldre kilder (Lid 1964, Gabrielsen mfl. 1997a) er kun engsyre (*Rumex acetosa*) gjenfunnet i moderne tid (Gabrielsen mfl. 1997). Engsyre vurderes i Fremmedartslista til å ha ingen kjent økologisk risiko, og den vil neppe utgjøre noen trussel mot stedegen natur på Jan Mayen (og Bjørnøya) (Elven & Westergaard 2018). Lid (1964) angir at de under ekspedisjonen i 1930 fant tre introduserte karplantearter (engsoleie *Ranunculus acris*, høymole *Rumex longifolius* og balderbrå *Tripleurospermum inodorum*), men om disse fortsatt finnes er usikkert i og med at undersøkelsene i forbindelse med Gabrielsen mfl. (1997a) kun fant engsyre (*Rumex acetosa*) i en flekk ved fuglefjellet Søyla ved Sørlaguna og en liten flekk sådd plen. Det er ukjent om engsyre fortsatt finnes på Jan Mayen (pers. kom. Kristine Westergaard, Norsk institutt for naturforskning).

I Norsk rødliste for arter 2021 (Solstad & Elven 2021) ble artene på Jan Mayen vurdert som del av Fastlands-Norge på grunn av den administrative organisering av forvaltning av Jan Mayen. For artene som er vurdert og som har kjente forekomster på Jan Mayen blir det i teksten kommentert at forekomstene på Jan Mayen «ikke påvirker vurderingen». Dette skyldes nok en kombinasjon av at kunnskapen om forekomster og mengder av karplantearter på Jan Mayen er noe begrenset, og at øya ligger så langt unna Fastlands-Norge. I rødlisten er det oppgitt 22 karplantearter fra Jan Mayen i følgende trøethetskategorier: Sterkt truet (stuttarve), sårbar (bleikrublom, snøgras, issoleie, grynsildre, dvergsyre, sumpsoleie, jervrapp) og nært truet (moselyng, dvergssoleie, østersurt, knoppsildre, høyfjellsarse, snørublom, nålearve, grannsildre, polarlusegress, bekkesildre, jøkelarve, buefrytle, vardefrytle, taggløvetann). Mange av disse artene er imidlertid vanlige på Jan Mayen, men de er på den norske rødlisten fordi de har begrenset utbredelse andre steder i Norge. Dette viser at det er behov for en fremtidig særskilt vurdering av Jan Mayen.

6.3.1.3 Lav

Lav kategoriseres taksonomisk i soppriket og består av en soppkomponent og en fotosyntetiserende algekomponent. Lav vokser på eksponerte flater, på stein og åpne berg og er vanligvis, og også på Jan Mayen, en synlig del av organismene på land. Lavsamfunn på Jan Mayen er mindre undersøkt enn vegetasjonen av karplanter og moser, og registreringer av lav er av eldre dato (Gabrielsen mfl. 1997a). Lav inngår i de fleste plantesamfunnene på øya, er som regel mindre dominerende enn for eksempel moser på flatmark, men blir mer vanlig i høyden (Gabrielsen mfl. 1997a).



Lavsamfunn forekommer over hele Jan Mayen, men artssammensetningen er dårlig kjent. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

6.3.1.4 Effekter av klimaendring og andre påvirkningsfaktorer

Sirkumpolare studier av ulike plantegrupper har funnet at responsen på et varmere klima varierer mye fra studie til studie (Bjorkman mfl. 2019). Den mest vanlige responsen var ingen endring over tid i plantegruppenes mengde. Av endringer som fant sted, var økning i mengde urteplanter, graminoider (gress og starr) og busker den vanligste. Eksperimentell oppvarming førte oftere til mengdeendringer, der nedgang i lav og moser var vanlig. Det vil for Jan Mayen kunne forventes noen endringer i artenes mengdeforhold dersom klimaoppvarmingen fortsetter med uforminsket styrke, men Kapfer mfl. (2012) viste at endringer over tid på Jan Mayen ikke er dramatiske og eventuelt vil gå sakte. Et viktig moment i tolking av tilsynelatende inkonsistente funn, der noen plantegrupper noen steder øker i mengde, mens andre minker og noen ikke endres, er at endringer kan skje lokalt til tross for at de går i ulike retninger.

Moser er kjent for å være sensitive for tråkk, og også gjenvekst av karplantevegetasjon vil i tørre habitater ta lang tid etter en forstyrrelse (Speed mfl. 2010). I fuktige habitater vil både moser og karplantevegetasjon i noen tilfeller kunne ha gjenvekst over noen år. Avhengig av intensitet og frekvensen av tråkk vil substratet eventuelt komprimeres, noe som vil påvirke evne til gjenvekst.

6.3.1.5 Naturtyper

Naturtyper på Jan Mayen ble undersøkt i virksomhetsområdene (Arnesen mfl. 2012), og nye naturtyper ble definert i den forbindelse. Systemet for Natur i Norge (NiN) er under revisjon, og i en gjennomgang av arktiske naturtyper på Svalbard med feltarbeid gjennomført i 2021, ble det endret på mange av de naturtypene man tidligere hadde beskrevet. Det må forventes at det samme gjelder for Jan Mayen, og de naturtypene som er beskrevet fra kartleggingen derfor må anses som foreløpige.

Jan Mayen består av lavasubstrat i et oseanisk klima, noe som er definerende for vegetasjon og for naturtyper. De viktigste regionale økoklinene (regional variasjon i miljøbetingelser) er mye tåke og relativt lite variasjon i temperatur. Lokalt på Jan Mayen er substratets vannholdingskapasitet viktig, og det er ekstreme verdier i uttørkingsfare sammenlignet med andre tilsvarende arktiske og alpine systemer, der andre forhold som snødekkets varighet, kalkrikhet osv. vanligvis er viktige. Vannmetningen på Jan Mayen er ekstremt lav, og fuktighet til vegetasjon tilføres hovedsakelig gjennom tåke og regn, og ikke grunnvann (Arnesen mfl. 2012). Blant andre viktige faktorer som definerer naturtyper kan nevnes pH og forvitring av substrat, endringer av artssammensetning på tidligere uvegetert mark og gjødsling fra sjøfugl.

I virksomhetsområdene ble det ved naturtypekartleggingen funnet grunntypene: eksponert lavamark, lavamark med tynt mosedekke, lavamark med heigråmose, lavaforstrand, fuglefjell-eng på lavamark og lavastrandberg. Som følge av den lave undersøkelsesgraden på Jan Mayen, og generelt i Arktis hva gjelder naturtyper (første ekspedisjon med beskrivelser av typer i regi av Arktis-arbeidsgruppe i 2021), samt revisjonen av hele NiN systemet, må det gjøres mye grunnlagsarbeid før naturtyper kan kartlegges på Jan Mayen.



Eksempler på seks grunntyper av natur som kan forekomme på Jan Mayen. Fra venstre mot høyre: Eksponert lavamark, lavamark med tynt mosedekke, lavamark med heigråmose, lavaforstrand, lavastrandberg og fuglefjell-eng på lavamark. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

6.3.1.6 Kunnskapsstatus

Kunnskapsstatus for vegetasjon på Jan Mayen er basert på eldre publikasjoner (siden 1930-tallet; for mosene starter innsamlingene på slutten av 1800-tallet). For moser lykkes det ikke å finne nyere, omfattende arbeider etter Frisvoll (1983) og Virtanen mfl. (1997), der sistnevnte inkluderer moser registrert langs en høydegradient på et fjell. Etter Virtanen mfl. (1997), der feltarbeid ble gjort 1991, har en systematisk studie blitt gjennomført (Kapfer mfl. 2012), og det er skrevet en rapport om

naturtyper (Arnesen mfl. 2012). Ellers er det gjort noe på terrestriske og marine sopp (Rämä pers. kom.), men øya er ellers ikke besøkt av botanikere i forbindelse med systematiske undersøkelser. Det er noen registreringer av forekomst av karplanter av nyere dato i Artskart (<https://artskart.artsdatabanken.no/>) gjort av stasjonspersonalet eller besøkende.

Ved hjelp av fjernmåling fra høyoppløselige satellittbilder (se Arnesen mfl. 2012) kan Jan Mayen kartlegges for å få en oversikt over vegetasjonsdekte områder og for en grov klassifisering i vegetasjonstyper. Drone er mulig å bruke som tilleggsverktøy, men er avhengig av godt vær uten for mye vind og uten tåke for gjennomføring i felt. For å kunne kartlegge områder større enn noen få hundre meter i hver retning, krever dronearbeid veldig stor innsats i form av flyving i felt, og ikke minst i innhenting av bakkesannhet og bildebehandling i etterkant. Dette vil kunne gi nøyaktige klassifiserte kart over mindre områder, men er tidsmessig og ressursmessig krevende og dyrt. På Svalbard har man gjort tilsvarende kartlegging av tundraen, og kart for tre begrensede lokaliteter krevde to-tre uker med feltarbeid med teknisk avansert drone- og GPS-utstyr, og flere måneder med prosessering av bilder (se Eischeid mfl. 2021 for et eksempel fra Svalbard).

Det som vil måtte antas å kunne være en utfordring for all fjernmåling på Jan Mayen er den store dekningen av moser. Det er velkjent at moser, som er vekselfuktige og dermed varierer mye i refleksjon avhengig av om de er tørre eller fuktige, påvirker de mest brukte indeksene i kartlegging og overvåking av vegetasjon (Cunliffe mfl. 2020). Likevel er nok fjernmåling basert på optiske metoder den eneste hensiktsmessige metoden for vegetasjon på Jan Mayen, gitt oppløsningen av radarbaserte satellittdata og vegetasjonens heterogenitet og beskaffenhet. I en eventuell fremtidig kartlegging og overvåking på Jan Mayen ved hjelp av satellitter eller drone bør en ha i mente komplikasjoner gitt med mosedekke og vise varsomhet i tolking av resultater.

Stier og tråkk dannes og er dannet i forbindelse med aktiviteter på Jan Mayen. De tydeligste stiene som går til hytter er av sikkerhetsmessige grunner lagt på GPS-er som ruter som kan følges. Disse kan brukes som utgangspunkt for en kartlegging av stibredde og lengde for å få oversikt over situasjonen ved dagens og historiske aktivitet. Spor etter kjøretøy kan på tilsvarende måte kartlegges, i den grad der finnes kjørespor som ikke er GPS-festet. Som en første kartlegging for å få oversikt over situasjonen kan kartfesting av stier gjøres med håndholdt GPS og ved å gå stiene og logge stienes lengde, og inkludere sidestier i egne logger. Dette er en relativt lavteknologisk og relativt lite ressurskrevende måte å skaffe en grunnleggende oversikt. Dersom ressurser og kompetanse tillater det, kan mer informasjon om stienes dybde, hva slags terreng og vegetasjon de går gjennom og annet tilsvarende skaffes med målrettede undersøkelser.



Mosedekt landskap på Jan Mayen, med sti på vei fra østkysten til vestkysten på Jan Mayen. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Det mangler systematisk oversikt over om fremmede arter finnes i virksomhetsområdene og rundt de mest brukte stiene og hyttene. Slik oversikt vil kunne fremskaffes gjennom en enkel kartlegging, for eksempel ved å følge metoden som ble brukt på Svalbard (Bartlett mfl. 2020), men den vil kreve botanisk kompetanse. Det bør vurderes å innføre rengjøring av utstyr og skotøy før ankomst Jan Mayen, da en betydelig mengde frø kan bli transportert under sko (Ware mfl. 2012).

En første kartlegging etter NiN-metoden er gjort i virksomhetsområdene, men typene som ble definert er foreløpige. NiN-systemet for Arktis er under revisjon, og det trengs et betydelig arbeid på Jan Mayen før typene er veldefinert og før en har data fra plantesamfunn og miljøforhold som underbygger naturtypene.

6.3.1.7 Kunnskapsbehov

Kartlegging av alle arter

Kartlegging av alle arter som utgjør vegetasjonen er antakelig den meste krevende delen av fremtidig kunnskapsinnhenting. Dette er på grunn av behov for spesialkompetanse som kun få mennesker i Norge besitter, kombinert med den utfordrende logistikken med transport til og fra Jan Mayen. Det finnes ikke annen metodikk for kartlegging av større områder med mangfoldig moseflora enn veldig tidkrevende

og kompetansekrevede feltmålinger gjort av spesialister, eventuelt kombinert med DNA-identifikasjon av artene (se for eksempel Stech mfl. 2013).

Fremmede arter

Å kartlegge status for fremmede karplantearter er antakelig noe enklere, selv om man også her har artsgrupper der taksonomien er uklar eller krevende (løvetann, gress) og der innsamling av belegg og innhenting av spesialister vil være nødvendig.

Overvåking av effekter av påvirkning

Overvåking av vegetasjonen med tanke på klimaendring og andre påvirkninger er like aktuelt her som i andre nordområder, men mer krevende med hensyn på tilgang til området og ressurser. Klimadata fra Jan Mayen er en viktig ressurs, men for en fullverdig overvåking av vegetasjonen burde det samles inn data om andre faktorer som varierer over kortere og lengre tid, som vinderosjon, snøsmelting, osv. Å sette opp et overvåkingssystem som fanger opp slike data er krevende, og en prosess som bør gå over år, for å få et godt resultat. Kun overvåking av vegetasjonen uten gode data om faktorer som påvirker vegetasjon har bare begrenset verdi. Plassering av Jan Mayen i havet, med vulkansk opprinnelse og at øya er i praksis fri for beitedyr (unntatt grupper som gjess), gjør øya unik, men vil imidlertid begrense muligheten til å kunne generalisere funn gjort i eventuelle fremtidige studier og overvåking, fordi tilsvarene øyer nesten ikke finnes i Arktis. Økt kunnskap om vegetasjonen på Jan Mayen vil imidlertid kunne gi verdifulle bidrag til Arktisk råds arbeid innenfor for eksempel Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), og det å følge effekten av klimaendringer på vegetasjonen på Jan Mayen har en egenverdi i seg selv.

Foreslåtte tiltak for kunnskapsinnhenting:

Vegetasjon:

- Systematisk kartlegging av forekomst, inkludert mengde, av karplanter på tilgjengelige deler av øya.
- Systematisk kartlegging av forekomst, inkludert mengde, av moser på tilgjengelige deler av øya.
- Utarbeide overordnet vegetasjonskart/dekningskart på land med relativt enkle klasser.
- Grunnlagsarbeid for naturtyper, med oppfølgende kartlegging av disse.
- Prosjektering og planlegging av overvåking av vegetasjon, inkludert kriteriesett for utvalgelse av overvåkingsparametre og studiedesign (romlig og tidsmessig plan).

Påvirkninger på stedegen vegetasjon:

- Kartlegging av utbredelse og størrelse/lengde tydelige stier utover det som er kjent i dag.
- Kartlegging av fremmede karplanter.

Samlet ressursbehov

Den krevende logistikken med arbeid på Jan Mayen, kombinert med at punktene satt opp som forslag for kunnskapsinnhenting krever spesialkompetanse som få personer i Norge har i dag, gjør at tidshorisonten for utbedring av kunnskapsgrunnlaget er lang. Det finnes imidlertid noen måter å løse oppgavene med datainnhenting på. Et alternativ er å årlig sende en til to personer til øya for hele sommersesongen (1,5–2 måneder) for å analysere vegetasjonen og innhente prøver til artsbestemmelse. Dette kan gjøres i samarbeid med den pågående sjøfuglovervåkingen og/eller eventuelle undersøkelser av geoforholdene (se kapittel 6.1.7; kanskje særlig aktuelt for naturtyper som

også inkluderer geologiske naturtyper). Det andre alternativet er å organisere tokt med noen års mellomrom, der flere fageksperter stasjoneres på et skip/større båt utfor Jan Mayen og settes i land med lettbåt/helikopter på ulike deler av øya. Ved sistnevnte alternativ vil en kunne få hentet inn en god del data på et 3–4 ukers tokt, gitt at værforholdene tillater landinger.

Den største kostnaden vil uavhengig av hvilken måte data hentes inn på vil være behandling av prøver, analyse av data, artsbestemmelse og behandling av eventuelle fjernmålte data. Det vil kreve anslagsvis et halvt forskerårsverk per år å planlegge datainnhenting og prosessere dataene, og det vil måtte beregnes kostnader til lønn til spesialister i tillegg.

Et anslag på pris for feltarbeid kan være

- alternativ 1: To personer to måneder på Jan Mayen, lønn + transport + losji, 500 000 kroner årlig.
- alternativ 2: Tre ukers tokt hvert 3.–4. år med seks personer med innleid båt, 5 millioner kroner.

Lønnskostnad og kompensasjoner for spesialister må innberegnes med om lag 6 månedersverk for forskere per år.

6.3.2 Terrestriske evertebrater

Lite har vært gjort på terrestriske evertebrater siden Gabrielsen mfl. (1997a), men også før den tid var det få omfattende studier. Generelt er det en dominans av ikke-flyvende, jordlevende former (midd, collemboler). Utvalgte flyvende insekter (tovinger, årevinger, biller, sommerfugler, m.m.) forekommer ytterst sparsomt sammenlignet med fastlandet (Gabrielsen mfl. 1997a). Se vedlegg 12.1.1 for mer informasjon om antall arter fordelt på artsgrupper.

6.3.3 Fjellrev

I dag finnes det ikke fjellrev (*Vulpes lagopus*) på Jan Mayen. Det gjorde det sannsynligvis heller ikke under den første kjente overvintringen på Jan Mayen fra 1633 til 1634, da mangel på både reinsdyr og fjellrev ble beskrevet som fatalt for de som overvintret (Hacquebord 1998). Fjellrevbestanden som vi vet eksisterte på Jan Mayen på begynnelsen av 1900-tallet, må ha innvandret naturlig til øya over havisen en eller annen gang mellom 1634 og 1800-tallet. I løpet av den lille istiden som varte fra ca. 1550 til 1850, strakte havisens sørlige utbredelse seg tidvis langt sør. Det er kjent at fjellrev benytter havis som plattform for vandringer mellom de arktiske kontinentene (Tarroux mfl. 2010, Fuglei & Tarroux 2019).

Den norske fangsten på Jan Mayen startet på begynnelsen av 1900-tallet, og fjellrev ble fangstet på grunn av den ekstremt gode vinterpelsen. Fjellrev finnes i to fargevarianter, hvit og blå. Hvitreven er ensfarget hvit om vinteren, mens sommerpelsen er gråbrun på rygg/lår og gulhvit på buk/sider. Blåreven er til forskjell ensfarget hele året. Om vinteren varierer den fra mørkebrun til lys blågrå, og sommerpelsen er sjokoladebrun. Begge fargevariantene fantes på Jan Mayen, og andelen blårev var så høy som 90 % (Barr 1991). Dette er stor forskjell fra andelen i hele det sirkumpolare utbredelsesområde til fjellrev hvor hvitrev utgjør 97 % og den blå fargevarianten rundt 3 % av bestanden. På grunn av gode skinnpriser ble fjellrevbestanden på Jan Mayen hardt beskattet, og fangsten gikk hardt ut over bestanden på øya. Grunnet drastisk nedgang i bestanden ble det ikke tillatt med fangst i perioden 1931–1933, og revefangsten ble kvoteregulert fra sesongen 1933–34 (Barr 1991). Innføringen av kvotereguleringen hjalp ikke stort, og bestanden ble totalfredet fra 1965 (Barr 1991). Noen få fjellrev og spor av rev ble observert i årene etter fredninga, og i 1971 ble spørsmål om overføring av fjellrev fra

Svalbard for første gang tatt opp med begrunnelse å bygge opp igjen en bestand som det kunne jaktes på (Barr 1991). På midten av 1980-tallet antok man at fjellreven på Jan Mayen var utryddet, og i 1985 ble spørsmålet om reintroduksjon av fjellrev tatt opp igjen, denne gangen for trivselens og ikke fangstens skyld (Barr 1991). Miljøverndepartementet ga tillatelse til innførsel av fjellrev, men dette ble ikke utført i praksis.



Fjellrev fotografert på Jan Mayen en gang mellom 1882 og 1883 i forbindelse med det første internasjonale polaråret (1881–1884). Foto: Norsk Polarinstitutt.

Mellom 1988 og 1990 har det forekommet noen observasjoner av fjellrev ved stasjonen på Jan Mayen (Barr 1991). Ansatte som har jobbet på Jan Mayen ved flere anledninger på 1990-tallet rapporterer om opptil flere observasjoner av levende fjellrev og spor etter fjellrev i 1992, 1993, 1994, 1996 og 1997. Det har også blitt rapportert om at det skal ha blitt funnet et revekadaver i 1998.

Dette er den siste informasjonen om observasjoner av fjellrev på Jan Mayen vi kjenner til, og det antas at arten i dag er utryddet. Fjellreven som ble observert i perioden 1992–1997 kan ha vært et streifdyr og muligens også samme individ, da fjellrev kan bli opptil 16 år gamle, med en gjennomsnittsalder på om lag 4–5 år (Prestrud 1992). Grunnen til at fjellrev, etter at den ble jaktet ut, ikke naturlig har gjeninnvandret til Jan Mayen skyldes at havisen stadig reduserer sin sørlige utbredelse, noe som har resultert i fravær av havis i deler av Grønlandshavet og Norskehavet.

6.3.3.1 Kunnskapsbehov

Observasjoner

Det kan være av interesse å få informasjon om eventuelle observasjoner av fjellrev på Jan Mayen. Dette kan eventuelt forekomme i år med ekstremt høy forekomst av havis. Sannsynligheten for dette er imidlertid veldig liten.



Gammel revfelle. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

7 Ferskvann

På Jan Mayen finnes det noen innsjøer som dannes av smeltevann fra snøsmelting om sommeren. De to største er Sørlaguna og Nordlaguna, men det er bare Nordlaguna som har vann hele året. Under snøsmelting eller kraftig nedbør dannes det også flere elver, men bare breelvene på Beerenberg fører vann året rundt (Skreslet & Andersen 1968).

7.1 Fysisk/kjemisk miljø

7.1.1 Nordlaguna

Nordlaguna ligger ved foten av Beerenberg, på vestkysten av øya. Innsjøen er 1,6 km lang og nesten 900 m bred. På sitt dypeste er den nesten 36 m i den sørlige delen av innsjøen, men store deler av innsjøen har en dybde på mindre enn 25 m (Björck mfl. 2022). Innsjøen har ikke utløp mot havet og er atskilt fra havet av en 5 m høy og 150–240 m vid sandbarriere, kalt Bommen. Nordlaguna har to innløpselver som fører vann i perioder med snøsmelting, disse munner ut i innsjøen på østsiden (Gabrielsen mfl. 1997a). På uværsdager er det ikke uvanlig at sjøvann kommer over Bommen, noe som gjør at vannet er noe saltholdig (3,4) i de øverste 25 m (Björck mfl. 2022). Målinger av innsjøen i 1963 og 1965 viste ulike nivå av salinitet og stratifisering av vannsøylen. Mens målingene i 1963 ikke viste tegn til stratifisering i vannsøylen og en salinitet på ~1, viste målinger fra 1965 en økning fra 1,8 på 20 m til 2,8 på 25 m og klar stratifisering (Skreslet 1969). Disse variasjonene som er funnet i salinitet og stratifisering av vannsøylen antyder store variasjoner mellom år og/eller sesonger, og er mest trolig avhengig av værforholdene (Skreslet 1969, Björck mfl. 2021). De siste målingene utført i innsjøen viser en høyere salinitet enn på 1960-tallet, noe som kan være en følge av at mindre havis rundt Jan Mayen resulterer i større påvirkning av saltvann fra stormvær (Björck mfl. 2022). Bunnen av innsjøen utgjør en blanding av detritus og noe drivtømmer som har sunket, men mest av sedimentert vindtransportert sand. På vinteren dekkes islaget på innsjøen av sand ført med vind fra barrierene og noe fra vegetasjonen rundt innsjøen, og ved vårmelting sedimenteres denne sanden og vegetasjonen. Andre viktige kilder til sedimentene i innsjøen er innløpselvene som kommer fra Wilzcedalen, Stasjonsdalen og Tornøedalen (Björck mfl. 2022). I dag er Tornøedalen viktigst på grunn av smeltevann fra is i regnperioder.

