



FORSLAG TIL METODE FOR KARTLEGGING AV KORALL OG SVAMP VED NYE AKVAKULTURANLEGG

Kunnskapsleveranse til Fiskeridirektoratet

Tina Kutti og Vivian Husa (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Forslag til metode for kartlegging av korall og svamp ved nye akvakulturanlegg

Undertittel (norsk og engelsk):

Kunnskapsleveranse til Fiskeridirektoratet

Rapportserie:

Rapport fra Havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:**Dato:**

23.09.2020

Forfatter(e):

Tina Kutti og Vivian Husa (HI)

Forskningsgruppelider(e): Carsten Hvingel (Bentiske ressurser og prosesser) Forskningsdirektør(er): Karin Kroon Boxaspen
Programleder(e): Jan Atle Knutsen og Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14900/15598

Oppdragsgiver(e):

Fiskeridirektoratet

Oppdragsgivers referanse:

18/3675

Program:

Akvakultur

Kystøkosystemer

Forskningsgruppe(r):

Bentiske ressurser og prosesser

Antall sider:

52

Forord:

Denne rapporten er en del-leveranse av bestilling på «Kunnskapsstøtte til forvaltning av svamper og koraller» der Fiskeridirektoratet er oppdragsgiver (Bestilling 18/3675). Rapporten anbefaler prosedyrer for kartlegging av bunndyrsamfunn i et område eller ved en lokalitet som ønskes tatt i bruk til ulike akvakulturformål og der det er aktuelt å pålegge søker en bestemt kartlegging fordi det er sannsynlig at man vil finne sårbare naturtyper bygget av korall og svamp (jfr. forundersøkelse i NS 9410:2016). Hensikten med en slik undersøkelse er å kartfeste forekomst og tetthet, og å estimere omfang av korall- og svamparter som bidrar til å danne naturtyper som står på Norsk rødliste for naturtyper (Artsdatabanken 2018) eller på OSPARS liste over truede og/eller minkende habitat (OSPAR, Reference Number: 2008-6). Metodikken følger, med modifikasjoner, den Europeiske standarden for visuell kartlegging av sjøbunn på dype lokaliteter (EN 16260:2012 Water quality – Visual seabed surveys using remotely operated and/or towed observation gear for collection of environmental data). Kartlegging som følger en standardisert fremgangsmåte, en standard for analysearbeid, databehandling og rapportering, sikrer lik behandling av forskjellige saker i tillegg til å sikre verdifulle kartleggingsdata. Dette er svært viktig for riktig forvaltning av norsk sårbar natur. Vi takker Ellen Sofie Grefsrud, Pia Kupka Hansen, Nigel Keeley, Kathrine Mary Dunlop og Siri Aaserud Olsen for gode og viktige innspill under rapportens utforming. Videre retter vi et stort takk til Mette Eilertsen, Christiane Todt, Joar Tverberg, Hilde Haugsøen (Rådgivende Biologer), Embla Østerbrøt, Ingvild Andersson og Dagfinn Breivik Skomsø (Åkerblå), Astrid Harendza (Akvaplan NIVA), Kristin Hatlen, Frøydis Lygre, Øydis Alme, Silje Hadler- Jacobsen, Ragni Torvanger (Stim) for nøye gjennomgang av metodikken og vurdering av dens gjennomførbarhet. Ett stort takk til Jens Christian Holm, Gunnstein Bakke, Henrik Rye Jakobsen, Stian Ervik Kvalø, Magnus Torvik og Mette Remø ved Fiskeridirektoratet for å ha startet opp dette arbeidet og gitt gode innspill underveis. Til slutt ett takk til andre forvaltningsmyndigheter for å fremheve viktigheten av dette arbeidet.

Ord og definisjoner

Anlegg på svai: Oppdrettsanlegg som er festet med i et punkt og kan svinge fritt rundt dette

AUV: Autonom undervannsfarkost

Biomarkør: En målbar indikator

CSV fil: lagrer tabelldata i ren tekstform med komma mellom hvert informasjonselement, og brukes ved overføring av data mellom databaser.

GIS: Geografisk informasjonssystem

GPS system: Geografisk posisjoneringsutstyr

HD kamera: High definition kamera, standard som sikrer god oppløsning på opptak

Laser: To laserstråleinnretninger som sender ut stråler som ender i to lyspunkt på bunnen, brukes til å estimere størrelse på individ, tetthet og arealberegninger

Metadata: Data om data, informasjon som beskriver annen informasjon

Miljø DNA: DNA (genetisk materiale) fra organismer som slippes ut i vann/sediment og kan detekteres ved hjelp av vann/sedimentprøver

OSPAR: Oslo-Paris (konvensjon), konvensjonen om beskyttelse av det marine miljø i det nordøstlige Atlanterhavet

ROV: Remotely operated vehicle, bevegelig undervannsfarkost som styres via en kabel fra båt

Korallskog: Det finnes ingen tydelig norsk definisjon for naturtypen korallskog. For NØ Atlanteren tyder undersøkelser på at forskjellige arter av korall vanligvis forekommer i veldig forskjellige tettheter, noe som gjør det vanskelig å bruke ett tetthetsestimat for å definere hva som er en korallskog. Mindre arter (som hornkorallene *Acanthogorgia* og *Primnoa*, og hydrokoraller) kan forekomme i tetter opp til 50-200 kolonier per 100 m². Større arter forekommer imidlertid ikke like tett og for *Paragorgia* er det blitt sagt at 1 til 2 kolonier per 100 m² kan være nok for å identifisere et område som korallskog. OSPARs definisjon av generell korallskog er derfor relativt vag, i.e. korallskog er en relativt tett ansamling av kolonier eller individ av en eller flere korallarter på bløtbunn og/eller hardbunn (OSPAR 2008). Når vi bruker ordet korallskog i denne rapporten er det denne definisjon vi forholder oss til.

Svampskog: Det finnes ingen norsk definisjon for naturtypen svampskog. For NØ Atlanteren har undersøkelser vist at glassvamper og horn- og kiselsvamper forekommer i noe forskjellige tettheter. Svampskogene som vi vanligvis finner på kysten, er bygget av horn- og kiselsvamper. Svampskog for den gruppen defineres av OSPAR som massive svamper i en tetthet på 0.5-1.0 individ per m² (OSPAR 2008). Slike tettheter er også observert på den norske kontinentalsokkelen (Kutti et al. 2013). Det er ikke kjent om tettheter av svampskoger i fjordene har den samme tettheten som på sokkelen.

Sammendrag (norsk):

Dypvannskorall og svamp er vanlig forekommende i norsk marin natur. Mange av de vanligste artene forekommer over hele Atlanterhavet, noen over hele verden, men Norge er kjerneområde for flere av dem. Her bygger de store, tette og velutviklede dypvannskorallrev, korallskoger og svampssamfunn som har en svært viktig økologisk funksjon. Dypvannskorall og svamp vokser langsomt, har lang levetid og lav motstandsdyktighet mot endringer i lokale miljøforhold. De regnes derfor som særlig sårbare mot menneskeskapt påvirkning.

Kysten og fjordene er ikke blitt underlagt noen systematisk kartlegging av bunn. Vi kjenner derfor dårlig til hvor vi kan forvente å finne korallrev, korallskoger og svamp, foruten på et veldig overordnet plan. Derfor anbefaler vi at kartlegging av bunn ved hjelp av undervannsvideo foretas ved alle nye lokaliteter planlagt brukt til akvakulturaktivitet, hvor man også mistenker at det kan forekomme korall eller svamp. En slik kartleggingen skal sikkerstille at det ikke blir etablert nye anlegg over store, tette og viktige forekomster av korallrev, korallskog og svampssamfunn.

Kartleggingen av sårbare bunndyrssamfunn foretas enklast ved hjelp av analyse av undervannsvideo. Metodikken vi presenterer følger, med modifikasjoner, den Europeiske standarden for visuell kartlegging av havbunn på dype lokaliteter (EN 16260:2012). Avhengig av hvor topografisk komplekst og dypt området som skal kartlegges er, kan kartleggingen foretas enten med fjernstyrt undervannsfarkost eller slepevideo. Høy kvalitet på bildene er nødvendig for analysearbeidet og det stilles derfor krav til kamera med høy oppløsning og godt lys, noe som bidrar til å optimalisere bildekvaliteten. For å sikre at bildekvaliteten egner seg til identifiseringsarbeid er det krav til at en med taksonomisk ekspertise er med under selve kartleggingen og innsamling av videomateriale. Laser må brukes for å estimere hvor stort område man har observert på bildene og for å estimere tettheter (f eks antall korall per kvadratmeter). Hydroakustisk undervannsposisjonering brukes for å stedfeste forekomster og for å beregne utbredelsen av observerte naturtyper.

Man bør kartlegge bunnen under det planlagte anlegget og minst 1 km ut fra anleggets ytterpunkt i de to dominerende strømrøtningene, dersom det finnes to dominerende strømrøtninger. I de to andre røtningene bør man kartlegge 250 m ut fra anleggets ytterpunkt. Er strømmen mer variabel skal man kartlegge 500 m ut fra anleggets ytterpunkter i 4 røtninger. Ved enhver kartlegging skal minst 3 % av undersøkelsesområdet dekkes av videolinjer. Ved lavere dekningsgrad er det stor risiko for at signifikante forekomster av korall og svamp ikke blir funnet. Undersøkelseslinjer kan legges enten ved å følge et systematisk mønster eller ved å studere topografien av bunnen og undersøke særlig interessante formasjoner hvor man mistenker det kan vokse korall eller svamp. Hvordan undersøkelseslinjene legges vil avgjøres av den ansvarlige kartleggeren.

Bildematerialet skal analyseres for å generere objektive tetthetsestimat av korall og svamp. Maksimale og gjennomsnittlige tettheter av korall- og svamparter som bidrar til å bygge korallrev, korallskoger og svampssamfunn på hver enkelt undersøkelseslinje og i undersøkelsesområdet som helhet skal beregnes i henhold til prosedyre beskrevet nærmere i denne rapporten, og rapporteres til ansvarlige myndigheter. Grenseverdier for tetthet og størrelse på signifikante korallrev, korallskoger og svampssamfunn for norskekysten og fjordene finnes ikke i dag, men er under utarbeiding.

Sammendrag (engelsk):

Cold-water corals and sponges are prominent in Norwegian marine waters, that acts as core area for many of the widely distributed, habitat forming species. Here, they contribute to the construction of large, dense, well-developed and functionally highly important cold-water coral (CWC) reefs, coral gardens and sponge aggregations. CWCs and sponges have a slow growth, long life span and low resistance to changes in local environmental conditions and are therefore regarded as particularly sensitive to anthropogenic stress.

There has been no systematic mapping of the seabed in coastal areas or fjords of Norway. Hence, there is little information of the small-scale, distribution of CWC reefs, coral gardens and sponge aggregations on the local scale informing spatial management, and many farms have earlier been placed on top of or near CWC reefs and coral gardens. Here, we recommend a procedure for a thorough mapping of the seabed using underwater video of all locations where aquaculture activities are under planning and where there are indications that CWCs or sponges may occur. Such mapping is intended to prevent the establishment of new fish-farm over or near-by large, dense and important CWC reefs, coral gardens and sponge aggregations.

Mapping of vulnerable habitats is generally undertaken using underwater video surveys. The methods presented in this report follow the European standard for visual seabed mapping (EN 16260:2012), with some modifications. Video surveys can be conducted using either a towed video sledge or a ROV, dependent on the complexity of the seabed and water depth. Image annotations require high quality photographs; hence all video surveys must be undertaken using high resolution cameras, sufficient lighting and at a slow pace ensuring the acquisition of photo images suitable for taxonomic analysis. To ensure the acquisition of high-quality images we request that an experienced image annotator participates on all survey cruise. Lasers are required for the scaling of images and density estimations. High precision

acoustic positioning equipment should be used for georeferencing all coral and sponge occurrences and to estimate the extent of observed habitat types.

We recommend that mapping should be conducted under the planned farm and over an area stretching from the edge of the farms and 1 km outwards in the two dominant current directions and 250 m outwards in the two other directions. In areas with variable currents mapping should be conducted under the planned farm and from the edge of the farm and 500 m outwards in 4 cardinal directions. This composes the survey area. The survey lines must cover at least 3 % of the survey area. A lower survey effort will result in an unacceptably high risk of not detecting significant coral or sponge habitats. Survey lines can follow either a systematic pattern or be targeted, surveying topographic features that are suspected to harbor CWCs or sponges.

Density estimates should be generated through species annotations of all collected images using the procedure described in detail in the report. In short, reports on the maximum and average density of all coral and sponge species that contribute to the formation of CWC reefs, coral gardens or sponge aggregations for each survey line and for the total survey area should be submitted to responsible authorities. Threshold values for density and size for typical CWC reefs, coral gardens and sponge aggregations in Norwegian waters do not exist today. This information is vital for an evaluation of the significance of observed habitats hence work is on the way to attain this knowledge.

Innhold

1	INNLEDNING	8
2	KUNNSKAPSSTATUS-DYPVANNSKORALL OG SVAMP	9
2.1	Økologisk funksjon og sårbarhet	9
2.2	Taksonomi og biologi	9
2.2.1	<i>Koraller</i>	9
2.2.2	<i>Svamper</i>	10
2.3	Økologi og utbredelse	11
2.4	Kartleggingsmetoder	11
2.5	Rødlistestatus	12
2.6	Effekter av utslipp fra fiskeoppdrettsanlegg	12
3	METODIKK OG KVALITETSKRAV	14
3.1	Kompetansekrav til personell	14
3.2	Krav til utstyr	14
3.2.1	<i>Kamera og lys</i>	14
3.2.2	<i>Laser</i>	14
3.2.3	<i>Posisjonering</i>	15
3.2.4	<i>Logging av metadata og lagring av data</i>	15
3.3	Krav til bildekvalitet og dekningsgrad	15
4	KARTLEGGINGSOMRÅDE OG DESIGN	16
4.1	Kartleggingsområde	16
4.1.1	<i>Fjorder og kyst</i>	16
4.1.2	<i>Store åpne fjorder og kontinentalsokkel</i>	16
4.2	Kartleggingsdesign	16
4.2.1	<i>Systematisk kartlegging</i>	17
4.2.2	<i>Måltrettet kartleggingsdesign</i>	20
4.3	Modellert spredning av partikler	23
4.4	Kartleggingsinnsats	24
5	VIDEO- OG BILDEANALYSER	25
5.1	Kontinuerlig analyse	25
5.2	Diskontinuerlig analyse	25
5.3	Registrering av fauna	25
5.4	Registrering av substrat	26
5.5	Annet	26
6	DATA ANALYSE	28
6.1	Datapunkt	28
6.2	Beregning av tetthet	28
6.3	Artsrikdom	28
6.4	Størrelse av sjøtne og øyekoraller	28
7	RAPPORT	30
7.1	Kart og dataformat	30
7.2	Etterarbeid og kvalitetskontroll	31
8	Litteraturliste	32
9	Vedlegg 1-FELTSKJEMA	34
10	Vedlegg 2- KARTLEGGING HORNANESET	35
11	Vedlegg 3 - Fauna, identifikasjonsguide	36

1 - INNLEDNING

I Norge har det tidligere ikke vært noen praksis for å undersøke om området under nye akvakulturanlegg er godt egnet (for formålet) med hensyn til forekomst av verdifulle naturtyper og unike naturtyper. I de seinere årene har det vært økt fokus på dette, og sammen med nye forskningsresultater som viser negative effekter på sårbare og rødlistede naturtyper og arter, har dette ført til at forvaltningsmyndighetene i en rekke tilfeller har krevd en naturtypekartlegging for å vurdere lokalitetens egnethet.

