ÅRBOK FOR
UNIVERSITETSMUSEET i BERGEN 2016

HAVET

Årbok For Universitetsmuseet i Bergen 2016

ÅRBOK FOR Universitetsmuseet i Bergen 2016

UNIVERSITETET I BERGEN

TEMAREDAKSJON

Øyvind Fiksen
Endre Willassen
Nils Anfinset
Morten Ramstad
Jo Høyer (redaktør)

FORFATTERE

Nils Anfinset
Professor, arkeologi
Universitetsmuseet, UiB
Nils.Anfinset@uib.no

Knut Olav Aslaksen
Prosjektleder
Universitetsmuseet, UiB
Knut.Aslaksen@uib.no

Knut Andreas Bergsvik
Professor, arkeologi
Universitetsmuseet, UiB
knut.bergsvik@uib.no

Jan Olav Gatland
Førstebibliotekar, pensj.
Universitetsbiblioteket, UiB
jan.gatland@uib.no

Olav Rune Godø
Forsker, marin økosystemakustikk
Havforskningsinstituttet
olavrune@imr.no

Synnøve Kløve- Graue
landskapsarkitekt, master botanikk
Statens Vegvesen, Region Vest
synnove.klove-graue@vegvesen.no

Ramona Harrison
Førsteamanuensis, arkeologi
AHKR, UiB
ramona.harrison@uib.no

Olav Sigurd Kjesbu
Forskningssjef/direktør, fiskeribiologi
Havforskningsinstituttet/Hjortsenteret
olav.kjesbu@imr.no

Dagfinn Moe
Prof. emeritus, botanikk
dagfinn.moe@uib.no

Anders Frugård Opdal
Postdoktor, teoretisk økologi
Institutt for biologi, UiB
anders.opdal@uib.no

Rolf Birger Pedersen
Professor, senterleder
Senter for geobiologi /
Institutt for geovitenskap, UiB
Rolf.pedersen@uib.no

Morten Ramstad
Arkeolog
Universitetsmuseet, UIB
Morten.Ramstad@uib.no

Ingrid Salvesen
Seniorrådgiver
Artsdatabanken
Ingrid.salvesen@artsdatabanken.no

Vera Schwach
Forsker 1, vitenskapshistorie og forskningspolitikk
NIFU
vera.schwach@nifu.no

Ida Helene Steen
Førsteamanuensis, geobiologi
Senter for geobiologi/
Institutt for biologi, UiB
ida.steen@uib.no

Børge Holte
Havforsker, bunnøkologi
Havforskningsinstituttet
boerge.holte@imr.no

Endre Willassen
Professor, zoologi
Universitetsmuseet, UIB
Endre.Willassen@uib.no

Kari K. Årrestad
Avdelingsleder, Formidling
Universitetsmuseet, , UiB
Kari.Aarrestad@uib.no

Jo Høyer
Informasjonskoordinator / redaktør
Universitetsmuseet, UIB
Jo.Hoyer@uib.no

ÅRBOK FOR UNIVERSITETSMUSEET I BERGEN 2016

Utgitt av Universitetsmuseet I Bergen
21. årgang
Bergen 2016

© Universitetsmuseet i Bergen

Adresse redaksjon:
Universitetsmuseet i Bergen
Postboks 7800
5020 Bergen

Telefon 55 58 93 60
Telefaks 55 58 93 64
post@um.uib.no
www.uib.no/universitetsmuseet
Pris kr 150
ISBN: 978-82-7887-040-2
ISSN: 1893-1944

Korrektur: Vedis Bjørndal,
Universitetsmuseet i Bergen

Utforming: Sturla Bang
Trykk: Nordisk Trykk.no

Omslag: Fiskere i Lofoten i 1910.
Fotograf: Anders Beer Wilse, 1910/
Eier: Norsk Folkemuseum

Ettertrykk tillatt når Årbok for Universitetsmuseet i Bergen blir oppgitt som kilde

INNHOLD

Havet og menneskene - forord 4
Jo Høyer

Fiske i eldre steinalder på Vestlandet 6
Knut Andreas Bergsvik

Snegler, skjell og fjæresand 15
Nils Anfinset

Miljørarkeologi i Gásir 26
Ramona Harrison

Fugl, fisk eller midt i mellom? 35
Endre Willassen

Brevet fra Lincoln og Fiskeriutstillingen i Bergen 1865 47
Knut Olav Aslaksen

Bergen: Der hav, biologi og Johan Hjort møttes 53
Vera Schwach og Olav Sigurd Kjesbu

Hvor ble det av skreien som gytte på Vestlandet? 62
Anders Frugård Opdal

Artsprosjektet - et kunnskapsløft om Norges arter 70
Ingrid Salvesen

Havbunnens skjulte skatter 75
Børge Holte og Endre Willassen

Norske varmekilder i dyphavet 89
Ida Helene Steen

Teknologi skaper kunnskap - Havlaboratoriet vårt nye verktøy 96
Olav Rune Godø og Rolf Birger Pedersen

Knut Hamsuns venner i Bergen 100
Av Jan Olav Gatland

Hage- og parkanlegg ved Haukeland og Fridalen 1850-1912 112
Dagfinn Moe og Synnøve Kløve-Graue

Eksperimentet som feilet 127
Nils Anfinset

Når utstillingsarbeid skaper ny kunnskap 135
Kari K. Årrestad

Rehabilitering og nye utstillinger ved Naturhistorisk museum 144
Kari K. Årrestad

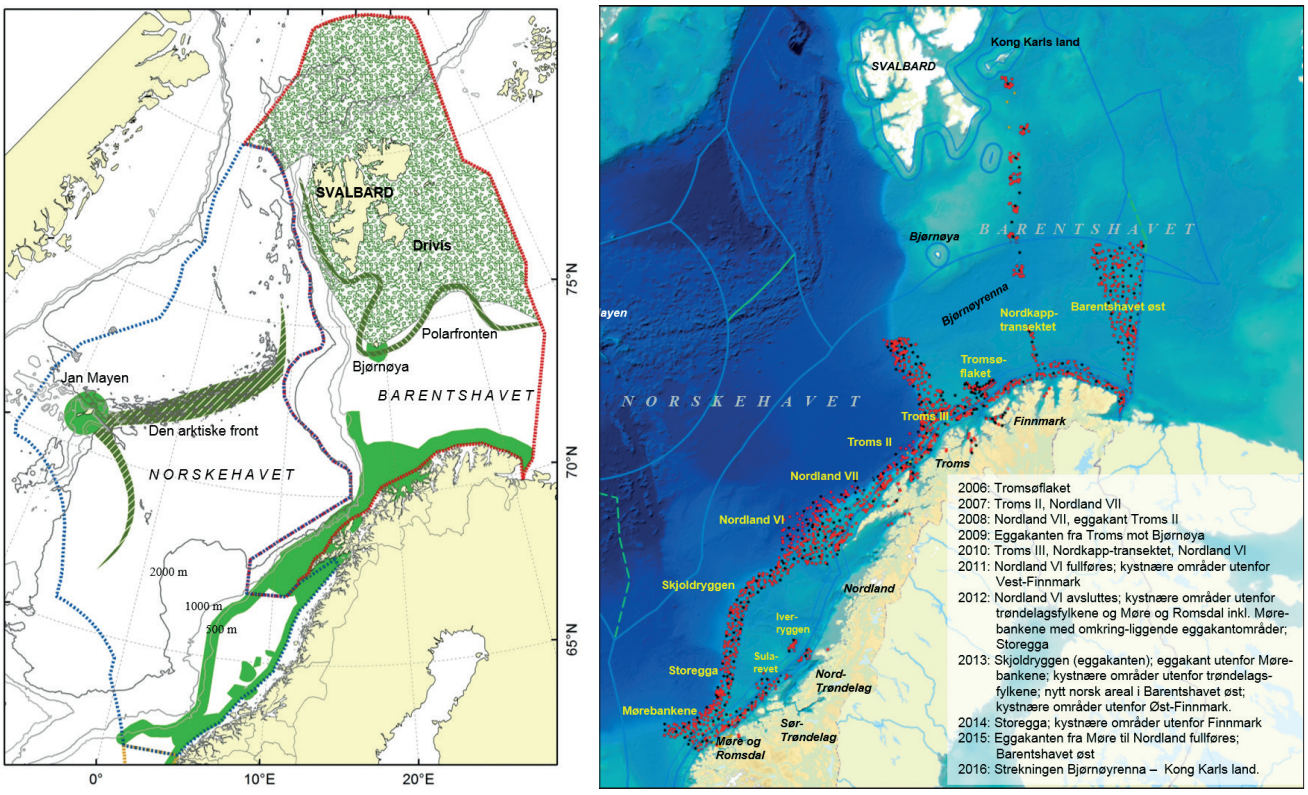
Havbunnens skjulte skatter

Ti år med Mareano – ny kunnskap om artsmangfold og biotoper

Børge Holte og Endre Willassen

Fisk eller olje, eller begge deler? Diskusjonen om havet og havbunnens ressurser blusser stadig opp, men den må tuftes på kunnskap om hva havet skjuler – fra de grunne og produktive sokkelbankene til skrinne og hemmelighetsfulle dyphavssletter. Gjennom Mareano-prosjektet tar norske myndigheter et krafttak for å møte Rio-konferansens mål om en økologisk helhetlig forvaltning av naturmiljøet.