7.2 Økosystemenes struktur og funksjon

7.2.1 Nordlaguna

Det rike fuglelivet på Jan Mayen har stor innvirkning på faunaen i Nordlaguna. Fugleekskremitter tilfører majoriteten av plantenæringsstoffene, og de nyttiggjøres av encellede alger (planter) som danner næringsgrunnlaget for ulike beitende organismer (Gabrielsen mfl. 1997a). Undersøkelser gjort av Skreslet & Foged (1970) viser at Nordlaguna er rik på næringsstoffer og har høy primærproduksjon. Sammenlignet med innsjøer i andre deler av Arktis er Nordlaguna likevel relativt artsfattig. Håvtrekk tatt i innsjøen sommeren 1963, på syv ulike datoer og dybder fra 0–34,5 m, viste nesten total dominans av den halofile (tåler svært høy salinitet) kiselalgen (diatom), *Diatoma elongatum*, noe som indikerer fersk-/brakkvann. I 1965 ble det tatt prøver av bunnfaunaen, og disse bekreftet at Nordlaguna har en svært artsfattig fauna dominert av blant annet Tubellaria (flimmermark), Gastrotricha (små uleddede

ormer), Oligochaeta (fåbørstemark), Nematoda (rundmark), Cladocera (vannlopper), Tardigrada (bjørnedyr) og Chironmidae (fjærmygg) (Skreslet & Foged 1970).



Nordlaguna på Jan Mayen og taubanen på Gamle Metten (venstre bilde). Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitut (venstre), Sebastian Gerland / Statens strålevern (nå ved Norsk Polarinstitut) (høyre).

7.2.1.1 Røye

Røye (*Salvelinus alpinus*) tilhører laksefiskfamilien, er verdens nordligste ferskvannsfisk og finnes rundt hele Polhavet (Johnson 1980, Svenning mfl. 2020). Den er mest utbredt i Skandinavia, Canada, Grønland, Island, deler av Kolahalvøya, Nord-Finland samt Skottland og Irland (Svenning mfl. 2013). Røye forekommer i to hovedformer, anadrom (sjørøye) og stasjonær. Sjørøya foretar en næringsvandring til havet om sommeren, mens den stasjonære røya lever hele livet i innsjøen. På Jan Mayen finnes det røye kun i Nordlaguna, og man tror at denne har sitt opphav fra sjørøye (Skreslet 1973). Røya i Nordlaguna har trolig hatt en stasjonær livsstrategi i nesten 300 år, etter at utløpet til havet ble stengt på grunn av vulkanutbruddet i 1732 (Larsen mfl. 2021). Stasjonær røye stagnerer ofte i vekst rundt 12–18 cm, men individer i stasjonære bestander kan endre strategi, bytte over til fiskediett og bli kannibaler når de når en lengde på rundt 20 cm (Svenning 2010). Kannibalisme ser videre ut til å ha stor innvirkning på populasjonsstrukturen og tetthet av fisk (Borgstrøm mfl. 2015). Livshistoriestrategien medfører også økt risiko for parasittisme (Hammar, 2000).

Rapporten om natur- og kulturmiljøet på Jan Mayen (Gabrielsen mfl. 1997a) oppsummerer kunnskap om røyebestanden i Nordlaguna fra 1935 til 1996 og beskriver en bestand som domineres av små, seint voksende individer som i hovedsak lever av fjærmygglarver, fåbørstemark og vannlopper, men med en og annen stor og fetere kannibalerøye. I 2019 ble det utført prøvefiske etter røye i Nordlaguna. Utvalget bestod av 116 fisk mellom 104 og 700 mm der 93 % var mindre enn 200 mm. Aldersspennet var mellom 2 til 19 år, men dominert av unge årsklasser (Larsen mfl. 2021).

I Forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat (2010, § 4-2.1) står det at dyr, planter og andre levende organismer er fredet mot skade, ødeleggelse og forstyrrelse av enhver art som ikke skyldes tillatt ferdsel. Det fremgår videre av Forvaltningsplan for Jan Mayen naturreservat (Fylkesmannen i Nordland 2017) at fiske etter ferskvannsfisk er forbudt, men det kan gis dispensasjon til fiske etter verneforskriftens §6, annet ledd.



Røye fra Nordlaguna på Jan Mayen (2019). Foto: Astrid Lyså / Norges geologiske undersøkelse.

7.2.2 Kunnskapsbehov

Overvåking av røyebestanden i Nordlaguna

Røyebestanden i Nordlaguna kan estimeres etter standardiserte metoder, og videre overvåkes med prøvefiske for å få økt kunnskap om bestanden. Prøvefisket kan utføres med fem års mellomrom.

Ressursbehov

Med reise, opphold og lønnskostnader for feltarbeid, inkludert rapportering for to personer, stipuleres kostnad til 350 000 norske kroner.

Ny kunnskap om flora og fauna i Nordlaguna

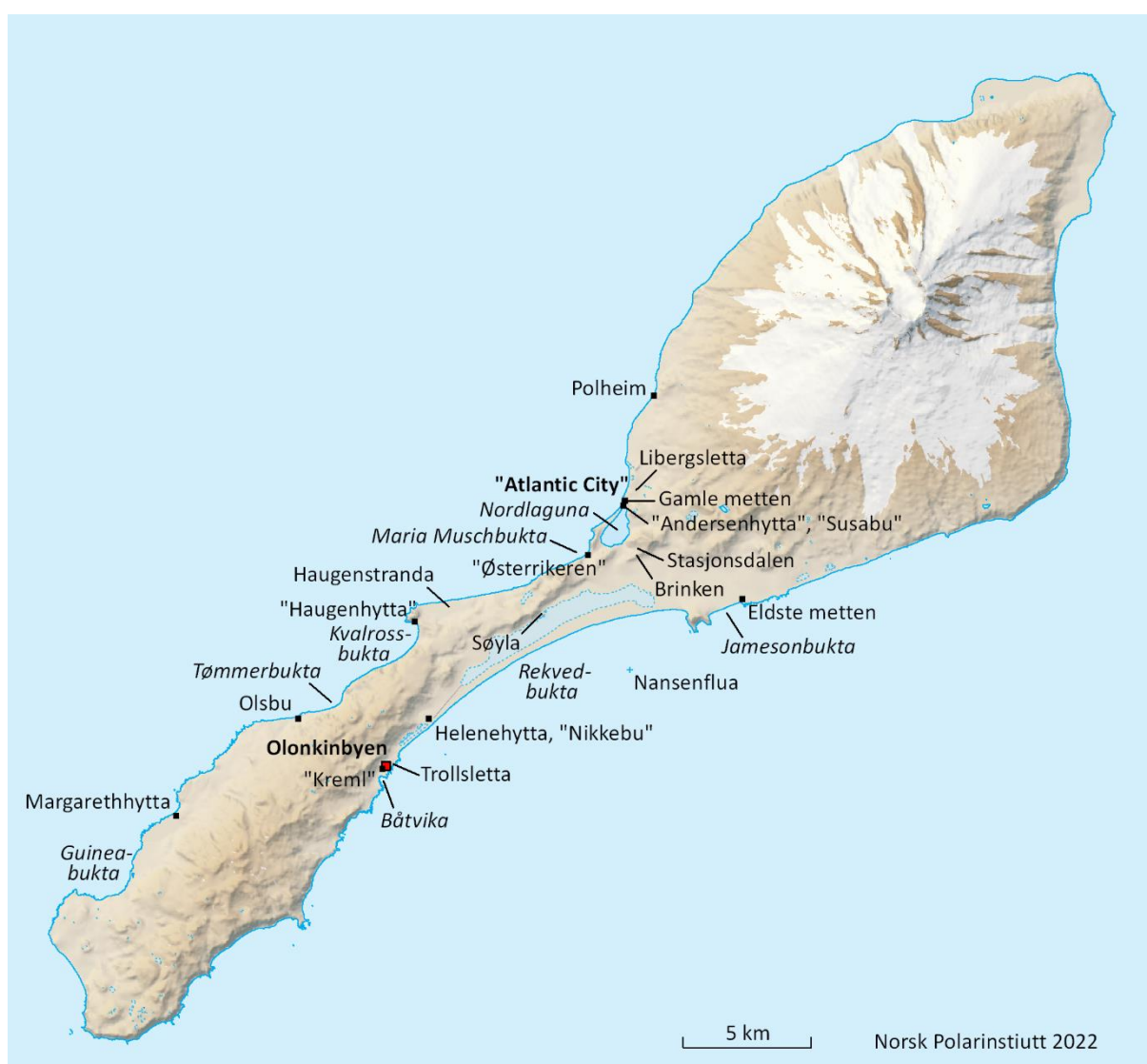
Det finnes lite ny kunnskap om ferskvannsfaunaen og -floraen i Nordlaguna. De siste målingene av vannet i innsjøen viser imidlertid en økning i salinitet i forhold til prøvene som ble tatt på 1960-tallet (Björck mfl. 2022). Med en slik økning i salinitet i innsjøen vil nye håvtrekk være av stor interesse, da det vil kunne avdekke eventuelle endringer siden 1960-tallet (Skreslet & Foged 1970).

Ressursbehov

Dette kan gjøres samtidig med et prøvefiske i vannet. I tillegg kommer opparbeiding av prøver.

8 Kulturmiljø

Jan Mayen har i norsk sammenheng en svært kort menneskelig historie. De eldste kjente sporene etter menneskelige besøk på øya er bare litt over 400 år gamle. Kulturminnene på øya er imidlertid av helt andre typer, og representerer helt andre historier, enn det vi finner i Fastlands-Norge. Sammen med Svalbard har Jan Mayen derfor andre verneregler for kulturminner enn resten av norsk territorium. All tekst i dette kapittelet knyttet til gjennomgangene av epokene i Jan Mayens historie og historisk informasjon om kulturminnene, bygger på Barr (1991), der ikke annet er direkte nevnt.



Kartet viser navn og lokalisering av de fleste omtalte kulturminnene. Skrivemåte er i henhold til offisielle navn, med unntak av de i gåseøyne. Kart: Anders Skoglund / Norsk Polarinstitutt.

8.1 Verneregler og forvaltning

Innenfor Jan Mayen naturreservat, inkludert på havbunnen, er alle kulturminner fra 1945 eller tidligere automatisk fredet. Menneskegraver og gravmarkeringer er automatisk fredet uavhengig av alder. Den gamle meteorologiske stasjonen «Gamle Metten» er også automatisk fredet, selv om anlegget er yngre enn 1945.

Den automatiske fredningen gjelder både faste og løse kulturminner. For stående bygninger omfatter fredningen hele bygningen med eksteriør og interiør. Staten er eier av løse kulturminner dersom annen eier ikke er kjent.

Også utenfor naturreservatet, innenfor «virksomhetsområdene» er det kulturminner. Bygningen «Kreml» ved stasjonsområdet på Trollsletta er det eneste kulturminnet som kun har status som verneverdig.

Innenfor Jan Mayen naturreservat er Statsforvalteren i Nordland forvaltningsmyndighet, også for kulturminner. Riksantikvaren er rådgivende myndighet og skal komme med faglige innspill til saker som gjelder kulturminner. I virksomhetsområdene utenfor naturreservatet er Riksantikvaren forvaltningsmyndighet for kulturminner.

8.2 De eldste kulturminnene

Den første sikre menneskelig aktiviteten på Jan Mayen stammer fra tidlig 1600-tall, men det er ikke usannsynlig at øya var kjent også før det. Det er vanlig å anta at det var den engelske kapteinen John Clarke som «oppdaget» øya i 1614, selv om øya har fått sitt navn etter Jan Jacobsz May van Schellinkhout som var en av flere nederlendere som også besøkte øya samme år.

Fra «oppdagelsen» i 1614 drev nederlenderne intensiv hvalfangst rundt Jan Mayen, og det ble etablert landstasjoner med ovner for koking av spekk til olje i flere bukter på øya. De neste tiårene ankom i overkant av ti nederlandske hvalfangstskip øya hver sommer. For beskyttelse mot konkurrenter fra andre nasjoner ble det også etablert mindre forsvarsverk knyttet til iallfall en av landstasjonene.

I løpet av 1630-tallet ble aktiviteten på Jan Mayen redusert, både fordi det ble mindre hval i nærområdet, og fordi mer av spekket ble tatt med til Fastlands-Norge for koking der. Fra noe før 1650 ser det ut til at det ikke lenger var aktivitet knyttet til hvalfangst på øya.

Fra den korte, men intensive, hvalfangstperioden finnes det særlig mange kulturminner i Kvalrossbukta, i form av hvalbein/skjelettresten (Figur 72), spor etter bygninger og kokerier (Figur 73 og Figur 74), samt graver etter omkomne hvalfangere. Det skal også ha forlist mist ett skip i en av buktene.



Figur 72. Hvalbein/skjelettresten i Kvalrossbukta. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.



Figur 73. Tidligere vaktbu fra andre verdenskrig i nordenden av Kvalrossbukta. I bildet skimtes også typisk gul nederlandsk teglstein fra hvalfangstiden, som ble gjenbrukt ifm. bygging av vaktbua. Langs brinken finnes flere spor fra hvalfangstaktiviteten som fant sted her på 1600-tallet. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Det er gjennomført flere mindre arkeologiske undersøkelser av kulturminner fra hvalfangstperioden i Kvalrossbukta (Bertelsen 1968, Hacquebord 1991), og det finnes sporadiske opplysninger om rester etter bosetning eller kokerier også i andre bukter. Disse er ikke kartlagt eller registrert. Det er et stort behov for en bedre og systematisk kartlegging og registrering av kulturminner fra perioden. Med tanke på den store vulkanske aktiviteten på Jan Mayen vil det være av stor interesse å kartlegge potensialet for at spor fra hvalfangstperioden kan være begravet under tefra-avsetninger, jf. kapittel 6.1.4.4.



Figur 74. Spor etter hvalfangstaktiviteten i Kvalrossbukta. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

8.3 Vitenskapelige ekspedisjoner og norsk overvintringsfangst

Fra 1650 til slutten av 1800-tallet er det ikke noe som tyder på at Jan Mayen ble annet enn sporadisk besøkt av sjøfarende på vei til andre steder. I det første internasjonale polaråret, 1882–1883, tilbrakte imidlertid en østerriksk-ungarsk gruppe på 14 mann 13 måneder på Jan Mayen (Figur 75). De utførte vitenskapelige observasjoner og målinger for blant annet meteorologi, jordmagnetisme, nordlysstudier og hydrografi. I tillegg utforsket de øyas natur og lagde et detaljert kart over øya. Svært mange av øyas navn som fortsatt brukes i dag, stammer fra denne ekspedisjonen. Da ekspedisjonen forlot Jan Mayen etterlot de bygningene i god stand, i tillegg til store mengder kull og proviant så andre kunne ta i bruk

stasjonen senere. Restene etter stasjonen (i dag kjent som «Østerrikeren») er fortsatt godt synlig i Maria Muschbukta og er automatisk fredet (Figur 76).



Figur 75. En østerriksk-ungarsk ekspedisjon tilbragte et år på Jan Mayen i forbindelse med det første internasjonale polaråret (1881–1884). Foto: Linienschiffs-Lieutenant Richard Basso / Norsk Polarinstitut.



Figur 76. Rester etter «Østerrikeren» i Maria Muschbukta (Nedverst). Restene ligger langs skråningen til høyre i bildet (rød oval). Foto: Hans Petter Bjørge / Cyberforsvaret 2018.

Først 20 år senere, på begynnelsen av 1900-tallet, ble stasjonen igjen tatt i bruk i forbindelse med den første norske overvintringsfangsten. Første sesong var 1906-1907, og fangstmennene hadde fått tillatelse av den østerrikske grev Wilczek til å bruke bygningene som sto igjen etter den østerriksk-ungarske ekspedisjonen. Frem til 1921 ble det gjennomført seks norske fangstekspedisjoner og «Østerrikeren» fungerte som hovedstasjon for de fleste av dem. Typisk for fangstekspedisjonene som overvintret var at en liten gruppe ble satt i land på øya fra et fartøy som var på vei til Øst-Grønland ifm. fangst, vitenskapelige- eller turistformål. Proviant for minst ett år ble losset i land og gruppen ble igjen på øya uten mulighet for kontakt med omverden frem til de ble plukket opp igjen påfølgende sommer.

Under fangstekspedisjonen i 1908/09 ble det bygget flere bistasjoner til opphold under røktningen av fangstterrenget. I dag finnes blant annet rester etter en av disse i Nordlaguna, den såkalte «Anderssenhytta» (Figur 77). Restene etter hytta er i dag automatisk fredet, og i 2008 ble det bygget en rekonstruksjon av hytta like ved som fikk navnet «Susabu», etter Susan Barr som sto for rekonstruksjonen sammen med Yngvar Wennevold og Torgeir Haraldstad (Figur 78).



Figur 77. «Anderssenhytta» fotografert i 1929. Foto: Anders Orvin / Norsk Polarinstitut.



Figur 78. «Susabu» til høyre og rester etter Andersenhytta til venstre. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Av de totalt 13 fangsthyttene som er dokumentert at ble bygget på øya, står kun tre igjen i dag. Den laftede fangsthytta Olsbu, i Tømmerbukta, var i god stand frem til høsten 2021 da den ble delvis knust i en storm. Tilbake står Polheimen, Camp Margaret og Camp Helene (Helenehytta). På Helene-stranden står også en kopi av Helenehytta, kalt Nikkebu, fra 1982. Begge er i bruk i dag, men kun Helenehytta er automatisk fredet (Figur 79).



Figur 79. Camp Helene, med Helenehytta til venstre og kopien Nikkebu til høyre. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

En annen bistasjon ble reist på Haugenstranda i 1908 og fikk navnet «Haugenhytta», etter Lars. L. Haugen og sønnen Fredrik Haugen som var handelsmenn i Tromsø og finansierte ekspedisjonen i 1908/09 og igjen i 1910/11. Bygningen har forsvunnet gradvis og i 1968 var det bare rester igjen, og i

dag er den ikke synlig. I samme området finner man graven til Sivert Eide som døde av skjørbuk under overvintringen i 1909 og ble gravlagt ca. 100 m sørvest for hytta. Graven er fremdeles godt synlig, nedrøyset med stein og markert med et kors (Figur 80). Korset ble reist i 1928 av bestyrer Olonkin og har en liten minneplakett. Det er også registret to andre graver etter norske fangstmenn fra tidlig på 1900-tallet. Disse ligger ved Maria Muschbukta og ble laget for Peder Olsen og Askel Jakobsen som begge døde under en ekspedisjon i 1911.



Figur 80. Graven til Sivert Eide (1909) ved Haugenstranda. Foto Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Fangsten på Jan Mayen var konsentrert til rev og kom til blant annet som en følge av at det var blitt hard konkurranse om fangsten på Svalbard, samtidig som det var blårev å finne på Jan Mayen. Blåreven var mer verdifull enn den hvite polarreven. Blåreven utgjorde 90 % av det som ble fanget på Jan Mayen, og reven ble tatt død i slag- eller lemfeller, eller levende i kassefeller og nettingfeller (Figur 81). Kildene opplyser at også revesaks var brukt, men det er ingen kjente spor etter dette i dag. I dag er det bevart en kassefelle fra området rundt «Søyla» som er tatt inn og oppbevares i bygningen «Kreml» på stasjonsområdet. I tillegg finnes det en god del rester etter feller rundt om på øya og flere av disse er registrert. Det er også registret rester etter revehus i Guineabukta og revegård på Eldste Metten (denne er fremdeles synlig i dag).



Figur 81. Rester etter lemfelle, vest for Eldste Metten, Kapp Broderick i bakgrunnen (venstre bilde). Rester etter kassefelle i Stasjonsdalen, øst for hovedbygningene som skimtes i bakgrunnen (høyre bilde). Foto Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Isbjørnfangst har aldri vært noen levevei på Jan Mayen, slik som på Svalbard. Et begrenset antall isbjørn har likevel vært registret og fangstet gjennom første halvdel av 1900-tallet. Kildene opplyser om enkelte selvskuddkasser, men det er ikke registret spor etter disse per i dag. Den siste isbjørnen som ble observert og skutt på Jan Mayen var i august 1990.

Av annet vilt som det ble jaktet på utgjorde sjøfugl, spesielt havhest, en stor del. Dette var et kjærkommet tilskudd til provianten utover vinteren og ble også brukt som mat for rev i fangenskap. Forskjellige typer sel ble tatt i den grad de kom inn til øya, men ingen av disse «sidebeskjeftigelsene» har etterlatt seg kjente fysiske spor på øya.

8.4 Meteorologisk virksomhet og Norges annektering av Jan Mayen

Havområdene mellom Svalbard og Island var av særlig betydning for å kunne varsle om de tidligere fryktede nordveststormene. Jan Mayens beliggenhet var gunstig og gjorde det mulig å få værmeldinger fra området, til stor betydning for blant annet fiskeflåten, men også av betydning for vitenskapelige formål. Rundt første verdenskrig viste flere nordeuropeiske land interesse for å motta regelmessige værmeldinger derfra. Imidlertid var det først ved et privat initiativ av ingeniør Hagbard Ekerold at den første meteorologiske stasjonen ble etablert, på sørsiden av Jan Mayen ved Jamesonbukta, i 1921 (Figur 82). Stasjonen ble finansiert av den norske stat med to tredjedeler av kostnadene, i tillegg til andre norske private fond og aktører. Etableringen av stasjonen hadde også stor betydning for fangstmennene på Jan Mayen da den sikret kontakt med Fastlands-Norge. I dag er det bevart en rekke spor og rester etter stasjonen, kalt «Eldste Metten». Disse er automatisk fredet.



Figur 82. Rester etter den først meteorologiske stasjonen på øya, Eldste Metten. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Jan Mayen var på denne tiden fremdeles «Terra nullius» eller «ingenmanns-land». Det faktum at øya kunne bli annektert av andre førte til at Ekerold gikk inn for at norske myndigheter skulle annektere snarest (Figur 83). I 1926 annekterte Det norske meteorologiske institutt Jan Mayen, og i 1929 ble Jan Mayen tatt inn under norsk overhøyhet. Ved lov av 27. februar 1930 ble øya en del av Norge.