I en del tilfeller har det kommet til konflikter mellom industri og forvaltningsmyndigheter, der for eksempel områder som i kommunenes arealplan er avsatt til akvakulturformål har vist seg å ha rike korallforekomster. I ett tilfelle ble konsesjonen trukket tilbake etter at anlegget var etablert, da lokaliteten viste seg å ha store forekomster av blomkållkorall.

Kystområdene i Norge er i dag lite kartlagt og man vet derfor lite om hvor det finnes korallrev, korallskog eller større svampområder. Prediksjonsmodeller for utvalgte naturtyper finnes for noen områder, men er ikke validerte. I 2020 startet prosjektet «Marine grunnkart i kystsonen» opp i tre pilotområder (Rogaland, Møre og Troms). Denne typen kartlegging kan gi en indikasjon på hvor det finnes sårbare naturtyper, men detaljert kartlegging ved enkelte nye lokaliteter vil likevel være nødvendig.

Det er ikke så lett å gjennomføre gode visuelle undersøkelser på dyp hardbunn og man kan ofte få vekslende kvalitet på videoopptakene slik at det blir vanskelig å gjøre en god analyse av filmene. I denne rapporten presenterer vi derfor forslag til metodikk sånn at slike undersøkelser kan bli utført på mest mulig lik måte ved alle anlegg som får pålegg om å undersøke forekomst av korall og svamp ved lokaliteten, og man dermed kan få gode data fra undersøkelsen. Vi foreslår også at analyser blir utført etter internasjonalt anerkjente metoder slik at man kan få objektive data fra lokaliteten. Slike data kan også brukes inn mot karakterisering og verdisetting av sårbare naturtyper, til å videreutvikle prediksjonsmodeller og andre metoder for kartlegging og videoanalyse (f. eks. hyperspektralt kamera og maskinlæring)

Topografi, strøm og spredningsmønster for utslipp vil variere mye fra lokalitet til lokalitet langs norskekysten. Vi har derfor foreslått ulike design for kartleggingen, selv om det totale arealet som vi mener bør undersøkes ved lokaliteten står fast. Dette vil gi et stort ansvar til den som skal planlegge en slik undersøkelse, men også frihet til å velge et fornuftig design basert på lokalitetens egenskaper. Derfor har vi også stilt høye krav til kompetanse hos den som skal lede arbeidet.

I denne rapporten anbefaler vi at tolkninger av resultatene og vurdering av lokalitetens egnethet for akvakultur gjøres av forvaltningsmyndighetene, gjerne i samråd med fagfolk, da det ennå ikke finnes retningslinjer for karakterisering og verdisetting av slike naturtyper.

Vi er klar over at det kan ta noe tid før man får opparbeidet god tilgjengelighet på alle tekniske spesifikasjoner som er foreslått her, slik som for eksempel ROV med GPS system og laser. Vi foreslår at det i en overgangsperiode kan godtas lavere krav til slike tekniske løsninger. Likeledes at ulike miljøelskaper får litt tid til å lære opp personell til å planlegge og gjennomføre arbeidet og analysene.

Vi gjør oppmerksom på at denne rapporten ikke må anses som en veileder for slik kartlegging, men et forslag til metodikk som skal danne basis for en slik veileder.

2 - KUNNSKAPSSTATUS-DYPVANNSKORALL OG SVAMP

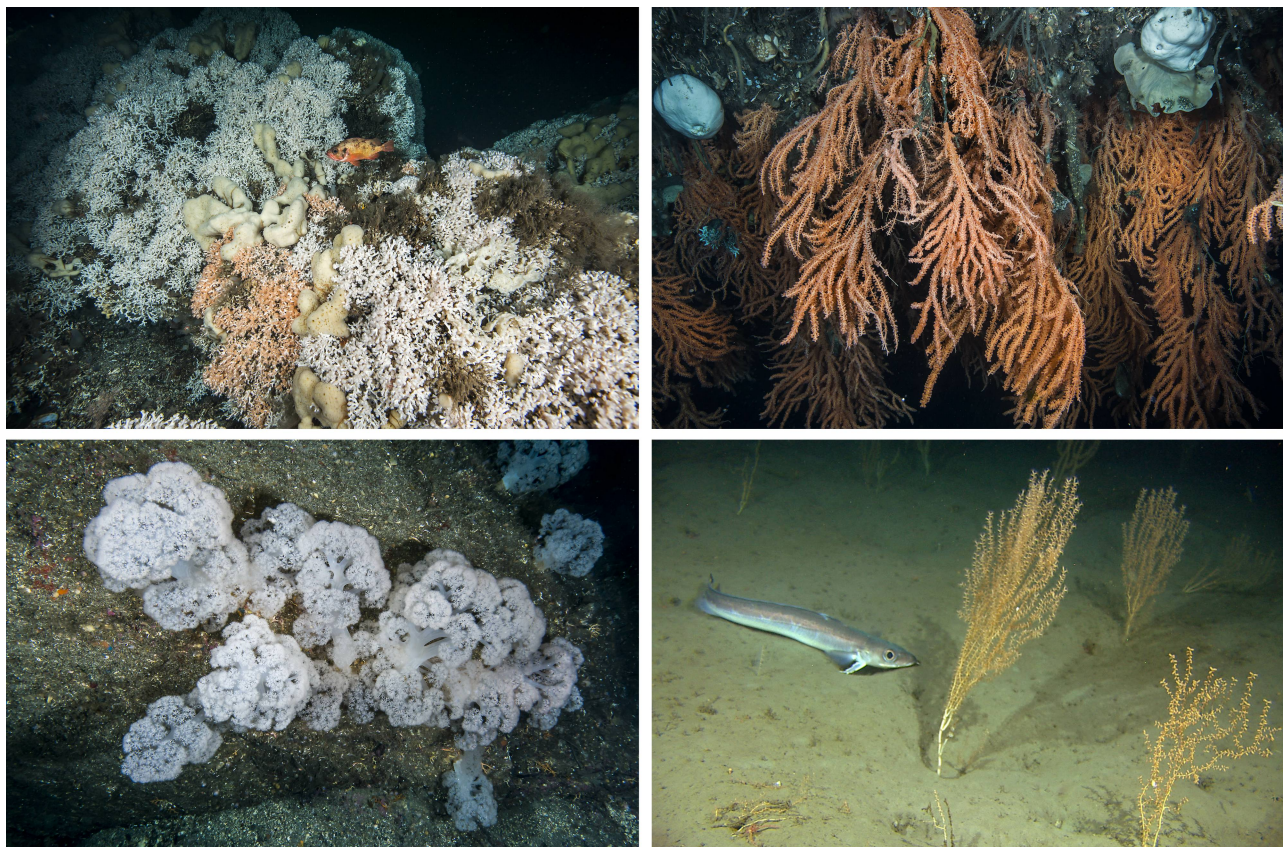
2.1 - Økologisk funksjon og sårbarhet

Den norske kysten og fjordene er på mange måter karakterisert av sine tette og velutviklede forekomster av korallrev, korallskog og svampsamfunn. Disse økosystemene har en svært viktig økologisk funksjon på den norske kontinentalsokkelen, kysten og i våre fjorder, ettersom de danner levested for tusentalls andre arter av mikroorganismer, virvelløse dyr og fisk (Klitgard 1995, Freiwald mfl. 2012), har en kraftig forhøyet produksjon sammenlignet med omkringliggende dype områder og står for mer enn 30 % av omsetningen av organisk karbon i bunnsamfunn (Kutti mfl. 2013, Cathalot mfl. 2015). Artene som danner grunnmuren i disse økosystemene har generelt en lav motstandsdyktighet mot endring i lokale miljøforhold, fordi de er fastsittende. I tillegg har de en lav evne til å bygge opp nye bestander etter endt påvirkning, fordi de har uregelmessig rekruttering og vokser veldig langsomt (Mortensen & Rapp 1998, Mortensen & Buhl-Mortensen 2005). Det kan ta hundre til tusentalls år å bygge opp nye samfunn eller rev, hvis de ødelegges. Grunnet den høye økologiske signifikansen og den lave evnen til restitusjon blir korallrev, korallskog og svampbunn regnet som særlig sårbare mot menneskeskapt påvirkning.

2.2 - Taksonomi og biologi

2.2.1 - Koraller

Koraller tilhører gruppen Anthozoa (Figur 1). Den deles inn i to grupper basert på om kroppen har sekstalls eller åttetalls radialsymmetri. Blant sekstallskorallene finner vi steinkorallene som bygger hardt skjelett av kalsiumkarbonat. Det finnes syv steinkorallarter i Norge, men av dem er det kun to som er kolonidannende som kan bygge store korallrev, nemlig sikksakk korallen (*Madrepora oculata*) og øyekorallen (*Lophelia pertusa*). Blant åttetallskorallene finner vi bløtkorallene (Alcyonaceae). I denne gruppen finnes det som vi tidligere kalte hornkoraller, som har et fleksibelt skjelett som består av forskjellig deler av et hornaktig protein (gorgin) og kalkspikler. Av dem finnes fem arter som forekommer med så tette bestander at vi sier at de kan danne naturtypen korallskog. Det er sjøtre (*Paragorgia arborea*), risengrynskorall (*Primnoa resedaeformis*), sjøbusk (*Paramuricea placomus*) og hvit hornkorall (*Swiftia pallida*) som bygger naturtypen hardbunnskorallskog og bambuskorallen (*Isidella lofotensis*) som bygger naturtypen bløtbunnskorallskog. Sjøtre, risengrynskorall og bambuskorall finner vi på dyp over 100 meter, mens sjøbusk og hvit hornkorall kan vokse fra 30 m og nedover. *Anthothela grandiflora*, *Lateothela grandiflora* and *Clavularia borealis* er noen ganger tallrike i hardbunnskorallskogene på dypere vann enn 100 m, og bidrar til å skape tredimensjonal struktur. Blant bløtkorallene finner vi også blomkållkorall (Nephtheidae), som kan bygge korallskog både på hardt substrat, på steinete bunn og på korallgrus, fra 30 m og nedover. Kjøttkorallen (*Anthomastus* spp.) kan forekomme i tette bestander på dype og bratte fjordvegger.

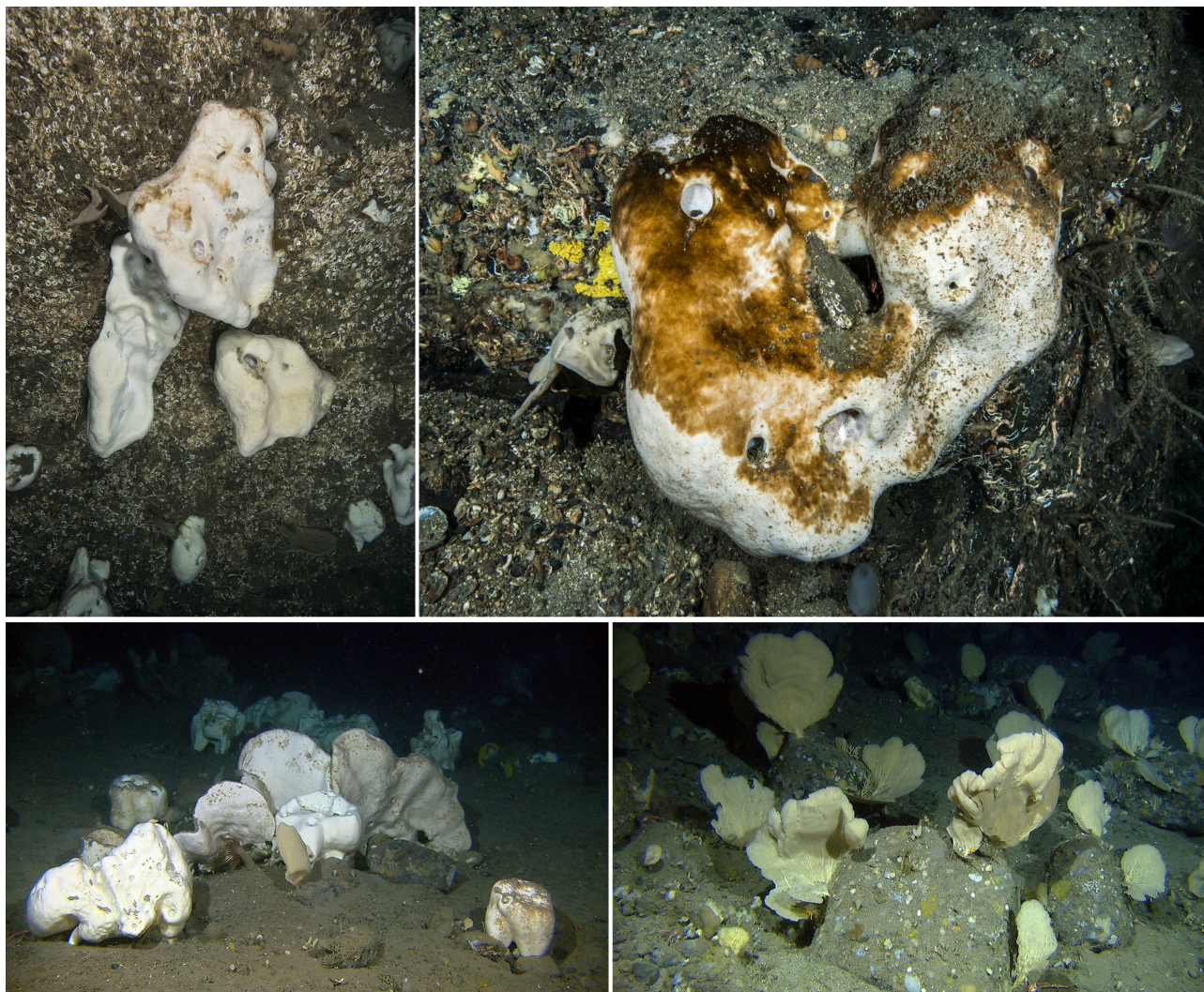


Figur 1. Naturtyper bygget av korall: Øverst til venstre: korallrev av øyekorall, øverst til høyre: hardbunnskorallskog av risengrynskorall, nederst til venstre: hardbunnskorallskog av blomkållkorall, nederst til høyre: bløtbunnskorallskog av bambuskorall. Foto: Erling Svensen og Epigraph, Havforskningsinstituttet (nederst til høyre).