Figur 1. Til venstre ses kart over områder som i forvaltningsplanene for Barentshavet og Norskehavet er definert som "særlig viktige områder" (SVO), og som er retningsgivende for hvilke områder Mareano skal kartlegge. Til høyre ses områder hvor Mareano har tatt prøver og samlet inn videomateriale i perioden 2006–2016. Røde punkter viser lokaliteter der det er samlet inn videodata. Sorte punkter er lokaliteter med både video-opptak og fysisk innsamling av prøver (grabb, bunnslede, bomtrål, bokscorer og multicorer).



Det hele startet i 1998. De første gode erfaringene med kartlegging av havbunnens miljø på norsk sokkel var gjort. Den politiske diskusjonen om hvem som skal bruke havets ressurser, fiskeri- eller petroleumsinteressene, var vel etablert. I tillegg var det klart for en gryende statlig storsatsing innen bioprospektering; søk og utnyttelse av ukjente bioaktive stoffer. Så hvem skal ha den fremtidige råderetten over havbunnens ressurser, og i hvilke områder? Hva med naturmiljøets rettigheter i seg selv, dets artsmangfold, biotopene, sårbare arter og evnen til å klare seg gjennom økt menneskelig påvirkning?

Rio-konferansen i 1992 satte fart i en internasjonal debatt om bærekraftig uttak av naturens ressurser. Et sentralt tema under konferansen var nødvendigheten av en økologisk tuftet ressursforvaltning. Her til lands var den påfølgende debatten om hvordan våre marine ressurser bør utnyttes et hovedtema som skapte både politisk engasjement og interessemotsetninger. Imidlertid var det et åpenbart behov for økt vitenskaplig informasjon om hva som finnes på havdypene. Åtte år etter Rio startet for alvor planleggingen av hvordan norske myndigheter kunne innhente mer kunnskap om havbunnens miljø og biologiske ressurser. I denne artikkelen rettes søkelyset mot Mareanos biologiske bidrag til en fremtidig helhetlig forvaltning av ressursene i våre havområder.

Tverrfaglig samarbeid

Etter initiativ fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), Havforskningsinstituttet og Kartverket ble det i 2000 foreslått et fremtidsrettet og tverrfaglig kartleggingsprosjekt under navnet Mareano – Marin arealdatabase for norske kyst- og havområder. Revidert søknad ble fremmet overfor flere departementer i januar 2004. Formålet var å kartlegge havbunnens fysiske, biologiske og kjemiske miljø i norske havområder, produsere kartmateriale over bl.a. havbunnens biotoper, artsmangfold, landskap, bunntyper og eventuell forurensning. Som en del av prosjektet ble det foreslått å etablere en omfattende nettportal (www.mareano.no) hvor resultatene løpende offentliggjøres til bruk i norsk forvaltning, næringsliv og andre interesserte.

Politisk forankret

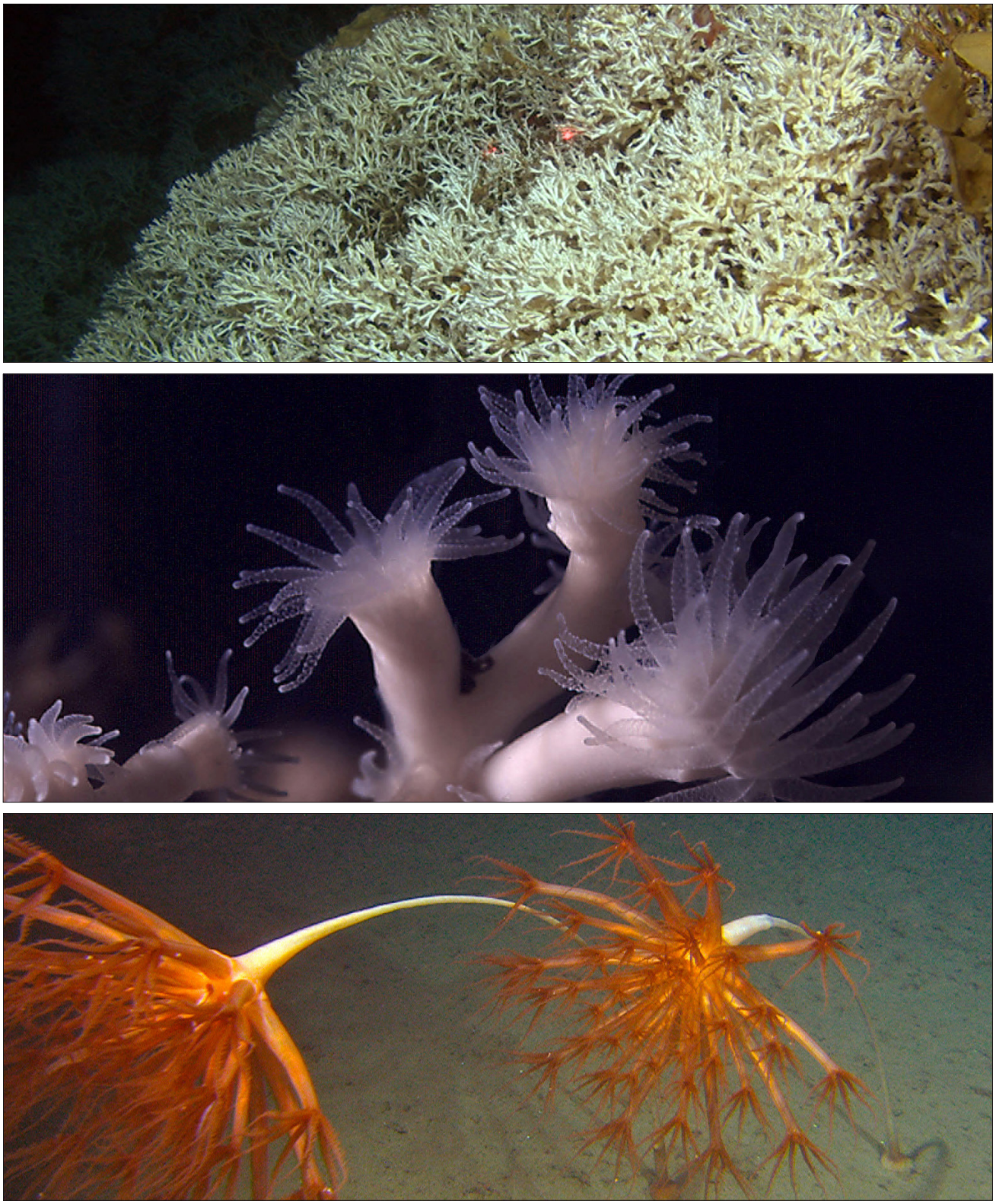
Søknaden ble godtmottatt. Mareano-prosjektet ble i mai 2005 finansiert gjennom statsbudsjettet med fem millioner kroner. Oppfølgingen i 2006 var 26 millioner kroner, et tydelig signal om Mareanos forventede betydning. Samtidig med utarbeidelsen av Mareano-søknaden var forarbeidene til *Forvaltningsplan for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten* i full gang. Forvaltningsplanen ble vedtatt av Stortinget i 2006 og presentert som Stortingsmelding nr. 8 (2005–2006). En oppdatert forvaltningsplan for Barentshavet forelå i 2011. Begge stortingsmeldingene stiller klare forventninger til hva Mareano skal levere av økologisk kunnskap og status om naturmiljøet i Barentshavet.

En sterkere politisk forankring kunne ikke Mareano-prosjektet få. Siden har bevilgningene økt fra år til år, og var i 2016 på 99 millioner kroner. Det er også stilt tydelige forventninger til Mareanos leveranser i forvaltningsplanene for Norskehavet (2009) og Nordsjøen (2011). Havressursloven (2008) og Naturmangfoldsloven (2009) legger juridiske føringer for målene om en helhetlig naturforståelse og en bærekraftig forvaltning også til havs. Mareano-prosjektet drives og ledes gjennom en betydelig forvaltningsdugnad. I tillegg til de institusjonene som har ansvar for gjennomføring av prosjektet, Havforskningsinstituttet, NGU og Kartverket, drives arbeidet fremover av fem ulike direktorater. Fem departementer danner prosjektets styringsgruppe.