Figur 83. Okkupasjonsskilt fra Eldste Metten ifm. annekteringen av Jan Mayen, i dag oppbevart på den meteorologiske stasjonen ved Olokinbyen. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

8.5 Andre verdenskrig

Foruten den intensive hvalfangstaktiviteten på Jan Mayen på tidlig 1600-tall, er andre verdenskrig utvilsomt perioden med mest aktivitet på øya. Etter den tyske invasjonen i Norge fortsatte værvarslingstjenesten på Jan Mayen nesten som tidligere i flere måneder, og mannskapsbyttet på stasjonen foregikk som planlagt sommeren 1940. Den 4. september 1940 ble imidlertid det norske personellet evakuert til Island av norske marinestyrker, og radiostasjonen ble ødelagt og delvis nedbrent. Nesten umiddelbart begynte både de tyske og de allierte styrkene å legge planer for å reetablere værmeldingstjenester fra Jan Mayen. Bare de allierte lyktes med planene, og i mars 1941 ble det opprettet en ny stasjon med norske vaktstyrker på øya. Den norske garnisonen besto på det meste av mer enn 50 mann, og det ble etablert vaktposter, vakthytter, luftvernskyts, skyttergraver, maskingeværstillinger og et omfattende kommunikasjonsnettverk på øya (Figur 84 og Figur 85). Fra 1943 ble det også opprettet en amerikansk peilestasjon i Nordlaguna (Atlantic City), med et titalls amerikanske soldater.

Jan Mayen ble aldri okkupert av tyske styrker, og øya kunne bidra med værmeldingstjenester og observasjoner til de allierte helt til freden kom. Ved flere anledninger forsøkte tyske fly å bombe de allierte styrkene på øya, men uten hell. Minst to tyske fly har styrtet på øya, og det er også kjent at både skip og fly har forlist ved øya. Det mest kjente er den norske marinens skip Fridtjof Nansen som gikk på grunn og sank ved Rekvedbukta i november 1940 – skjæret har senere fått navnet Nansenflua.

Det er omfattende spor etter aktiviteten under andre verdenskrig på øya, men det finnes ingen systematiske oversikter tilgjengelig for forvaltningen. På stasjonen er det oppbevart flere løse gjenstander som er funnet rundt på øya. Det mangler imidlertid registrering av disse, og sannsynligvis har flere av gjenstandene behov for konservering.



Figur 84. Rester etter garnisonens anlegg i Stasjonsdalen og langs Brinken. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.



Figur 85. Rester etter vakthytte ved Eldste Metten. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

8.6 Ny meteorologisk stasjon (Gamle Metten)

Etter andre verdenskrig ble det opprettet en provisorisk meteorologi- og radiostasjon i den tidligere amerikanske peilestasjonen (Atlantic City) i Nordlaguna (Figur 86). Det ble bestemt å bygge en helt ny meteorologi- og radiostasjon på platået ovenfor Nordlaugna, og i 1949 begynte arbeidene. En taubane ble etablert for å frakte materiell og proviant fra stranda og opp til platået. Derfra gikk en skinnegang videre inn til stasjonsområdet. Stasjonen besto av flere bygninger og var i drift til 1962, da det igjen ble etablert en ny meteorologisk stasjon i nærheten av Olonkinbyen.

Den gamle stasjonen fra 1949 blir i dag kalt «Gamle Metten». Anlegget omfatter i dag fem stående bygninger, rester etter taubanen, skinnegangen, master og andre tekniske installasjoner mm., blant annet en stolpe og minneplate på en stein etter bestyrer Aksel Liberg som omkom like utenfor stasjonen i 1950. Området har senere fått navnet «Libergsletta».



Figur 86. Til venstre det gamle radiohuset/hovedbygningen med skinnegang. Til høyre, rester etter taubanen fra Nordlaguna og opp til platået. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

8.7 Etableringen av Olokinbyen

I 1958–60 ble det oppført en ny stasjonsbygning på sørsiden av Jan Mayen, på Trollsletta ved Båtvika. Den nye stasjonsbygning ble kalt «Olonkinbyen», oppkalt etter russisk-norske Gennadij Nikititsj Olonkin, som tjenestegjorde på øya i årene 1928–1936 (Figur 87). Stasjonen ble oppført i én etasje av prefabrikkerte elementer, kledd med aluminiumsplater (Figur 88). Det ble også oppført eget tankanlegg for lagring av brenselolje og et eget evaporasjonsanlegg for avsalting av sjøvann.

Under anleggsfasen var det satt opp flere brakker for å huse anleggsarbeiderne. Noen av disse er bevart i dag, og én bygning, Kreml (Figur 89), har status som verneverdig kulturminne innenfor virksomhetsområdet.



Figur 87. Olonkinbyen på Trollsletta. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren.



Figur 88. På stasjonsområdet står en flaggstang flankert av to kanoner og et anker etter hvalfangstaktiviteten på 1600-tallet, funnet i Kvalrossbukta. Kanonene og ankeret er automatisk fredet. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.



Figur 89. Kreml, verneverdig kulturminne ved Olokinbyen. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Den nye stasjonen huset Forsvarets Fellessamband som skulle betjene det tidligere militære navigasjonssystemet Loran A (LONg RANGE Navigation), finansiert av NATO, og senere Loran C, finansiert av den amerikanske kystvakta. Loran-stasjonen var en del av den nordatlantiske kjeden som gjorde tjeneste for både militære og sivile skip og fly, og den var i drift på Jan Mayen frem til 2015. Senderbygget er fremdeles bevart, men i 2017 ble den tilhørende 198 m høye antennemasten revet. Tilbake står fundamentet, og spor etter barduneringen kan fremdeles ses i terrenget (Figur 90).



Figur 90. Loran C senderbygg samt fundament etter antennemast og spor i terrenget. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Etter at Forsvaret etablerte sin stasjon (Olokinbyen) på Trollsletta ble også den meteorologiske stasjonen flyttet fra Libergsletta og nærmere Forsvarets stasjon (Figur 91). På denne måten kunne det meteorologiske personellet også dele fasilitetene i Olokinbyen. Begge stasjonene er fremdeles i drift.



Figur 91. Den nye meteorologiske stasjonen nær Olokinbyen. Foto: Maria S. Lytomt / Riksantikvaren 2021.

Det finnes i dag en rekke nyere hytter, målestasjoner og annen teknisk infrastruktur på øya knyttet til ulik vitenskapelig aktivitet som forskning og overvåking. Det kan knytte seg verneinteresser til den nyere aktiviteten på Jan Mayen, men dette er ikke kartlagt eller vurdert nærmere.

8.8 Kulturmiljøforvaltningens behov

Overordnet er det behov for å utarbeide en tiltaksplan, inkl. kostnadsoverslag og forslag til prioritering, for videre kunnskapsinnhenting, sikring og vedlikehold av kulturmiljø på Jan Mayen.

Kartlegging, registrering og dokumentasjon

For å kunne utøve god forvaltning av kulturmiljø på Jan Mayen er det viktig å etablere et oppdatert kunnskapsgrunnlag for automatisk fredete kulturminner på øya. Dagens kunnskapsstatus er mangelfull og kun et fåtall av de kjente kulturminnene på øya er kartfestet og registrert i den nasjonale kulturminnedatabasen *Askeladden* (<https://askeladden.ra.no/Askeladden>). Spesielt kulturminner fra hvalfangstperioden (ca. 1614–1650) er svært dårlig kartlagt, med unntak av det som tidligere er dokumentert i Kvalrossbukta. Det er kjent at store askeavsetninger fra ulike vulkanske utbrudd dekker deler av Jan Mayen. Potensialet for om askeavsetninger også dekker over ikke-kjente kulturminner fra øyas eldste historie bør også kartlegges.

Kulturminner fra den norske overvintringsfangsten på tidlig 1900-tall er bedre dokumentert og registrert, men det er behov nøyaktig kartfesting og for en systematisk gjennomgang av status og tilstand. Sporene etter aktiviteten under andre verdenskrig er mange og mye er godt kjent, men dårlig kartlagt og dokumentert. Det er også kjent at både flere fly og skip har forlist ved øya, men havbunnen er ikke kartlagt med tanke på skips- eller flyvrak. Det er likevel mulig at data om dette finnes i forbindelse med annen havbunnskartlegging. Dette bør også kartlegges på sikt.

Oppsummert er det stort behov for registrering og kartlegging av automatisk fredete kulturminner på Jan Mayen, fra de eldste sporene fra tidlig 1600-tall og til aktiviteten under andre verdenskrig. Det er også behov for å dokumentere Forsvarets virksomhet på øya fra etableringen av stasjonen (Olokinbyen) på Trollsletta i 1958/1959 og frem til i dag. Dette er spesielt viktig med tanke på at dagens stasjon er planlagt revet og erstattet av en ny stasjon på relativt kort sikt.

I tillegg er det oppbevart en rekke historiske gjenstander på dagens stasjon, både ute på stasjonsområdet og inne på stasjonen, både i monterer, fellesarealer, i boder mm. (Figur 92). Det har ikke lyktes å finne tidligere rapporter med oversikt over gjenstandene som er oppbevart i montrene, og per i dag kan det ikke sies at gjenstandene er katalogisert eller på annen måte registret eller vurdert med hensyn til alder, vernestatus og tilstand. Gjenstandene må katalogiseres og registreres, og arbeidet bør skje i samråd med utvalgte museer med kompetanse på de ulike historiske epokene. Registreringen bør gjennomføres snarlig som en del av planleggingsarbeidet for en ny stasjon på Jan Mayen.



Figur 92. Historiske gjenstander i monter på dagens stasjon. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

Tilstandsregistrering og risikovurdering

Kartlegging den automatisk fredete kulturmiljøbestanden på Jan Mayen må omfatte en tilstandsbeskrivelse og risikovurdering av kulturminnene. Sistnevnte er spesielt viktig gitt klimaendringer og de naturlige prosessene på Jan Mayen, som for eksempel erosjon.

I 2021 gjennomførte Riksantikvaren tilstandsregistrering av alle de syv kulturminnene som står som prioriterte i forvaltningsplanen for Jan Mayen (Fylkesmannen i Nordland 2017), hvorav seks er automatisk fredet og ett har status som verneverdig (Kreml). På Gamle Metten ble den gamle stasjonsbygningen (hovedhuset) tilstandsregistrert, mens de øvrige bygningene ikke ble registret i denne omgang. Det gjenstår derfor et behov for å tilstandsregistrere disse. Det harde klimaet på Jan Mayen, og ikke minst klimaendringene, fordrer jevnlig statusoppdatering når det gjelder tilstand, da tilstanden raskt kan gå fra god til dårlig.

Tilsyn, vedlikehold og istandsetting

Høsten 2021 førte en storm til store skader på flere kulturminner på Jan Mayen. Den automatisk fredete fangsthytta Olsbu i Tømmerbukta, som nylig var vurdert til å være i god stand, ble delvis knust. I Nordlaguna ble den automatisk fredete badstua, som allerede hadde store skader fra tidligere vinterstormer, ytterligere redusert. Også to andre gjenværende bygninger (et naust og en annen badstu), begge antatt fra 1949, ble sterkt skadet i samme storm (Figur 93). De siste fotoene (november

2022) fra dette området i Nordlaguna viser at samtlige av bygningene nå ligger spredt utover området, og flere deler er høyst sannsynlig å anse som tapt.



Figur 93. Nordlaguna med rester etter den fredete badstua. Foto: kontingenten høsten 2022.

Eksemplene understreker behovet for kontinuerlig tilsyn med kulturminnene, og at det ofte haster med å få satt objektene i stand igjen for å sikre dem mot ytterligere skader. Det viser også behovet for å sikre rester og materiell for å unngå tap mens man venter på at tiltak kan gjennomføres.

Avklaring av eierskap og forvaltningsansvar for løse kulturminner

Forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat slår fast at løse kulturminner fra Jan Mayen er statens eiendom. Det er imidlertid ikke fastsatt hvilken institusjon som forvalter denne eiendomsretten på vegne av staten. Riksantikvaren mener et fast museum bør gis forvaltningsansvaret for statens eiendomsrett til løse kulturminner fra Jan Mayen.

Midler til tiltak

Det er tidligere utført vedlikehold og istandsetting av prioriterte fredete kulturminner som det fremgår av forvaltningsplanen for Jan Mayen. Tiltakene har i stor grad vært finansiert av Riksantikvaren over ulike budsjetter, men Riksantikvaren har ingen egne budsjettmidler som er øremerket kulturminnetiltak på Jan Mayen.

Riksantikvaren forvalter per i dag tre tilskuddsposter som nylig er åpnet for virkeområdene Svalbard og Jan Mayen; post 71 Tilskudd til kulturminner i privat eie, post 72 Tilskudd til tekniske og industrielle kulturminner og post 77 Tilskudd til verdiskapingsarbeid på kulturminneområdet. For kulturmiljø på Jan Mayen vurderer Riksantikvaren at det i henhold til formålet med tilskuddspostene kun er post 72 som fremstår som aktuell, men da kun for en mindre del av kulturminnene, knyttet til den tidligere meteorologiske aktiviteten på øya. I realiteten vurderes derfor disse tilskuddspostene som lite egnet for å sikre, vedlikeholde og istandsette kulturminner på øya.

Tilstandsanalysene som ble utført i regi av Riksantikvaren høsten 2021 viser et totalt kostnadsbehov for vedlikehold og istandsetting av de prioriterte stående kulturminnene på i overkant av 8 millioner kroner. Kostnadsestimatene er oppgitt uten merverdiavgift, og det må tas høyde for uforutsette kostnader. I tillegg er det ikke beregnet inn kostnader til transport, reise, kost/losji og prosjektering. Dette fordi denne type kostnader er svært usikre og avhenger av de spesielle logistikk-forholdene og må vurderes samlet for hver reise, ikke for hvert enkelt objekt.

Verken Statsforvalteren i Nordland, Miljødirektoratet eller Riksantikvaren har egne budsjettmidler til kulturminne- eller naturmiljøtiltak på Jan Mayen. Direktoratene har bedt Klima- og miljødepartementet om å se på mulighetene for øremerkede budsjettmidler til tiltak på Jan Mayen for å ivareta verneverdiene i et langsiktig perspektiv. Det er behov for midler til både kulturminner og naturmangfoldtema, men for kulturminnene fremstår behovet å være akutt.

Overvåking

Det er ønskelig å etablere en overvåking som benytter indikatorer etter samme modell som de nye indikatorene for Svalbard, herunder måling av et oppdatert kunnskapsgrunnlag (Askeladden, risiko- og tilstandsvurderinger samt forvaltningsmål), tilsyn og tap. I tillegg kan det vurderes å måle aktivitet gjennom utførte tiltak mv.

Riksantikvaren foreslår at Jan Mayen brukes som et prøveprosjekt for felles overvåking av kulturmiljø og naturmiljø. Behovet må ses på tvers av miljøforvaltningen av Jan Mayen. Eksempelvis kan det utføres årlig droneovervåking av kulturmiljø og vegetasjon, og evt. med påfølgende bakkeverifisering av droneinformasjonen.

Det er også ønskelig å se nærmere på hvordan klimaendringene på Jan Mayen påvirker de naturlige nedbrytningsprosessene av kulturmiljøet, for eksempel gjennom råteutvikling. Dette gjelder spesielt for de stående kulturminnene, men også generelt.



En østerriksk-ungarsk ekspedisjon tilbragte et år på Jan Mayen i forbindelse med det første internasjonale polaråret (1881-1884). Foto: Linienschiffs-Lieutenant Richard Basso / Norsk Polarinstitutt.

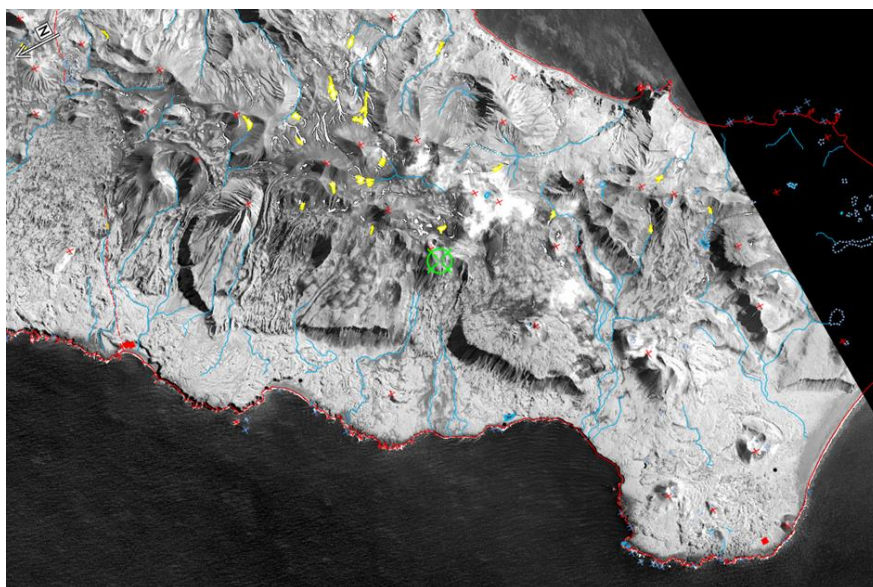
9 Nye topografiske kart for Jan Mayen

Norsk Polarinstitutt er den nasjonale kartleggingsinstansen for polare landområder, inkludert Jan Mayen. I 2022 utga instituttet to nye topografiske kart over øya i målestokk 1:50 000, Nord-Jan og Sør-Jan.

Det forrige topografiske kartet over Jan Mayen i trykt utgave ble utgitt av Statens Kartverk i samarbeid med Norsk Polarinstitutt i 1990. Dette var et kartblad over hele øya, i målestokk 1: 100 000. Store deler av kartet var konstruert av Norsk Polarinstitutt fra flybilder tatt i 1949 og 1954. Etter flere vulkanutbrudd på 70-tallet ble deler av Nord-Jan fotografert på nytt i 1975, og de gamle kartdataene ble revidert. Øyas areal hadde da økt med ca. 4 km².

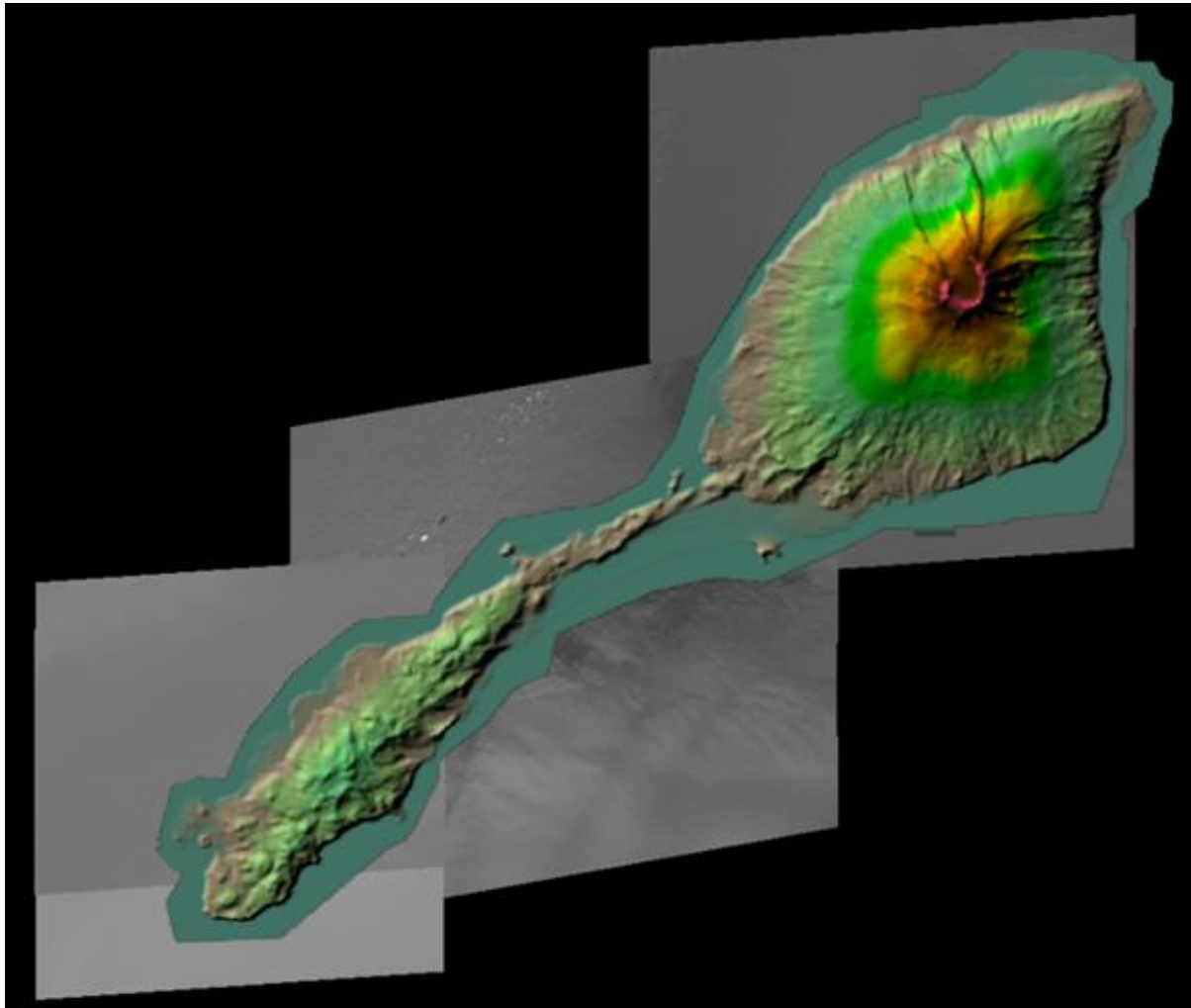
Øyas beliggenhet og værforhold gjør det til et vanskelig objekt å flyfotografere. Dagens teknologi med stereobilder fra satellitter gjør det enklere å få tak i skyfrie bilder fra øya, og Norsk Polarinstitutt fikk for noen år siden tak i et sett med nesten skyfrie bilder fra WorldView 2-satellitten fra 2016. Bildene er i sort/hvitt og har en bakkeoppløsning på 50 cm pr pixel.

Det er en omstendelig prosess som ligger bak produksjonen av topografiske kart. Ved hjelp av fotogrammetrisk kartkonstruksjon i en datamaskin med 3D-skjerm blir topografiske elementer som kystkontur, bekker, vann, veger, bygninger og andre tekniske elementer som er synlig i bildene, registrert med koordinater og høydeverdier (Figur 94).



Figur 94. Kartkonstruksjon fra satellittbilder. Kilde: World View-2 © 2016 Maxar Technologies.

I tillegg blir det datagenerert en modell av terrenget som manuelt korrigeres av en kartkonstruktør (Figur 95). Fra modellen genereres det høydekurver som sammen med de manuelt konstruerte dataene inngår i et digitalt kart. Dette kartet inngår i to av Polarinstituttets digitale karttjenester: <https://toposvalbard.npolar.no/> og <https://topojanmayen.npolar.no/>.



Figur 95. Terrengmodell drapert over satellittbilder. Kilde: WorldView-2 © 2016 Maxar Technologies.