Blant åttetallskorallene finner vi også sjøfjærene (Pennatulacea). Noen steder fra 30 meters dyp, men vanligvis dypere enn 100 m, kan arter av denne gruppen stå så tett at de danner en egen naturtype, såkalt sjøfjærbunn. Avhengig av bunnsstrat og dybde vil forskjellige sjøfjær dominere, enten vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*), stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*), liten piperenser (*Virgularia mirabilis*), hanefot (*Kophobelemnon stelliferum*) eller dyphavssjøfjær (*Umbellula encrinus*). Mer detaljert informasjon om korallers biologi finnes i vedlegg 1 til denne rapport.

2.2.2 - Svamper

Svamper tilhører dyregruppen Porifera (Figur 2). De deles inn i tre hovedgrupper, kalksvamper, glasssvamper og kisel og horn svamper, basert på hvilket materiale de bruker for å lage de spiklene/nålene som former svampens indre skjelett. Kisel- og hornsvamper er den største gruppen av svamper og fra den gruppen kjenner vi til mer enn 200 arter i Norge. Her finner vi også alle de store svampene som er kjent for å danne de karakteristiske svampsamfunnene på norsk kontinentalsokkel, på kysten og i fjordene, for eksempel *Geodia* spp., *Stryphnus* spp. og *Phakellia* spp.. Vi finner disse fremfor alt på dypt vann, fra 80 m og dypere. Det finnes mange svamparter som trives best i grunnere områder, men de er ikke tatt med her.



Figur 2. Naturtyper bygget av svamp. Øverst: hardbunns-svampsamfunn av *Geodia* svamper på loddrett fjellvegg (Foto: Erling Svensen), Nederst til venstre: bløtbunns-svampsamfunn av *Geodia*, hardbunns-svampsamfunn av *Phakellia*. Foto: CoralFISH (Havforskningsinstituttet)..

2.3 - Økologi og utbredelse

Koraller og svamp er fastsittende dyr som lever av å fange opp næringssalter, løste organiske molekyler, organiske partikler og små hoppekreps som strømmer forbi i vannet. De fleste arter trives best i områder med fast bunn og sterk strøm, der tilgangen på mat er god. I fjorder finner vi ofte korallrev på loddrette fjellvegger eller overheng, på dype utstikkende nes og på undersjøiske morenerygger. Svamper lever ofte assosiert med koraller og vi finner dem i store mengder i korallrev og korallskog. Svamp kan også vokse i områder hvor det ikke vokser korall, noe som kan tyde på at svamper har et større spekter av miljø de trives godt i.

2.4 - Kartleggingsmetoder

Korallrev som står på fjordbunnen, gir en karakteristisk refleksjon og kan kartlegges fra forskningsfartøy med hjelp av bunnmontert flerstråle-ekkolodd som ser ned mot havbunn (Lim mfl. 2018). Slike ekkolodd har en bred vinkel og store områder kan dekkes relativt raskt. Korallrev som vokser på loddrette fjellvegger eller overheng, kan ikke oppdages med flerstråle-ekkolodd rettet ned mot havbunnen. Veggrev i Biscayabukten har blitt kartlagt med fremovervendte flerstråle-ekkolodd montert på ROVer og AUVer (Huvenne mfl. 2011). Dette kunne vært en god måte å kartlegge veggrev også i norske fjorder på, men slik kartlegging med ROV er tidkrevende og det finnes i dag ingen kommersielle AUVer som enkelt kan navigere i komplekst terreng med loddrette vegger og overheng. Korallskog, sjøfjærbunn eller

svampområder kan ikke oppdages ved hjelp av flerstråle-ekkolodd, fordi de ikke reflekterer de akustiske signalene fra ekkoloddet på en distinkt måte. Disse habitatene må derfor detekteres ved hjelp av undervannsvideo. For å snevre inn søkeområdet, kan man bruke prediktiv naturtypemodellering, miljø-DNA prøvetaking og informasjon fra fiskere, men kartlegging med disse metodene må verifiseres visuelt. Dette gjelder også kartlegging med flerstråle-ekkolodd. Det finnes gode modeller for prediktiv naturtypekartlegging for korall og svamp på sokkelen (Burgos mfl. 2020, Sundahl mfl. 2020), men det vil antakelig ta mange år å videreutvikle modellene og tilpasse dem til kyst- og fjordmiljø. Screening av *Lophelia pertusa* rev på regional skala ved hjelp av miljø-DNA er mulig (Kutti mfl. 2020) og det arbeides med å undersøke om dette er mulig også for andre korall- og svamparter, med prioritet på de arter som står på Norsk rødliste for arter (Artsdatabanken 2015) eller Norsk rødliste for naturtyper (Henriksen og Hilmo 2015).

Det skjer en rask utvikling av metodikk for analyse av data fra hyperspektrale kamera, det samme gjelder registrering av arter på bilder ved hjelp av maskinlæring (Dumke mfl. 2018).

De nærmeste årene fremover vil imidlertid disse metodene ikke være tilstrekkelig godt utviklet for å inngå som et første ledd i prosessen med å kartlegge forekomster av korall og svamp på kysten og i fjordene.

2.5 – Rødlistestatus

Miljødirektoratets Håndbok nr. 19 (Direktoratet for naturforvaltning 2007) definerer korallforekomster blant utvalgte naturtyper i marint miljø. Det blir sagt at det skal tas særskilt hensyn til en utvalgt naturtype, slik at man unngår en forringelse av naturtypens utbredelse og forekomstenes økologiske tilstand. Norsk rødliste for naturtyper 2018 (Marint dypvann, Buhl-Mortensen mfl. 2018) vurderte korallrev som nær truet. Det samme blir også hardbunnskorallskog (all type korallskog som vokser på fjell og stein) og svampspikelbunn i Barentshavet (svampsamfunn som bygges av store svamper som vokser tett i store områder på bløtbunn). Bambuskorallskog i Nordsjøen og grisehalekorallskog (to typer korallskog som vokser på bløtbunn) blir vurdert som sterkt truet. Korallrev, alle typer av korallskog, sjøfjærbunn og svampsamfunn står også på OSPARs liste over truede og/eller minkende habitat (OSPAR, Reference Number: 2008-6). Gjennom godkjenning av flere avtaler har Norge forpliktet seg til å stanse videre reduksjon av populasjonene av disse artene/habitatene i norske farvann (Bergen statement §24) (North-East Atlantic Environment Strategy §1.2c).

2.6 – Effekter av utslipp fra fiskeoppdrettsanlegg

Korallrev, korallskog og svampområder på dypt vann er blitt identifisert som særlig sårbare for utslipp fra akvakultur (Husa mfl. 2016). Havforskningsinstituttet har gjennomført to felteksperiment for å studere effekten av utslipp fra akvakulturanlegg på steinkorallen *Lophelia pertusa*, den arten som danner de store korallrevene i Norge. I eksperimentene plasserte vi ut korallkolonier med ROV langs en gradient fra to fiskeoppdrettsanlegg, der de korallene som ble plassert nær anleggene ble utsatt for en høy sedimentasjon av organiske partikler (fôr og fekalier), mens de som ble plassert langt fra anleggene ble eksponert for en lav sedimentasjon av organiske partikler. Eksperimentene, som varte i henholdsvis ½ og 1 år viste høy overlevelse, men en tydelig reduksjon i vekst hos korallene som sto nær anleggene (Kutti mfl. 2015, Kutti mfl. i arbeid). I en avstand på 250-1000 m fra anleggenes ytterpunkt var den årlige veksten 30-50 % av det som ble målt på referanse stasjoner og det som blir ansett som normal vekst for *L. pertusa* (Maier mfl. 2019). I tillegg var erosjonen på det døde kalkskelettet av bakterier, alger, foraminiferer og svamp fordoblet, slik at man på sikt kan forvente en negativ utvikling av rev som vokser nært fiskeoppdrettsanlegg. Felteksperiment (gjennomført på lik måte som de tidligere beskrevne eksperimentene på *L. pertusa* fra Finnmark viser høy dødelighet av blomkållkorall 50 meter fra anleggenes ytterpunkt, men med normal dødelighet 100 meter fra anlegget. Parasittsjørosen (*Hormathia* sp.) hadde noe redusert overlevelse (65-80%) i 50 og 100 meters avstand fra anlegget i forhold til stasjoner lenger unna. Forsøk med svamp (*Craniella* sp. og *Polymastia* sp.) fra den samme studien viser noe redusert overlevelse tett ved anlegg, men generelt virker svamp å være mer tolerant enn koraller (Dunlop mfl. under arbeid). Subletale effekter, som redusert vekst eller endret metabolisme, er ennå ikke undersøkt i felteksperimentene fra Finnmark. I korttids eksponeringsforsøk i laboratorium har man sett, ved hjelp av målinger av kålrabisvampens (*Geodia barretti*) energiomsetning og biomarkører, at organiske partikler i de konsentrasjonene vi måler i nærheten av

anleggene kan påvirke svampene negativt, men uten å føre til dødelighet (Kutti mfl. 2016). Nye felteksperiment (av samme type som tidligere beskrevet) er pågående for å bekrefte eventuelle langtidseffekter av sedimentasjon av organisk avfall fra anlegg på kålrabisvamp. Hvordan andre arter av korall eller svamper reagerer på økt sedimentering av organiske partikler er ikke kjent.

3 - METODIKK OG KVALITETSKRAV

Alle typer bunndyrssamfunn på dyp marin hardbunn (fast fjell, steiner og grus) må kartlegges visuelt med hjelp av undervannskamera montert på en fjernstyrt undervannsfarkost (ROV), eller på en tauet videofarkost (jfr. EN 16260:2012 Water quality – Visual sea-bed surveys using remotely operated and/or towed observation gear for collection of environmental data). Visuell kartlegging er den eneste måten man kan fremskaffe tetthetsestimat på organismer som vokser på slikt substrat. Visuell kartlegging er også å foretrekke ved all kartlegging av store bunndyr som lever flekkvis fordelt på bløtbunn, slik som sjøfjær og bambuskorall. Ved visuell kartlegging kan store områder dekkes på relativt kort tid, slik at realistiske tetthetsestimat kan genereres. I tillegg skjer den visuelle kartleggingen helt uten fysisk påvirkning eller risiko for skade på organismer, noe som er helt essensielt ved kartlegging av sårbare arter.

3.1 - Kompetansekrav til personell

Planlegging (undersøkellesdesign etc.) og gjennomføring av kartleggingsarbeidet skal utføres av person med mastergrad i marin biologi eller miljøvitenskap, med minst to års dokumentert erfaring fra forskning, overvåkning eller kartlegging av dyp marin hardbunn og som har arbeidet med minst to tilsvarende kartleggingsprosjekt. Personer med annen relevant utdanning eller erfaring kan være ansvarlig for planlegging og gjennomføring av kartleggingsarbeidet når de har hatt opplæring og deltatt på minst 10 tilsvarende kartleggingsprosjekt.

Det kan brukes innleid ROV/videorigg fra et hvert firma som tilfredsstiller de tekniske kravene spesifisert under utstyr, men det skal være personell som har erfaring med artsidentifikasjon fra undervannsvideo på dype lokaliteter langs norskekysten med på toktet. Det er svært viktig at denne personen kvalitetssikrer innsamlingen av videomateriale slik at det egner seg til identifiseringsarbeid. Denne person eller personer må overvåke alle videolinjene (i sanntid) og føre en logg over interessante observasjoner som blir gjort for hver undersøkelseslinje.

Videofilene eller bildene skal analyseres av person med minst bachelorgrad i biologi og med minst ett års dokumentert erfaring med videoanalyser og god kunnskap om artsbestemmelse av marine koraller og svamper fra video. Man kan lære opp nye personer uten slik dokumentert erfaring eller utdanning, men da må disse jobbe i tett samarbeid med person med slik erfaring ved de første 5-10 oppdragene.

Rapporteringsarbeidet skal gjennomføres av personell med mastergrad i marin biologi eller miljøvitenskap og erfaring fra minst to tilsvarende kartleggingsprosjekt.

3.2 - Krav til utstyr

3.2.1 - Kamera og lys

Ved visuell kartleggingen må det brukes fargekamera av god oppløsning. HD kamera med en oppløsningskvalitet på 1080 vertikale piksler er anbefalt. Videoopptaket må også ha samme HD kvalitet. Hvis kameraet montert på farkosten er av dårligere kvalitet kan det monteres på et action kamera på rammen for innsamling av høyoppløselige bilder og video. Da vil farkostens hovedkamera hovedsakelig bli brukt til navigasjon.

Lyskildene må ha tilstrekkelig lysstyrke og være montert på en slik måte at hele videobilde blir lyst opp når farkosten befinner seg 1-2 meter fra havbunnen. To meter er den maksimale avstanden til sjøbunn som bør brukes ved denne type kartlegging. Dette må estimeres ved hjelp av laserpunkter og korrigeres underveis av kvalifisert personal/biolog som overvåker arbeidet med filmingen.

3.2.2 - Laser

For å estimere tettheter av bunnlevende organismer må man vite hvor stort areal av sjøbunnen som blir dekket av videobildet. Det observerte arealet kan beregnes ved bruk av to eller flere laserpunkter som blir montert slik at de lyser opp bunnen med en kjent avstand til hverandre.

3.2.3 - Posisjonering

For nøyaktig posisjonering av undersøkelses- og kartleggingslinjene må man bruke hydroakustisk posisjoneringsutstyr som kommuniserer med fartøyets GPS system og med sendere og mottaker på kartleggingsfartøy og videofarkost. Presisjonen for posisjoneringen skal rapporteres.

3.2.4 - Logging av metadata og lagring av data

Alle nødvendig metadata for hver enkel undersøkelseslinje må loggføres (se Tabell 1, vedlegg 1). I tillegg skal slepestreken til hver undersøkelseslinje lagres som tekstfil. Posisjonen til ROVen eller den tauete videofarkosten kan også overlegges videofilen (som type overlay). I alle tilfeller er det viktig å synkronisere tiden på kameraet på farkosten og GPSen som blir brukt. Videosekvensen skal lagres i høyoppløselig digitalt format f. eks MP4, AVI, MOV eller MKV. Filene skal ha standardisert navnsetting f. eks ROV/anlegg/dato/transektnummer. Innspilingen startes når farkosten er ved bunn og stoppes når farkosten forlater bunn.

3.3 – Krav til bildekvalitet og dekningsgrad

Ved kartleggingen bør kameraet holdes stabilt i en avstand på 1-2 m fra sjøbunnen. Hvis kameraet blir fløyet mer enn to meter fra bunnen eller den beveger seg så mye at ikke kameraet rekker å fokusere på bunn, vil det være vanskelig å med sikkerhet identifisere korall og svamper som er mindre enn 5 cm i diameter. Blir kameraet fløyet nærmere bunnen enn 1 m blir kun et veldig lite areal kartlagt. Hastigheten på ROVen eller den tauede farkosten bør begrenses til maksimalt 0,5 knop. Ved kartleggingen bør kameraet ha en fast zoom og vinkel. Kameraet skal være vinklet 45-90 grader mot bunnen. Bilder eller video man samler inn av bunnen må være i fokus, ha tilstrekkelig lys men ikke ha lysrefleksjoner og ikke være forstyrret av for mye partikler i vannet. Hvis værforholdene er slik at man ikke kan samle in video-data av tilstrekkelig høy kvalitet, må de tas på nytt en annen gang. Vi anbefaler at det er et absolutt krav at det med sikkerhet skal være mulig å indentifisere korall (>5 cm) til artsnivå og svamp (>5 cm) til gruppenivå (ved bruk av Fauna identifikasjonsguide, vedlegg 3) fra videoen og/eller bildene.