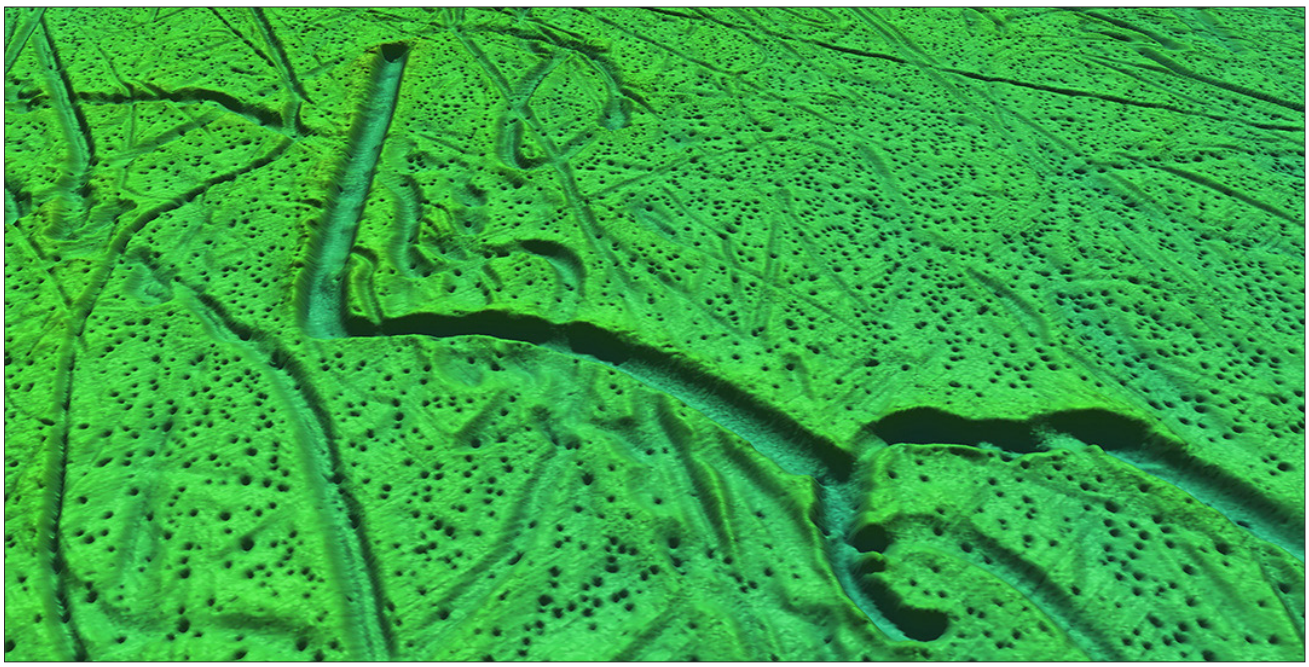
Hvilke områder kartlegges?

Områdene som kartlegges av Mareano er valgt ut etter grundige faglige utredninger som ble videreført gjennom forvaltningsplanene der *særlige verdifulle områder* (SVO; Fig. 1) er identifisert og gitt prioritet under Mareanos kartlegging. Dette gjelder gyteområder for fisk, områder med høy biologisk produksjon (eggakanten og sokkelbankene), fiskeområder, iskanten i Barentshavet og overgangen mellom arktiske og subarktiske vannmasser (Polarfronten/Den arktiske front). Langs iskanten er produksjonen av planteplankton særlig høy fordi nye næringssalter gjøres tilgjengelig etter hvert som isen smelter og trekker seg mot nord sommerstid slik at sollyset slipper til.

Korallrevene (øyekorall, *Lophelia pertusa*) utgjør en egen SVO-klasse (Fig. 2). Korallene vokser opp mot 3 cm i året, men revstrukturene vokser svært langsomt, bare noen



Figur 2. Både korallrevet øverst (øyekorall, Lophelia pertusa*) og dyphavssjøfjæren nederst (*Umbellula encrinus*) er eksempler på sårbare arter. De vokser svært langsomt og stikker opp fra bunnen slik at de lett skades av f.eks. fiskeredskaper. Det kan ta flere titalls år før dyphavssjøfjæren når sin fulle høyde på inntil 2 meter, mens korallrevene trenger flere hundre år for å gjenetablere seg etter skader. I midten ses enkeltindivider av øyekorall med sitt 3–4 mm brede kalkskjelett. Legg merke til de ørsmå fangarmene hos hvert individ.*



Figur 3. Naturens eget kunstverk på 260 meters dyp i Barentshavet. Sirlig ripet inn i havbunnens lerret med isfjell som penn, påholdent styrt av havstrømmer i løpet av kanskje tusen eller noen hundre år. Isskuringslinjen midt på det modellerte bildet er 140–150 meter bred og 8–10 meter dyp. «Prikkene» i bildet er spor etter at gass og/eller væske har trengt opp fra bunnen og dannet fordypninger, noe som er vanlig over store arealer i Barentshavet. (Kilde: Mareano/Kartverket).

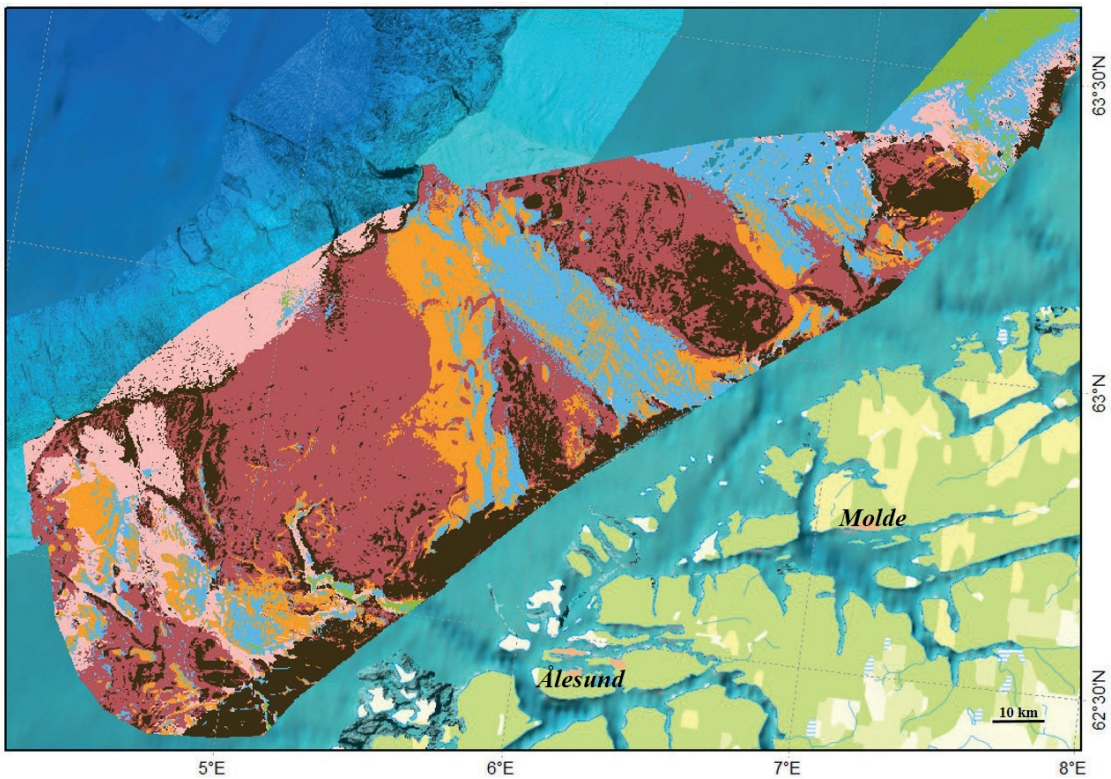
millimeter i året. Derfor er de særlig sårbare for påvirkning fra f.eks. fiskeredskaper. Revene gir dessuten skjul og næring for en rekke bunndyrarter og fisk, og er kjent for sitt høye artsmangfold. I motsetning til tropiske korallrev, finner vi kaldtvannsrevene på forholdsvis dypt vann ved temperaturer mellom fire og ni grader. Det finnes flere tusen revlokaliteter på norsk sokkel helt nord til Finnmark, gjerne på strømrike steder som f.eks. på kanten av sokkelskråningen der matpartikler transporteres med bunnvannet og gir godt næringsgrunnlag for koralldyrene. Røstrevet, verdens største registrerte kaldtvannsrev-kompleks, viser at forholdene i norske kystnære havområder er gode for vekst av koraller. Røstrevet er hele 35 kilometer langt og 2,8 kilometer bredt. Gjennom Mareanos nettportal presenterer Havforskningsinstituttet løpende oppdateringer over innmeldte korallfunn i norske havområder.

Ti år i Barentshavet og Norskehavet

Mareanos første tokt ble gjennomført på Tromsøflaket i 2005 i regi av Kartverket. Multistråle-ekkolodd og reflekterte signaler («backscatter») fra havbunnen gir detaljerte registreringer av dyp, terreng og bunntype (jf. Fig. 3). Resultatene brukes av NGU og Havforskningsinstituttet under planleggingen av de biologiske/geologiske toktene, som også inkluderer kjemisk prøvetaking. Avansert datamodellering, hvor resultatene fra alle tre utøvende institusjoner benyttes, danner grunnlaget for bl.a. fullt flatedekkende biotopkart (Fig. 4).

I 2007–2008 sto områdene utenfor Senja og Vesterålen for tur, etterfulgt av henholdsvis eggakanten mot Bjørnøya og kystnære havområder utenfor Troms og Finnmark (Fig.1). Mulig petroleumsaktivitet utenfor Nordland/Vesterålen bidro til at det i 2012 ble bevilget ekstra midler for kartlegging i Nordland VI, mens bevilgninger til kartlegging i det nye norske arealet i Barentshavet etter delelinjeforhandlingene med Russland forelå i 2013. Fra og med 2012 ble midt-norsk sokkel inkludert i Mareanos kartlegging. Her har Mareano hittil gjennomført feltarbeider på Mørebankene med omkringliggende arealer, eggakanten fra Mørebanken til Vesterålen, og i de kystnære havområdene utenfor Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Nordland.