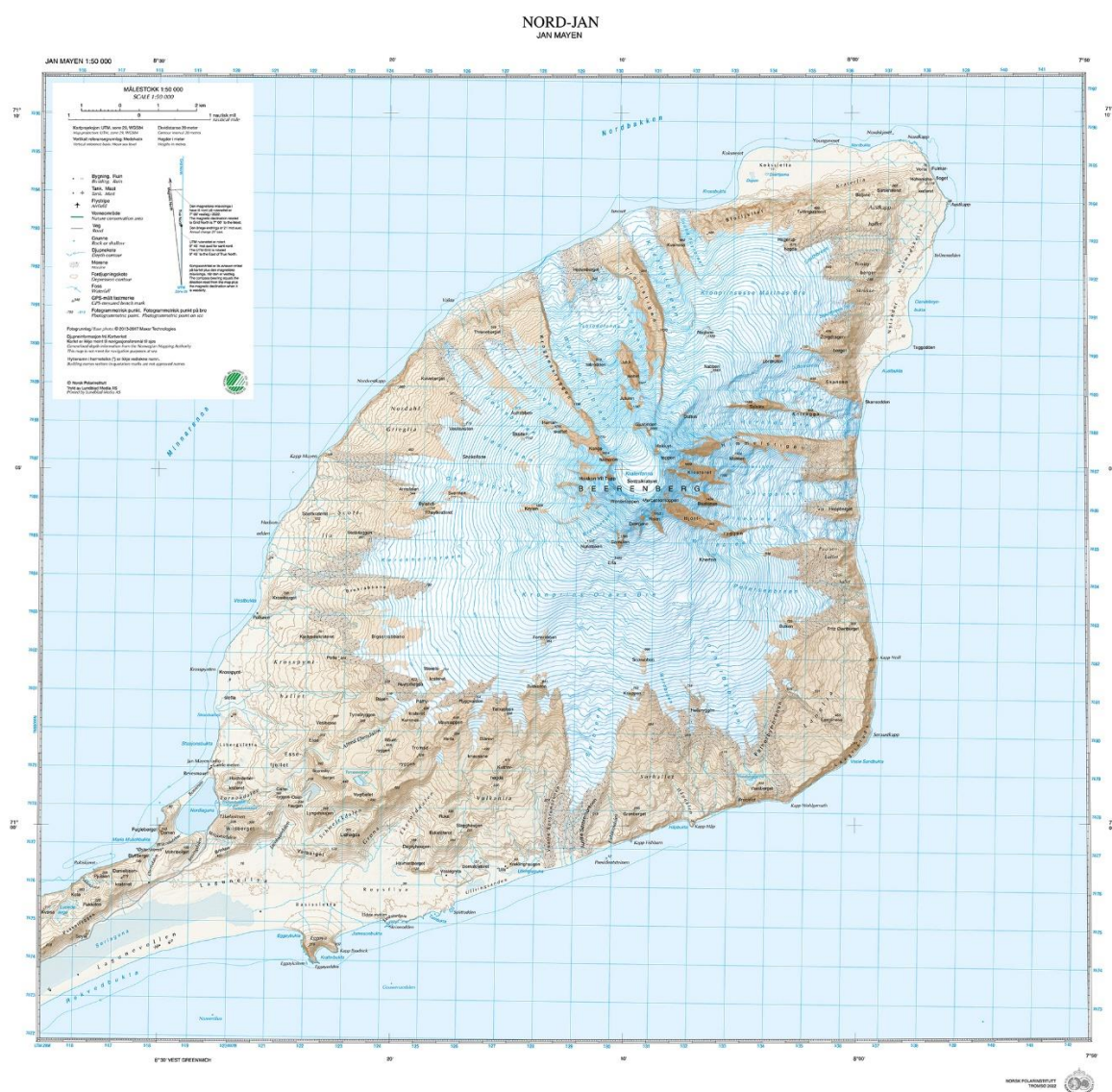
Kartdataene blir til slutt kartografisk bearbeidet for å tilpasses papirformatet, og det blir lagt på rammeinformasjon med koordinater, tegnforklaring, informasjon om koordinatsystem og magnetisk misvisning med mer (Figur 96 og Figur 97).

Før utgivelse av kartene ble stedsnavnene gjennomgått. Nåværende og tidligere ansatte på Jan Mayen ble kontaktet for å gi innspill til nye navn, samt bistå med uoffisielle navn på hytter som også er tatt med på kartene.

Baksida av begge kartblad viser et bilde av hele øya fra Sentinel-satellitten, stedsnavnregister og faktainformasjon om Jan Mayen (Figur 98).



Figur 96. Kartblad for Sør-Jan. Målestokk 1:50 000. Kilde: Norsk Polarinstitutt.



Figur 97. Kartblad for Nord-Jan. Målestokk 1:50 000. Kilde: Norsk Polarinstitutt.



Figur 98. Baksiden av kartbladene for henholdsvis Sør-Jan (venstre) og Nord-Jan (høyre). Kilde: Norsk Polarinstitutt.

10 Kunnskapsbehov, oppsummert



Landskap, løvetann og utfluktshytta Polheimen bygd i 1940. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt. Lomvi og lunde. Foto: Erlend Lorentzen / Norsk Polarinstitutt.

For hvert hovedtema er det identifisert kunnskapsbehov og skissert hva som må til for å dekke behovet, inkludert et kostnadsanslag der det er relevant. Under følger en overordnet oversikt som setter de ulike kunnskapsbehovene for naturmiljø i sammenheng (Tabell 5). Det er også omtale av kulturmiljø. For detaljer, se de enkelte temaene.

Samlet sett er det lite kunnskap om naturmiljøet på og rundt Jan Mayen, og det pågår heller ikke systematisk kunnskapsinnhenting per dags dato, med unntak av overvåkingen av enkelte sjøfuglarter på utvalgte lokaliteter. I tillegg har det nylig vært en større kvartærgeologisk kartlegging som gikk over flere år.

Innhenting av kunnskap på Jan Mayen er logistisk utfordrende og kostnadskrevende. Samarbeid på tvers av fagfelt kan avhjelpe noe, men det vil fortsatt være behov for prioritering, og da primært sett i lys av forvaltningens behov.

Den isolerte beliggenheten til Jan Mayen, midt mellom Islandshavet, Norskehavet og Grønlandshavet, gjør at økosystem-, klima- og forurensningsdata derfra er ekstra interessante i et regionalt og globalt perspektiv. Data innsamlet på Jan Mayen vil være relevante for ulike prosjekt og overvåkingsprogram, blant annet i AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme, CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna), PAME (Protection of the Arctic Marine Environment) og OSPAR (Oslo-Paris Convention). I tillegg vil data fra Jan Mayen være relevant for Faglig forum overvåkingsgruppen som følger opp de norske forvaltningsplanene. Data vil også kunne inngå i det statlige miljøovervåkingssystemet MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen).

10.1 Grunnlagsdata på land og i det marine miljø

Det er behov for grunnlagsdata om miljøbetingelser på land og i det marine miljø, både for å forstå endringer i fysisk/kjemisk miljø, og for å få en bedre økosystemforståelse og informasjon om effekter av påvirkning.

Noen av disse grunnlagsdataene innhentes allerede av den meteorologiske stasjonen på Jan Mayen, men denne innsamlingen kan utvides, blant annet med flere mindre automatiske bakkestasjoner for å få bedre informasjon om hvordan miljøet varierer rundt på øya.

Ulike typer av oseanografiske rigger og autonome plattformer (for eksempel glidere og Argobøyer) kan utstyres med temperatur-, salinitet- og biogeokjemisensorer og gi verdifull informasjon om havområdene rundt Jan Mayen. To til tre oseanografiske rigger strategisk plassert rundt Jan Mayen vil i tillegg kunne utstyres med instrumenter som gir informasjon om sedimentasjon, døgnvariasjoner hos dyreplankton og registrerer tilstedeværelse av dyreplankton og fisk, eller samler inn data fra alle hvalarter som vokaliserer og ekkolokaliserer. Samlet sett vil slike rigger gi verdifull informasjon om fysisk/kjemisk miljø og biota på ulike trofiske nivåer gjennom hele året. Dette er dessuten både kostnadseffektivt og miljøvennlig, men sensorer på rigger må logges og vedlikeholdes mellom år. Også rutegående skip kan utstyres med ulike typer av sensorer (ferryboks-systemet).

En mer systematisk innsamling av denne typen data over et større geografisk område og i ulike deler av året kan gjennomføres med forskningstokt med dette som primæroppgave, alternativt som ledd i større tverrfaglige forskningsprogrammer, noe som vil være langt mer ressurskrevende, men svært verdifullt.

10.2 Økosystemforståelse og effekter av ulike typer påvirkning på natur- og kulturmiljø

For å kunne si noe om trender i bestandsutvikling eller effekt av ulike typer av påvirkning, kreves det systematisk overvåking av ulike miljøbetingelser og artsgrupper (artssammensetning, biomasse, utbredelse osv.) over flere år, blant annet for å få en bedre forståelse av trofiske relasjoner og årsakssammenhenger. Denne informasjon vil også kunne brukes til å lage biotop- og naturtypekart, samt gi en bedre oversikt over forekomst av sårbare naturtyper. Fysisk/kjemiske miljø må da sees i sammenheng med geologi og biologi.

Det er behov for bedre kunnskap om miljødriverne som regulerer primærproduksjonen i havet, inkludert artssammensetning og biomasse og kobling til beitedyr, spesielt dyreplankton. Med vannmasser med så ulik opprinnelse som møtes ved Jan Mayen, kan det forekomme skarpe skiller i planktonsammensetningen, og dermed i matkvalitet og -mengde for sjøfugl, fisk og hval. Kunnskap om dette krever prøvetaking av plankton med høy romlig oppløsning, samt observasjoner av artene som beiter på planktonet. Disse frontene mellom mattyper kan også flytte seg mellom år grunnet værforhold og styrken på havstrømmene og bør derfor overvåkes over flere år. Planktonsamfunnet endres dessuten mye gjennom sesongen og det er behov for prøvetaking gjennom sesongsyklusen ved Jan Mayen.

Overvåking av bestandsutvikling, demografi og næringsvalg hos sjøfugl er en grunnleggende forutsetning for å kunne si noe om artenes status, hva en eventuell endring i bestandens status skyldes og hvilke forvaltningstiltak som eventuelt kan settes inn. Jan Mayen utgjør et meget viktig hekkeområde for sjøfugl i Norge. For en langsiktig bevaring av artene på øya vil det være viktig å få kunnskap om deres trekkruiter og deres myte- og overvintringsområder. Dette fordi det meste av påvirkningene foreløpig skjer utenfor Jan Mayen sitt nærområde. I tillegg er det av interesse å få økt kunnskap om ungfuglenes områdebruk og forflytninger. Jan Mayens store betydning for sjøfugl og den regulære sjøfuglovervåkingens betydning i en lang rekke forvaltningsoppgaver tilsier at det er på tide med en ny kartlegging av hekkebestandene på Jan Mayen, da data på hekkebestandenes størrelse og utbredelse

ikke bør være mer enn 10 år gamle for å være representative og for å kunne brukes til for eksempel å styre ferdsel. Dataene fra Jan Mayen er nå 12 år gamle.

Det bør også samles inn biopsier fra hvaler i området for å se på genetiske forhold og diett. Spøringsstudier av ulike hvalarter fra området vil være viktig for å avklare oppholdstid i området og gi mer kunnskap om utbredelse og vandringer. Gitt enkelte arters sensitivitet for akustisk støy og fremtidige planer om industriell virksomhet (som for eksempel mineralutvinning), er utsetting av akustiske lyttebøyer noe som bør settes i gang umiddelbart.

Kystområdene på Jan Mayen er bare delvis undersøkt med dykking for 50 år siden – rett etter vulkanutbruddet på Jan Mayen. Det vil være interessant å få kartlagt endringer i flora og fauna på lavaområdene, samt at dette gir mulighet til å følge opp videre endringer i flora og fauna på grunn av endringer i klima.

Overvåking av vegetasjonen på land med tanke på klimaendring og andre påvirkninger som tråkk og kjørespor er like aktuelt her som i andre nordområder, men mer krevende med tanke på tilgang til området og ressurser. Kartlegging av alle arter som utgjør vegetasjonen er antakelig den mest krevende delen av fremtidig kunnskapsinnhenting, men det er også behov for klimadata fra Jan Mayen, da kun overvåking av vegetasjonen uten gode data på faktorer som påvirker vegetasjon bare har begrenset verdi. Vegetasjonen er dessuten i stor grad betinget av de underliggende geologiske forholdene. Ved ferdsel i terrenget er det spesielt i enkelte løsmasse- og terrengtyper at underliggende dekke, og dermed også vegetasjonen, blir mest påvirket, og det er derfor behov for detaljert kvartærgeologisk kartlegging i de mest vanlige ferdselsområdene. Slik kartlegging vil også være verdifull for å kunne si noe om hvordan fremtidige klimaendringer kan endre disse forholdene. Det finnes heller ingen beregning av smeltevannsavrenning som er styrende for Beerenbergs hydrologi og en viktig del av de lokale økosystemene. Forvaltningen ser behov for fugle- og vegetasjonskartlegging på hele øya, men særlig områdene med størst ferdsel (nærturområdet til Olonkinbyen, Frydenlund, Ulla, Hvalrossbukta, samt aksene fra Hvalrossbukta til kanten av isbreen fra Beerenberg (både via Libergsletta og Ekrollidalen)).

Det mangler systematisk oversikt over hvilke (hvis noen) fremmede arter som finnes i virksomhetsområdene og rundt de mest brukte stiene og hyttene. Det er behov for en relativt enkel kartlegging, noe som vil kreve botanisk kompetanse. Heller ikke i det marine miljø er det etablert overvåking for å fange opp eventuelle nye arter i området, men økt innsats innenfor kartlegging og overvåking av bestandstrender vil kunne utnyttes til også å få informasjon om fremmede arter.

Det er også behov for økt kunnskap om plante- og dyreplankton i Nordlaguna, den eneste permanente innsjøen på Jan Mayen, særlig fordi de siste målingene viser en økning i salinitet sammenlignet med 1960-tallet. Betydning dette har for røye som beiter på planktonet er ukjent. Prøvefiske for å få økt kunnskap om røyebestanden i Nordlaguna kan kombineres med innsamling av plankton.

Høye nivåer av miljøgifter er påvist hos røye fra Nordlaguna og i sjøfuglarter som storjo og polarmåke, men det er flere tiår siden det har vært gjennomført miljøgiftundersøkelser. Det vil også være behov for å kartlegge nivåer av nye miljøgifter som fluorforbindelser og kvikksølv som viser økning i Svalbardområdet for å se om det samme er tilfelle på Jan Mayen. Det er behov for informasjon om miljøgiftbelastninger på flere trofiske nivå, og det bør etableres et system for regelmessig prøvetaking for å kunne overvåke endringer over tid. Undersøkelser for å oppdage mulige lekkasjer av PCB til

naturmiljøet fra avfallsfyllingen ble siste gang gjennomført på 1990-tallet og bør gjentas. Kjemiske analyser av snøprøver kan også være interessant for kartlegging av langtransporterte forurensninger.

Når det gjelder plastforurensning bør det gjennomføres en undersøkelse for å avklare mengden plast og mikroplast i havhest fra Jan Mayen. Kartlegging av inntak av plast i havhest er anbefalt av OSPAR og AMAP. Data fra denne arten kan også inngå i den nasjonale overvåkingen, hvor havhest inngår som indikatorart for plastforurensning. Det bør også gjennomføres en studie av plast på strender på Jan Mayen for å klarlegge omfanget av og kildene til strandsøppel (som er betydelig) på øya.

Ved global oppvarming og havnivåstigning vil Jan Mayens fysiske naturmiljø være utsatt for endringer som kan påvirke både naturmiljøet, virksomheten og kulturminnene på øya. Økt kysterosjon, bresmelting og endring i permafrostforhold med påvirkning av skråningsprosesser (rasaktivitet), kan forventes framover. For bedre å kunne møte disse endringene er det viktig å øke kunnskapen om pågående prosesser, hvordan disse prosessene har virket tilbake i tid, og hvordan de vil endre det fysiske miljøet i framtiden.

Det er behov for tilstandsbeskrivelse og risikovurdering av kulturminnene. Det er ønskelig å se nærmere på hvordan klimaendringene på Jan Mayen påvirker de naturlige nedbrytningsprosessene (for eksempel råteutvikling) av naturmiljøet, spesielt for de stående kulturminnene, men også generelt. Risikovurdering er aktuelt spesielt med tanke på klimaendringer og de naturlige prosessene på Jan Mayen, som for eksempel erosjon. Det varierende klimaet på Jan Mayen og endringer over tid medfører behov for jevnlig statusoppdatering når det gjelder kulturminnenes tilstand, da tilstanden raskt kan gå fra god til dårlig.

10.3 Naturtyper i Norge (NiN)

I Forvaltningsplanen for Jan Mayen naturreservat (2017) er det omtalt at for å bedre kunnskapen om verneverdiene, bør førsteprioritet være gjennomføring av NiN-kartlegging. Det pekes også på at bedre kunnskap om naturtyper og botanikk på Jan Mayen kan danne grunnlag for videre overvåking. Overvåking kan gjennomføres ved behov, for eksempel hvert 5. eller 10. år.

En første kartlegging etter NiN-metoden er gjort i virksomhetsområdene, men typene som ble definert er foreløpige. NiN-systemet for Arktis er under revisjon, og det trengs et betydelig arbeid på Jan Mayen før typene er veldefinerte og før en har data fra plantesamfunn og miljøforhold som underbygger naturtypene. Også til havs er det behov for et omfattende arbeid før havområdene rundt Jan Mayen kan klassifiseres i henhold til NiN. Til havs er det i tillegg behov for informasjon om dybde og topografi osv.

10.4 Vulkanisme

Moderne metoder og problemstillinger innen geokjemien til lava og mantelen, magmakammer og kronologien til oppsmelting og utbrudd vil gi ny viten om Jan Mayens opprinnelse og samtidig være nyttig for en bedre forståelse av sammenhengen mellom klima og vulkanisme, fremtidige utbrudd og utviklingen av landskapet over og under havoverflaten. For å kunne vurdere potensiell risiko for at ytterligere smelting av is på Nord-Jan kan trigge nye vulkanutbrudd, er det behov for videre tverrfaglig forskning på sammenhengen mellom isavsmelting og vulkanisme. For å få en mer detaljert oversikt over utbruddsfrekvensen og hvilke områder som har større sannsynlighet for å rammes av nye vulkanutbrudd, er det nødvendig å datere, detaljkartlegge og studere tidligere vulkanutbrudd for å bruke disse som grunnlag for å gjøre datasimuleringer av forskjellige typer vulkanutbrudd.

10.5 Registrering, kartlegging og overvåking av kulturminner

Overordnet er det behov for å utarbeide en tiltaksplan, inkl. kostnadsoverslag og forslag til prioritering, for videre kunnskapsinnhenting, sikring og vedlikehold av kulturmiljø på Jan Mayen.

For å kunne utøve god forvaltning av kulturmiljø, er det behov for registrering og kartlegging av den automatisk fredete kulturmiljøbestanden på Jan Mayen, fra de eldste sporene fra tidlig 1600-tall og frem til aktivitetene under andre verdenskrig. Potensialet for om askeavsetninger også dekker over ikke-kjente kulturminner fra øyas eldste historie bør også kartlegges. Det er dessuten behov for å dokumentere Forsvarets virksomhet på øya fra etableringen av stasjonen (Olokinbyen) på Trollsletta i 1958/1959 og frem til i dag. Dette er spesielt viktig med tanke på at dagens stasjon er planlagt revet og erstattet av en ny stasjon på relativt kort sikt. I tillegg er det oppbevart en rekke historiske gjenstander på dagens stasjon. Gjenstandene må katalogiseres og registreres. Arbeidet bør skje i samråd med utvalgte museer med kompetanse på de ulike historiske epokene.

Det er ønskelig å etablere en overvåking som benytter indikatorer etter samme modell som de nye indikatorene for Svalbard – herunder måling av et oppdatert kunnskapsgrunnlag (Askeladden, risiko- og tilstandsvurderinger samt forvaltningsmål), tilsyn og tap. I tillegg kan det vurderes å måle aktivitet gjennom utførte tiltak.

10.6 Samarbeid på tvers av fagfelt og/eller økt innsats av pågående aktiviteter

Kunnskapsinnhenting og økt overvåking kan i mange tilfeller gjennomføres ved samarbeid på tvers av fagfelt og/eller økt innsats på eksisterende overvåking. En utvidelse av dagens sjøfuglovervåking på Jan Mayen vil for eksempel mest hensiktsmessig kunne skje gjennom å styrke SEAPOPs arbeid på øya fra to til fire personer i perioden juni til august hvert år. En overvåking av miljøgifter i sjøfugl kan også kombineres med den årlige bestandsovervåkingen.

Vegetasjonsanalyser og innhenting av prøver til artsbestemmelse i sommersesongen kan utføres av en til to personer samtidig med den pågående sjøfuglovervåkingen og/eller eventuelle undersøkelser av geoforholdene. Alternativt kan flere fageksperter stasjoneres på et skip/større båt som har annen forskningsaktivitet (fysisk, kjemisk, biologisk, geologisk) ved Jan Mayen og så settes i land med lettbåt/helikopter på ulike lokaliteter. Dette kan også være aktuelt for studier i tidevannssonen og kartlegging av sjøfuglkolonier på Jan Mayen i områder som er vanskelig tilgjengelig fra land.

Riksantikvaren foreslår at Jan Mayen brukes som et prøveprosjekt for felles overvåking av kulturmiljø og naturmiljø. Behovet må ses på tvers av miljøforvaltningen av Jan Mayen. Eksempelvis kan det utføres årlig droneovervåking av kulturmiljø og vegetasjon, eventuelt med påfølgende bakkeverifisering av droneinformasjonen.

10.7 Omfang av kunnskapsinnhenting sett i lys av aktivitet

Generelt sett bør kunnskapsinnhenting skaleres i forhold til pågående eller planlagt aktiviteter i et område. Dersom det legges til rette for økt industriell aktivitet i disse områdene, bør det derfor igangsettes tverrfaglige tokt i regi av Havforskningsinstituttet, Polarinstituttet og andre institusjoner til ulike sesonger. Slike tokt vil ha stor verdi for forståelsen av utbredelse av ulike arter gjennom å gi svar på hvordan disse er fordelt i forhold til andre økosystemkomponenter, og hvordan de interagerer med sine byttedyr. Det er også viktig å få kartlagt bunnsamfunn som påvirkes direkte og indirekte.

For de mest tallrike sjøfuglartene på øya foregår næringssøket gjennom hekkesesongen langt utenfor den marine sonen som inngår i verneområdet. Med økt menneskelig aktivitet ved Jan Mayen i fremtiden, vil det være av stor relevans å få avdekket viktige næringsområder for sjøfugl rundt Jan Mayen. Kartlegging av arealbruk hos sjøfugl kan gjøres ved hjelp av GPS-loggere som fuglene utstyres med gjennom hekkesesongen.

Med tanke på hvor fragmentert dagens kunnskapsinnhenting og overvåking er på Jan Mayen, vil økt satsning på kunnskapsinnhenting bidra til et bedre faglig grunnlag for forvaltningen og være i tråd med nasjonale og internasjonale forskningsstrategier. Koordinering/samkjøring vil kunne redusere de totale kostnadene, men det vil kreve en mer detaljert gjennomgang å sette opp fullstendig budsjett for foreslåtte tiltak og mulig gevinst ved koordinering. Forvaltningens behov bør være førende for kunnskapsinnhenting. Planlegging av videre satsning bør derfor skje i samråd med forvaltningen.

Tabell 5. Behov for kunnskapsinnhenting, presentert på et overordnet nivå. Kunnskapsbehov er koblet til nødvendig aktivitet for å dekke dette. Hvor: atmosfære, hav, land eller innsjø; Hvorfor: hva kunnskapsinnhenting vil bidra til; Hvordan: hva må gjøres; Hva: type informasjon/data. De ulike kategoriene viser eksempler, men er ikke komplette lister. Merk: Tabellen indikerer hvordan prøver samles inn, men gir ikke oversikt over de påfølgende analysemetodene, utstyr og fagfolk. For detaljer, se de enkelte tematiske kapitlene.