4 - KARTLEGGINGSOMRÅDE OG DESIGN

4.1 – Kartleggingsområde

4.1.1 - Fjorder og kyst

Området under anlegget og 250 meter fra merdkant i alle retninger skal undersøkes. I områder med to tydelige dominerende strømretninger, slik som er typisk for fjordlokaliteter, skal i tillegg området fra anleggets ytterpunkter og 1000 m ut i de to dominerende strømretningene inngå i undersøkelsen.

I områder med diffust strømmønster, som for eksempel på eksponert kyst, skal i tillegg området fra anleggets ytterpunkter og 500 m ut i alle retninger inngå i undersøkelsen. Dersom det finnes interessante topografiske formasjoner som kan antyde bakkerev, og de ligger nærmere enn 1 km fra anleggets ytterpunkter, bør det tas stikkprøver fra disse (se eksempler i Figur 3). Dette gjelder også dersom man får indikasjoner på at det finnes bambuskorallskog nærmere enn 1 km fra anleggets ytterpunkter.

Kartleggingen begrenses inn mot land av 50 meters dybdekonturen, men dersom man registrerer populasjoner av koraller, som f. eks blomkalkorall eller hvit hornkorall som kan finnes grunnere, bør man fortsette transektet til forekomsten er slutt.

4.1.2 - Store åpne fjorder og kontinentalsokkel

De store havanleggene som er planlagt i dag er alle plassert i store, åpne fjorder. Innen nær fremtid vil vi også ha mobile havanlegg som ligger ute på sokkelen i sommerhalvåret, men som blir fraktet inn til kysten til roligere omgivelser om høsten og vinteren. Disse anleggene kan ha høyere biomasse og forventet større spredning av organiske partikler enn anlegg lenger inn i fjordene og på beskyttede kystlokaliteter på grunn av sterkere strømmer. Det finnes i dag ingen målinger av spredning eller sedimentasjon av partikler fra slike anlegg. Derfor er det ikke mulig å gi sikre råd om hvor store områder som bør kartlegges. Modeller kan bli brukt i mangel på empiriske data, men modellene er bare veiledende og bør valideres med flere sedimentasjonsundersøkelser. Inntil videre anbefaler vi at man ved slike anlegg kartlegger 1 km ut fra anleggets ytterpunkter i alle retninger (se eksempel for et anlegg forankret på svai i Figur 3).

4.2 – Kartleggingsdesign

Detaljerte dybdekart generert fra enkeltstråle eller flerstråle ekkolodd og data fra strømmålinger fra forundersøkelsen (NS 9410, «Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur eller landbaserte anlegg»), skal brukes til å planlegge hvor undersøkelseslinjene skal legges. Avhengig av lokal topografi, strømmønster og dybde kan forskjellige typer av kartleggingsdesign velges. Kartleggingen kan foretas enten systematisk eller ved å dra undersøkelseslinjene over spesielt interessante topografiske formasjoner, såkalt målrettet kartlegging. Det kan også brukes en kombinasjon av disse to. Systematiske undersøkelseslinjer er å foretrekke ved kartlegging av den generelle biodiversiteten i et område, men målrettede undersøkelser kan være å foretrekke når man leiter etter noen spesifikke arter. Generelt vil vi si at antallet uavhengige videosekvenser bør være så stort som praktisk mulig. Mange uavhengige undersøkelseslinjer vil øke nøyaktigheten av tetthetsestimatene.

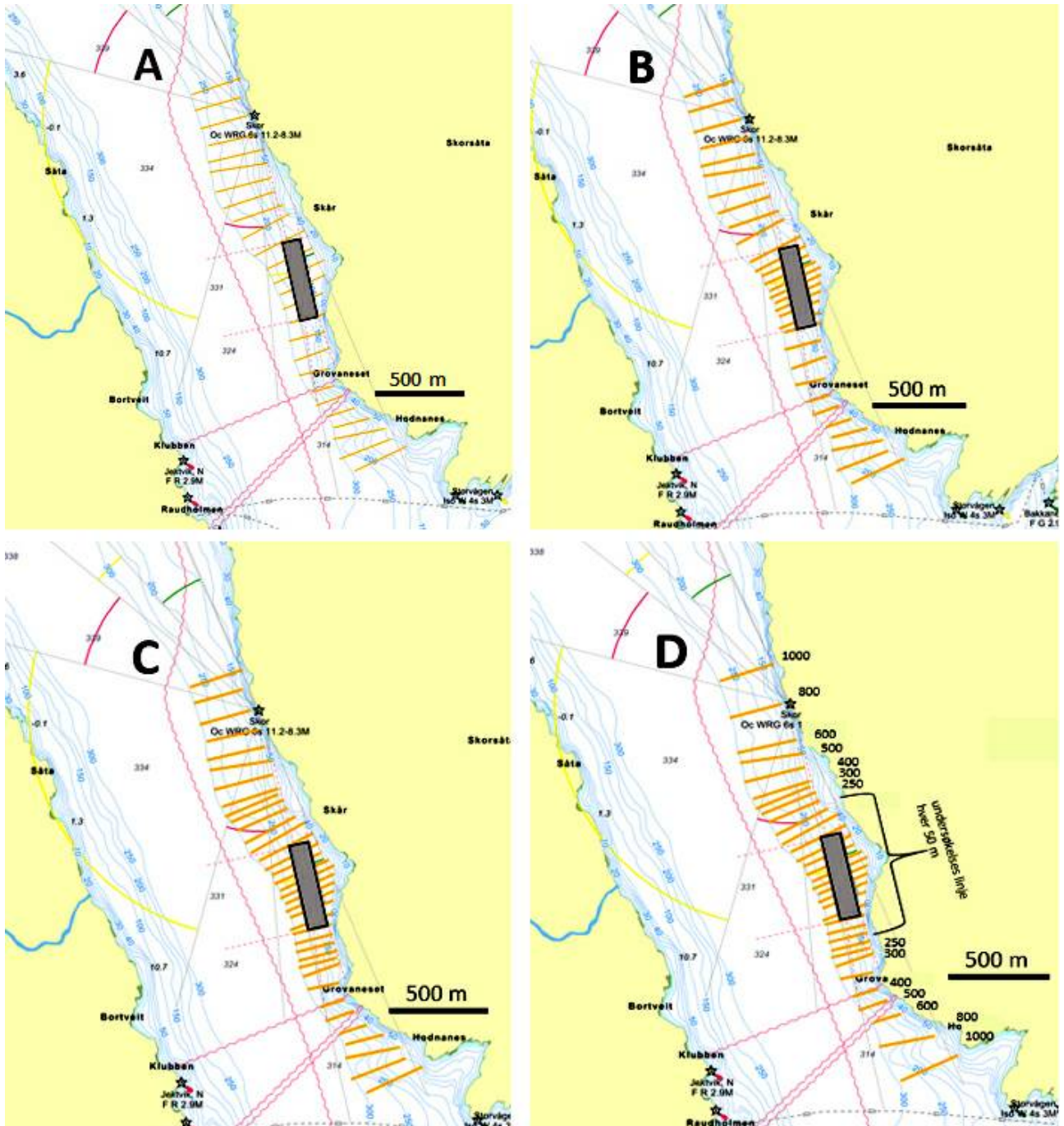
I det tenkte eksemplet i Figur 3 hvor strømmen vil ta partikler både i nordlig og sørlig retning kartlegges fjordbunn 1000 meter ut fra anleggets ytterpunkt i både nordlig og sørlig retning. I en tidligere studie fra anlegg i Hardangerfjorden har man sett at effekten på fastsittende fauna er svært store i en avstand av 200 meter fra ytterpunktene av akvakulturanlegg (Kupka Hansen mfl. 2011). Det er grunn til å forvente særlig sterke og raske effekter i dette området og vi skisserer derfor flere alternativ for kartlegging med større intensitet i dette område (Figur 3B-D).

4.2.1 - Systematisk kartlegging

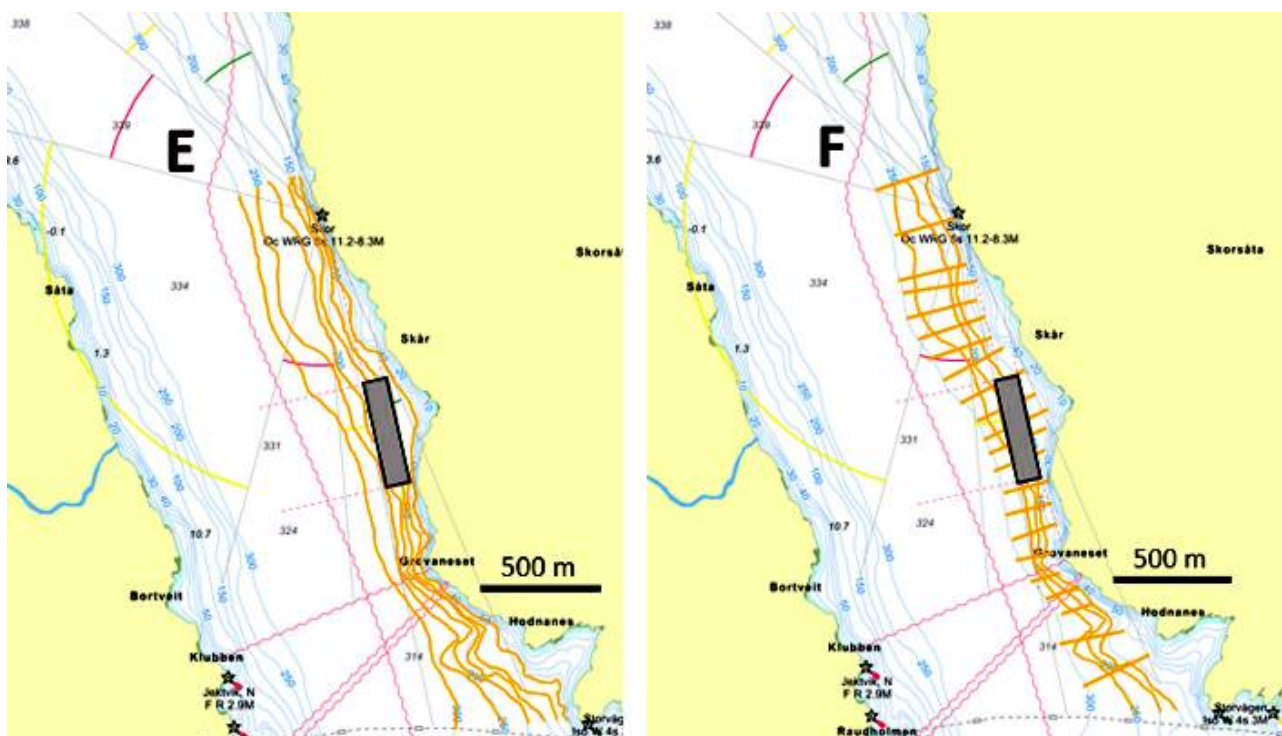
De systematiske undersøkelsene foretas enten som linjetransekt som går på tvers over dybdekonturene, parallelt med dybdekonturene, eller gjennom å kombinere vertikale og horisontale linjer. Figur 3 A-F viser eksempler på hvordan havbunnen ved en tiltenkt lokalitet på en lite kompleks fjordside kan bli undersøkt ved å bruke en systematisk kartlegging. Ved en videokartlegging vil man kun se noen få meter av bunn til hver side. Siden store koraller og svamper vokser flekkvis fordelt på bunn og sjelden veldig tett, kan de lett overses om ikke undersøkelseslinjene legges meget tett. Ved Straumsneset i Langenuen (Hardanger) er det blitt dokumentert store veggrev. Båndet med de største korall lobene ved Straumsneset er 50 m bredt og 100 m høyt og kunne derfor lett vært oversett ved en systematisk kartlegging av fjellveggen som bruker 100 m mellom undersøkelseslinjene. Vi presenterer derfor flere mulige opsjoner for kartlegging, en med helt lik kartleggingsinnsats over hele undersøkelsesområdet (Figur 3A og E) og noen med tettere kartlegging under anlegget og i anleggets nærområde (Figur 3B-D og F).

For anlegg plassert på sokkelen eller nært sokkelen over relativt flat bunn bør den systematiske kartleggingen av influensområdet være av samme type som de visuelle undersøkelsene som gjøres av boresteder hvor man forventer forekomster av sårbar bunnfauna (Figur 4) (se eksempel i Fjukmoen mfl. 2019). Tabell 1 viser tidsbruk og estimert tid for den tenkte kartleggingen presentert i dette avsnittet.

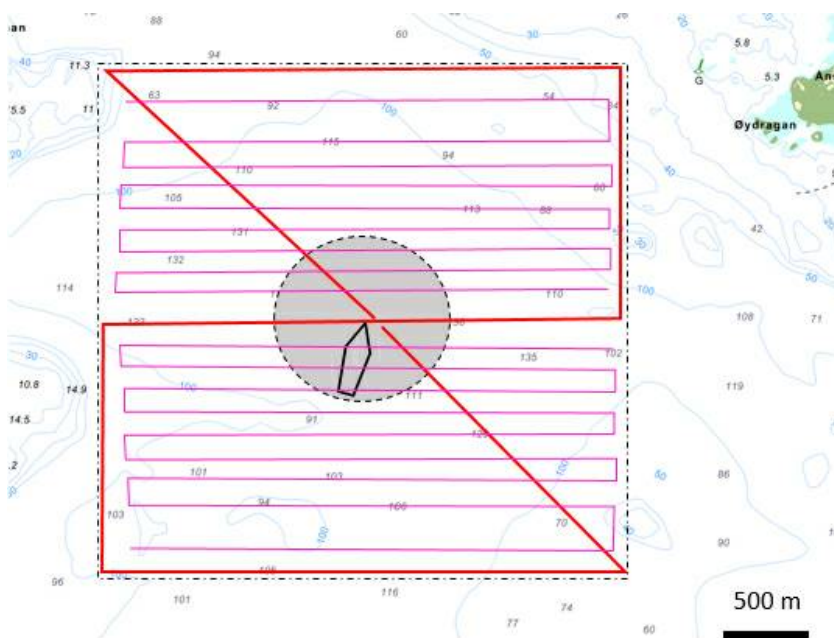
Ved enhver systematisk kartlegging anbefaler vi at man setter av tid også for 1-2 ikke planlagte undersøkelseslinjer. Disse ekstra videolinjene skal brukes for å avgrense området, dersom man langs undersøkelseslinjene finner levende korall. De skal også brukes hvis man under kartleggingen finner korallgrus, dødt korallskjelett eller annet som kan tyde på at det kan finnes levende korall i området som ikke har blitt kartlagt. Da bør områdene rundt disse funnene kartlegges mer nøyaktig. Der hvor man ved foten av de loddrette veggene finner hauger med korallgrus eller hornkorallskjelett finner man ofte levende korallkolonier på veggene ovenfor.