Hittil er det tatt prøver og samlet inn videodata fra et areal på om lag 180 000 km^2. Til sammenlig-



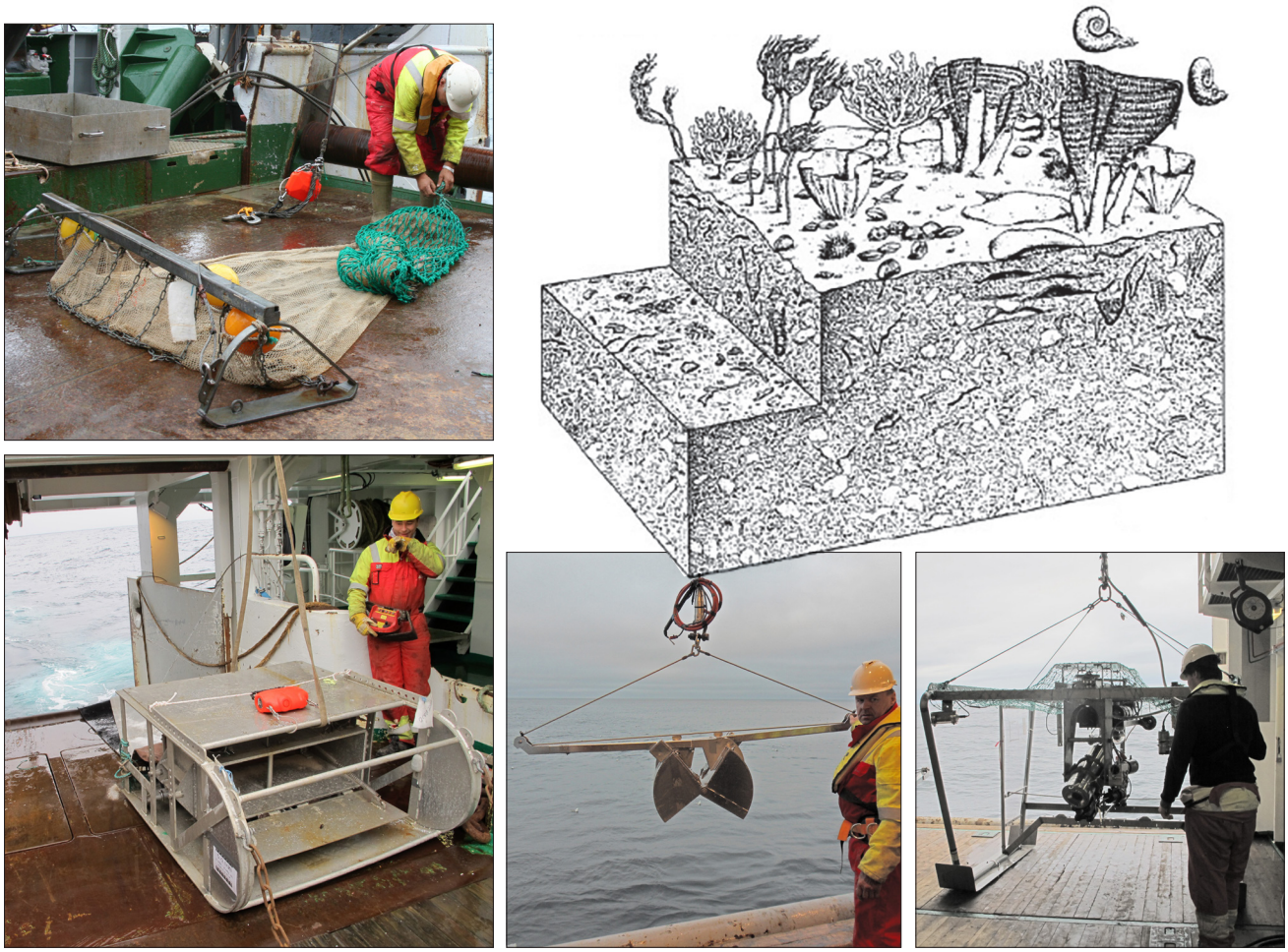
Figur 4. Biotopkart for Mørebanken og omkringliggende områder utenfor Møre og Romsdal fylke. Mørebanken utgjør det viktigste gytefeltet for sild. Den største gytekonsentrasjonen finnes i de rødbrune områdene som består av sand og grusbunn med forholdsvis høy forekomst av svamp, sjøpølser og sjøanemoner. De mørke områdene består av fjellknauser, grus og stein med variert bunnterreng, mens de oransje og blå arealene er henholdsvis sokkelsletter og marine daler med sand og slamholdige bunntyper. Sokkelslettene har i tillegg innslag av grus. (Kilde for bunntyper: NGU).

ning utgjør norsk økonomisk sone 787 640 km², mens norsk kontinentalsokkel utgjør 2 039 951 km² (fra www.kartverket.no). Det er derfor langt igjen til all norsk havbunn er kartlagt. Mareano tilfører likevel årlig store datamengder til nettportalen www.mareano.no. Mer enn 2000 timer videofilm med tilhørende artslister, fordelt på om lag 1300 videolinjer er i dag lagret hos Norsk marint datasenter (NMD) ved Havforskningsinstituttet.

Komplementær innsamling av fauna

På verdensbasis er Mareano-prosjektet et av de mest omfattende i sitt slag. Etter 10 år, inkludert 3½ år til havs, har vi fylt mer enn 4000 bøtter og spann med bunnprøver, gitt ut et sekstitalls internasjonale vitenskapelige publikasjoner og to bøker, og vi har registrert 2415 ulike arter og artsgrupper (taksa) av såkalt makro- og megafauna (henholdsvis større enn én og fem millimeter). Et titalls arter som er nye for vitenskapen er beskrevet, mens flere andre ukjente arter står for tur. 1459 taksa er identifisert til artsnivå. Fauna innsamlet ved hjelp av grabb inneholder flest taksa (infauna; 1517), etterfulgt av bomtrål (epifauna; 1469) og slede (hyperfauna/krepsdyr; 920) (Fig. 5). Antall identifiserte taksa på artsnivå er henholdsvis 970, 863 og 582. Imidlertid må tallene oppdateres etter hvert som materialet bearbeides videre av taksonomiske spesialister. Den biologiske prøvetakingen om bord og den videre artsidentifiseringen på land er krevende og spesialistorientert, og utføres av marinbiologer ved Havforskningsinstituttet med bidrag i identifiseringsarbeidet fra eksterne spesialister (se Figurene. 6 og 7).

Seks prosent av totalt antall arter/taksa er funnet i alle tre redskaper, noe som indikerer at redskapene supplerer hverandre fordi de samler inn fauna fra forskjellige nivåer i havbunnen (se



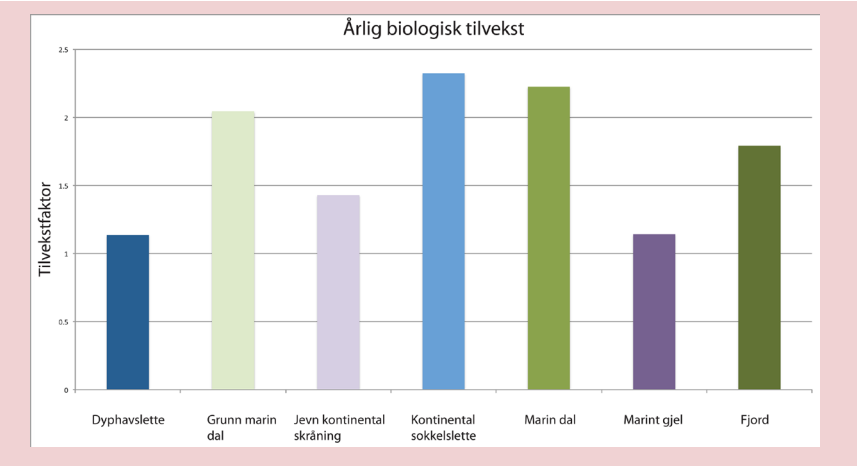
Figur 5. Redskaper for innsamling av bunndyr og videodata. Bomtrål (oppe til venstre), slede (nede til venstre), grabb (midten nede) supplerer hverandre ved å samle inn fauna fra ulike sjikt på bunnen (komplementære redskaper). Resultatene fra videoriggen (nede til høyre) benyttes til biotopmodellering. Riggen slepes like over bunnen med en hastighet på 0,7 knop over en distanse på 700 meter pr. undersøkte lokalitet. For hver km² kartlagt areal samles det inn prøver fra to lokaliteter, mens det tas videoopptak fra 10 videolinjer. Øverst til høyre, skisse av overflate og snitt gjennom bunnsediment.

Figur 6. På tokt går mye av tiden med til å sette ut og ta inn redskaper, vaske bunndyr ut fra bunnmudder og plassere dem i tilhørende prøveglass. Til venstre tømmes bomtrålen og skylles forsiktig for sikre at alt innhold tas vare på uten å skade dyrene som er fanget i trålen. Trålen er utstyrt med kjettinger (se øverst i bildet) slik at fastsittende bunnfauna rives løs og deretter havner i trålens fangstpose. Til høyre skylles en grabbprøve. Foto: Mareano v/Beate Hoddevik.