Hvor	Hvorfor	Hvordan	Hva
Atmosfære	Værmeldinger, globale dataprodukter, variasjoner i vær og klima på Jan Mayen	Bakkestasjon Værballonger Automatiske værstasjoner	Temperatur, luftfuktighet, vindhastighet og -retning, lufttrykk, mm. gjennom året
	Energibudsjett og det som driver temperaturendringer	Instrumenter nær den Meteorologiske stasjonen	Stråling
Hav	Fysisk, kjemisk miljø rundt Jan Mayen	Forskningsfartøy Oseanografiske rigger (to til tre), glidere, mm.	Systematisk innsamling av ulike parametere som havis, temperatur, CO ₂ , pH, næringssalter mm. over et større område
	Paleo-havissituasjoner og scenarieførløp, sammenligning av issituasjonen med andre regioner	Satellitt, forskningsfartøy, gjennomgang av eksisterende prøver/litteratur	Havis (f.eks. type, utbredelse), sedimentkjerner fra havbunn (eventuelle eksisterende og nye)
	Ulike kartprodukter, bl.a. biotoper, naturtyper, inkl. sårbare, korallrev	Forskningsfartøy med multistråle-ekkolodd, video, fysisk prøvetaking mm.	Dybdeedata, terrengmodeller, sedimenttype, undersjøisk, vulkanisme, skred, artssammensetning, biomasse, produksjon mm.
	Endring i artssammensetning i tidevannssonen/kystnært som følge av naturlig suksesjon og/eller klimaendringer	Vitenskapelig dykking	Artssammensetning (flora og fauna) og mengde
	Variasjon i og størrelse av, primærproduksjon i tid og rom, inkl. hva som regulerer denne	Satellitter, glidere, oseanografiske rigger, forskningsfartøy, rutegående skip, mm.	Klorofyll <i>a</i> , modellering, beitedyr

Hvor	Hvorfor	Hvordan	Hva
	Artssammensetning, lavere trofiske nivå	Oseanografiske rigger (optiske, biologiske, akustiske sensorer), forskningsfartøy (med optiske og akustiske sensorer, ulike håvtyper både vertikalt og horisontalt, tråltrekk, sedimentprøver, vannprøver, mm.)	Forekomst av, mikrobielle samfunn, nano-, mikro-, meso- og makroplankton, bunndyr i/på havbunnen og/eller i vannsøylen
	Artssammensetning, høyere trofiske nivå	Oseanografiske rigger med akustiske sensorer, småbåt, feltparti land (sjøfugl), forskningsfartøy med ulike typer av prøvetakingsutstyr (trål - pelagisk og bunn, lytteinnretninger mm.)	Forekomst av fisk (hele vannsøylen), sjøfugl, marine pattedyr
	Trofiske interaksjoner	Mageprøver, biopsier, stabile isotoper, mm.	Artssammensetning som reflekterer diett hos ulike arter
	Variasjoner i tid og rom	Satellitt (primærprodusenter), Oseanografiske rigger (biologiske sensorer, sedimentfeller mm.), GPS-loggere på sjøfugl/fugl og marine pattedyr, lyttebøyer for marine pattedyr, mm.	Utbredelse av ulike arter/grupper, inkl. av ulike livsstadier (f.eks. ungfugl/voksen fugl) til ulike tider av året samt variasjoner mellom år. Vertikal døgnvandring for bl.a. dyreplankton
	Påvirkning	Biopsier, blod, mage og fjær (sjøfugl), muskel/file (fisk) mm. Vannprøver (håv, ufiltrert vann mm), marine sedimenter, prøver av marine organismer på alle trofiske nivå	Nivåer av miljøgifter (f.eks. regulerte: PCB, DDT; nye: fluorforbindelser, kvikksølv) Omfang av marin forsøpling, inkl. mikroplast i miljø og for ulike arter
Land	Vulkanske geofarer	Fjernmåling (infrarøde spektre, satellittbilder, inSAR), instrumentering (kontinuerlige GPS-stasjoner og tiltmetri) og landmålingskampanjer	Datere, detaljkartlegge og rekonstruere flere av de individuelle utbruddene på Jan Mayen, modelleringer, endringer i jordoverflatens posisjon, vann- og gasskjemi
	Jan Mayens opprinnelse	Kartlegging i felt, fjernmåling	Geokjemi til lava og mantelen, magmakammer og kronologien til oppsmelting og utbrudd
	Ulike kartprodukt bl.a. vegetasjonskart/dekningskart, naturtyper, inkl. NiN	Kartlegging i felt og prøvetaking til artsbestemmelse (organisme, DNA-prøver), fjernmåling, droner, båt/helikopter til lite tilgjengelige lokaliteter mm.	Forekomst og utbredelse av geologiske naturtyper, samt forekomst og mengde av moser, lav, og karplanter

Hvor	Hvorfor	Hvordan	Hva
	Påvirkning	Prøvetaking i og rundt avfallsfylling	Sjekke om PCB lekker fra fyllingen, og i tilfelle, omfang/berørte organismer
		Fjernmåling, kartlegging i felt	Kysterosjon, bresmelting, permafrost
		Feltarbeid med håndholdte GPS-er	Størrelse og lengde på stier, tråkk, kjørespor
		Feltarbeid	Kartlegging av fremmede karplanter
		Innsamling på strand	Omfang og kilde til strandsøppel av ulike størrelseskategorier og typer
	Kartlegging, registrering og dokumentasjon av automatisk fredete kulturminner	Feltarbeid	Hvalfangstperioden, overvintringsfangstene, andre verdenskrig
	Tilstandsbeskrivelse og risikovurdering av automatisk fredete kulturminner, etablere overvåking	Feltarbeid, drone (i forb. m. overvåking)	Tilstand, fare for erosjon, råteutvikling mm.
	Dokumentasjon av Forsvarets aktivitet	Feltarbeid	Olokinbyen og relaterte områder
	Dokumentasjon av historiske gjenstander		Gjenstander ute, inne på dagens stasjon (alder, vernestatus, tilstand)
Ferskvann	Bestandstrend for røye	Prøvefiske hvert 5. år	Variasjon over tid i antall og størrelse på røye
	Trofiske interaksjoner	Håvtrekk (plante- og dyreplankton)	Tilgjengelig føde for røye
	Påvirkning	Prøver av muskel/filet (røye)	Nivåer av miljøgifter (f.eks. regulerte: PCB, DDT; nye: fluorforbindelser; kvikksølv)



Jan Mayen i vinterdrakt, april 2001. Foto: Sebastian Gerland / Statens strålevern (nå ved Norsk Polarinstitutt).

11 Referanser

Aagaard, K., Swift, J.H. & Carmack, E.C. 1985: Thermohaline circulation in the Arctic Mediterranean Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 90(C3), 4833–46.

Allan, I.J., Vrana, B. & Ruus, A. 2022: Passive sampling helps the appraisal of contaminant bioaccumulation in Norwegian fish used for regulatory chemical monitoring. *Environmental Science and Technology* 56, 7945–53. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c00714>.

AMAP 1998: AMAP assessment report: Arctic pollution issues. Oslo. ISBN 82-7655-061-4.

Anda, E., Orheim, O. & Mangerud, J. 1985: Late Holocene glacier variations and climate at Jan Mayen. *Polar Research* 3, 129–40. <https://doi.org/10.1111/J.1751-8369.1985.TB00501.X>.

Anderson, J. 1746: Nachrichten von Island, Grönland und der Strasse Davis, zum wahren Nutzen der Wissenschaften und der Handlung. Hamburg: G.C. Grund.

Anjar, J., Akcar, N., Larsen, E.A., Lyså, A., Marrero, S., Mozafari, N. & Vockenhuber, C. 2021: Cosmogenic Exposure Dating (Cl-36) of Landforms on Jan Mayen, North Atlantic, and the Effects of Bedrock Formation Age Assumptions on Cl-36 Ages. *Geosciences* 11(9), 390. <https://doi.org/10.3390/geosciences11090390>.

Arnesen, G., Birkeland, I. Beck, P.S.A., Åkra, K., Ekrem, T. & Søli, G.E.E. 2012: Naturinventering/grunnlagsundersøkelser i virksomhetsområdene på Jan Mayen: åpningsprosess for petroleumsvirksomhet i havområdene utenfor Jan Mayen. Tromsø. (Ecofact rapport; 170). ISBN: 978-82-8262-168-7.

Arrigo, K.R. & van Dijken, G.L. 2015: Continued increases in Arctic Ocean primary production. *Progress in Oceanography* 136, 60–70. <https://doi.org/10.1016/J.POCEAN.2015.05.002>.

Artsdatabanken 2021: Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>.

Aschan, M., Nilssen, E.M., Ofstad, L.H. & Torheim, M.S. 1996: Catch statistics and life-history of shrimp, *Pandalus borealis*, in the Jan Mayen area. København. (ICES CM Doc; No K:11).

Bakken, T., Kongsrud, J.A., Oug, E., Cochrane, S.K.J., Moen, T.L. & Solbakken, B.E.B. 2010: Polychaetes from Jan Mayen (Annelida, Polychaeta). *Polar Research* 29, 1–21. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00132.x>.

Bakken, V. & Gavrilov, M.V. 2000: Northern fulmar *Fulmarus glacialis*. Pp.16–19 In: The Status of marine birds breeding in the Barents Sea Region / ed. T. Anker-Nilssen et al. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 113).

Bakken, V. & Pokrovskaya, I.V. 2000: Brünnich's guillemot *Uria lomvia*. Pp.119–124 In: The Status of marine birds breeding in the Barents Sea Region / ed. T. Anker-Nilssen et al. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 113).

Bakken, V. & Tertitski, G.M. 2000: Glaucous gull *Larus hyperboreus*. Pp.94–96 In: The Status of marine birds breeding in the Barents Sea Region / ed. T. Anker-Nilssen et al. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 113).

Barr, S. 1991: Jan Mayen, Norges utpost i vest: øyas historie gjennom 1500 år. Oslo: Schibsted.

- Barr, S. 2004: The logistics of past scientific research on Jan Mayen Island: how to land, exist and work. Pp.285–294 In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.
- Barrett, R.T. & Golovkin, A.N. 2000: Common guillemot *Uria lomvia*. Pp.114–118 In: The Status of marine birds breeding in the Barents Sea Region / ed. T. Anker-Nilssen et al. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 113).
- Bartlett, J.C., Westergaard, K.B., Paulsen, I.M.G., Wedegärtner, R.E.M., Wilken, F. & Ravolainen, V. 2021: Moving out of town? The status of alien plants in high-Arctic Svalbard, and a method for monitoring of alien flora in high-risk, polar environments. *Ecological Solutions and Evidence* 2(1), e12056. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12056>.
- Baumann, K.H., Andruseit, H.A. & Samtleben, C. 2000: Coccolithophores in the Nordic Seas: comparison of living communities with surface sediment assemblages. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 47(9/11), 1743–72. [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645\(00\)00005-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645(00)00005-9).
- Beaugrand, G., Reid, P.C., Ibanez, F., Lindley, J.A. & Edwards, M. 2002: Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science* 296(5573), 1692–1694. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1071329>.
- Bengtsson, L., Semenov, V.A. & Johannessen, O.M. 2004: The early twentieth-century warming in the Arctic: a possible mechanism. *Journal of Climate* 17, 4045–57. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017%3C4045:TETWIT%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017%3C4045:TETWIT%3E2.0.CO;2).
- Benjaminsen, T. & Christensen, I. 1979: The natural history of the bottlenose whale, *Hyperoodon ampullatus* (Forster). Pp.143–164 In: Behavior of marine animals: current perspectives in research. Vol.3: Cetaceans / ed. H.E. Winn & B.L. Olla. New York: Plenum.
- Bergmann, M., Collard, F., Fabres, J., Gabrielsen, G.W., Provencher, J.F., Rochman, C. M., ... & Tekman, M.B. 2022: Plastic pollution in the Arctic. *Nature Reviews Earth & Environment* 3(5), 323–337. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00279-8>.
- Bertelsen, R. 1968: Rapport om registrering av minner fra hollendertid på Jan Mayen, sommeren 1968. Unpublished report, Tromsø Museum.
- BirdLife International. 2015: Species name. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T22694479A60092447. Retrieved 26 September 2020.
- BirdLife International. 2017: European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge.
- BirdLife International. 2020: IUCN Red List for birds. Retrieved from <http://www.birdlife.org> 26 August 2020.
- Bjorkman, A.D., García Criado, M., Myers-Smith, I.H., Ravolainen, V., Jónsdóttir, I.S., Westergaard, K.B., ... & Normand, S. 2020: Status and trends in Arctic vegetation: evidence from experimental warming and long-term monitoring. *Ambio* 49(3), 678–692. <https://doi.org/1007/s13280-019-01161-6>.
- Björck, S., Kylander, M.E., Larsen, E., Lyså, A., Christoffersen, M., Ludvigsen, M. & Wastegård, S. 2022: Nordlaguna: a unique lake basin at the foot of the Beerenberg volcano, Jan Mayen, containing partially enigmatic sediments. *Quaternary Science Advances* 7, 100060. <https://doi.org/10.1016/j.qsa.2022.100060>.

Bjørk, A.A., Kjær, K.H., Korsgaard, N.J., Khan, S.A., Kjeldsen, K.K., Andresen, C.S., ... & Funder, S. 2012: An aerial view of 80 years of climate-related glacier fluctuations in southeast Greenland. *Nature Geoscience* 5, 427–432. <http://www.nature.com/doi/10.1038/ngeo1481>.

Björnsson, H., Pálsson, F., Gudmundsson, S., Magnússon, E., Adalgeirsdóttir, G., Jóhannesson, T., ... & Thorsteinsson, T. 2013: Contribution of Icelandic ice caps to sea level rise: trends and variability since the Little Ice Age. *Geophysical Research Letters* 40, 1546–50. <https://doi.org/10.1002/grl.50278>.

Blaeu, J. 1662: *Insvla Ian-Majanæ*. In: *Atlas Major*, pp. 19–21. Amsterdam.

Blévin, P., Aars, J., Andersen, M., Blanchet, M.A., Hanssen, L., Herzke, D., ... & Routti, H. 2020: Pelagic vs coastal: key drivers of pollutant levels in Barents Sea polar bears with contrasted space-use strategies. *Environmental Science & Technology* 54, 985–995. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04626>.

Blindheim, J. & Østerhus, S. 2005: The Nordic seas, main oceanographic features. Pp.11–37 In: *The Nordic Seas: an integrated perspective* / ed. H. Drange et al. Washington: AGU. (Geophysical monograph; 158). <http://dx.doi.org/10.1029/158GM03>.

Blom, K. & Gabrielsen, G.W. 2022: *Miljøgifter i Arktis*. Oslo: Solum Bokvennen

Bogstad, B., Williams, T., Johansen, T. & Hansen, A. 2021: Kartleggingsfiske etter torsk ved Jan Mayen 2019–2020. Bergen: Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/resources/publikasjoner/Rapport-om-kartleggingsfiske-etter-torsk-ved-Jan-Mayen-2019-2020.pdf>.

Boldva, A.B. 1886: Jan Mayen nach der Aufnahme der österreich. arct. Beobachtungsstation, Wien. Map 1:100 000.

Borgstrøm, R., Isdahl, T. & Svenning, M.A. 2015: Population structure, biomass, and diet of landlocked Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a small, shallow high Arctic lake. *Polar Biology* 38(3), 309–317. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1587-6>

Bourgeon, S., Leat, E.H., Magnúsdóttir, E., Fisk, A.T., Furness, R. W., Strøm, H., ... & Bustnes, J.O. 2012: Individual variation in biomarkers of health: influence of persistent organic pollutants in great skuas (*Stercorarius skua*) breeding at different geographical locations. *Environmental Research* 118, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.08.004>.

Bourke, R.H., Paquette, R.G. & Blythe, R.F. 1992: The Jan Mayen Current of the Greenland Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 97(C5), 7241–50.

Brakstad, A., Våge, K., Håvik, L. & Moore, G.W.K. 2019: Water mass transformation in the Greenland Sea during the period 1986–2016. *Journal of Physical Oceanography* 49(1), 121–140. <https://doi.org/10.1175/JPO-D-17-0273.1>.

Burt, M.A., Randall, D.A. & Branson, M.D. 2016: Dark warming. *Journal of Climate* 29 (2), 705–719. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.120561175/JCLI-D-15-0147.1>.

Børsheim, K.Y. 2017: Bacterial and primary production in the Greenland Sea. *Journal of Marine Systems* 176, 54–63. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2017.08.003>.

Børsheim, K.Y., Milutinovic, S. & Drinkwater, K.F. 2014: TOC and satellite-sensed chlorophyll and primary production at the Arctic Front in the Nordic Seas. *Journal of Marine Systems* 139, 373–382. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.07.012>.

- Carscadden, J.E., Gjøsæter, H. & Vilhjalmsson, H. 2013: A comparison of recent changes in distribution of capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea, around Iceland and in the Northwest Atlantic. *Progress in Oceanography* 114, 64–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2013.05.005>.
- Cavalieri, D.J., Parkinson, C.L., Gloersen, P. & Zwally H.J. 1996: Sea ice concentrations from Nimbus-7 SMMR and DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data, Version 1. Boulder: National Snow and Ice Data Center. <https://doi.org/10.5067/8GQ8LZQVL0VL>.
- Chierici, M. 2021: Kapittel 3. Kjemisk oseanografi. In: Pelagiske økosystem i de nordiske hav / T. Kutti et al. Bergen: Havforskningsinstituttet, (Rapport fra havforskningen; 2021-41).
- Chierici, M. & Fransson, A. 2009: Calcium carbonate saturation in the surface water of the Arctic Ocean: undersaturation in freshwater influenced shelves. *Biogeosciences* 6, 2421–31. <https://doi.org/10.5194/bg-6-2421-2009>.
- Chierici, M., Skjelvan, I., Norli, M., Børsheim, K.Y., Lauvset, S.K., Lødemel, H.H. ... & Johannessen, T. 2016: Overvåking av havforsuring i norske farvann i 2015. Trondheim. (Miljødirektoratet. Rapport; M-573).
- Choi, S. D., Baek, S. Y., Chang, Y. S., Wania, F., Ikonomou, M. G., Yoon, Y. J., ... & Hong, S. 2008: Passive air sampling of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides at the Korean Arctic and Antarctic research stations: implications for long-range transport and local pollution. *Environmental Science & Technology* 42, 7125–31. <https://doi.org/10.1021/es801004p>.
- Chust, G., Castellani, C., Licandro, P., Ibaibarriaga, L., Sagarminaga, Y. & Irigoien, X. 2014: Are *Calanus* spp. shifting poleward in the North Atlantic? A habitat modelling approach. *ICES Journal of Marine Science* 71(2), 241–253. <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fst147>.
- Collard, F., Leconte, S., Danielsen, J., Halsband, C., Herzke, D., Harju, M., & Tarroux, A. 2022: Plastic ingestion and associated additives in Faroe Islands chicks of the Northern Fulmar *Fulmarus glacialis*. *Water Biology and Security* 1. <https://doi.org/10.1016/j.watbs.2022.100079>.
- Cooley, J.L. 2021: Jan Mayen glacier changes between 2000–2020 in historic, climatic, oceanic and geographic context. MSc Thesis. University of Lethbridge, Alberta. <https://hdl.handle.net/10133/6148>.
- Cunliffe, A.M., Assmann, J.J., Daskalova, G.N., Kerby, J.T. & Myers-Smith, I.H. 2020: Aboveground biomass corresponds strongly with drone-derived canopy height but weakly with greenness (NDVI) in a shrub tundra landscape. *Environmental Research Letters* 15, 125004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba470>.
- Cyberforsvaret 2022: Årsrapport 2021, Samfunnet Jan Mayen. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/contentassets/fa1a9d7e73af4a9e8ebcdcb46e10ebf9/2022-04-21-u-revidert-arsrapport-2021-jan-mayen.pdf>.
- Dabrowska, A.M., Wiktor, J.M. Jr., Merchel, M. & Wiktor, J.M. 2020: Planktonic protists of the Eastern Nordic Seas and the Fram Strait: spatial changes related to hydrography during early summer. *Frontiers in Marine Science* 7, 557. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00557>.
- Dalpadado, P., Ellertsen, B., Melle, W. & Skjoldal, H.R. 1998: Summer distribution patterns and biomass estimates of microzooplankton and micronekton in the nordic seas. *Sarsia* 83(2), 103–116.
- De Falco, C., Desbiolles, F., Bracco, A. & Pasquero, C. 2022: Island mass effect: a review of oceanic physical processes. *Frontiers in Marine Science* 9:894860. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.894860>.

- De Steur, L., Hansen, E., Mauritzen, C., Beszczynska-Möller, A. & Fahrbach, E. 2014: Impact of recirculation on the East Greenland Current in Fram Strait: results from moored current meter measurements between 1997 and 2009. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 92, 6–40. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2014.05.018>.
- Denby, C.R. & Hulth, J. 2011: Assessment of differentiated surface elevation data from 1949, 1975 and 2008 for estimates of ice-volume changes at Jan Mayen. *Journal of Glaciology* 57, 976–980. <https://doi.org/10.3189/002214311798043663>.
- Descamps, S. & Strøm, H. 2021: As the Arctic becomes boreal: ongoing shifts in a high-Arctic seabird community. *Ecology*, e03485. <https://doi.org/10.1002/ecy.3485>.
- Desforbes, J.P., Hall, A., McConnell, B., Rosing-Asvid, A., Barber, J.L., Brownlow, A., ... & Dietz, R. 2018: Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. *Science* 361, 1373–6. <https://doi.org/10.1126/science.aat1953>.
- Desportes, G., Bjørge, A., Rosing-Asvid, A. & Waring, G.T. (eds.) 2010: Harbour seals in the North Atlantic and the Baltic. Tromsø. (NAMMCO Scientific Publications; 8). ISBN 978-82-91578-25-5.
- Dibben, P.C. 1965: A heat-balanced study at Sørbreen, Jan Mayen. *Journal of Glaciology* 5, 793–803. <https://doi.org/10.3189/S0022143000018852>.
- Dietz, R., Outridge, P.M. & Hobson, K.A. 2009: Anthropogenic contributions to mercury levels in present-day Arctic animals: a review. *Science of the Total Environment* 407, 6120–31. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.036>.
- Dietz, R., Letcher, R.J., Desforbes, J.P., Eulaers, I., Sonne, C., Wilson, S., ... & Vikingsson, G. 2019: Current state of knowledge on biological effects from contaminants on Arctic wildlife and fish. *Science of the Total Environment* 696, 133792. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133792>.
- Dietz, R., Rigét, F.F., Eulaers, I., Desforbes, J.P., Vorkamp, K., Bossi, R., ... & Sonne, C. 2021: Unexpected increases of persistent organic pollutant and mercury levels in East Greenland polar bears (UNEXPECTED). Aarhus University. (Technical report from DCE; 214).
- Dietz, R., Letcher, R.J., Aars, J., Andersen, M., Boltunov, A., Born, E.W., ... & Sonne, C. 2022: A risk assessment review of mercury exposure in Arctic marine and terrestrial mammals. *Science of the Total Environment* 829, 154445. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154445>.
- Direktoratet for naturforvaltning 2007: Verneplan for Jan Mayen: forslag til opprettelse av Jan Mayen naturreservat. Trondheim. (DN-rapport; 2007-4).
- Direktoratet for naturforvaltning 2010: Jan Mayen naturreservat opprettet. Trondheim. (DN-fakta; 26/2010).
- Divine, D.V. & Dick, C. 2006: Historical variability of sea ice edge position in the Nordic Seas, *Journal of Geophysical Research* 111, C01001. <https://doi.org/10.1029/2004JC002851>.
- Dowdeswell, J.A. 1995: Glaciers in the high Arctic and recent environmental change. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series a-Mathematical Physical and Engineering Sciences* 352, 321–334. <https://doi.org/10.1098/rsta.1995.0073>.