Figur 3. Kartlegging av lokalitet i en fjord med to dominerende strømretninger. **A.** Kartlegging med vertikale linjer langs bunn fra 300 m til 50 m dyp hver 100 m. Totalt 26 undersøkelseslinjer. **B.** Kartlegging med vertikale linjer langs bunn fra 300 m til 50 m dyp hver 100 m, og med linjer hver 50 m rett under anlegget. Totalt 29 undersøkelseslinjer. **C.** Kartlegging med vertikale linjer langs bunn fra 300 m til 50 m dyp hver 100 m, og med linjer hver 50 m rett under anlegget og 250 m fra anleggets ytterpunkt. Totalt 35 undersøkelseslinjer. **D.** Kartlegging med 50 m mellom hver linje under anlegget og 250 m ut fra anleggets ytterpunkt i hver retning, hver 100 m fra 300 m til 600 m i hver retning og kartlegging hver 200 m fra 600 m og opp til 1000 m fra anleggets ytterpunkt. Totalt 33 undersøkelseslinjer.



Figur 3. (forsets). **E.** Kartlegging ved bruk av horisontale linjer som følger dybdekoten på 300, 250, 200, 150, 100 og 50 m dyp. Totalt 6 horisontale undersøkelseslinjer. **F.** Kartlegging med horisontale linjer langs 250, 200 og 150 m dybdekonturen komplimentert med vertikale undersøkelseslinjer hver 100 m under anlegget og til 600 m fra anleggets ytterpunkt hver 200 m fra 600 til 1000 m. Totalt 22 vertikale og 3 horisontale undersøkelseslinjer.



Figur 4. Systematisk kartlegging av tenkt influensområde for et anlegg forankret på svai over relativt flat bunn nær sokkelen. Rød linje viser en første pilotundersøkelse av området. Rosa linjer viser parallelle horisontale linjer i en heldekkende undersøkelse av influensområdet, markert med svart stiplet linje. Grå farge viser området rett under anlegget.

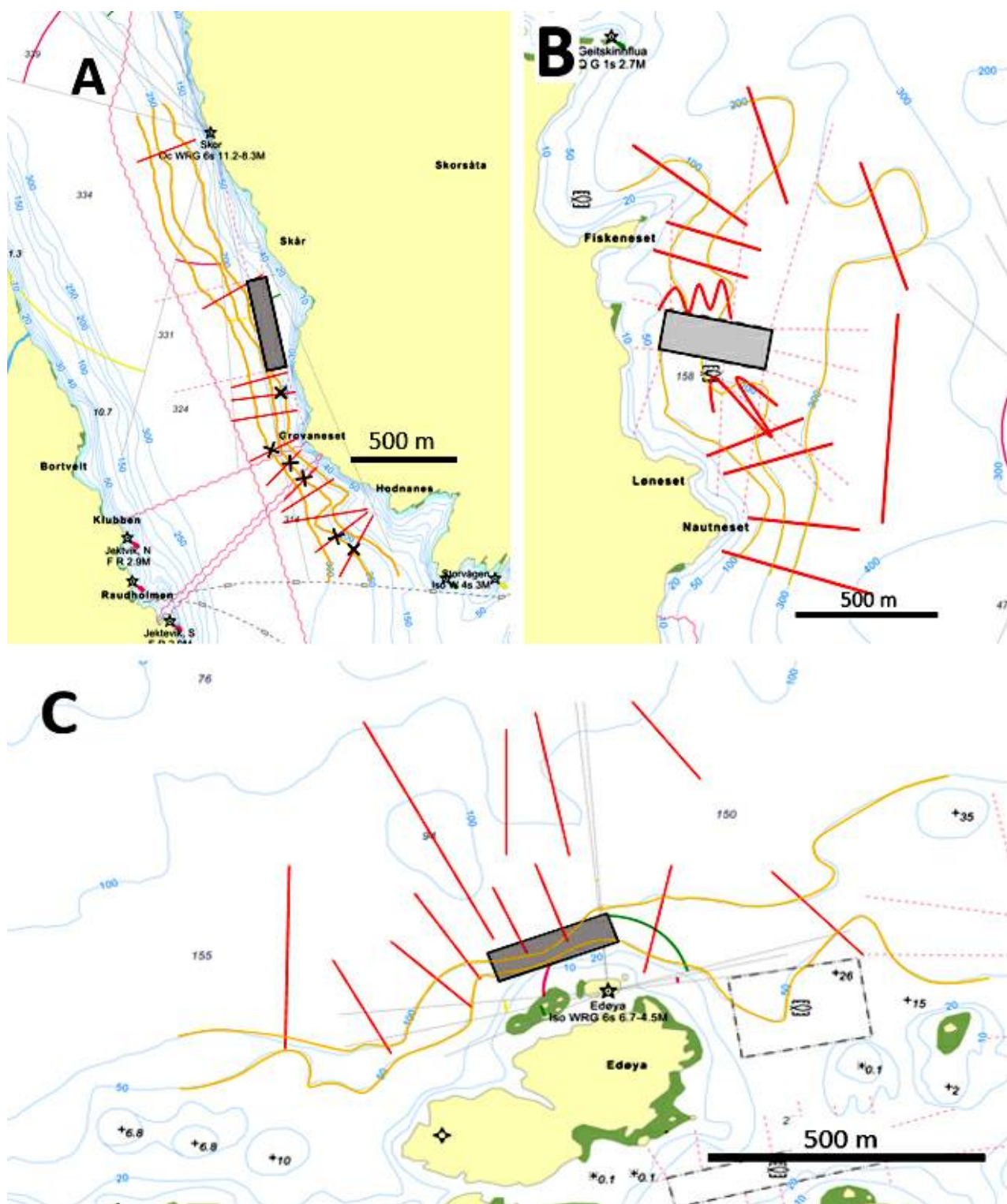
4.2.2 - Måltrettet kartleggingsdesign

Det kan i mange områder være hensiktsmessig å leite måltrettet etter korall og svamp. Ved bratte fjordlokaliteter kan det gjøres ved å kjøre en horisontal undersøkelseslinje i overgangssonen mellom den bratte fjellveggen og den myke sedimentbunn. I slike områder kan man finne korallgrus, dødt korallskjelett eller skjelett av døde hornkoraller (Figur 5), noe som er et godt tegn på at det må finnes levende korall i området, på veggene ovenfor. Haugene bør markeres på kartet og vertikale undersøkelseslinjene bør senere kjøres fra haugene og oppover langs fjellveggen (Figur 6 A). I tillegg bør det kjøres to horisontale undersøkelseslinjer lenger opp på fjellveggene. Her kan man finne hyller med korallgrus eller bratte vegger med korall og svamp. I andre områder kan det finnes topografiske element som krever nøyere granskning, for eksempel strømrrike nes, terskler eller forhøyninger på bløtbunn dypere enn 50 meter (figur 6 B og C). Figur 7 viser kartlegging de bratte veggene ved Straumsneset som er basert på funn av hauger med død korall i overgangssonen mellom bratt fjellvegg og sedimentbunn i fjorden. Undersøkelsen ved Huglhammaren (Figur 7) fokuserer på den loddrette fjellveggen på neset til Huglo.

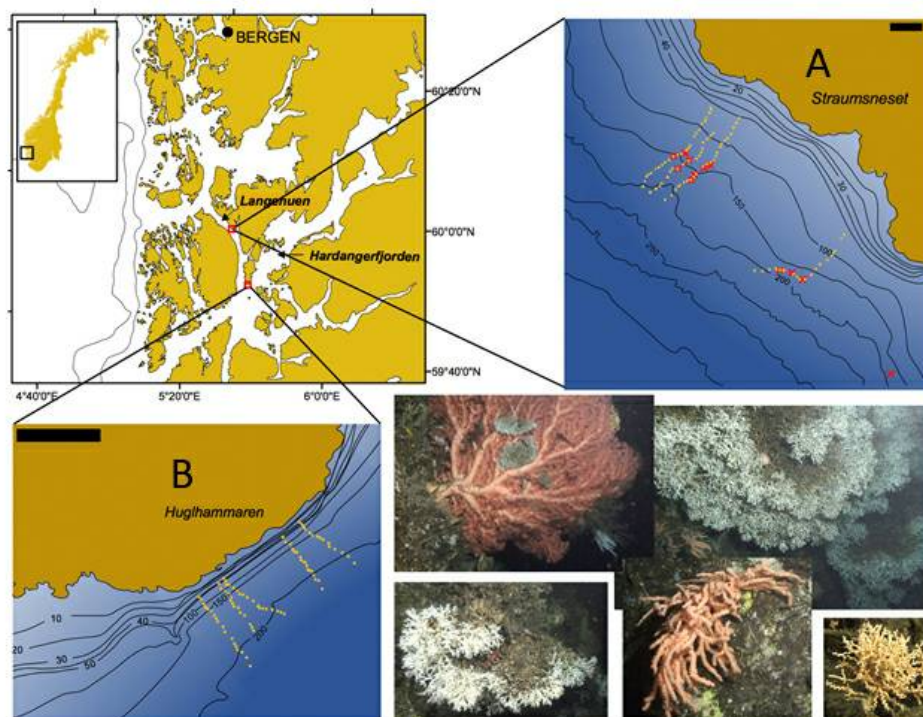
For anlegg plassert på sokkelen eller nært sokkelen over relativt flat bunn kan måltrettede undersøkelser være hensiktsmessig, for eksempel i områder hvor flerstråle-ekkolodd data indikerer at det finnes korallrev (Fjukmoen mfl 2019). Da vil visuelle undersøkelser brukes til å verifisere tilstedeværelsen av levende korall. Ved alle typer av måltrettede undersøkelser av akvakulturlokaliteter skal totalt minst 3-4 % av undersøkelsesområdet kartlegges. Tabell 1 viser tidsbruk og estimert tid for den tenkte kartleggingen presentert i dette avsnittet.



Figur 5. Rester av døde horn- og steinkoraller som har falt ned fra fjellveggen hvor de har vokst. Etter hundre til tusen talls av år med korallvekst på en bratt fjordvegg vil det ligge store hauger med dødt korallskjelett blandet med sediment i overgangssonen mellom den loddrette veggen og sedimentbunn.

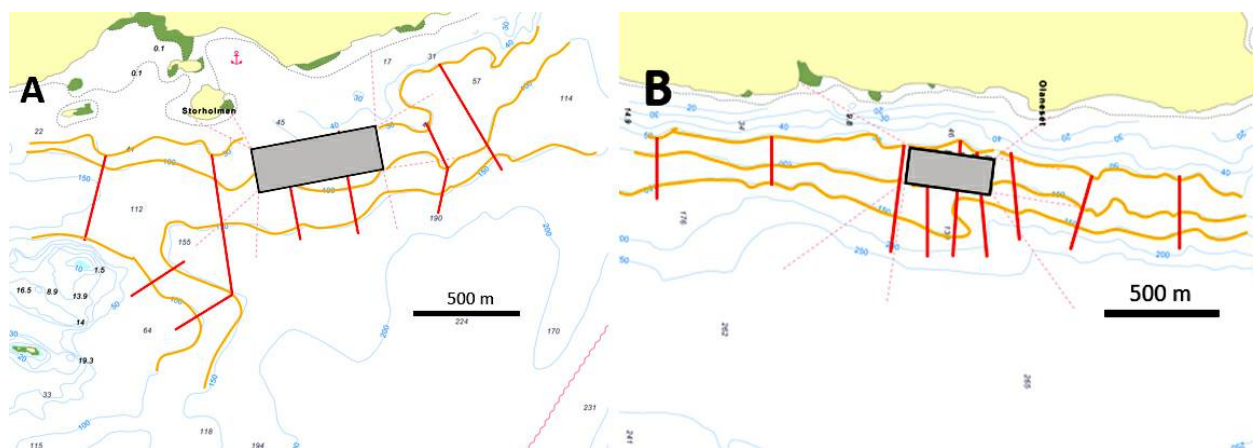


Figur 6. A. Kartlegging med horisontale linjer langs 300, 250 og 200 m dybdekonturen komplimentert med 6 målrettede vertikale undersøkelseslinjer (røde) på de plasser hvor man har detektert døde hornkorallskjelett eller korallgrus (markert med svart kryss). Totalt 12 vertikale og 3 horisontale undersøkelseslinjer. **B.** Kartlegging med horisontale linjer langs 300, 200 og 100 m dybdekonturen komplimentert med 10 + 2 målrettede vertikale undersøkelseslinjer (røde) over interessante topografiske formasjoner. Totalt 12 vertikale og 3 horisontale undersøkelseslinjer. **C.** Kartlegging med horisontale linjer langs 100 og 50 m dybdekonturen komplimentert med 12 målrettede vertikale undersøkelseslinjer (røde) over interessante topografiske formasjoner.



Figur 7. Kart som viser hvordan en målrettet undersøkelse over spesielt interessante observasjoner eller topografiske element kan se ut. Undersøkelsene ved Straumsneset (A) har en fokusert kartlegging basert på hvor man funnet hauger med død korall i overgangssonen mellom bratt fjellvegg og sediment bunn i fjorden. Undersøkelsen ved Huglhamaren (B) har en fokusering på den loddrette fjellveggen på neset til Huglo. I begge kartene er den svarte streken 50 m.

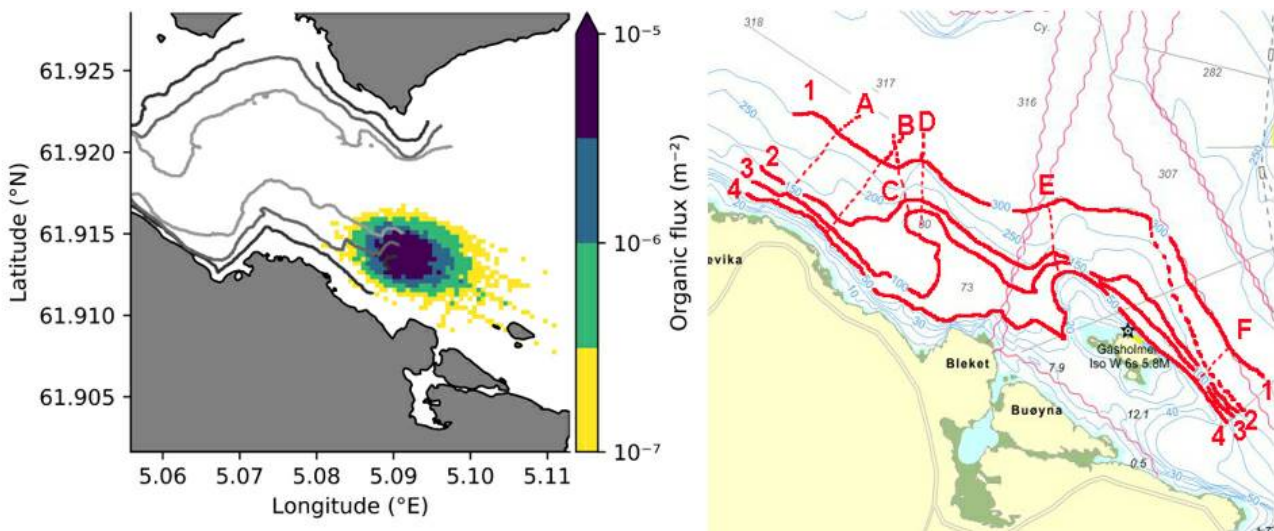
Også i områder som er topografisk mindre komplekse kan man finne betydelige forekomster av korall og svamp. Dette gjelder særlig i Nord-Norge hvor bunnen ofte består av grovere sedimenttyper og har et større innslag av stein og blokker. I disse områder har vi i dag liten kunnskap om eksakt hvor man finner svamp og korall slik at kartleggingslinjene kan, men ikke nødvendigvis må, legges over topografisk komplekse områder for å finne korall og svamp (Figur 8).