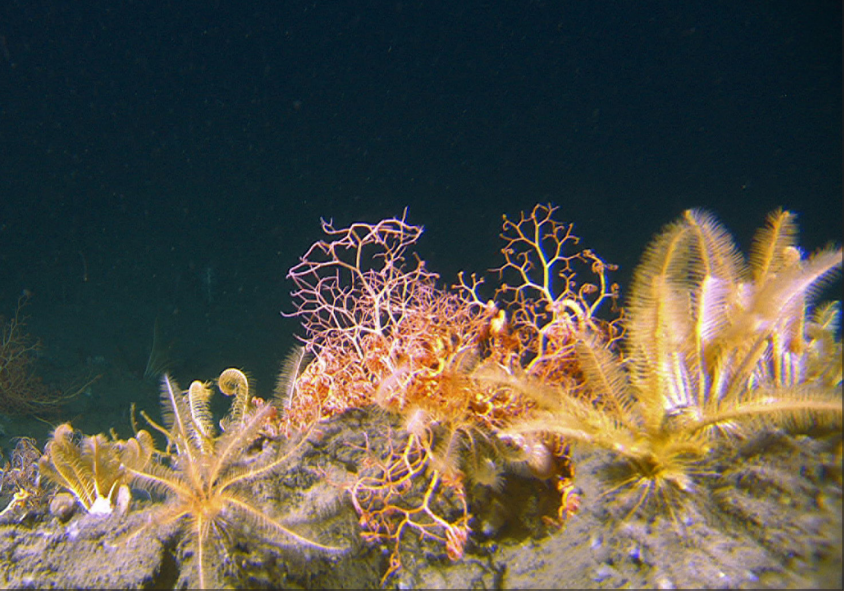
Figur 7. Etter sjøtoktene identifiseres faunamaterialet under mikroskop for å studere artsspesifikke kjennetegn, og våtvekt måles (biomasse) før katalogisering og lagring hos Universitetsmuseet i Bergen.

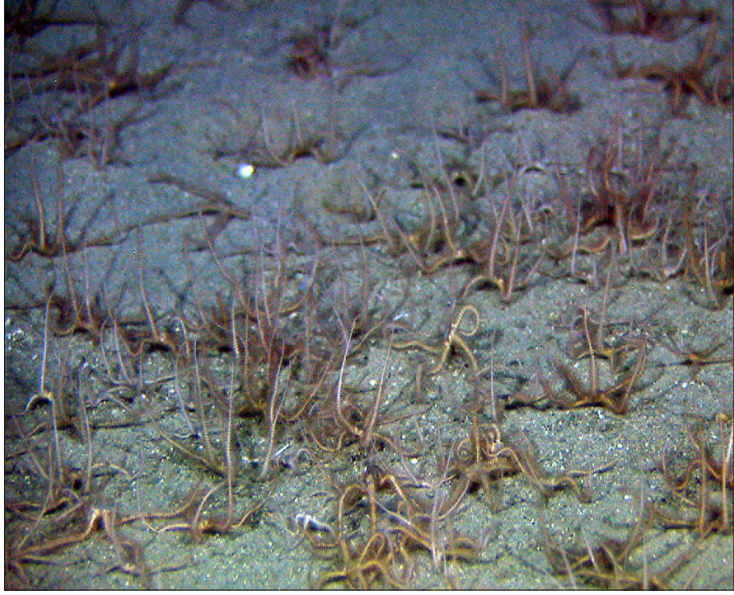
Fig. 5). Ikke uventet dominerer forekomstene av børstemark (Polychaeta) og krepsdyr (Crustacea) med en andel av antall individer på henholdsvis 61 % og 24 %. Den komplementære redskapsbruken gir et fullstendig bilde av bunnsamfunnenes sammensetning og artsmangfold så langt som det er mulig. Derfor kan vi utføre realistiske beregninger av biologisk energiproduksjon for hele bunndyrsamfunnet for senere bruk, for eksempel til modellering av potensiell produksjon av fisk og plankton i de frie vannmassene. I tillegg vil Mareano-resultatene i fremtiden danne bakgrunnsreferanse for både naturlige og menneskeskapte miljøforandringer, inklusiv påvirkning av bunnmiljøet forårsaket av fiskeredskaper. Tetthet av trålspor inngår i videoregistreringene og presenteres i egne kart i Mareanos nettportal.

I videomaterialet er det hittil registrert 474 taksa av megafauna. 139 av disse er identifisert til artsnivå, mens de øvrige 335 er identifisert til slekt eller høyere nivå (familie, orden, etc.). Horn- og kiselsvampene er registrert med flest ulike taksa (99) selv om de aller fleste fra denne gruppen ikke er identifisert til art. Også koralldyr, beinfisk, krepsdyr og sjøstjerner opptrer med forholdsvis høyt antall taksa. Observerte organismer registreres løpende mens videoriggen er under slep, og senere i detalj etter toktene. Observasjonene danner det biolo-



Figur 8. Beregnet gjennomsnittlig årlig biologisk energitilvekst (produktivitet) i de respektive landskapstypene i Mareano-kartlagte områder. Tilvekstfaktor angir prosentvis energiøkning gjennom ett år. En faktor på 1 angir en dobling av energibeholdningen. (Kilde landskap: NGU; produksjonsfremstilling: Anne Helene Tandberg).





Figur 9. Dominerende fauna på ulike strømrike lokaliteter. Til venstre ses flerarmede slangestjerner (medusahode, Gorgonocephalus*) og fjærstjerner (*Heliometra*) som filtrerer ut matpartikler som bunnstrømmene bringer med seg på en hyllekant på 700 meters dyp i Storegga. Matpartiklene som fanges føres til munnen av medusahodets fangarmer og fjærstjernens flimmerhår som sitter tett i tett på "armene". Til høyre ses en «skog» av slangestjerner på 230 meters dyp utenfor Nord-Troms. På bildet strekker dyrene armene opp for å fange spiselige partikler som driver forbi med bunnstrømmen.*

giske grunnlaget for modellering av biotoper og sårbare naturtyper.

Biologisk tilvekst/ energiproduksjon

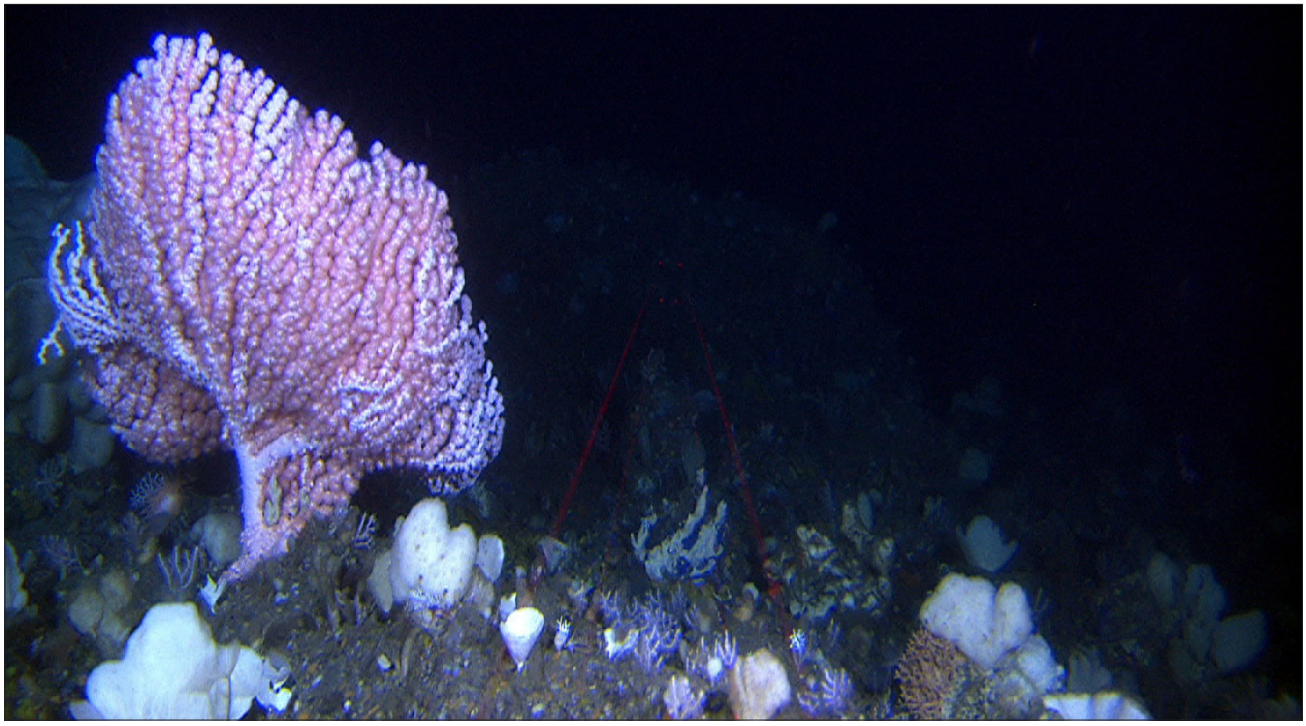
Mareanos beregninger av biologisk produksjon for bunndyrene utføres i samarbeid med Alfred Wegener-instituttet i Tyskland, som også har utviklet analysemetoden. På bakgrunn av biomassedata (våtvekt), samt informasjon fra faglitteraturen om enkeltartenes tilvekst, som varierer fra art til art, beregnes biologisk produksjon pr kvadratmeter bunnareal.

Resultatene fra beregninger viser at den prosentvise årlige energitilveksten (produktiviteten) er høyest på de grunne artsrike sokkelbankene, i «grunne marine daler» og «marine daler» (Fig. 8). Der er den om lag dobbelt så høy som på dypvannslettene og i forholdsvis dype marine gjel, der det er lavest produktivitet. «Marine daler» og «grunne marine daler» finnes på kontinentalsokkelen, men de førstnevnte ligger dypere enn «grunne marine daler». Den prosentvise tilveksten avtar ned til om lag 1500 meters dyp hvor den flater ut og øker noe mot Mareanos største undersøkte havdyp på 2700 meter. Imidlertid avtar den totale produksjonen av bunndyr jevnt fra sokkelflatene og helt ned til dyphavsslettene, som ligger dypere enn ca. 2000 meter. Trolig skyldes dette forholdsvis stor forekomst av energirike arter dypere enn 1500 meter.