Drengstig, A., Fevolden, S.E., Galand, P.E. & Aschan, M.M. 2000: Population structure of the deep-sea shrimp (*Pandalus borealis*) in the north-east Atlantic based on allozyme variation. *Aquatic Living Resources* 13, 121–8. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(00\)00142-X](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(00)00142-X).

Drinkwater, K. & Tande, K. 2014: Biophysical studies of the Polar Front in the Barents Sea and the Arctic Front in the Norwegian Sea: results from the NESSAR Project. *Journal of Marine Systems* 130, 131–3. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.11.011>

Duengen, D., Burkhardt, E. & El-Gabbas, A. 2022: Fin whale (*Balaenoptera physalus*) distribution modeling on their Nordic and Barents Seas feeding grounds. *Marine Mammal Science* 38, 1583–1608. <https://doi.org/10.1111/mms.12943>.

Dylmer, C.V., Giraudeau, J., Hanquiez, V. & Husum, K. 2015: The coccolithophores *Emiliana huxleyi* and *Coccolithus pelagicus*: extant populations from the Norwegian-Iceland Seas and Fram Strait. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 98, 1–9. <https://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2014.11.012>.

Eischeid, I., Soininen, E.M., Assmann, J.J., Ims, R.A., Madsen, J., Pedersen, Å.Ø., ... & Ravolainen, V.T. 2021: Disturbance mapping in Arctic tundra improved by a planning workflow for drone studies: advancing tools for future ecosystem monitoring. *Remote Sensing* 13(21), 4466. <https://doi.org/10.3390/rs13214466>.

Ekeberg, O.C., Høyland, K. & Hansen, E. 2014: Ice ridge keel geometry and shape derived from one year of upward looking sonar data in the Fram Strait. *Cold Regions Science and Technology* 109, 78–86.

Elkins, L.J., Scott, S.R., Sims, K.W.W., Rivers, E.R., Devey, C.W., Reagan, M.K., ... & Pedersen, R.B. 2016: Exploring the role of mantle eclogite at mid-ocean ridges and hotspots: U-series constraints on Jan Mayen Island and the Kolbeinsey Ridge. *Chemical Geology* 444, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.09.035>.

Elven, R.(ed.) 2022: Panarctic flora. Retrieved from <http://panarcticflora.org/>.

Elven, R. & Westergaard, K.B. 2018: *Rumex acetosa*, vurdering av økologisk risiko. *Fremmedartslista* 2018. Artsdatabanken. Retrieved (3 December 2022) from <https://www.artsdatabanken.no/fab2018/S/16>.

Erga, S. R., Ssebiyonga, N., Hamre, B., Frette, Ø., Hovland, E., Hancke, K., ... & Rey, F. 2014: Environmental control of phytoplankton distribution and photosynthetic performance at the Jan Mayen Front in the Norwegian Sea. *Journal of Marine Systems* 130, 193–205. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2012.01.006>.

Eriksen, E., van der Meeren, G., Nilsen, B.M., von Quillfeldt, C.H. & Johnsen, H. (eds.) 2021: Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder, miljøverdi: en gjennomgang av miljøverdier og grenser i eksisterende SVO og forslag til nye områder. Bergen. (Rapport fra havforskningen; 2021-26).

Evanset, A., Christensen, G., Skotvold, T., Fjeld, E., Schlabach, M., Wartena, E., & Gregor, D. 2004: A comparison of organic contaminants in two high Arctic lake ecosystems, Bjørnøya (Bear Island), Norway. *Science of the Total Environment* 318, 125–141. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00365-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00365-6).

Fadeev, E., Rogge, A., Ramondenc, S., Nöthig, E.M., Wekerle, C., Bienhold, C., ... & Iversen, M.H. 2021: Sea ice presence is linked to higher carbon export and vertical microbial connectivity in the Eurasian Arctic Ocean. *Communications Biology* 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02776-w>.

Falk-Andersson, J., Strietman, W.J., Larsen, R.B., Gabrielsen, G.W., Collard, F., Leemans, E., ... & Johannessen, E.R. 2019: Svalbard beach litter deep dive. Ramberg. (SALT report; 1033).

Farmen, E., Provencher, J., Aliani, S., Baak, J., Bergmann, M., Booth, A.M., ... & Hurley, R. 2021: AMAP litter and microplastics monitoring guidelines. Tromsø: Arctic Monitoring and Assessment Programme. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34524.72324>.

Fauchald, P., Ziryanov, S.V., Borkin, I.V., Strøm, H. & Barrett, R.T. 2011: Seabirds of the Barents Sea. Pp.373–394. In: The Barents Sea, ecosystem, resources, management: half a century of Russian-Norwegian cooperation. Trondheim: Tapir Academic.

Fischer, M. 2021: First remote-sensing glacier analysis of isolated Norwegian islands. B.Sc. thesis, University of Münster.

Fitch, F.J. 1964: The development of the Beerenberg volcano, Jan Mayen. *Proceedings of the Geologists' Association* 75(2), 133–165. [http://dx.doi.org/10.1016/s0016-7878\(64\)80002-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0016-7878(64)80002-x).

Flint, R.F. 1948: Glacial geology and geomorphology. Pp.91–210. In: Boyd, L.A. The coast of Northeast Greenland, with hydrographic studies in the Greenland Sea. New York. (American Geographical Society. Special publication; 30).

Forskrift om administrasjon av Jan Mayen 1980: FOR-1980-11-21-12. Last changed in FOR-2021-10-08-2958. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1980-11-21-12>.

Forskrift om fredning av Jan Mayen naturreservat 2010: FOR-2010-11-19-1456. Last changed in FOR-2021-10-08-2958. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-11-19-1456>.

Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) 2006: FOR-2006-12-15-1446. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>.

Forsvarsbygg 2010: Avfallsfyllinger, forurensset grunn, skytefelt og forurensede sedimenter: undersøkelser av forurensningsfare og gjennomførte miljøtiltak, statusrapport pr. 1. juli 2010 for Forsvarets lokaliteter. Oslo. <https://www.forsvarsbygg.no/contentassets/ce9d42c81e8245f8a99d4b9002cd4afd/statusrapport-2008-2009.pdf>.

Fossum, P., Mork, K.A., Tverberg, V., Boitsov, S., Heldal, H.E., Bagøien, E., ... & Fauchald, P. 2012: Beskrivelse av miljø og levende marine ressurser i havområdene ved Jan Mayen. Bergen. (Rapport fra havforskningen; 16-2012).

Fox-Kemper, B., Hewitt, H.T., Xiao, C., Aðalgeirsdóttir, G., Drijfhout, S.S., Edwards, T.L., ... & Yu, Y. 2021: Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. Pp. 1211–1362. In: *Climate change 2021: the physical science basis / contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.011>.

Fransner, F., Fröb, F., Tjiputra, J., Goris, N., Lauvset, S.K., Skjelvan, I., ... & Olsen, A. 2022: Acidification of the Nordic Seas. *Biogeosciences* bg2020–339. <https://doi.org/10.5194/bg-2020-33>.

Fransson, A., Chierici, M., Hop, H., Findlay, H., Kristiansen, S. & Wold, A. 2016: Late winter- to-summer change in ocean acidification state in Kongsfjorden, with implications for calcifying organisms. *Polar Biology* 39, 1841–57. <https://doi.org/10.1007/s00300-016-1955-5>.

Frisvoll, A.A. 1983: Bryophytes from Jan Mayen, including 25 species new to the island. *The Bryologist* 86(4), 332–341. <https://doi.org/10.2307/3243244>.

- Fuglei, E. & Tarroux, A. 2019: Arctic fox dispersal from Svalbard to Canada: one female's long run across sea ice. *Polar Research* 38. <https://doi.org/10.33265/polar.v38.3>.
- Furevik, D.M. & Skeide, R. 2003: Fiske etter torsk (*Gadus morhua*), lange (*Molva molva*) og brosme (*Brosme brosme*) med tokammerteiner langs norskekysten. Bergen: Havforskningsinstituttet. (Fisken og Havet; 9-2003).
- Fylkesmannen i Nordland 2000: Miljøhandlingsplan for Jan Mayen, år 2000 til 2005. Bodø. (Fylkesmannen Nordland. Rapport; 2/2000).
- Fylkesmannen i Nordland 2017: Forvaltningsplan for Jan Mayen naturreservat. Bodø.
- Førland, E.J. & Hanssen-Bauer, I. 2003: Past and future climate variations in the Norwegian Arctic: overview and novel analyses. *Polar Research* 22 (2), 113–124. <https://doi.org/10.3402/polar.v22i2.6450>.
- Førland, E.J., Hanssen-Bauer, I. & Nordli, P.Ø. 1997: Climate statistics and longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. Oslo: Det norske meteorologiske institutt. (DNMI-rapport. Klima; 21/97).
- Gabrielsen, G.W. & Strøm, S. 2004: Seabird research and monitoring on Jan Mayen. Pp.181–194 In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.
- Gabrielsen, G.W., Skaare, J., Polder, A. & Bakken, V. 1995: Chlorinated hydrocarbons in glaucous gulls (*Larus hyperboreus*) in the southern part of Svalbard. *Science of the Total Environment* 160/161, 337–346. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04367-A](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04367-A).
- Gabrielsen, G.W., Alsos, I.G. & Brekke, B. 1997b: Undersøkelser av PCB i jord, fisk og sjøfugl i området rundt avfallsfyllingen på Jan Mayen. Oslo. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 104).
- Gabrielsen, G.W., Brekke, B., Alsos, I.G. & Hansen, J.R. (eds.) 1997a: Natur og kulturmiljøet på Jan Mayen, med en vurdering av verneverdier, kunnskapsbehov og forvaltning. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Meddelelser; 144).
- Galbán-Malagón, C., Berrojalbiz, N., Ojeda, M.-J. & Dachs, J. 2012: The oceanic biological pump modulates the atmospheric transport of persistent organic pollutants to the Arctic. *Nature Communications* 3, 862. <https://doi.org/10.1038/ncomms1858>.
- Garcia, E.G. 2006: The fishery for Iceland scallop (*Chlamys islandica*) in the Northeast Atlantic. *Advances in Marine Biology* 51, 1–55. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(06\)51001-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(06)51001-6).
- Gattuso, J.P., Frankignoulle, M., Bourge, I., Romaine, S. & Buddmeier, R.W. 1998: Effect of calcium carbonate saturation of seawater on coral calcification. *Global Planetary Change* 18, 37–46. <https://doi.org/10.1016/S0921-8181%2898%2900035-6>.
- Gjeltén, H.M., Nordli, Ø., Isaksen, K., Førland, E.J., Sviashchennikov, P.N., Wyszynski, P., ... & Urazgildeeva, A.V. 2016: Air temperature variations and gradients along the coast and fjords of western Spitsbergen. *Polar Research* 35(1), 29878. <https://doi.org/10.3402/polar.v35.29878>.
- Gjerløw, E. 2021: Beerenberg. Retrieved 8 November 2022, from <https://volcanoes.eurovolc.eu/?volcano=BEE>.
- Gjerløw, E., Höskuldsson, Á., Bartolini, S., Biass, S., Mossoux, S., Gilbert, J.S., ... & Marti, J. 2022: The volcanic hazards of Jan Mayen Island (North-Atlantic). *Frontiers in Earth Science* 10, 730734. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.730734>.

Godtliebsen, O. 1974: Rapport fra forsøksfiske etter reke ved Jan Mayen med M/S "Alvenes" T95LK i tiden 1.7.–4.8.1974. Fiskeridirektoratet. Rapporter 1974(3), 35.

Goutte, A., Angelier, F., Bech, C., Clément-Chastel, C., Dell'Omo, G., Gabrielsen, G.W., ... & Chastel, O. 2014: Annual variation in the timing of breeding, pre-breeding foraging areas and corticosterone levels in an Arctic population of black-legged kittiwakes. *Marine Ecology Progress Series* 496, 233–247. <https://doi.org/10.3354/meps10650>.

Grecian, W. J., Stenson, G.B., Biuw, M., Boehme, L., Folkow, L.P., Goulet, P.J., ... & Smout, S. 2022: Environmental drivers of population-level variation in the migratory and diving ontogeny of an Arctic top predator. *Royal Society open science* 9(3), 211042. <https://doi.org/10.1098/rsos.211042>.

Grønnestad, R., Villanger, G.D., Polder, A., Kovacs, K.M., Lydersen, C., Jenssen, B.M. & Borgå, K., 2017. Maternal transfer of perfluoroalkyl substances in hooded seals. *Environmental Toxicology and Chemistry* 36, 763–770. 10.1002/etc.3623.

Grønnestad, R., Villanger, G.D., Polder, A., Kovacs, K.M., Lydersen, C., Jenssen, B.M. & Borgå, K., 2018: Effects of a complex contaminant mixture on thyroid hormones in breeding hooded seal mothers and their pups. *Environmental Pollution* 240, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.052>.

Gulev, S.K., Thorne, P.W., Ahn, J., Dentener, F.J., Domingues, C.M., Gerland, S., ... & Vose, R.S. 2021: Changing state of the climate system. Pp. 287–422. In: *Climate change 2021: the physical science basis. C / contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.

Gulliksen, B. 1974a: Marine investigations at Jan Mayen in 1972. Trondheim. (Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Museet. Miscellanea; 19). <http://hdl.handle.net/11250/228166>.

Gulliksen, B. 1974b: Ascidiars of Jan Mayen Island. *Astarte* 7, 67–70.

Gulliksen, B., Haug, T. & Sandnes, O.K. 1980: Benthic macrofauna on new and old lava grounds at Jan Mayen. *Sarsia* 65, 137–148. <https://doi.org/10.1080/00364827.1980.10431480>.

Gulliksen, B., Palerud, R., Brattegard, T. & Sneli, J.A. 1999: Distribution of marine benthic macro-organisms at Svalbard (including Bear Island) and Jan Mayen. Trondheim: Directorate for nature management. (Research report for DN; 1999-4).

Gulliksen, B., Beuchel, F., Brattegard, T. & Palerud, R. 2004: The marine sublittoral fauna of Jan Mayen Island: zoogeography and succession on "new" lava grounds. Pp.159–171. In: *Jan Mayen Island in scientific focus* / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.

Gundersen, K., Lien, V.S., Møgster, J.S., Nilsen, J.E.Ø. & Vindenes, H. 2019: Declining silicate and nitrate concentrations in the northern North Atlantic. Pp.23–31. In: *Copernicus Marine Service ocean state report, issue 5. (Journal of operational oceanography; 14. Suppl. 1)*. <https://doi.org/10.1080/1755876X.2021.1946240>.

Gunnarsson, G. 1995: Deep-water trawling techniques used by Icelandic fishermen. Pp.385–395. In: *Deep-water fisheries of the North Atlantic Oceanic slope* / ed. A.G. Hopper. Dordrecht: Kluwer. https://doi.org/10.1007/978-94-015-8414-2_19.

Haase, K.M., Devey, C.W., Mertz, D.F., Stoffers, P. & Garbe-Schönberg, D. 1996: Geochemistry of lavas from Mohns Ridge, Norwegian-Greenland Sea: implications for melting conditions and magma sources near Jan Mayen. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 123(3), 223–237. <https://doi.org/10.1007/s004100050152>.

Hacquebord, L. 1991: Hvalfangst på 1600-tallet. Pp.17–44. In: Barr, S. Jan Mayen, Norges utpost i vest: øyas historie gjennom 1500 år. Oslo: Schibsted.

Hacquebord, L. 1998: The first wintering on Jan Mayen. Pp.70–81. In: Jan Mayen: volcanic island in the North Atlantic Ocean. Groningen. (*Circumpolar Journal*; 13:2).

Hagen, J.O. 2004: The potential of the Beerenberg glaciers for climate studies. Pp.27–36. In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.

Hagen, J.O., Liestøl, O., Roland, E. & Jorgensen, T. 1993: Glacier atlas of Svalbard and Jan Mayen. Oslo. (Norsk Polarinstitutt. Meddelser; 129).

Hallanger, I.G., Ruus, A., Herzke, D., Warner, N.A., Evenset, A., Heimstad, E.S., ... & Borgå, K. 2011: Influence of season, location, and feeding strategy on bioaccumulation of halogenated organic contaminants in Arctic marine zooplankton. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30(1), 77–87. <https://doi.org/10.1002/etc.362>.

Hamilton, C.D., Lydersen, C., Aars, J., Biuw, M., Boltunov, A.N., Born, E.W., ... & Kovacs, K.M. 2021: Marine mammal hotspots in the Greenland and Barents Seas. *Marine Ecology Progress Series* 659, 3–28. <http://dx.doi.org/10.3354/meps13584>.

Hammar, J. 2000: Cannibals and parasites: conflicting regulators of bimodality in high latitude Arctic char, *Salvelinus alpinus*. *Oikos* 88(1), 33–47. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.880105.x>.

Hansen, C., Aarflot, J.M., Eriksen, E., Husson, B., Fauchald, P., Johansen, G.O., ... & Skern-Mauritzen, M. 2022b: Samlet påvirkning foreslåtte SVO-er og norske havområder. Bergen. (Rapport fra havforskningen; 2022-46).

Hansen, C., Hjøllø, S.S., Ottersen, G., Skern-Mauritzen M. (eds.) 2022a: Miljøverdiers sårbarhet i norske havområder: en gjennomgang av sårbarhet til ulike typer påvirkning i foreslåtte særlig verdifulle og sårbare områder i norske havområder. Bergen. (Rapport fra havforskningen; 2022-33).

Harden, B.E., Pickart, R.S., Valdimarsson, H., Våge, K., de Steur, L., Richards, C., ... & Hattermann, T. 2016: Upstream sources of the Denmark Strait Overflow: observations from a high-resolution mooring array. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 112, 94–112. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2016.02.007>.

Havforskningsinstituttet 2022. Temaside haneskjell. <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/haneskjell>.

Henry, O., Prandi, P., Llovel, W., Cazenave, A., Jevrejeva, S., Stammer, D., ... & Koldunov, N. 2012: Tide gauge-based sea level variations since 1950 along the Norwegian and Russian coasts of the Arctic Ocean: contribution of the steric and mass components. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C6).

Hirche, H.J. 2004: Zooplankton habitats of the Greenland Sea: an experimental laboratory for studies of pelagic ecology. Pp.123–133. In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2957-8_12.

Hobbs, K.E., Muir, D.C.G., Born, E.W., Dietz, R., Haug, T., Metcalfe, T., ... & Øien, N. 2003: Levels and patterns of persistent organochlorines in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) stocks from the North Atlantic and European Arctic. *Environmental Pollution* 121(2), 239–252. [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(02\)00218-x](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(02)00218-x).

Hop, H., Vihtakari, M., Bluhm, B.A., Assmy, P., Poulin, M., Gradinger, R., ... & Melnikov, I.A. 2020: Changes in sea-ice protist diversity with declining sea ice in the Arctic Ocean from the 1980s to 2010s. *Frontiers in Marine Science* 7, 243. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00243>.

Hov, Ø. 2004: Meteorological observations on Jan Mayen. Pp. 37–40. In: *Jan Mayen Island in scientific focus* / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.

Hudson, S.R., Gjeltén, H.M., Isaksen, K. & Kohler, J. 2019: An assessment of MOSJ: environmental status for atmospheric and terrestrial climate in Svalbard and Jan Mayen. Tromsø: Norwegian Polar Institute. (Kortrapport; 50).

Hugonnet, R., McNabb, R., Berthier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., ... & Kääb, A. 2021: Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature* 592, 726–731. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z>.

Hulth, J., Rolstad, C., Trondsen, K. & Rødby, R.W. 2010: Surface mass and energy balance of Sørbreen, Jan Mayen, 2008. *Annals of Glaciology* 51 (55), 110–119. <https://doi.org/10.3189/172756410791392754>

Hurdle, B.G. (ed.) 1986: *The Nordic Seas*. New York: Springer.

ICES 2021: Working Group on the Integrated Assessments of the Norwegian Sea (WGINOR). Outputs from 2020 meeting. (ICES Scientific Reports 3, 35). <http://doi.org/10.17895/ices.pub.8021>.

ICES 2023: Working Group on Integrated Assessments of the Norwegian Sea (WGINOR). Outputs from 2022 meeting. In prep.

Ildžanović, M. 2020: The sea-level budget: an assessment of observations at the Norwegian coast. *Kart og Plan*, 113(3), 188–204. <https://doi.org/10.18261/issn.2535-6003-2020-03-04>.

Imsland, P. 1978: *The geology of the volcanic island Jan Mayen, Arctic Ocean*. Reykjavik: Nordic Volcanological Institute. Retrieved from http://nordvulk.hi.is/sites/nordvulk.hi.is/files/NVI_Reports_pdf/nvi_report_7813_low_text.pdf.

Imsland, P. 1984: *Petrology, mineralogy and evolution of the Jan Mayen magma system*. Reykjavík: Vísindafélag íslendinga.

Imsland, P. 1986: The volcanic eruption on Jan Mayen, January 1985: interaction between a volcanic island and a fracture zone. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 28, 45–53. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(86\)90004-1](https://doi.org/10.1016/0377-0273(86)90004-1).

IPCC 2021: *Climate change 2021: the physical science basis / contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

Isaksen, K., Nordli, Ø., Førland, E.J., Łupikasza, E., Eastwood, S. & Niedźwiedź, T. 2016: Recent warming on Spitsbergen: influence of atmospheric circulation and sea ice cover. *Journal of Geophysical Research. Atmospheres* 121, 11913–31. <https://doi.org/10.1002/2016JD025606>.

Iversen, T. 1936: *Sydøstgrønland & Jan Mayen: fiskeriundersøkelser*. Bergen. (Fiskeridirektoratets skrifter. Serie havundersøkelser; 5).

Jakubas, D., Iliszko, L., Wojczulanis-Jakubas, K. & Stempniewicz, L. 2012: Foraging by little auks in the

distant marginal sea ice zone during the chick-rearing period. *Polar Biology* 35, 73–81.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00300-011-1034-x>.

Jansen, T., Hansen, F.T. & Bardarson, B. 2021: Larval drift dynamics, thermal conditions and the shift in juvenile capelin distribution and recruitment success around Iceland and East Greenland. *Fisheries Research* 236, 105845. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105845>.

Jennings, J.N. 1939: The glaciers of Jan Mayen. *Geographical Journal* 94, 128–131.

Jiang, Y., Yang, F., Zhao, Y. & Wang, J. 2020: Greenland Sea Gyre increases microplastic pollution in the surface waters of the Nordic Seas. *Science of the Total Environment* 712, 136484.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136484>.

Johansen, S. 1998: The origin and age of driftwood on Jan Mayen. *Polar Research* 17, 125–146.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.1998.tb00267.x>

Johnson, L. 1980: The Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. Pp. 15–98. In: Charrs: Salmonid fishes of the genus *Salvelinus* / ed. E.K. Balon. The Hague: Junk.