Figur 8 A. Kartlegging med horisontale linjer langs 150, 100 og 50 m dybdekonturen komplimentert med 8 målrettede vertikale undersøkelseslinjer (røde) over områder med nes og andre interessante formasjoner. **B.** Kartlegging med horisontale linjer langs, 150, 100 og 50 m dybdekonturen komplimentert med 9 målrettede vertikale undersøkelseslinjer (røde) fra merdkanten og 250 m mot fjordbassenget.

4.3 - Modellert spredning av partikler

Det finnes mange forskjellige modeller som er blitt brukt til å beregne spredning av partikler fra fiskeoppdrettsanlegg, for eksempel FVCOM (<http://fvcom.smast.umassd.edu/fvcom/>), FINEL3d (se <http://www.finel.nl/index.html>), GEMSS (<https://gemss.com/index.html>) og LADIM (se <https://github.com/bjornaa/ladim>). Modellene kan være av ulik kvalitet og mange av dem er mangelfullt validerte med sedimentasjonsdata fra naturen. Ulike kriterier for utslippene som f. eks om utslippene skjer fra et punkt eller en flate, eller hvilket dyp partiklene slippes fra, kan gi ulikt resultat. Inngangsdata, som gode strømm modeller og topografidata med høy oppløsning, er også viktige for å få et realistisk bilde av partiklenes spredning. Videre vil partikler på grunne bølgeeksponerte lokaliteter virvles opp igjen (horisontal resuspensjon) og komplisere bildet. På bratte fjellsider med god strøm vil en trolig ha en form for vertikal resuspensjon der partikler vil rutsje utfor og havne på hyller, i kløfter og på dyp bløtbunn. Vi vurderer det slik at ingen av modellene foreløpig er gode nok til å definere influensområdet med høy presisjon. Det jobbes med dette på flere hold og vi regner med at i løpet av det neste året kan dette være en realitet. Når disse tas i bruk vil vi rekommandere at spredning blir modellert for en lengre tidsperiode, for eksempel ett år eller en produksjonssyklus, for å produsere realistiske influensområder. Vi anbefaler også at det velges ut en modell som er tilgjengelig for alle og at man bruker den på lik måte, for alle lokaliteter. Dette ettersom forskjellige modeller kan produsere forskjellige influensområder. I eksemplet i figur 9 har vi modellert spredning fra en akvakulturlokalitet (LADIM) og laget et kartleggingsdesign basert på partikkelspredningsdata med en høyere innsats mot øst hvor den største delen av partikkelspredningen vil foregå. Kartleggingsområdet er utvidet med en buffersone på 250 meter i alle retninger for å ta høyde for usikkerhet i modellen og temporær variasjon i strømmønster.



Figur 9. Målt kartlegging av en akvakulturlokalitet der man har brukt en partikkelspredningsmodell (LADIM) for å beregne influensområdet. Kartleggingsområdet er utvidet med 250 meter i alle retninger for å ta høyde for usikkerhet i modellen.

4.4 - Kartleggingsinnsats

I den europeiske standarden for hardbunnsundersøkelser (EN 16260:2012) blir det anbefalt at de individuelle undersøkelseslinjene må være minst så lange at en økning av linjelengden på 10 % ikke medfører en økning av artsrikdom på mer enn 10 %. I heterogene områder (slik som korall- og svampsamfunn normalt er) anbefaler den europeiske standarden for hardbunnsundersøkelser en linje med minste lengde på 500 m. Da hensikten med bunnundersøkelsene i dette tilfelle er å kartlegge bunn under akvakulturanlegg og dets influensområde vil vi ikke forholde oss til denne regelen for hver enkelt undersøkelseslinje, men lar linjenes lengde begrenses av størrelsen på influensområdet. Vi har testet hvor høy kartleggingsinnsatsen må være for at man med høy sikkerhet skal klare å dokumentere korall og svamp dersom de er til stede i akvakulturområdet (se vedlegg 2, Kartlegging ved dyp hardbunnslokalitet - Hornaneset). Denne undersøkelsen viser at dersom man velger systematisk kartlegging, så bør denne gjøres med en tetthet på 50 m mellom hver undersøkelseslinje i fjordene rundt Bergen. Dette innebærer innsamling av visuelle data av 6.5 % av undersøkelsesområdet. Vi ser at en så omfattende undersøkelse kan bli for tidkrevende og vanskelig å få gjennomført. Vi vil derfor anbefale at man kartlegger med denne intensitet i det området hvor vi forventer størst effekt, i området under anlegget og 250 meter ut fra merdkant i alle retninger legges videolinjene med maksimalt 50 meters avstand. Linjene kan legges med større avstand i resten av undersøkelsesområdet. Det totale arealet av videolinjene skal dekke minst 3-4 % av arealet i undersøkelsesområdet uavhengig av valgt kartleggingsdesign. Det totale arealet av undersøkelsesområde beregnes som sjøoverflateareal og arealet av videolinjene beregnes ved hjelp av synsfeltet på bunnen og linjens lengde. Med en målrettet undersøkelsesdesign kan man klare å oppdage steinkorall og hornkorall med en betydelig mindre innsats, ved å undersøke 3-4 % av influensområdet. Kravet til areal som skal dekkes i en målrettet undersøkelse vil være det samme som for systematiske kartleggingsdesign, men her er ikke kravet om maksimalt 50 meters avstand mellom linjene gjeldende. Ved en målrettet undersøkelse må man bruke den ansvarlige marinbiologens kunnskap om hvor det er sannsynlighet for å finne korall og svamp i influensområdet til anlegget.

Tabell 1. Estimert tidsbruk* og prosent undersøkt areal for en tenkt kartlegging av havbunn ved en ny akvakulturlokalitet. Merk at noen av eksemplene som er gitt her ikke dekker tilstrekkelig areal (3-4 %).

Kartleggingsalternativ	Vertikale linjer (antall)	Horisontale linjer (antall)	Total tidsbruk (t)	% kartlagt areal
3A	26	-	39	2.9
3B	31	-	47	3.5
3C	37	-	56	4.2
3D	33	-	50	3.7
3E	-	6	27	3.8
3F	22	3	35	4.4
4	-	22 ¹	22	1.8
6A	12	3	36	3.2
6B	12	3	32	2.8
6C	12	2	35	2.5
8A	8	3	28	2.0
8B	9	3	23	2.3

*Estimert tid er 1 time for en vertikal undersøkelseslinje og 4 timer for en horisontal undersøkelseslinje. I tiden inngår tillegg for justering av båtens posisjon for hver ny undersøkelseslinje på 0.5 h. % kartlagt areal er beregnet med et synsfelt på 2.5 m og et totalareal av undersøkelsesområdet på 1 000 000 m² for kartleggingsalternativ i Figur 3A-F, Figur 6: 6A og 6B; 9 000 000 m² og 750 000 m² for kartleggingsalternativ 6C; 1 750 000 m² for kartleggingsalternativ i Figur 7A (Straumsneset) og 1 250 000 m² for figur 7B (Huglhammaren). Undersøkelseslinjene er splittet opp i 22 linjer á 3 km for beregningene.

5 - VIDEO- OG BILDEANALYSER

Videolinjene både fra systematisk og målrettet kartlegging skal analyseres på samme måte og slik at nøyaktig informasjon om korall- og svampforekomster i undersøkelsesområdet blir generert. Videolinjene skal analyseres på en slik måte at nøyaktig informasjon om korall- og svampforekomster i undersøkelsesområdet blir generert. Det kan gjøres enten gjennom analyse av video (såkalt kontinuerlig analyse) eller gjennom analyse av stillbilder (så kaldt diskontinuerlig analyse). Gode estimat av tetthet og størrelse på bunnfauna som står på rødlisten for arter og/eller naturtyper, eller regnes som særlig sårbar ifølge OSPARS habitatliste er særlig viktig for den senere evalueringen av bruk av lokaliteten.

5.1 – Kontinuerlig analyse

Den kontinuerlige analysen omfatter registrering av alle korall- og svampindivider eller kolonier fra videofilmene. For dette arbeidet er det mest hensiktsmessig å bruke programvare som kobler observasjoner av fauna og substrat fra videofilmene til informasjon fra posisjonsfilen (via tidskoder) slik at hver faunaobservasjon blir loggført med en posisjon. Det finnes flere gode programvarer for dette. VARS (MBARI - Monterey Bay Aquarium Research Institute, USA) eller OFOP (SAMS - Scientific Abyss Mapping Service, Germany) blir hyppig brukt for annotering av video samlet inn med ROV og videolede. For mer informasjon om egenskapene til disse og andre programvarer for annotering av videodata se Gomes-Pereira mfl. (2016). Annoteringsprogramvarene har det til felles at de genererer en tekst eller CSV-fil der alle artsobservasjoner er georefererte. En slik datafil kan også lages manuelt. Det er viktig å sørge for at det også genereres informasjon om hvor stort synsfeltet er, slik at det totalt observerte arealet kan regnes ut for hver undersøkelseslinje.

5.2 – Diskontinuerlig analyse

Den diskontinuerlige analysen omfatter analyser av stillbilder tatt med regelmessige intervall med stillbilde kamera eller stillbilder tatt ut fra videofilmen. Det er viktig at stillbildene tas med regelmessige intervall, vi anbefaler at man bruker for eksempel hver 30. sekund eller hver tiende meter, for å generere korrekte tetthetsestimat av artene langs observasjonslinjene. Krav til bilder som skal analyseres er at bilde skal være tatt med omtrent 45-90° vinkel til substratet, laseren skal være tydelig til stede i senter av bildet, bildet skal være skarpt og skal ikke overlappe med tidligere analysert bilde. Hvis man ved en diskontinuerlig analyse «hopper over» strekninger med korall eller svamp eller andre interessante arter bør det gjøres et notat om dette, særlig hvis man er i et område med lave tettheter eller ingen andre observasjoner av korall og svamp. Disse ekstra observasjonene fra sekvenser som ikke omfattes av analysen skal ikke brukes når tetthetsmålene blir generert. Bildeanalyser kan gjøres i programvaren Biigle (Langenkämper mfl. 2017) men se Gomes-Pereira mfl. (2016) for alternative programvarer.

5.3 – Registrering av fauna

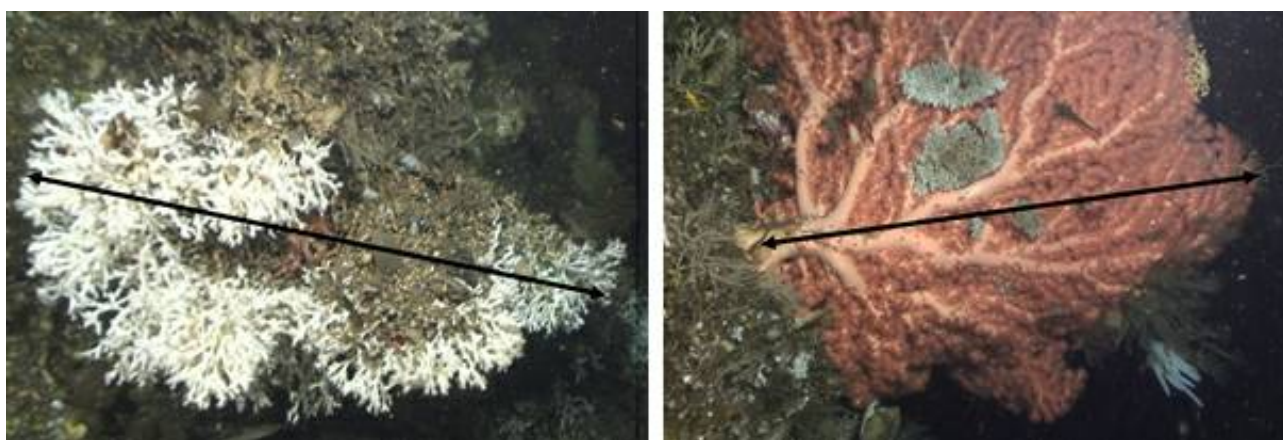
Faunaanalysene omfatter telling av individ/kolonier av korall og svamp observert langs undersøkelseslinjene, samt målinger av størrelsen på sjøtre *Paragorgia arborea* og øyekorall *Lophelia pertusa*. Disse målingene er begge kritiske for en evaluering av lokalitetens sårbarhet for menneskeskapt påvirkning. Tetthet, diversitet, og utbredelse er essensiell informasjon for å vurdere om funn av korall og svamp er av tilstrekkelig høy tetthet og utbredelse, for at området skal klassifiseres som for eksempel en korallskog eller svampområde (OSPAR Agreement 2008-7, Henry og Roberts 2014). Aldersfordeling brukes til å vurdere rekruttering, dødelighet og den generelle helsetilstanden til populasjoner av kaldtvannskoraller (Mortensen og Buhl-Mortensen 2005, Watanabe mfl. 2009, Gori mfl. 2013). Kontinuerlig tilførsel og rekruttering av larver, indikert gjennom tilstedeværelsen av kolonier av mange forskjellige størrelsesklasser, kan være kritisk for å opprettholde en korallbestand.

Alle koraller og store svamper (>5 cm i diameter) og som bidrar til å bygge naturtypene korallrev, korallsskoger eller svampområder skal bestemmes til art, slekt eller morfotype. Da mange svamper er veldig vanskelig å identifisere til art

fra videobilde er de i identifikasjonsguiden delt inn morfotyper (se tabell og bilder i vedlegg 3). De arter, slekter eller former som skal registreres er listet i Fauna identifikasjonsguide, vedlegg 3. Merk at nye arter kan bli lagt til alt ettersom kunnskapen om dypvannskorall og svamp i Norge øker. For solitære arter skal alle enkeltindivider telles. For kolonier som hornkoraller eller sikksakk-korallen skal alle kolonier telles. *Lophelia pertusa* kolonier telles eller registreres som dekningsgrad hvis det ikke er mulig å skille ut kolonier, slik som tilfellet er hvis man treffer på et ordentlig rev. For hvert bilde eller videostrekning skal det observerte arealet beregnes og tettheten for hver art/slekt/morfotype beregnes. Geografisk referanse må være til stede til hvert bilde (hvis man analyserer bilder) og til hver artsobservasjon, hvis man analyserer videofilmer.