Tverrfaglig samarbeid og spesialiserte dyresamfunn

Visste du at organismesamfunnene "foran" og "bak" en kampestein på sjøbunnen kan være svært forskjellige? Det kan høres merkelig ut, men leveforholdene lokalt på hver side av steinen kan være dominert av svært ulike typer bunndyr – avhengig av hvordan dyrene fanger føde. På den strømutsatte siden kan dyr som er spesialisert til å fange matpartikler direkte fra bunnvannet være tallrike. Her finnes gjerne svamp med innvendig filtrering som nyttiggjør seg av svært små partikler/bakterier, mark som fanger større partikler ved hjelp av en vakker fangstkrone, eller en og annen slangestjerne som løfter armene i håp om at en matbit kan drive forbi innenfor en armlengdes avstand (Figurene 9 og 10). Også de fastsittende sekkdyrene kan påtreffes på strømsiden av steinen. Sekkdyrene har innvendig filtrering ved hjelp av slimproduserende celler og er avstivet av en cellulosesekk som holder dyret oppreist også i strømutsatte områder.

På motsatt side av steinen, på læsiden, finnes det ofte organismer som utnytter organiske partikler som på grunn av lav strømhastighet har sunket til bunns. Her er det færre filtrerende dyr, men derimot flere sedimentspisende mark og andre dyregrupper som livnærer seg av bunnslåtte partikler. Ofte legger gravende fauna avføringen på toppen av bunnmudderet, til glede for arter som kan nyttiggjøre seg dette. Slik snus deler av bunnsedimentene, det graves ganger i bunnmudderet og oksygenrikt



*Figur 10. Et ca. 0,5 meter høyt sjøtre (*Paragorgia*) fotografert av Mareano på 240 meters dyp sørvest for Vikna i Nord-Trøndelag. I likhet med sjøtreet indikerer svampskogen på bildet at området er strømsatt slik at filtrerende bunndyr får god tilgang til matpartikler.*

vann kommer til og gir bedre livsmuligheter for gravende dyr. Ikke bare lokalt, men også over større regioner, er det ofte klare fellestrekk i dyresamfunnenes artsmangfold pga. likhetstrekk i landskapstype, bunntype, eller temperatur- og strømregime. I Mareanos feltarbeid inngår detaljerte registreringer av havbunnens fysiske miljø. Samtidig er terreng- og dybdedata på forhånd samlet inn over større sammenhengende arealer. Dette kommer i tillegg til videoregistreringer av bunnfaunaen. Til sammen danner resultatene grunnlag for videre datamodellering som fører frem til Mareanos fullt flatedekkende biotopkart (også kalt naturtypekart). Mareano-prosjektet er derfor avhengig av tverrfaglig samarbeid der biologier, geologer, kjemikere og kart- og dataingeniører deltar. Presentasjon av resultater på bl.a. Mareanos nettportal er en viktig del av prosjektarbeidet, noe som også involverer informasjonsmedarbeidere i alle de tre gjennomførende institusjonene.

Store faunaendringer med dypet

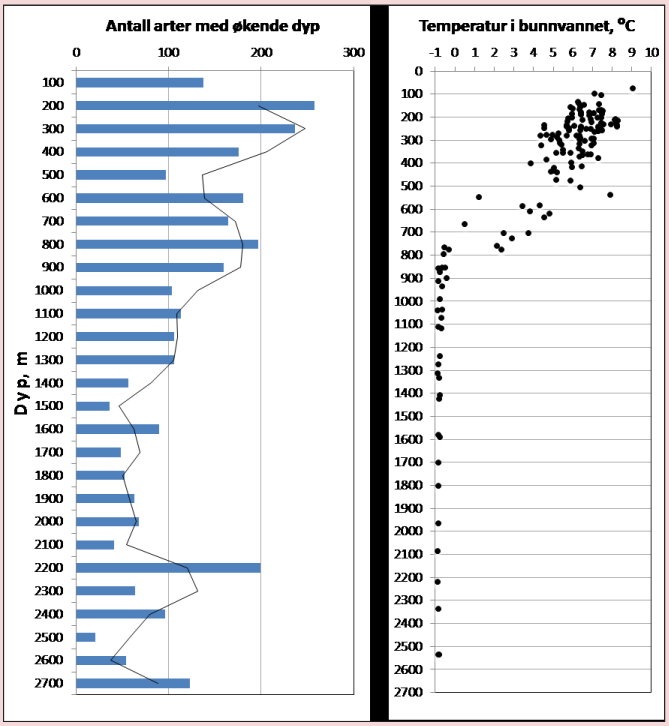
Antall bunndyr og artsmangfoldet på havbunnen forandrer seg dramatisk med dypet, blant annet på grunn av endringer i vannmassenes temperatur og næringstilgang. På de forholdsvis grunne sokkelområdene (200–300 meters dyp), der temperaturen kan være 5–6 grader, har Mareano funnet 150–200 taksa pr. 100 meter dybdeintervall (Fig. 11). Med få unntak ble det dypere enn 1300 meter, der det er minusgrader i vannmassene, registrert fra 50 til et hundretalls taksa pr. 100 meter dybdeintervall.

En viktig årsak til forskjellene i artsmangfold med økende dyp, er den begrensede næringstilgangen på dypt vann. Dyrelivet på de grunne sokkelområdene derimot, har rik tilgang på organisk stoff som synker ned fra planktonproduksjonen som foregår ved havoverflaten (Fig. 12). Trolig var den antatte mangelen på organisk stoff på store dyp forklaringen på at vitenskapen helt frem til siste halvdel av 1800-tallet mente dyphavet var livløst. Den berømte norske havforskeren Georg O. Sars' funn av et yrende liv på dypt vann i 1860–1870-årene var på den tiden revolusjonerende nyheter internasjonalt. Resultatet bidro til utrusting av store vitenskapelige ekspedisjoner i Nord-Atlanteren. Materialet fra Den norske nordhavsekspedisjon i perioden 1876–78 og fra F/F «Michael Sars»-ekspedisjonen i 1910 er ennå intakt og i aktiv bruk ved Universitetsmuseets samlinger i

Bergen.

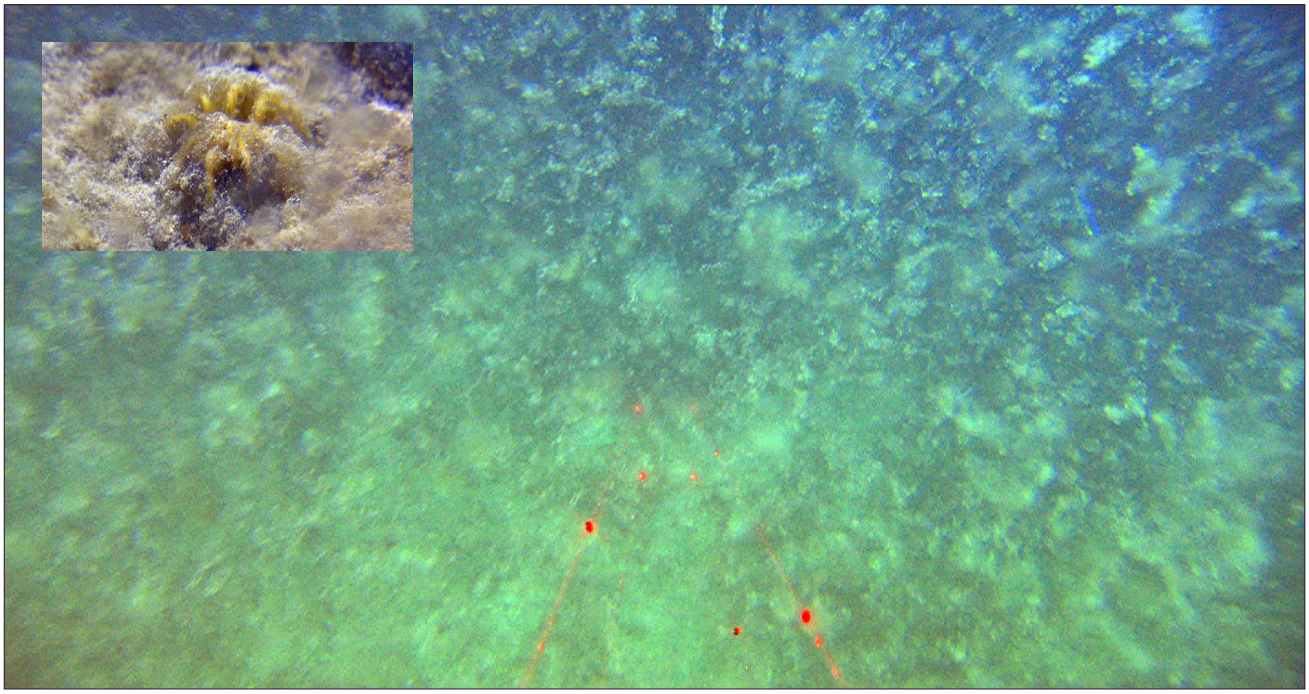
Havbunnens artsmangfold – et viktig klimaverktøy

En håndfull sand og mudder fra havbunnen ser ofte grå og kjedelig ut. En nærmere titt, gjerne med et forstørrelsesglass, vil raskt åpenbare en kravlende og hoppende verden som bl.a. kan bestå av krepsdyr, muslinger og børstemark. Du kan faktisk stå med et titalls forskjellige



Figur 11. Antall arter (til venstre) og temperatur (til høyre) med økende dyp. Artsantall er vist som gjennomsnittlig antall arter og artsgrupper (taksa) pr. 100 meter dybdeintervaller for makrofauna (> 1 mm) samlet inn ved bruk av slede, bomtrål og grabb. Legg merke til det forholdsvis høye artsmangfoldet på 600–900 meters dyp der temperaturen i bunnvannet synker fra pluss- til minusgrader.