Jónasdóttir, S.H., Wilson, R.J., Gislason, A. & Heath, M.R. 2019: Lipid content in overwintering *Calanus finmarchicus* across the Subpolar Eastern North Atlantic Ocean. *Limnology and Oceanography* 64(5) 2029–43.
<https://doi.org/10.1002/lno.11167>.

Jones, E., Chierici, M., Skjelvan, I., Norli, M., Børsheim, K.Y., Lauvset, S.K., ... & Johannessen T. 2018: Monitoring ocean acidification in Norwegian waters = Overvåking av havforsuring i norske farvann i 2017. Trondheim: Norwegian Environment Agency. (Monitoring report; M-1072).

Jones, E., Chierici, M., Skjelvan, I., Norli, M., Frigstad, H., Børsheim, K.Y., ... & Bellerby, R. 2020: Monitoring ocean acidification in Norwegian seas in 2019. Trondheim: Norwegian Environment Agency. (Monitoring report; M-1735).

Jorde, P.E., Søvik, G., Westgaard, J.I., Albretsen, J., André, C., Hvingel, C., ... & Jørstad, K.E. 2015: Genetically distinct populations of northern shrimp, *Pandalus borealis*, in the North Atlantic: adaptation to different temperatures as an isolation factor. *Molecular Ecology* 24, 1742–57. <https://doi.org/10.1111/mec.13158>.

Justis- og beredskapsdepartementet 2021: Prop. 1 S (2021–2022) Proposisjon til Stortinget (forslag til stortingsvedtak) for budsjettåret 2022. Retrieved from
https://www.regjeringen.no/contentassets/e18e3255f9914fdb25b302be056c7a3/nn-no/pdfs/prp202120220001_jdddpdfs.pdf.

Jørgensen, L.L., Planque, B., Thangstad, T.H. & Certain, G. 2016: Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science* 73, i84–i97. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv107>.

Kapfer, J., Virtanen, R. & Grytnes, J.A. 2012: Changes in Arctic vegetation on Jan Mayen Island over 19 and 80 years. *Journal of Vegetation Science* 23(4), 771–781. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01395.x>.

Kartverket, https://api.sehavniva.no/tideapi.php?tide_request=locationlevels&lat=70.91688&lon=-8.7209&refcode=CD&file=PDF&lang=nb.

Kinsman, D.J.J. & Sheard, J.W. 1963: The glaciers of Jan Mayen. *Journal of Glaciology* 4, 439–448.
<https://doi.org/10.3189/S0022143000027854>.

- Kjellman, F.R. 1906: Botaniska studier, tillägnade F.R. Kjellman den 4. november 1906 / ed. R. Sernander, N. Svedelius & C.O. Norén. Uppsala: Almqvist & Wiksell.
- Korona, J., Berthier, E., Bernard, M., Remy, F. & Thouvenot, E. 2009: SPIRIT, SPOT 5 stereoscopic survey of polar ice: reference images and topographies during the fourth International Polar Year (2007-2009). *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing* 64(2), 204–212. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2008.10.005>.
- Kovacs, K.M., Lydersen, C., Vacquière-Garcia, J., Shpak, O., Glazov, D. & Heide-Jørgensen, M.P. 2020: The endangered Spitsbergen bowhead whales' secrets revealed after hundreds of years in hiding. *Biology Letters* 16(6), 20200148, 1–6. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0148>.
- Krasnov, J.V. & Lorentsen, S.H. 2000: Great skua *Catharacta skua*. Pp.79–81. In: The Status of marine birds breeding in the Barents Sea Region / ed. T. Anker-Nilssen et al. Tromsø. (Norsk Polarinstitutt. Rapport; 113).
- Kutti, T., Mork, K.A., Chierici, M., Børshiem, K.Y., Bagøien, E., Knutsen, T., ... & Frie, A.K. 2021: Pelagiske økosystem i De nordiske hav. grunnlagsstudie knyttet til åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Bergen: Havforskningsinstituttet. (Rapport fra havforskningen; 2021-41).
- Lamb, H.H., Probert-Jones, J.R. & Sheard, J.W. 1962: A new advance of the Jan Mayen glaciers and a remarkable increase of precipitation. *Journal of Glaciology* 4, 355–365. <https://doi.org/10.3189/S0022143000027684>.
- Larsen, E., Lyså, A., Höskuldsson, Á., Davidsen, J.G., Nadeau, M.J., Power, M. ... & Wastegård, S. 2021: A dated volcano-tectonic deformation event in Jan Mayen causing landlocking of Arctic charr. *Journal of Quaternary Science* 36(2), 180–190. <https://doi.org/10.1002/jqs.3280>.
- Larsen, E., Lyså, A., Björck, S., Ganerød, M., Höskuldsson, A., van der Lelij, R. & Tassis, G. 2022: Volcanical and surficial process constraints on the formation of a lake basin in Jan Mayen, Norway. *Quaternary Science Advances*, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.qsa.2022.100058>.
- Leonard, D.M. & Øien, N.I. 2020: Estimated abundances of cetacean species in the Northeast Atlantic from Norwegian shipboard surveys conducted in 2014–2018. In: Sightings surveys in the North Atlantic: 30 years of counting whales. Tromsø: North Atlantic Marine Mammal Commissio. (NAMMCO scientific publications; 11). <https://doi.org/10.7557/3.4694>.
- Letcher, R.J., Bustnes, J.O., Dietz, R., Jenssen, B.M., Jørgensen, E.H., Sonne, C., ... & Gabrielsen, G.W. 2010: Assessment of persistent organic pollutants in Arctic wildlife and fish. *Science of the Total Environment* 408, 2995–3043. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.10.038>.
- Lid, J. 1964: The flora of Jan Mayen. Oslo. (Norsk Polarinstitutt. Skrifter; 130).
- Lohmann, R., Gioia, R., Jones, K.C., Nizzetto, L., Temme, C., Xie, Z., ... & Jantunen, L. 2009: Organochlorine pesticides and PAHs in the surface water and atmosphere of the North Atlantic and Arctic Ocean. *Environmental Science & Technology* 43, 5633–9. <https://doi.org/10.1021/es901229k>.
- Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) 2009: LOV-2009-06-19-100. Last changed in LOV-2022-06-17-64. Retrieved from https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100#KAPITTEL_2.
- Lov om forvaltning av viltlevande marine ressursar 2008: LOV-2008-06-06-37. Last changed in LOV-2021-03-05-7. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-06-37>.

Lov om Jan Mayen 1930: LOV-1930-02-27-2. Last changed in LOV-2001-06-15-79. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1930-02-27-2?q=lov%20om%20jan%20mayen>.

Lydersen, C., Freitas, C., Wiig, Ø., Bachmann, L., Heide-Jørgensen, M.P., Swift, R. & Kovacs, K.M. 2012: Lost highway not forgotten: satellite tracking of a bowhead whale (*Balaena mysticetus*) from the critically endangered Spitsbergen stock. *Arctic* 65, 76–86.

Lydersen, C., Vacquié-Garcia, J., Heide-Jørgensen, M.P., Øien, N., Guinet, C. & Kovacs, K.M. 2020: Autumn movements of fin whales (*Balaenoptera physalus*) from Svalbard, Norway, revealed by satellite tracking. *Scientific Reports* 10, 16966. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73996-z>.

Lynghammar, A., Christiansen, J.S., Griffiths, A.M., Fevolden, S.E., Hop, H. & Bakken, T. 2014: DNA barcoding of the northern Northeast Atlantic skates (*Chondrichthyes*, *Rajidae*), with remarks on the widely distributed starry ray. *Zoologica Scripta* 43, 485–495. <https://doi.org/10.1111/zsc.12064>.

Lyså, A., Larsen, E.A., Anjar, J., Akçar, N., Ganerød, M., Hiksdaal, A., ... & Vockenhuber, C. 2021: The last glaciation of the Arctic volcanic island Jan Mayen. *Boreas* 50, 6–28. <https://doi.org/10.1111/bor.12482>. ISSN 0300-9483.

Lyså, A., Larsen E. & Hiksdaal, A. 2022: Jan Mayen, kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse. Retrieved from https://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Kart/JanMayen_KV50.pdf.

Malinga, M., Szefer, P., Gabrielsen, G.W. 2010: Age, sex and spatial dependent variations in heavy metals levels in the glaucous gulls (*Larus hyperboreus*) from the Bjørnøya and Jan Mayen, Arctic. *Environmental Monitoring and Assessment* 169, 407–416. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-1183-3>.

Mareano 2019. MAREANO Årsrapport 2018. Arkivnummer: 2016/11373.

Martinez, I., Aschan, M., Skjerdal, T. & Aljanabi, S.A. 2006: The genetic structure of *Pandalus borealis* examined by RAPD analysis. *ICES Journal of Marine Science* 63, 840–850. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.03.006>.

Mauritzen, C. 1996: Production of dense overflow waters feeding the North Atlantic across the Greenland-Scotland Ridge. Part 1: Evidence for a revised circulation scheme. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 43, 769–806. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(96\)00037-4](https://doi.org/10.1016/0967-0637(96)00037-4).

Mayot, N., Matrai, P., Ellingsen, I.H., Steele, M., Johnson, K., Riser, S. C. & Swift, D. 2018: Assessing phytoplankton activities in the seasonal ice zone of the Greenland Sea over an annual cycle. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 123, 8004–25. <https://doi.org/10.1029/2018JC014271>.

Mayot, N., Matrai, P. A., Arjona, A., Bélanger, S., Marchese, C., Jaegler, T., ... & Steele, M. 2020: Springtime export of Arctic sea ice influences phytoplankton production in the Greenland Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 125, e2019JC015799. <https://doi.org/10.1029/2019JC015799>.

Meincke, J., Jónsson, S. & Swift, J.H. 1992: Variability of convective conditions in the Greenland Sea. Pp.32–39. In: *Hydrobiological variability in the ICES area, 1980-1989* / ed. R.R. Dickson et al. Copenhagen. (ICES marine science symposia; 195).

Melaa, K.W., Zimmermann, F., Søvik, G. & Thangstad, T.H. 2022: Historic landings of northern shrimp (*Pandalus borealis*) in Norway: data per county for 1908–2021. Bergen: Havforskningsinstituttet. (Rapport fra havforskningen; 2022-24).

Meld. St. 10 (2010–2011). Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Oslo: Klima og miljødepartementet. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.

Meld. St. 29 (2020–2021). Heilskapleg nasjonal plan for bevaring av viktige område for marin natur. Oslo: Klima- og miljødepartementet. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.

Meld. St. 35 (2016–2017). Oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet. Oslo: Klima- og miljødepartementet. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.

Meld. St. 37 (2012–2013). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Nordsjøen og Skagerrak (forvaltningsplan). Oslo: Klima- og miljødepartementet. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.

Meld. St. 20 (2019–2020). Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.

Melle, W., Ellertsen, B. & Skjoldal, H.R. 2004: Zooplankton: the link to higher trophic levels. Pp.137–202. In: The Norwegian Sea ecosystem / ed. H.R. Skjoldal. Trondheim: Tapir.

Melle, W., Klevjer, T., Strand, E., Wiebe, P.H., Slotte, A. & Huse, G. 2020: Fine-scale observations of physical and biological environment along a herring feeding migration route. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 180, 104845. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104845>.

Melnikov, I.A. 2004: Sea ice export as an indicator of changing Arctic Ocean ecology. Pp.113–122. In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.

Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A., ... & Schuur, E.A.G. 2019: Polar regions. Pp.203–320. In: IPCC special Report on the ocean and cryosphere in a changing climate / ed. H.O. Pörtner et al. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.005>.

Metfies, K., von Appen, W.J., Kiliyas, E., Nicolaus, A. & Nöthig, E.M. 2016: Biogeography and photosynthetic biomass of Arctic marine pico-eukaryotes during summer of the record sea ice minimum 2012. PLoS ONE 11(2), e0148512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148512>.

Miller, P.J., Kvadsheim, P.H., Lam, F.P.A., Tyack, P.L., Curé, C., DeRuiter, S.L., ... & Hooker, S.K. 2015: First indications that northern bottlenose whales are sensitive to behavioural disturbance from anthropogenic noise. Royal Society open science 2(6), 140484. <https://doi.org/10.1098/rsos.140484>.

Moe, K.A., Skeie, G.M., Brude, O.W., Løvås, S.M., Nedrebø, M. & Weslawski, J.M. 2000: The Svalbard intertidal zone: a concept for the use of GIS in applied oil sensitivity, vulnerability and impact analyses. Spill Science & Technology Bulletin 6, 187–206. [https://doi.org/10.1016/S1353-2561\(00\)00038-4](https://doi.org/10.1016/S1353-2561(00)00038-4).

Moore, G.W.K., Våge, K., Pickart, R.S. & Renfrew, I.A. 2015: Decreasing intensity of open-ocean convection in the Greenland and Iceland seas. Nature Climate Change 5, 877–882. <https://doi.org/10.1038/nclimate2688>.

Moore, G.W.K., Våge, K., Renfrew, I.A., & Pickart, R.S. 2022: Sea-ice retreat suggests re-organization of water mass transformation in the Nordic and Barents Seas. Nature communications 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27641-6>.

Mork, K.A., Skagseth, Ø. & Sjøland, H. 2019: Recent warming and freshening of the Norwegian Sea observed by Argo data. Journal of Climate 32(12), 3695–3705. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0591.1>.

Morris, A.D., Wilson, S.J., Fryer, R.J., Thomas, P.J., Hudelson, K., Andreasen, B., ... & Rigét, F.F. 2022: Temporal trends of mercury in Arctic biota: 10 more years of progress in Arctic monitoring. Science of the Total Environment 839, 155803. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155803>.

Nielsdottir, M.C., Moore, C.M., Sanders, R., Hinz, D.J. & Achterberg, E.P. 2009: Iron limitation of the postbloom phytoplankton communities in the Iceland Basin. *Global Biogeochemical Cycles* 23(3). GB3001. <https://doi.org/10.1029/2008GB003410>.

Nilsen, E.M. & Aschan, M.M. 2009: Catch, survey and life-history data for shrimp (*Pandalus borealis*) off Jan Mayen. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 56, 2023–36. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.11.013>.

Noël, B., Jakobs, C.L., Van Pelt, W.J.J., Lhermitte, S., Wouters, B., Kohler, J., ... & van den Broeke, M.R. 2020: Low elevation of Svalbard glaciers drives high mass loss variability. *Nature Communications* 11, 4597. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18356-1>.

Nordland Fylkeskommune 2021: Vårt verdifulle vann: regional vannforvaltningsplan 2022–2027, Nordland og Jan Mayen vannregion. Retrieved from <https://www.vannportalen.no/vannregioner/nordland/plandokumenter-vannregion-nordland/planperiode-2022---2027/>.

Nordli, P.Ø., Hanssen-Bauer, I. & Førland, E.J. 1996: Homogeneity analyses of temperature and precipitation series from Svalbard and Jan Mayen. *Klima* 16/96. Oslo, Norway: The Norwegian Meteorological Institute.

Nordli, Ø., Wyszynski, P., Gjeltén, H.M., Isaksen, K., Łupikasa, E., Niedźwiedz, T. & Przybylak, R. 2020: Revisiting the extended Svalbard Airport monthly temperature series, and the compiled corresponding daily series 1898–2018. *Polar Research* 39, 3614. <https://doi.org/10.33265/polar.v39.3614>.

Norges veterinærhøgskole 1996a: Fisk fra Jan Mayen. Prøverapport 11-96. Miljøtoks-laboratoriet, FMN, Norges veterinærhøgskole.

Norges veterinærhøgskole 1996b: Analyser av 29 sjøfugler fra Jan Mayen. Prøverapport 17-96. Miljøtoks-laboratoriet, FMN, Norges veterinærhøgskole.

Norsk klimaservicesenter 2022: Information retrieved from www.klimaservicesenter.no.

Norsk Polarinstitutt 2014: Kartdata Jan Mayen 1:100 000 (J100 Kartdata) [Data set]. Tromsø: Norwegian Polar Institute.

Nuth, C., Kohler, J., König, M., Von Deschanden, A., Hagen, J. O., Kääb, A., ... & Pettersson, R. 2013: Decadal changes from a multi-temporal glacier inventory of Svalbard. *Cryosphere* 7, 1603–21. <https://doi.org/10.5194/tc-7-1603-2013>.

Nöthig, E.M., Bracher, A., Engel, A., Metfies, K., Niehoff, B., Peeken, I., ... & Wurst, M. 2015: Summertime plankton ecology in Fram Strait—a compilation of long-and short-term observations. *Polar Research* 34(1), 23349. <https://doi.org/10.3402/polar.v34.23349>.

Nøttestad, L., Diaz, J., Penã, H., Sjøiland, H., Huse, G. & Fernö A. 2016: Feeding strategy of mackerel in the Norwegian Sea relative to currents, temperature and prey. *ICES Journal of Marine Science* 73, 1127–37. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv239>.

Olje- og energidepartementet 2012: Åpningsprosess for petroleumsvirksomhet i havområdene ved Jan Mayen. Konsekvensutredning etter petroleumsloven.

Olje- og energidepartementet 2021: Åpningsprosess for undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel: forslag til program for konsekvensutredning etter havbunnsmineralloven.

Olje- og energidepartementet 2022: Konsekvensutredning – undersøkelse og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Del av åpningsprosessen etter Lov om mineralvirksomhet på kontinentalsokkelen (havbunnsmineralloven).

Olafsson J., Olafsdottir, R., Benoit-Cattin, A., Danielsen, M., Arnarson, T.S. & Takahashi, T. 2009: Rate of Iceland Sea acidification from time series measurements. *Biogeosciences* 6, 2661–8, www.biogeosciences.net/6/2661/2009.

Olsen, R.E., Knutsen, T. & Melle, W. 2006: Nye marine fôrressurser (NYMAR): internrapport. Bergen: Havforskningsinstituttet.

Onarheim, I.H., Eldevik, T., Smedsrud, L.H. & Stroeve, J.C. 2018: Seasonal and regional manifestation of Arctic sea ice loss. *Journal of Climate* 31(12), 4917–32. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0427.1>.

Orheim, O. 1976: Bremålinger på Jan Mayen. Norsk Polarinstitutt. Årbok, 1974, 249–252.

Osman, M.B., Das, S.B., Trusel, L.D., Evans, M.J., Fischer, H., Grieman, M.M., ... & Saltzman, E.S. 2019: Industrial-era decline in subarctic Atlantic productivity. *Nature* 569(7757), 551–5. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1181-8>.

Overland, J., Walsh, J. & Kattsov, V. 2017: Trends and feedbacks. Pp.9–23. In: Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).

Pálsson, O.K., Gislason, A., Guðfinnsson, H.G., Gunnarsson, B., Olafsdóttir, S.R., Petursdóttir, H., ... & Valdimarsson, H. 2012: Ecosystem structure in the Iceland Sea and recent changes to the capelin (*Mallotus villosus*) population. *ICES Journal of Marine Science* 69(7), 1242–54. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss071>.

Pavlov, A.K., Granskog, M.A., Stedmon, C.A., Ivanov, B.V., Hudson, S.R. & Falk-Petersen, S. 2015: Contrasting optical properties of surface waters across the Fram Strait and its potential biological implications. *Journal of Marine Systems* 143, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.11.001>.

Pedersen, R.B., Olsen, B.R., Barreyre, T., Bjerga, A., Denny, A., Eilertsen, M.H., ... & Thorseth, I.H. 2021: Fagutredning mineralressurser i Norskehavet: landskapstrekk, naturtyper og bentiske økosystemer. Bergen: Universitetet. Retrieved from <https://www.npd.no/globalassets/1-npd/fakta/havbunnsmineraler/fagutredning-mineralressurser-norskehavet-naturforhold-uib.pdf>.

Pedro, S., Boba, C., Dietz, R., Sonne, C., Rosing-Asvid, A., Hansen, M., ... & McKinney, M.A. 2017: Blubber-depth distribution and bioaccumulation of PCBs and organochlorine pesticides in Arctic-invading killer whales. *Science of the total Environment* 601/602, 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.193>.

Peron-Pinvidic, G., Gernigon, L., Gaina, C. & Ball, P. 2012: Insights from the Jan Mayen system in the Norwegian-Greenland Sea I: mapping of a microcontinent. *Geophysical Journal International* 191(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2012.05639.x>.

Pettersen, I. 2016. Utviklingen av 1600-tallets hvalfangst i Arktis. MSc thesis, Univ. Bergen.

Pfeffer, W., Arendt, A., Bliss, A., Bolch, T., Cogley, J., Gardner, A., ... & Sharp, M. 2014: The Randolph Glacier Inventory: a globally complete inventory of glaciers. *Journal of Glaciology* 60, 537–552. <https://doi.org/10.3189/2014JoG13J176>.

- Polteau, S., Mazzini, A., Hansen, G., Planke, S., Jerram, D.A., Millett, J., ... & Myklebust, R. 2019: The pre-breakup stratigraphy and petroleum system of the Southern Jan Mayen Ridge revealed by seafloor sampling. *Tectonophysics* 760, 152–164. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.04.016>.
- Porter, C., Morin, P., Howat, I., Noh, M.J., Bates, B., Peterman, K., ... & Bojesen, M. 2018: ArcticDEM: Harvard Dataverse V1. <https://doi.org/10.7910/DVN/OHHUKH>.
- Prestrud, P. 1992: Arctic foxes in Svalbard: population ecology and rabies. Oslo: Norsk Polarinstitutt. Dr. philos thesis.
- Quadfasel, D., Gascard, J.C. & Koltermann, K.P. 1987: Large-scale oceanography in Fram Strait during the 1984 Marginal Ice Zone Experiment, *Journal of Geophysical Research: Oceans* 92(C7), 6719–28. <https://doi.org/29/JC092iC07p06719>.
- Raven, J., Caldeira, K., Elderfield, H., Hoegh-Guldberg, O., Liss, P., Riebesell, U., ... & Watson, A. (eds.) 2005: Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. London: The Royal Society. (Policy document; 12/05).
- Reid, P.C., Edwards, M., Hunt, H.G. & Warner, A.J. 1998: Phytoplankton change in the North Atlantic. *Nature* 391(6667), 546. <https://doi.org/10.1038/35290>.
- Remili, A., Letcher, R.J., Samarra, F.I., Dietz, R., Sonne, C., Desforges, J.P., ... & McKinney, M.A. 2021: Individual prey specialization drives PCBs in Icelandic killer whales. *Environmental Science & Technology* 55, 4923–31. [10.1021/acs.est.0c08563](https://doi.org/10.1021/acs.est.0c08563).
- Renfrew, I. A., Pickart, R. S., Våge, K., Moore, G. W., Bracegirdle, T. J., Elvidge, A. D., ... & Zhou, S. 2019: The Iceland Greenland Seas project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(9), 1795–1817. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0217.1>.
- Renner, A.H., Gerland, S., Haas, C., Spreen, G., Beckers, J.F., Hansen, E., ... & Goodwin, H. 2014: Evidence of Arctic sea ice thinning from direct observations. *Geophysical Research Letters* 41, 5029–36. <https://doi.org/10.1002/2014GL060369>.
- Rey, F. 2012: Declining silicate concentrations in the Norwegian and Barents Seas. *Ices Journal of Marine Science* 69(2), 208–212. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss007>.
- Richter, K., Nilsen, J.E. & Drange, H. 2012: Contributions to sea level variability along the Norwegian coast for 1960–2010. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 117, C05038. <https://doi.org/10.1029/2011jc007826>.
- Riebesell, U., Zondervan, I., Rost, B., Tortell, P.D., Zeebe, R. & Morel, F.M.M. 2000: Reduced calcification of marine plankton in response to increased atmospheric CO₂. *Nature* 407, 364–7. <https://doi.org/10.1038/35030078>.
- Riget, F., Vorkamp, K., Eulaers, I. & Dietz, R. 2020: Influence of climate and biological variables on temporal trends of persistent organic pollutants in Arctic char and ringed seals from Greenland. *Environmental Science-Processes & Impacts* 22, 993–1005. <https://doi.org/10.1039/c9em00561g>.
- Rosenvinge, L.K. 1924: The marine algae of Denmark: contribution to their natural history. Part III: Rhodophyceæ III (Ceramiales). *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Skrifter* 7, 285–488.
- Ryvarden, L. & Høiland, K. 2009: Some higher Basidiomycota from Jan Mayen, Norway. *Agarica* 28, 50–52.