Hvis man observerer sjøtre *Paragorgia arborea* eller øyekorall *Lophelia pertusa* skal størrelsen måles på de ti første koloniene man observerer på hver undersøkelseslinje (hvis det finnes så mange). Størrelsen måles som maksimal diameter (bredde eller høyde) av den levende delen av kolonien (se figur 10).

Andre særlig interessante observasjoner som ikke er korall og svamp bør noteres, men skal ikke inngå i analysedata.



Figur 10. Eksempel på måling av diameter (høyde eller bredde) på kolonier av øyekorall og sjøtre.

5.4 – Registrering av substrat

For alle bilder som blir analysert skal bunnssubstrat loggføres. Ved analyse av videofilmer skal bunnssubstrat loggføres for hver artsobservasjon. Bunnssubstrat loggføres i fire kategorier som følger den Europeiske standarden for visuell kartlegging av sjøbunn på dype lokaliteter (EN 16260:2012). I tillegg brukes to klasser for bunnssubstrat som skapes av steinkoraller og som indikerer at det kan finnes samfunn av levende steinkoraller i nærheten, nemlig korallgrus og dødt korallskjelett. Hvis bildet inneholder flere typer bunnssubstrat, skal normalt kun den dominerende klassen benyttes. Observasjoner av korallgrus og dødt korallskjelett skal uansett alltid loggføres.

- Fast fjell & store blokk: >630 mm (**FF**)
- Veldig grovt sediment: 63-630 mm (**St**)
- Grovt sediment (sand & grus): 0.063-63 mm (**G**)
- Silt & leire: < 0.063 (**S**)
- Korallgrus (**KG**)
- Dødt korallskjelett (**DK**)

5.5 – Annet

Det finnes mange forskjellige programvarer som kan brukes for å generere tetthetsestimat fra video og bilder. Vi vil ikke spesifisere hvilken programvare som bør brukes, men man kan bruke det programmet man har lisens på og/eller kjenner godt. Hvilken programvare som brukes til de forskjellige momentene i kartleggingsarbeidet skal loggføres. Dersom man mister geoposisjonerings-signaler underveis i undersøkelseslinjen, f. eks i bratte fjellvegger, kan man ved

hjelp av interpolasjon av geodata og tid beregne den geografiske posisjonen til artsobservasjonene.

Alle videofiler som genereres ved kartleggingen bør lagres i en offentlig database og være tilgjengelig for nye analyser ved seinere tilfelle. Metadata og posisjonsfiler til enhver videolinje skal legges ved, liksom fauna og substrat annoteringene.

6 - DATA ANALYSE

Uavhengig om data har blitt generert fra kontinuerlig eller diskontinuerlig analyse skal dataanalysen følge samme metodikk. Data bør analyseres med en høyere romlig oppløsning enn selve undersøkelseslinjene, men med en lavere oppløsning enn hver enkeltobservasjon for video eller hvert stillbilde for stillbildeanalyser.

6.1 - Datapunkt

Vi anbefaler at det genereres datapunkter med en romlig oppløsning på 50 m slik at man for en 1-km lang undersøkelseslinje genererer omtrent 20 datapunkter (ett datapunkt = 50 meter videolinje) med artsinformasjon. Det betyr at for datatabeller generert med kontinuerlig analyse av video skal observasjonene summeres slik at analysen gjelder for en 50 m lang linje. For datatabeller generert med stillbildeanalyse skal informasjonen fra stillbilder summeres slik at de sammen representerer den 50 m lange linjen. For hvert datapunkt skal antall observerte individ/olonier av hver art angis, sammen med dominerende substrat og observert areal (se Tabell 2). Lengdegrad og breddegrad angis for senterpunktet av den 50 m lange videolinjen.

Tabell 2. Artsobservasjoner for kartlagte datapunkter.

Linje	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
Datapunkt	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	A	B
Lengdegrad																						
Breddegrad																						
Substrat	FF	FF	FF	FF	FF	St	St	S	S													
Area (m2)	78	76	74	..	..	..	..	..	..													
<i>Lophelia pertusa</i>	.	.	.	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Madrepora oculata</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paragorgia arborea</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primnoa resedaeformis</i>	.	.	.	.	1	3	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	.	.	.	1	3	2	1	.	.
.....	.	.	.	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1
.....	1	2	1	.	.	.	.	.	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

6.2 - Beregning av tetthet

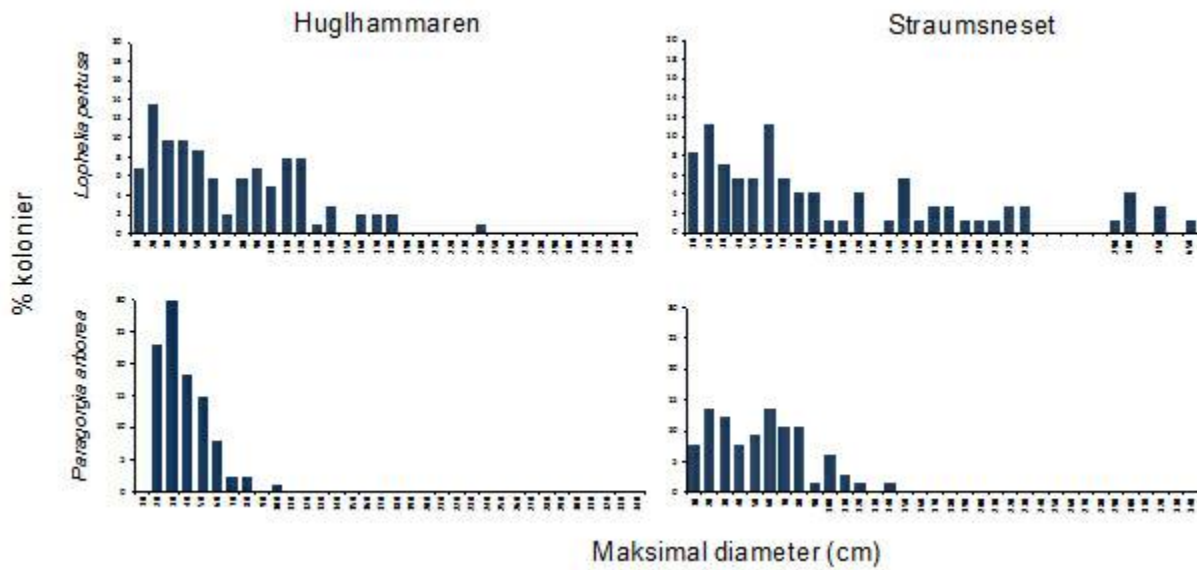
For hvert datapunkt skal tetthet (individ/m²) av alle arter beregnes ved hjelp av informasjon om det observerte arealet. I tillegg skal gjennomsnittstetthet ($\pm$ standard avvik) og maksimums tettheter for alle arter på hver undersøkelseslinje beregnes.

6.3 - Artsrikdom

Det totale antallet korall og svamparter (artsrikdom) skal presenteres for hvert datapunkt (gjelder arter, slekter og morfotyper). I tillegg skal den gjennomsnittlige artsrikdommen for hver undersøkelseslinje og område presenteres.

6.4 - Størrelse av sjøtre og øyekoraller

Resultatene skal presenteres i tabellform med data fra hver enkelt måling, samt gjennomsnittsstørrelse ($\pm$ standard avvik), maksimums- og minimumsstørrelse for sjøtre *Paragorgia arborea* og øyekorall *Lophelia pertusa* i undersøkelsesområdet som helhet, ikke for hver undersøkelseslinje. Størrelsesfordelingen av kolonier av de to artene i undersøkelsesområdet skal plottes i histogram (se Figur 11).



Figur 11. Størrelsesfordeling av øyekorall- og sjøtrekolonier observert ved Huglhammaren og Straumsneset.

7 - RAPPORT

7.1 - Kart og dataformat

Rapporten fra kartleggingsarbeidet skal inneholde GIS kart over substrattyper som har blitt observert langs undersøkelseslinjene, samt individuelle GIS kart over observerte tettheter av dominerende korall og svamper.

Vi anbefaler at for hvert datapunkt skal det i tabellform presenteres tall på tettheter for hver art (individ eller kolonier/m²) (Tabell 3). For hver undersøkelseslinje og undersøkelsesområde skal gjennomsnittstetthet ($\pm$ standardfeil) og maksimums tettheter for alle korall- og svamparter presenteres (se eksempel i Tabell 4), sammen med den gjennomsnittlige diversiteten og artsrikdommen for undersøkelsesområdet (se Tabell 5). Størrelsesfordelingen av sjøtre og øykoraller i undersøkelsesområdet skal presenteres som histogram (Figur 11).

Tabell 3. Eksempel på beregning av tetthet (kolonier/individ m²) av korall- og svamparter i datapunkter langs undersøkelseslinjer ved Hugelhamaren (Langenuen, Vestland).

Område	Linje	Datapunkt	Dyp	Substrat	Lophelia	Madrepora	Paragorgia	Primnoa	Paramuricea	Swiftia	Anthothela	Clavularia	Fingerformet	Traktformet	Massiv 1	Massiv 2	Tykk skålførme	Pores	bulkeformet
H	T0	A	200	FF	0,126	0,081	0,071	0,047	0	0	0	0	0	0	0,127	0	0	0	0,052
H	T0	B	190	FF	0	0	0,061	0,209	0	0	0,184	0	0	0	0,176	0,037	0	0	0,213
H	T0	C	180	FF	0,361	0,479	0,112	0,519	0,112	0	0,429	0	0	0	0	0,054	0	0	0,469
H	T0	D	170	FF	0,106	4,543	0	0	0,082	0	0	0	0,401	0	0,578	0	0	0	0,140
H	T0	E	160	FF	0,140	4,289	0	0,096	0	0	0	0	0,350	0	0,420	0	0	0	0,222
H	T0	F	150	FF	0,409	3,765	0	0	0,276	0	0	1,719	0,306	0	0,408	0,072	0	0	0,321
H	T0	G	140	FF	1,172	2,969	0,029	0,088	0,038	1,082	0	0	0,183	0	0,151	0,110	0	0	0,106
H	T0	H	130	FF	1,041	1,356	0,093	0	0	0	0,159	0	0,042	0	0,334	0,051	0	0	0,143
H	T0	I	120	FF	1,015	0,665	0	0,399	0	1,329	0,255	0	0,078	0	0,498	0	0	0	0,622
H	T0	J	110	FF	1,390	0	0	0,299	0	0	0	0,641	0,056	0	0,207	0	0	0	0,485
H	T0	K	100	FF	0,421	0	0	0,168	0	3,748	0	0,252	0,469	0	0,156	0	0	0	0,505
H	T0	L	90	FF	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0
H	T3	A	200	FF	0,027	0	0,034	0	0	0	0	0	0	0	0,134	0	0	0	0,027
H	T3	B	190	FF	0	0	0	0	0,127	1,905	0	0	0,376	0	0,103	0	0	0	0
H	T3	C	180	FF	0,072	0,248	0	0	0,139	0,317	0	0	0,038	0	0,032	0	0	0	0
H	T3	D	170	FF	0	0	0,127	0,351	0,059	0	0	0	0	0	0,122	0	0	0	0,000
H	T3	E	160	FF	0,262	0,893	0,163	0,895	0,021	0	0,100	0	0,046	0	0,343	0	0	0	0,032
H	T3	F	150	FF	0,577	0,440	0,313	0,242	0,020	0	0	0	0,030	0	0,135	0,071	0	0	0,120
H	T3	G	140	FF	0,530	0,242	0,147	0,643	0	0	0,174	0	0	0	0,450	0,040	0	0	0,222
H	T3	H	130	FF	0,369	0	0,075	0,327	0	0	0,225	0	0,134	0	0,360	0,141	0	0	0,113
H	T3	I	120	FF	0,148	0	0	0,129	0	2,642	0,119	2,668	0,637	0	0,178	0,079	0	0	0,736
H	T3	J	110	FF	0	0	0	0	0	5,924	0,085	3,408	0,577	0	0,185	0	0	0	0,587
H	T3	K	100	FF	0	0	0	0	0	27,377	0	0	0	0	0	0	0	0	0,427
H	T3	L	90	FF	0	0	0	0	0	2,820	0	0	0,086	0	0	0	0	0	0

Tabell 4. Eksempel på beregning av tetthet av de vanligste korall- og svampartene ved undersøkelsesområdene Hugelhamaren og Straumsneset (Langenuen, Vestland), observert med ROV, fem undersøkelseslinjer på 50-200 m dyp i hvert område.

Tetthet (individ eller kolonier m ⁻²)		Hugelhamaren		Straumsneset	
		gjennomsnitt	maks	gjennomsnitt	maks
Korall	<i>Lophelia pertusa</i>	0.28	1.39	0.12	1.55
	<i>Madrepora oculata</i>	0.59	4.52	0.66	3.43
	<i>Paragorgia arborea</i>	0.16	1.77	0.21	1.05
	<i>Primnoa resedaeformis</i>	0.28	1.46	0.07	0.73
	<i>Swiftia pallida</i>	3.28	27.38	0	0
Svamp	<i>Phakellia ventilabrum</i>	0.55	3.75	1.05	5.77
	<i>Mycale lingua</i>	0.27	1.88	0.09	0.53
	<i>Geodia barretti</i>	0.25	1.38	0.26	1.25
	<i>Antho dichotoma</i>	0.23	1.58	0.15	1.00
	<i>Poecillastra compressa</i>	0.14	1.23	0.07	0.46

Tabell 5. Diversitet av koraller og svamper for de loddrette fjellveggene ved Hugelhamaren og Straumsneset, Langenuen, Vestland. Verdier er gjennomsnittsverdier for undersøkelseslinjer tatt i de to undersøkelsesområdene $\pm$ standardfeil.

	Huglhammaren	Straumsneset
Artsrikdom (S)	12.63±0.70	10.12±0.62
Shannon's diversitet (H)	1.70±0.70	1.56±0.07
Simpson's diversitet (D)	0.67±0.03	0.68±0.02
Pilou's Evenness (J')	0.28±0.01	0.34±0.02

Hvis det finnes publiserte data av tettheter av korall og svamp i nærliggende områder, bør disse tas med i en oversiktstabell. Det er viktig å være oppmerksom på at tettheter estimert fra video genererer lik gjennomsnittsverdi som tettheter estimert fra stillbilde-analyser, men maksimums tetthet er generelt høyere ved video analyser. Derfor må man ta høyde for dette hvis man skal foreta en sammenligning av ulike områder. Rapporten bør ikke inneholde tolking av lokalitetens sårbarhet, verdi eller egnethet som akvakulturlokalitet. Den evalueringen bør tas av forvaltningen basert på data presentert i rapporten. Feltskjema (vedlegg 1, Tabell 1) skal fylles ut for hver undersøkelseslinje og være med som vedlegg.