*Figur 12. For første gang i Nord-Atlanteren ble marin "snø", som består av rester fra planktonproduksjonen nær overflaten, filmet i store mengder. Bildene er fra havbunnen sentralt i Barentshavet (Mareano, juni 2015) og viser hvordan organisk stoff i form av snølignende flak driver med vannstrømmen og konsentreres ved og på bunnen. Det minste bildet viser en sjøedderkopp (*Pycnogonida*) som er omsluttet av et gelé-lignende «snølag» av organisk stoff som danner seg på bunnen. Bunndyrsamfunnene i Barentshavet er trolig tilpasset denne kortvarige naturlige «pulsproduksjonen» av organisk stoff, som danner mye av grunnlaget for livet på havbunnen frem til påfølgende års produksjonspuls. De røde lyslinjene i bildet er videoriggens fire laserlys for måling av størrelsesforhold (10 cm mellom linjene).*



synlige arter i hånda (større enn én millimeter), en dyreverden som er en av de mest artsrike vi kjenner pr. flateenhet. På et standard prøvepunkt for grabb over et areal på en halv kvadratmeter kan det finnes et hundretalls forskjellige makroarter. Det normalt høye artsantallet på havbunnen betyr at bunndyrsamfunnene er godt egnet til å måle hvor alvorlig eventuelle endringer i miljøtilstanden er. Mens noen arter er følsomme for bestemte miljøendringer og kan forsvinne, vil andre arter tåle forholdene bedre og kan ved rask reproduksjon dominere en lokalitet. Slike endringer i dyresamfunnenes artssammensetning kan påvises matematisk og tallfestes. Bruk av bunndyrsamfunn som måleverktøy for miljøutviklingen er mulig fordi dyrene stort sett sitter fast i bunnen eller kun kan bevege seg over svært korte avstander lokalt. Dyrene kan derfor ikke flykte vekk fra forhold de ikke tåler, f.eks. fra økte sjøtemperaturer som følge av den pågående klimautviklingen. Mareanos resultater indikerer at klimautviklingen som vi har sett de siste tiårene trolig allerede har ført til at mange bunndyrarter har en mer nordlig utbredelse enn det som har vært kjent fra før. Kun et fåtall arter har derimot utvidet sitt utbredelsesområde mot sør. Mareano-materialet vil danne et godt grunnlag for påvisning av eventuelle biologiske virkninger som kan skyldes økte temperaturer og andre miljøfaktorer. Motsatt kan endringer i bunndyrsamfunnenes artssammensetning i seg selv kunne påvise at biologiske klimaeffekter har inntrådt.

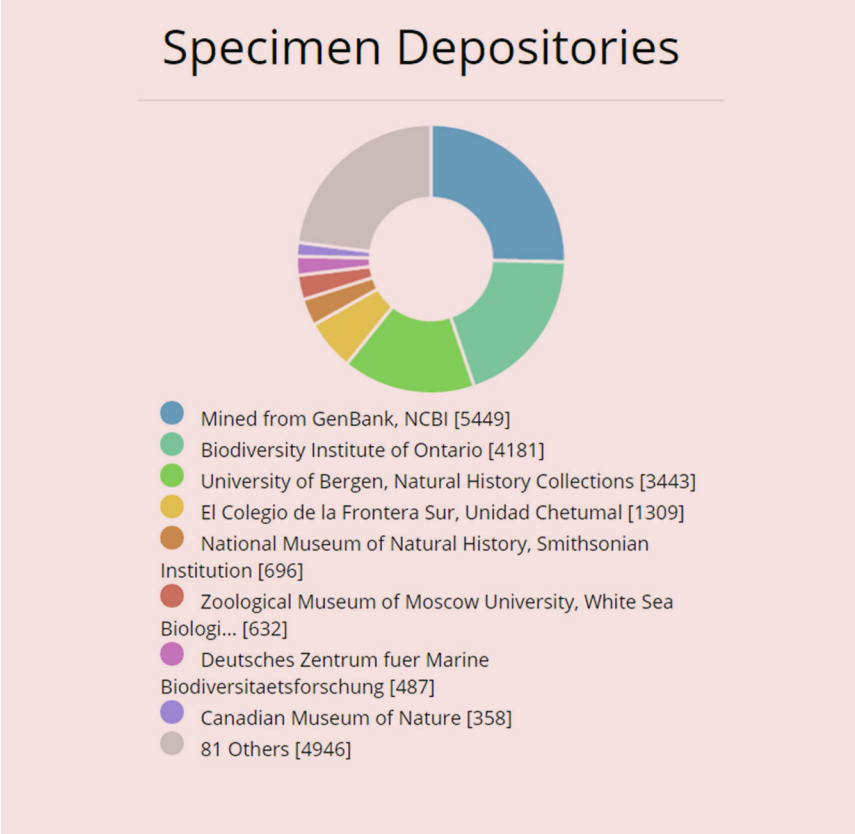
Museets nåværende og framtidige bidrag

Etter at Mareano har veid og artsbestemt innsamlet fauna, overføres dyrene til Universitetsmuseet i Bergen for katalogisering, lagring og bearbeiding for videre forskning. Materialet er omfattende og plasskrevende (Fig. 13). I denne prosessen har museet fullmakt til å vurdere hvilke prøver som bør ivaretas og hvilke som kan avhendes.

Marin prøvetaking har svært høye kostnader og derfor bør prøvene utnyttes maksimalt i forskning og kunnskapsutvikling. Ivaretakelse av prøvene som dokumentasjon og grunnlag for fremtidig forskning og undervisning koster svært lite sammenlignet med kostnadene ved innsamling. Det er selvsagt praktisk og økonomisk umulig å ta vare på absolutt alt som tas opp fra sjøen fra norske forskningstokt, og det må foretas grundige vurderinger av hvor godt prøvene er egnet som fremtidig forskningsmateriale. Museet har store samlinger fra innsamlinger helt tilbake til pionertiden i norsk havforskning og har solid kompetanse til å foreta slike vurderinger.

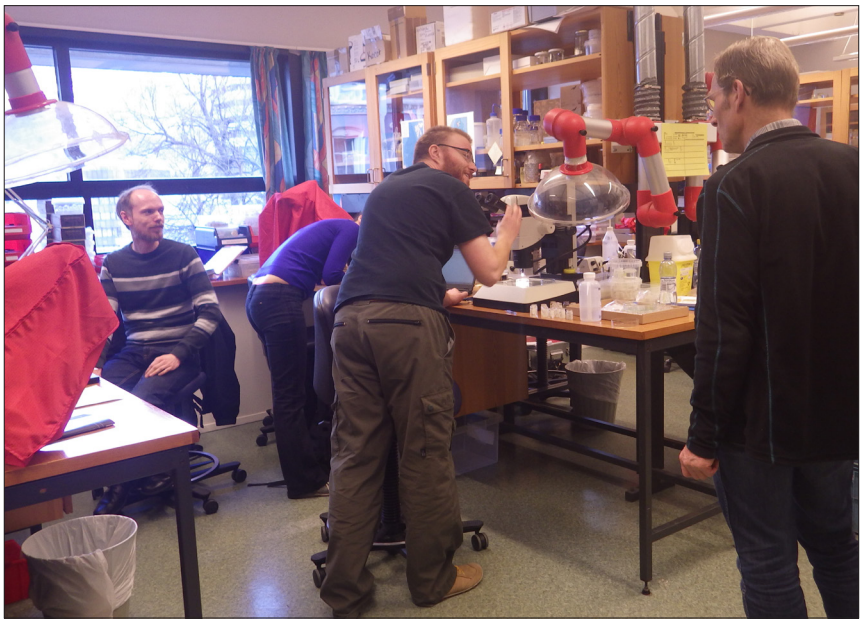
Ved Universitetsmuseet sorteres og artsbestemmes også prøvefraksjoner som Mareano-laboratoriene ikke opparbeider, og materiale av ulikt slag bearbeides videre, særlig med tanke på mer inngående undersøkelser av relativt dårlig kjente faunagrupper. Ulike separate kartleggingsprosjekter som Artsdatabanken finansierer, har gjennom de seneste årene hatt stor nytte av Mareano-materialet og andre sam-

Figur 13. Usorterte og sorterte bunnprøver i bøtter og spann i Universitetsmuseet i Bergen sine magasiner. Mange av dyrene i slike prøver er små og kan vanskelig identifiseres til artsnivå uten hjelp av spesialister. Universitetsmuseet i Bergen bearbeider prøvene videre med det formål å øke verdien av samlingen som forskningsmateriale for taksonomiske spesialister.



*Figur 14. Skjermdump fra databasene i boldsystems.org viser at Universitetsmuseet i Bergen er en viktigbidragsyter til den internasjonale databasen for DNA-strekkoder, her for den artsrike dyregruppen børstemark (*Polychaeta*). En god del av dette materialet er innsamlet på Mareano-tokt.*

Figur 15. Forskere fra ulike norske og utenlandske institusjoner diskuterer artsidentifikasjoner under et arbeidsmøte i Evertebratsamlingens laboratorier ved Universitetsmuseet i Bergen.



linger som museet har opparbeidet gjennom de siste tiårene, med tanke på nye behov for faunistiske, taksonomiske og andre undersøkelser av artsdiversitet i havet.