- Sanders, R., Brown, L., Henson, S. & Lucas, M. 2005: New production in the Irminger Basin during 2002. *Journal of Marine Systems* 55(3-4), 291–310. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.09.002>.
- Savinova, T.N., Polder, A., Gabrielsen, G.W. & Skaare, J.U. 1995: Chlorinated hydrocarbons in seabirds from the Barents Sea area. *Science of the total environment* 160/161, 497–504. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04383-C](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04383-C).
- Scoresby, W. 1820: An account of the Arctic regions, with a history and description of the Northern whale-fishery. Edinburgh: A. Constable.
- SEAPOPOP 2022: Sjøfugl i Norge 2021: resultater fra SEAPOP-programmet.
- Sheard, J.W. 1965: Seasonal weather trends in relation to fluctuations of the Jan Mayen glaciers since 1920. *Journal of Glaciology* 5, 805–811. <https://doi.org/10.3189/S0022143000018864>.
- Siggerud, T. 1972: The volcanic eruption on Jan Mayen 1970. *Norsk Polarinstitutt. Årbok*, 1970, 5–18.
- Skern-Mauritzen, M., Lindstrøm, U., Biuw, M., Elvarsson, B., Gunnlaugsson, T., Haug, T., ... & Víkingsson, G. 2022: Marine mammal consumption and fisheries removals in the Nordic and Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science* 79, 1583–1603. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac096>.
- Skjelvan, I.S. Lauvset, K., Johannessen, T., Gundersen, K. & Skagseth, Ø. 2022: Decadal trends in ocean acidification from the Ocean Weather Station M in the Norwegian Sea. *Journal of Marine Systems* 234, 103775. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2022.103775>.
- Skjæveland, S.H. 1973: Echinoderms of Jan Mayen Island. *Astarte* 6, 69–74.
- Skogen, M.D., Budgell, W.P. & Rey, F. 2007: Interannual variability in Nordic seas primary production. *ICES Journal of Marine Science* 64, 889–898. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm063>.
- Skotvold, T., Vartena, E.M.M., Christiansen, G. & Schlaback, M. 1999: Organochlorine contaminants in biota and sediments from lakes on Bear Island. Tromsø. (Akvaplan-niva rapport; 510.1443.1).
- Skreslet, S. 1969: The ecosystem of Arctic Lake Nordlaguna, Jan Mayen Island. I: general features and hydrography. *Astarte* 2, 27–34.
- Skreslet, S. 1973: The ecosystem of the Arctic Lake Nordlaguna, Jan Mayen Island. III. ecology of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.). *Astarte* 6, 43–54.
- Skreslet, S. 2004: Research operations on Jan Mayen Island: feasibility, scope and legitimacy. Pp.1–11. In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.
- Skreslet, S. & Andersen, J. 1968: Dyreliv. Pp.16–23. In: Jan Mayen. Tromsø Museum. (Ottar; 56).
- Skreslet, S. & Foged, N. 1970: The ecosystem of arctic Lake Nordlaguna, Jan Mayen Island. II. plankton and benthos. *Astarte* 3, 53–61.
- Skreslet, S., Birkenmajer, K., Hacquebord, L., Hobson, K.A. & Melnikov, I.A. 2004: Logistics for future Jan Mayen Island research: results from NATO Advanced Research Workshop. Pp.295–339. In: Jan Mayen Island in scientific focus / ed. S. Skreslet. Dordrecht: Kluwer.

- Smith, B., Fricker, H.A., Holschuh, N., Gardner, A.S., Adusumilli, S., Brunt, K.M., ... & Siegfried, M.R. 2019: Land ice height-retrieval algorithm for NASA's ICESat-2 photon-counting laser altimeter. *Remote Sensing of Environment* 233, 111352. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111352>.
- Sneli, J.A. 1977: Jan Mayen molluscs. *Malacologia* 16, 257–260.
- Sneli, J.A. & Steinnes, A. 1975: Marine mollusca of Jan Mayen Island. *Astarte* 8, 7–16.
- Solstad, H. & Elven, R. 2021: Artsgruppeomtale karplanter (Pteridophyta, Pinophyta og Magnoliophyta). Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Karplanter>. Retrieved 19 September 2022.
- Solvang, H.K., Skaug, H.J. & Øien, N.I. 2021: Abundance of common minke whales in the Northeast Atlantic based on survey data collected over the period 2014–2019. Paper SC/68C/ASI/04 presented to the IWC Scientific Committee, Virtual Meetings, April–May 2021. https://archive.iwc.int/pages/view.php?search=&k=&modal=&display=list&order_by=field3&offset=4439&per_page=48&archive=0&sort=DESC&restypes=&recentdaylimit=&foredit=&ref=19257.
- Speed, J.D.M., Cooper, E.J., Jónsdóttir, I.S., van der Wal, R. & Woodin, S.J. 2010: Plant community properties predict vegetation resilience to herbivore disturbance in the Arctic. *Journal of Ecology* 98(5), 1002–13. <http://www.jstor.org/stable/40929049>.
- Spreen, G., de Steur, L., Divine, D., Hansen, E., Gerland, S. & Kwok, R. 2020: Arctic sea ice volume export through Fram Strait from 1992 to 2014. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 125, e2019JC016039. <https://doi.org/10.1029/2019JC016039>.
- St.meld. nr. 8 (2005–2006). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan). Oslo: Det Kongelige Miljødepartement. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.
- St.meld. nr. 37 (2008–2009). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Norskehavet (forvaltningsplan) Oslo: Klima- og miljødepartementet. Retrieved from <https://www.regjeringen.no>.
- Stange, K., Maage, A. & Klungsøyr, J. 1996: Contaminants in fish and sediments in the North Atlantic Ocean. Copenhagen: Nordic Council of Ministers. (TemaNord; 1996:522).
- Stech, M., Veldman, S., Larrain, J., Muñoz, J., Quandt, D., Hassel, K., & Kruijer, H. 2013: Molecular species delimitation in the *Racomitrium canescens* complex (Grimmiaceae) and implications for DNA barcoding of species complexes in mosses. *PLoS ONE* 8(1), e53134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053134>.
- Steffensen, E.L. 1982: The climate at Norwegian Arctic stations. Oslo: The Norwegian Meteorological Institute. (Klima; 1982 nr.5).
- Stokke, B.G., Dale, S., Jacobsen, K.O., Lislevand, T., Solvang, R. & Strøm, H. 2021: Fugler Aves – Norge. I: Norsk rødliste for arter 2021. Trondheim: Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/Fugler>.
- Strand, E., Klevjer, T., Knutsen, T. & Melle, W. 2020: Ecology of mesozooplankton across four North Atlantic basins. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 180, 104844. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104844>.
- Stroeve, J. & Notz, D. 2018: Changing state of Arctic sea ice across all seasons. *Environmental Research Letters* 13 (10), 103001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aade56>.

Stroeve, J.C., Kattsov, V., Barrett, A., Serreze, M., Pavlova, T., Holland, M., & Meier, W.N. 2012: Trends in Arctic sea ice extent from CMIP5, CMIP3 and observations. *Geophysical Research Letters* 39, L16502. <https://doi.org/10.1029/2012GL052676>.

Strøm, H. 2006: Svalbards fugler. Pp.84–191. In: Svalbards fugler og pattedyr / ed. K.M. Kovacs & C. Lydersen. Tromsø: Norsk Polarinstitutt. (Polarhåndbok; 13).

Strøm, H., Lorentzen, E. & Merkel, B. 2015: Kartlegging av trekruter og vinterområder for lomvi og polarlomvi på Jan Mayen 2011–2014. Upublisert sluttrapport til Olje- og Energidepartementet.

Strøm, H., Merkel, B., Tarroux, A. & Lorentzen, E. 2021a: Sjøfugl i havområdene rundt Jan Mayen og langs den midtatlantiske rygg: grunnlagsrapport i forbindelse med åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. Tromsø: Norsk Polarinstitutt. (Kortrapport; 58).

Strøm, H., Stokke, B.G., Dale, S., Jacobsen, KO., Lislevand T & Solvang R. 2021b: Fugler Aves – Svalbard. I: Norsk rødliste for arter 2021. Trondheim: Artsdatabanken.

Strøm, H., Descamps, S., Ekker, M., Fauchald, P. & Moe, B. 2021c: Tracking the movements of North Atlantic seabirds: steps towards better understanding of population dynamics and marine ecosystem conservation. *Marine Ecology Progress Series* 676: 97–116, <https://doi.org/10.3354/meps13801>.

Sumata, H., de Steur, L., Gerland, S., Divine, D.V. & Pavlova, O. 2022: Unprecedented decline of Arctic sea ice outflow in 2018. *Nature Communications* 13, 1747. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29470-7>.

Svenning, M.A. 2010: Metodikk for prøvefiske etter røye på Svalbard. Tromsø. (NINA rapport; 645).

Svenning, M.A., Præbel, K., Kanstad-Hanssen, Ø. & Falkegård, M. 2013: Sjørøye: økologisk og/eller genetisk segregering? Tromsø. (NINA rapport; 957).

Svenning, M.A., Bergane, V.Å. & Borgstrøm, R. 2020: Sjørøya i Linnévassdraget: sluttrapport til Svalbards miljøvernfond. Tromsø. (NINA rapport; 1825).

Sylvester, A.G. 1975: History and surveillance of volcanic activity on Jan Mayen Island. *Bulletin Volcanologique* 39, 313–335. <https://doi.org/10.1007/BF02597834>.

Söderström, L., Konstantinova, N., Hagborg, A., Prestø, T., Hassel, K. & von Konrat, M. 2021: Land of retreating glaciers: checklist of liverworts on Svalbard. *Arctoa* 30, 354397. <https://doi.org/10.15298/arctoa.30.24>.

Tarling, G.A., Freer, J.J., Banas, N.S., Belcher, A., Blackwell, M., Castellani, C., ... & Wootton, M. 2022: Can a key boreal *Calanus* copepod species now complete its life-cycle in the Arctic? Evidence and implications for Arctic food-webs. *Ambio* 51(2), 333–344. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01667-y>.

Tarroux, A., Berteaux, D. & Bêty, J. 2010: Northern nomads: ability for extensive movements in adult Arctic foxes. *Polar Biology* 33, 1021–6. <http://dx.doi.org/10.1007/s00300-010-0780-5>.

Tartu, S., Blévin, P., Bustamante, P., Angelier, F., Bech, C., Bustnes, J.O., ... & Chastel, O. 2022: A U-Turn for mercury concentrations over 20 years: How do environmental conditions affect exposure in Arctic seabirds? *Environmental Science & Technology*, 56(4), 2443–54. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07633>.

Tendal, O.S. 1983: Sponges of Jan Mayen. *Astarte* 12, 53–55.

- Trevail, A.M., Gabrielsen, G.W., Kuhn, S. & Van Franeker, J.A. 2015: Elevated levels of ingested plastic in a high Arctic seabird, the northern fulmar (*Fulmarus glacialis*). *Polar Biology* 38, 975–981. <https://doi.org/10.1007/s00300-015-1657-4>.
- Tsubouchi, T., Våge, K., Hansen, B., Larsen, K.M.H., Østerhus, S., Johnson, C., ... & Valdimarsson, H. 2021: Increased ocean heat transport into the Nordic Seas and Arctic Ocean over the period 1993–2016. *Nature Climate Change* 11, 21–26. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00941-3>.
- Vacquie-Garcia, J., Lydersen, C., Biuw, M., Haug, T., Fedak, M.A. & Kovacs, K.M. 2017: Hooded seal *Cystophora cristata* foraging areas in the Northeast Atlantic Ocean: investigated using three complementary methods. *PLoS ONE* 12: e0187889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187889>.
- Van Dover, C.L., Ardron, J.A., Escobar, E., Gianni, M., Gjerde, K.M., Jaeckel, A., ... & Weaver, P.P.E. 2017: Biodiversity loss from deep-sea mining. *Nature Geoscience* 10, 464–5. <https://doi.org/10.1038/ngeo2983>.
- Vilhjálmsdóttir, H. 1994: The Icelandic capelin stock: capelin *Mallotus villosus* (Müller) in the Iceland, Greenland, Jan Mayen area. Reykjavik: Hafrannsóknastofnunin. (Rit fiskideildar; 13 no.1).
- Vinje, T.E. 1982: Frequency distribution of sea ice in the Greenland and Barents Seas, 1971–1980. *Norsk Polarinstitutt. Årbok 1980*, 57-61.
- Vinje, T., Nordlund, N. & Kvambekk, Å. 1998: Monitoring ice thickness in Fram Strait. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 103, 10437–49. <https://doi.org/10.1029/97JC03360>.
- Virtanen, R.J., Lundberg, P.A., Moen, J., & Oksanen, L. 1997: Topographic and altitudinal patterns in plant communities on European arctic islands. *Polar Biology* 17, 95–113. <https://doi.org/10.1007/s0030000050111>.
- Visser, A.W., Grønning, J. & Jónasdóttir, S.H. 2017: *Calanus hyperboreus* and the lipid pump. *Limnology and Oceanography* 62(3), 1155–65. <https://doi.org/10.1002/lno.10492>.
- von Appen, W.J., Waite, A.M., Bergmann, M., Bienhold, C., Boebel, O., Bracher, A., ... & Boetius, A. 2021: Sea-ice derived meltwater stratification slows the biological carbon pump: results from continuous observations. *Nature Communications* 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26943-z>.
- von Quillfeldt, C.H. (ed.) 2018: Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen. Tromsø: Norsk Polarinstitutt. (Kortrapport; 47).
- Våge, K., Pickart, R.S., Spall, M.A., Valdimarsson, H., Jónsson, S., Torres, D. ... & Eldvik, T., 2011: Significant role of the North Icelandic Jet in the formation of Denmark Strait overflow water. *Nature Geoscience* 4, 723–7. <https://doi.org/10.1038/ngeo1234>.
- Våge, K., Papritz, L., Håvik, L., Spall, M.A & Moore, G.W.K. 2018: Ocean convection linked to the recent ice edge retreat along East Greenland. *Nature communications* 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03468-6>.
- Wania, F. & Mackay, D. 1993. Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions *Ambio* 22, 10–18.
- Ware, C., Bergstrom, D.M., Müller, E., & Alsos, I.G. 2012: Humans introduce viable seeds to the Arctic on footwear. *Biological Invasions* 14, 567–577. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0098-4>.
- Wekerle, C., Wenzhofer, F., Wietz, M. & Boetius, A. 2021: Sea-ice derived meltwater stratification slows the biological carbon pump: results from continuous observations. *Nature Communications* 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26943-z>.

Wensveen, P.J., Isojunno, S., Hansen, R.R., von Benda-Beckmann, A.M., Kleivane, L., van IJsselmuide, S., ... & Miller, P.J. 2019: Northern bottlenose whales in a pristine environment respond strongly to close and distant navy sonar signals. *Proceedings of the Royal Society B* 286, 20182592. doi:10.1098/rspb.2018.2592.

Weslawski, J.M., Wiktor J. Zajackowski, M., Futsæter, G. & Moe, K.A. 1997: Vulnerability assessment of Svalbard intertidal zone for oil spills. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44 (suppl. 1), 33–41. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(97\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(97)80005-4).

Wiborg, K.F. 1955: Zooplankton in relation to hydrography in the Norwegian Sea. Bergen. (Fiskeridirektoratets skrifter. Serie havundersøkelser; 11, no. 4).

Wienerroither, R.M., Nedreaas, K.H., Uiblein, F., Christiansen, J.S., Byrkjedal, I. & Karamushko, O. 2010: The marine fishes of Jan Mayen Island, NE Atlantic: past and present. *Marine Biodiversity* 41, 395–411. DOI 10.1007/s12526-010-0055-y.

Østerhus, S. & Gammelsrød, T. 1999: The abyss of the Nordic Seas is warming. *Journal of Climate* 12(11), 3297–3304. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<3297:TAOTNS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<3297:TAOTNS>2.0.CO;2).



Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.

12 Vedlegg

12.1 Artslister

12.1.1 Gabrielsen mfl. (1997a) Natur- og kulturmiljø på Jan Mayen

Gabrielsen mfl. (1997a) har lagt ved artslister over registrerte arter på Jan Mayen basert på tilgjengelig informasjon opp til da. Det har skjedd en del taksonomiske endringer siden 1997 både når det gjelder grupperinger og navn. Det vil kreve en større innsats å rette opp artslistene i henhold til disse endringene enn det dette prosjektet har hatt kapasitet til. Vi har derfor valgt å ikke legge ved artslistene, men i stedet vise til Gabrielsen mfl. (1997a) for å se den totale oversikten. Enkelte av observasjonene var usikre artsidentifiseringer.

Antall arter i Gabrielsen mfl. (1997a) var representert med følgende grupper (antall arter i parentes):

Land

- Karplanter (75)
- Moser (176), henholdsvis levermoser (42) og bladmoser (134)
- Lav (138)
- Sopp (66)
- Terrestriske evertebrater (223), henholdsvis rundormer (39), edderkopper (5), midd (102), spretthaler (32), plantesugere (3), pels- og fjærlus (16), lopper (1) og tovinger (20), sommerfugler (2), årevinger (3)
- Terrestriske pattedyr (1, fjellrev som ikke lenger forekommer på Jan Mayen)

Hav

- Marine pattedyr (12)
- Fugl, terrestriske og sjøfugl (98)
- Marine makroalger (60), henholdsvis grøninalger (15), brunalger (22), rødalger (23)
- Marine evertebrater (231), henholdsvis svamper (22), nesledyr (17), ribbemaneter (1), leddormer (19), leddyr (2), krepsdyr (32), bløtdyr (97), armføttinger (1), pilormer (1), pigghuder (30), sekkedyr (9)
- Marine fisk (28)

Ferskvann (Nordlaguna)

- Blågrønnalger (1)
- Kiselalger (62)
- Moser (1)
- Limniske evertebrater (9), henholdsvis hjuldyr (1), rundmark (1), flimmermark (1), bukhårstyr (1), bjørnedyr (1), fåbørstemark (1), vannlopper (1), muslingkreps (1), fjærmygg (1)
- Fisk (1)

12.1.2 Arnesen mfl. (2012) Naturinventering/grunnlagsundersøkelser i virksomhetsområdene på Jan Mayen

Arnesen mfl. (2012) sammenstiller resultatene fra basisundersøkelser av virksomhetsområdene på Jan Mayen, med vekt på vegetasjon og virvelløse dyr. Arnesen mfl. (2012) beskrev blant annet utbredelsen av ulike typer lavamark (eksponert lavamark, lavamark med tynt mosedekke, arktisk lavamark med heigråmose), i tillegg til fuglefjell-eng på lavagrunn, forstrand med lavasand og lavastrandberg. De konkluderte at fuglefjell-eng på lavagrunn er de mest høyproduktive og artsrike arealene (blant annet stort innslag av karplanter) i virksomhetsområdene (og på hele øya), men uten å oppgi antall arter.

Evertebrater

- Edderkopper: Viser til fem kjente arter på Jan Mayen, men observerte kun to av disse
- Midd: Viser til 102 kjente arter av midd på Jan Mayen, men prioriterte ikke selv fullstendig artsbestemmelse av alle innsamlede midd, men påpeker at materialet gir inntrykk av å ha mange av artene som tidligere er registrert på Jan Mayen og Svalbard
- Insekter (tovinger): Relativt fattig og homogen artssammensetning, hvorav fem familier av tovinger dominerer. Totalt 14-15 arter ble påvist, hvorav flere avventer resultater fra DNA-analyser for sikker bestemmelse

12.1.3 Fossum mfl. (2012) Miljø og levende ressurser i havområdene ved Jan Mayen

Fossum mfl. (2012) utarbeidet en miljøbeskrivelse av havområdene ved Jan Mayen som i tillegg til å omtale historiske data og litteraturstudier også innbefattet et eget tokt høsten 2011. Artslister for utvalgte grupper fra dette toktet er presentert i rapporten. Under oppgis kun en kort oppsummering, og det er viktig å ta hensyn til at disse listene kun er fra ett tokt, med et utvalg av prøvetakingsmetoder og i en periode på året, og gir derfor ikke en fullstendig oversikt over alle arter som kan forekomme i området. Fossum mfl. (2012) presiserer for eksempel at et så begrenset antall som åtte stasjoner i oktober/november kun gir veiledende indikasjon på forholdene sent om høsten, og ikke sier noe om resten av seongsyklusen for dyreplankton.

Antall arter, eller artsgrupper, registrert på toktet for utvalgte gruppe (Fossum mfl. 2012):

Dyreplankton

- WP2 – håvtrekk fra bunn til overflate (25)
- MOCNESS-prøver fra tidligere tokt var hoppekreps, pilormer, krill, amfipoder, Ostracoder og meduser typiske grupper

Fisk

- Bunntrål og bomtrål (samlet for begge redskapstyper 27), men viser til 71 kjente fiskearter i fiskevernsonen rundt Jan Mayen, og at antallet økte til 74 ved funn av tre nye arter

Bunndyr på Jan Mayen Ryggen

- Videoopptak fra 24 lokaliteter. Total 120 arter fordelt på 11 hovedgrupper av arter, blant annet svamper, nesledyr, ribbemanet, leddormer, pigghuder og bløtdyr

Hval

- Generell oversikt over forekomst i farvannet rundt Jan Mayen viser 12 arter, inkl. tre springere

Sjøfugl

- Observert på oktober-toktet i 2011 i Jan Mayen-området, samt tidligere høsttokt i Norskehavet, totalt 15, hvorav fire ikke ble observert på Jan Mayen-toktet

12.1.4 Pedersen mfl. (2021) Landskapstrekk, naturtyper og bentiske økosystemer i Norskehavet

Pedersen mfl. (2021) sammenfatter informasjon om landskapstrekk, naturtyper og bentiske økosystemer i området som er planlagt åpnet for mineralleting. Utredningen har en omfattende og grundig gjennomgang av ulike samfunnstyper som forekommer i utredningsområdet og fremhever dominerende arter, men gir ikke en komplett oversikt over alle registrerte arter. De viser imidlertid til at 189 taxa er registret på Jan Mayen-feltene, og av disse er 138 funnet i det diffuse utstrømningsområdet i Trollveggen. Her er arter som er spesialiserte til varme kilder og arter som lever utenfor kildefeltene. Områder med fokusert utstrømning har generelt lavere diversitet, og der er det registrert 55 taxa fra Soria Moria og 31 fra Trollveggen, men Pedersen mfl. (2021) påpeker samtidig at prøvetakingen ikke var like grundig i dette området.



Det finnes flere lavagrotter på Jan Mayen. Her eksempler fra utside og innside. Foto: Cecilie H. von Quillfeldt / Norsk Polarinstitutt.