Mareano har valgt en gunstig og tidsriktig strategi når det er funnet rom for å bevare dyrene, ikke bare ved fiksering med formalin, som er det vanligste og billigste kjemikalet for å stoppe biologisk nedbryting, men også ved å fiksere noe av materialet i etanol. Etanolfiksert materiale gir muligheter for også å undersøke prøvene med DNA-uttrekk og derfor har Mareano-materialet også blitt en svært viktig kilde til studier basert på DNA-sekvensering. Mareano-materiale inngår blant annet i de bidrag som museet leverer til det såkalte NORBOL-prosjektet, der målsettingen er å bygge et DNA-bibliotek for norsk fauna og flora (Fig. 14).

I Mareano-samarbeidet har Universitetsmuseet i Bergen et spesielt ansvar for å gjøre materialet tilgjengelig for forskning. Ved museet finnes også spesiell taksonomisk kompetanse på noen dyregrupper, og herfra publiseres jevnlig ny kunnskap om marine arter. Men det arbeides også aktivt for at mest mulig av samlingene blir brukt til forskningsformål, blant annet ved å arrangere arbeidsmøter, legge til rette for gjesteforskere (Fig. 15) og låne ut materiale til et internasjonalt nettverk av institusjoner og personer som anses som spesialister på spesielle dyregrupper (Tabell 1). I denne formen for internasjonal dugnad vil ny taksonomisk kunnskap utveksles i toveis kommunikasjon (Fig. 16).

Den viktigste verdien av dette

arbeidet er kunnskapen om marint artsmangfold. Den er knyttet til faktiske objekter som kan hentes fram fra museumsmagasinene og undersøkes på nytt når behovet melder seg. Zoologisk taksonomi endrer seg stadig, blant annet på grunn av DNA-undersøkelser, men også fordi den norske faunaen er i miljøstyrt endring. Da er det viktig at forskere nasjonalt og internasjonalt har en felles forståelse av hvilke arter de ser i sine undersøkelser. Muséumsmaterialet er et særdeles viktig instrument for å oppnå slik forståelse.

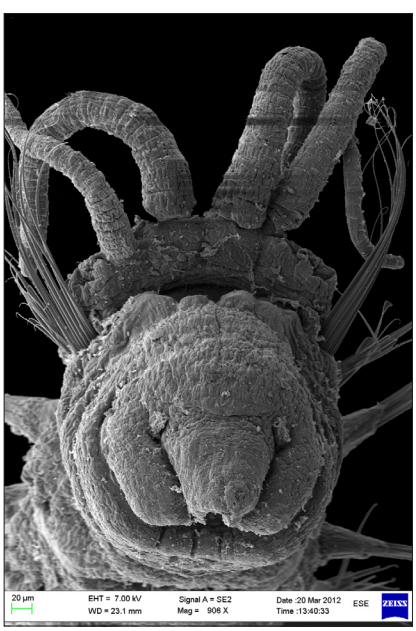
Mareano – et sjumilssteg i riktig retning

Felles for alle havbunnens organismer er at de indirekte lever av planktonproduksjonen nær havoverflaten. Dette er mulig fordi rester av dødt plankton synker til bunnen og gir næring for bunndyrene. Til gjengjeld leverer bunndyrene, og havbunnens mikroorganismer, en forholdsvis stor andel av planktonproduksjonen tilbake til vannmassene, enten som oppløste næringssalter eller ved at fisk beiter på bunndyrene. Alle havets organismer – fra bunnen til overflaten – danner på denne måten et sammenhengende storskala økosystem. Skader på havbunnen som bidrar til reduserte vekstvilkår og endringer i artsmangfold, kan derfor også få virkninger på produksjonen i de frie vannmassene. Et av Rio-konvensjonens mål er at det bør foreligge tilstrekkelig kunnskap om økosystemene til å forutsi virkningene av menneskeskapte naturinngrep. Dette er nøkkelen til en helhetlig og bærekraftig forvaltning av havets ressurser – også kalt økosystembasert forvaltning. Slik kan uforutsette negative virkninger erstattes av forebyggende grep. Effektive forebyggende grep kan således ofte forsvare menneskelige naturinngrep. Et eksempel er fangst av fisk som kompenseres ved biologisk overvåking og kontrollert uttak.

Effektene av den pågående klimautviklingen trer tydelig frem i havområdene i nord. Det er registrert økte temperaturer i Barentshavet de siste tiårene. Klimaeffekter er påvist i grunne bunnfaunasamfunn ved Svalbard, og det er registrert utvidet geografisk utbredelse for flere fiskeslag inn i arktiske vannmasser øst for Svalbard. Flere stiller spørsmål om det er mulig at Polhavet, som et av de siste upåvirkete havområdene globalt, blir gjenstand for industrielt havfiske og klimaeffekter. Nordsjøen derimot, er sterkt påvirket av både land- og sjøbasert industri med tilhørende arealslitasje, men har hittil ikke vært gjenstand for en systematisk kartlegging etter Mareanos standard.

Rio-konvensjonens mål om en kunnskapsbasert og bærekraftig forvaltning av havområdene synes viktigere å følge opp enn noen gang tidligere – både for å kunne ta forebyggende grep i uberørte havområder, og for å kunne sette i verk tiltak i allerede negativt påvirkete havområder. Mareano-prosjektet er et sjumilssteg i retning av denne måloppnåelsen. Det unike samarbeidet mellom kunnskapsbedrifter med ulik kompetanse gir et særlig kraftig moment i prosjektets framdrift. Kombinasjonen av dyktige menneskelige ressurser og ny teknologi, enten det gjelder videoopptak, flerstråle-ekkoloddmålinger, datavisualisering og modellering, elektronmikroskopi, DNA-sekvensering eller andre hjelpemidler, har gitt oss et nytt og utvidet blikk på havet og helt nye inntrykk til vår forståelse av det som foregår under overflaten.

Figur 16. Bilde fra elektronmikroskopi av hodedelen på et individ av børstemarken Ampharete undecima*, - en ny art for vitenskapen som nylig ble oppdaget og beskrevet fra dype områder av Norskehavet.*



Tabell 1. Mareano-materialet er utlånt til institusjoner i inn- og utland for nærmere vitenskapelige artsstudier.

Institusjon	Land
Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels	Belgia
Universidad de Antioquia, Antioquia	Colombia
Natural History Museum of Denmark, København	Danmark
University College Cork, Cork	Irland
Universitetsmuseet i Tromsø	Norge
Universitetsmuseet i Bergen	Norge
Rådgivende Biologer, Bergen	Norge
NTNU, Vitenskapsmuseet, Trondheim	Norge
NIVA, Grimstad	Norge
Institutt for Biologi, Bergen	Norge
Akvaplan-niva, Tromsø	Norge
University of Aveiro, Portugal	Portugal
Russian Academy of Sciences, Moskva	Russland
National Museum Scotland, Edinburgh	Skottland
Universidade da Coruña, A Coroña	Spania
Sjøfartsmuseet Akvariet, Gøteborg	Sverige
Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Bonn	Tyskland
Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt am Main	Tyskland
Museum für Naturkunde, Berlin	Tyskland
National Museum Wales, Cardiff	Wales

KILDER

Birchenough, Silvana N.R., Henning Reiss, Steven Degraer, Nova Mieszkowska, Ángel Borja, Lene Buhl-Mortensen, Ulrike Braeckman, Johan Craeymeersch, Ilse De Mesel, Francis Kerckhof, Ingrid Kröncke, Santiago Parra, Marijn Rabaut, Alexander Schröder, Carl Van Colen, Gert Van Hoey, Magda Vincx og Kai Wätjen. (2015). Climate change and marine benthos: a review of existing research and future directions in the North Atlantic. *WIREs Clim Change*. doi: 10.1002/wcc.330. 21 sider.

Buhl-Mortensen, Lene, Hanne Hodnesdal og Terje Thorsnes (redaktører). (2015) . *The Norwegian Sea Floor. New knowledge from MAREANO for ecosystem-based management*. ISBN 978-82-690163-0-7. Havforskningsinstituttet, NGU, Kartverket. 192 sider.

Buhl-Mortensen, Lene, Pål Buhl-Mortensen, Margaret F. J. Dolan og Børge Holte. (2015). The MAREANO programme – A full coverage mapping of the Norwegian off-shore benthic environment and fauna, Marine Biology Research, 11:1, 4-17, DOI:10.1080/17451000.2014.952312.

Fossheim, Maria, Raul Primicerio, Edda Johannesen, Randi B. Ingvaldsen, Michaela M. Aschan, Andrey V. Dolgov. (2015). Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature Climate Change* **5**, 673–677, doi:10.1038/nclimate2647.

Miljøverndepartementet. (2011). *Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten*. Melding til Stortinget, Meld.St. 10 (2010–2011).

Miljøverndepartementet. (2009). *Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Norskehavet (forvaltningsplan)*. Melding til Stortinget, St.meld. nr. 37 (2008–2009).

Miljøverndepartementet. (2013). *Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Nordsjøen og Skagerrak (forvaltningsplan)*. Melding til Stortinget, Meld.St. 37 (2012–2013).