7.2 – Etterarbeid og kvalitetskontroll

Vi anbefaler at forvaltningsmyndighetenes saksbehandlere kvalitetssikrer undersøkelsene og vurderer om lokaliteten er egnet for akvakultur. Etter hvert som mer kunnskap om de ulike artenes toleransegrenser, tetthetsvurderinger og verdisetting kommer på plass anbefaler vi at saksbehandlere får opplæring i hvordan slike undersøkelser bør vurderes slik at man får tilnærmede like vurderinger langs hele kysten.

8 - Litteraturliste

Artsdatabanken (2018). Norsk rødliste for naturtyper 2018.

Buhl-Mortensen P, Bakken T, Oug E, Rapp HT (2018) Marint Dypvann. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken. Hentet (03.02.2020) fra www.artsdatabanken.no/Pages/260223.

Burgos JM, Buhl-Mortensen L, Buhl-Mortensen P, Olafsdottir SH, Steingrund P, Ragnarsson SA, Skagseth Ø (2020) Predicting the distribution of indicator taxa of vulnerable marine ecosystems in the Arctic and sub-Arctic waters of the Nordic seas. *Frontiers of Marine Science* 7: 131 doi: 10.3389/fmars.2020.00131

Cathalot C, Van Oevelen D, Cox T, Kutti T, Lavaleye M, Duineveld G, Meysman FJR (2015) Cold-water coral reefs: hotspots of benthic carbon cycling in the deep-sea. *Frontiers in Marine Science* 2:37. doi:10.3389/fmars.2015.00037

Direktoratet for naturforvaltning (2007) Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN Håndbok 19-2001 Revidert 2007. 51 s

Dumke I, Purser A, Marcon Y. mfl. (2018) Underwater hyperspectral imaging as an in situ taxonomic tool for deep-sea megafauna. *Scientific Reports* 8, 12860

EN 16260 (2012) Water quality – Visual seabed surveys using remotely operated and/or towed observation gear for collection of environmental data. European Standard. EN 16260:2012 E.

Fjukmoen Ø. (2019) Handbook. Species and Habitats of environmental concern. DNV GL Report 2019-007. 63 sider.

Freiwald A, Beuck L, Wisshak M (2012) Korallenriffe im kalten Wasser des Nordatlantiks - Entstehung, Artenvielfalt und Gefährdung. In: Beck E (ed) *Die Vielfalt des Lebens*. Wiley-VCH, Weinheim, pp 89-96.

Gomes-Pereira JN, Auger V, Beisiegel K, Benjamin R, Bergmann M, Bowden D. (2016) Current and future trends in marine image annotation software. *Prog. Oceanogr.* 149, 106–120.

Gori A, Orejas C, Madurell T, Bramanti L, Martins M, Quintanilla E, Mari-Puig P, Lo Iacono C, Puig P, Requena S, Greenacre M, Gili JM (2013) Bathymetrical distribution and size structure of cold-water coral populations in the Cap de Creus and Lacaze-Duthiers canyons (Northwestern Mediterranean). *Biogeosciences* 10: 2049-2060.

Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge

Henry LA, Roberts JM (2014). Developing an interim technical definition for Coral Gardens specific for UK waters and its subsequent application to verify suspected records. JNCC Report No. 507

Huvenne VAI, Tyler PA, Masson DG, Fisher L, Hunton C, Hühnerbach V, Le Bas T, Wolff GA (2011) A picture on the wall: Innovative mapping reveals cold-water coral refuge in submarine canyon. *PLoS ONE* 6. e28755

Husa V, Kutti T, Grefsrud E, Agnalt AL, Karlsen Ø, Bannister R, Samuelsen O, Grøsvik BE (2016) Effekter av utslipp fra akvakultur på spesielle marine naturtyper, rødlista habitat og arter – Kunnskapsstatus. Rapport fra Havforskningen Nr 8-2016

Kazanidis G, Vad J, Henry L-A, Neat F, Berx B, Georgoulas K, Roberts JM. (2019) Distribution of Deep-Sea Sponge Aggregations in an Area of Multisectoral Activities and Changing Oceanic Conditions. *Frontiers of Marine Science* 6:163.

Klitgaard, A.B., (1995) The fauna associated with outer shelf and upper slope sponges (Porifera, Demospongiae) at the Fareo Islands, northeastern Atlantic. *Sarsia* 80, 1–22.

Kupka Hansen P, Bannister R, Husa V (2011) Utslipp fra matfiskanlegg- Påvirkning på grunne og dype hardbunnslokaliteter. Rapport fra Havforskningen 21-2011. 25 sider.

Kutti T, Johnsen IA, Skaar KS, Ray JL, Husa V and Dahlgren TG (2020) Quantification of eDNA to Map the Distribution of Cold-Water Coral Reefs. *Frontiers of Marine Science* 7:446 doi: 10.3389/fmars.2020.00446

Kutti T, Krogness C, Husa V (2016). Effekter av utslipp av oppdrettsfôr på svamp. Rapport fra Havforskningen Nr. 1-2016.

Kutti T, Nordbø K, Bannister RJ, Husa V (2015). Oppdrett kan true korallrev i fjordane. Havforskningsrapporten – Akvakultur. 38-40.

Kutti T, Bannister RJ, Fosså JH (2013) Community structure and ecological function of deep-water sponge grounds in the Traenadypet MPA-Northern Norwegian continental shelf. *Continental Shelf Research* 69: 21-30.

Langenkämper D, Zurowietz M, Schoening T, Nattkemper TW. (2017) Biigle 2.0 – Browsing and Annotating Large Marine Image Collections. *Front. Mar. Sci.* 28.

Lim A, Kane A, Amanbec A, Wheeler AJ (2018) Sea-bed image acquisition and survey design for cold water coral mound characterization. *Marine Geology* 395: 22-32.

Maier S, Bannister RJ, van Oevelen D, Kutti T (2019) Seasonal controls on the diet, metabolic activity, tissue reserved and growth of the cold-water coral *Lophelia pertusa*. *Coral reefs*. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01886-6>

Mortensen PB, Rapp HT (1998) Oxygen and carbon isotope ratios related to growth line patterns in skeletons of *Lophelia pertusa* (L)(Anthozoa:Scleractinia): implications for determination of linear extension rates *Sarsia* 83:433-446.

Mortensen PB, Buhl-Mortensen L (2005) Morphology and growth of the deep-water gorgonians *Primnoa resedaeformis* and *Paragorgia arborea*. *Marine Biology* 147: 775-788.

OSPAR (2000) Background Document for Sea-pen and Burrowing megafauna communities

OSPAR (2008) Descriptions of Habitats on the OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. OSPAR Agreement 2008-07. https://www.ospar.org/site/assets/files/1892/coral_gardens_definition.pdf. 26.10.2020.

OSPAR (2008) Descriptions of Habitats on the OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. OSPAR Agreement 2008-07. https://www.ospar.org/site/assets/files/1892/deep_sea_sponge_aggregations_definition.pdf 26.10.2020.

Sundahl H, Buhl-Mortensen P, Buhl-Mortensen L (2020) Distribution and suitable habitat of the cold-water corals *Lophelia pertusa*, *Paragorgia arborea* and *Primnoa resedaeformis* on the Norwegian Continental shelf. *Frontiers of Marine Science*. 7:213 doi: 10.3389/fmars.2020.00213

Watanabe S, Metaxas A, Sameoto J, Lawton P (2009) Patterns in abundance and size of two deep-water gorgonian octocorals, in relation to depth and substrate features off Nova Scotia. *Deep-Sea Research* 56: 2235-2248.

9 - Vedlegg 1-FELTSKJEMA

Tabell 1. Feltskjema for loggføring av stasjonsdata og farkost informasjon. Kabellengde og taueretning noteres kun for sleperigg.

Fartøy		Farkosttype/navn	
Toktnummer		Kamera 1	
Undersøkelsesnummer		Kamera 2	
Prosjekt		Kamera 1 tilt	
Dato		Kamera 2 tilt	
Stasjonsnummer		Lyskilde/styrke	
Observasjonslinje nr.			
Hydroakustisk posisjoneringsutstyr		Vindstyrke (m/s)	
Kartdatum & projeksjon		Vindretning (°)	
		Bølgehøyde	
Videolinjens startpunkt (Farkost på bunn)		Tid	
		Lengdegrad	
		Breddegrad	
		Bunndyp	
Videolinjens sluttspunkt (Farkost forlater bunn)		Tid	
		Lengdegrad	
		Breddegrad	
		Bunndyp	
		Tid på bunn	
		Fart (knop)	
		Max. Dyp (m)	
		Min. Dyp (m)	
		Taueretning (°)	
		Kabellengde (m)	

Andre observasjoner:

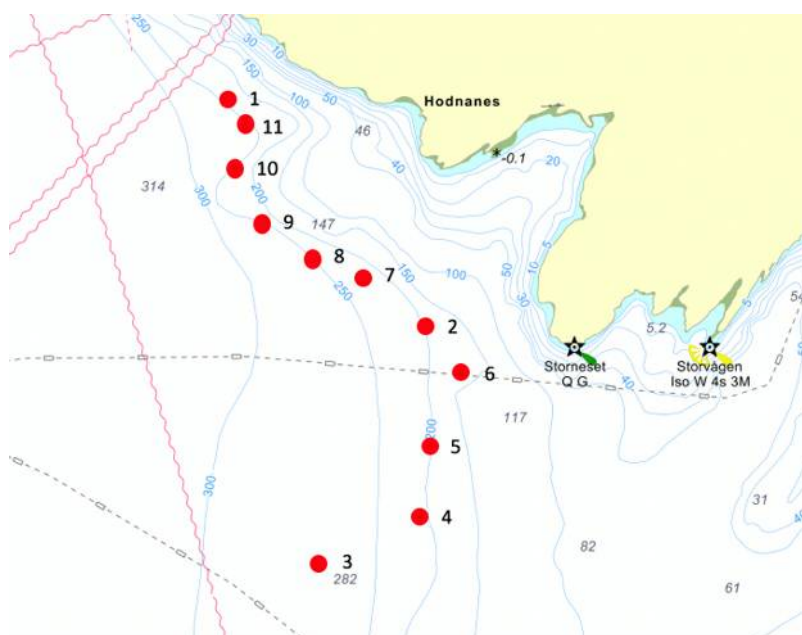
Kartlegging av dyp hardbunnslokalitet – Hornaneset

Kartleggingsfartøy: Kristine Bonnevie

Kartleggingsområdet: 1 km langs fjordsiden

Alle observasjonslinjer gikk til 100 m

Dykk	Dato	Start tid	Start dybde (m)	Observasjoner av korall og svamp
1	19.06	18:20	242	Lophelia, Paragorgia, Primnoa, Paramuricea, Geodia.
2	19.06	19:10	195	Lite fauna
3	20.06	08:20	250	Lite fauna, Stryphnus
4	20.06	09:20	237	Lite fauna, 1 risengrynskorall, sjøtre
5	20.06	10:10	202	Lite fauna, Reirskjell, vifteformet svamp
6	20.06	11:10	195	Lite fauna, Geodia, vifteformet svamp, Stryphnus
7	20.06	11:50	237	Risengrynskorall, Reirskjell, Geodia, vifteformet svamp, Stryphnus, sjøtre
8	20.06	12:50	276	Hotspot: Korallgrus, død og levende Lophelia, sjøtre, sikksakk korall, reirskjell og massiv svamp
9	20.06	14:00	225	Lophelia, sjøtre, Stryphnus, Geodia, vifteformet svamp
10	20.06	14:50	241	Reirskjell, trakteformet svamp, forholdsvis lite fauna sammenlignet med dykk 8
11	20.06	16:00	247	Korallgrus, sjøtre, risengrynskorall, reirskjell



11 - Vedlegg 3 - Fauna, identifikasjonsguide

Sjøfjær-Pennatulacea

Vanlig Sjøfjær- *Pennatula phosphorea*

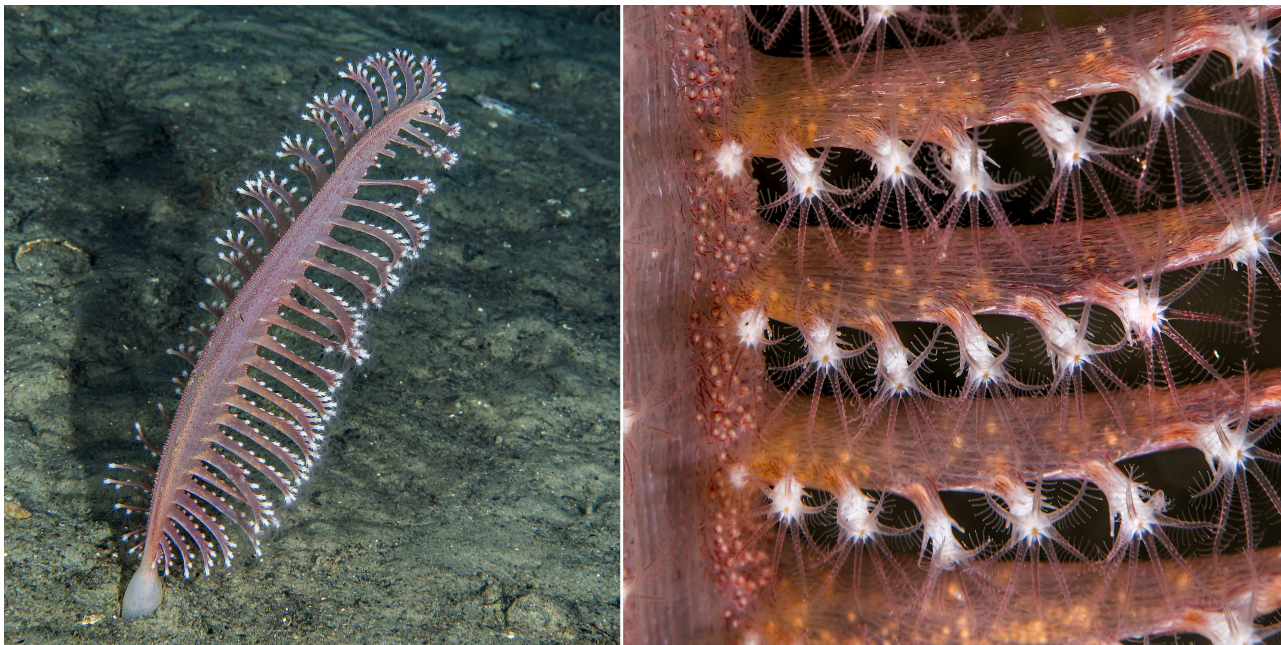


Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: nordøstre Atlanterhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten opp til Nordland
- Dybdeutbredelse i Norge: 125-2700 m
- Substratpreferanser: bløtbunn

Stor piperenser - *Funiculina quadrangularis*

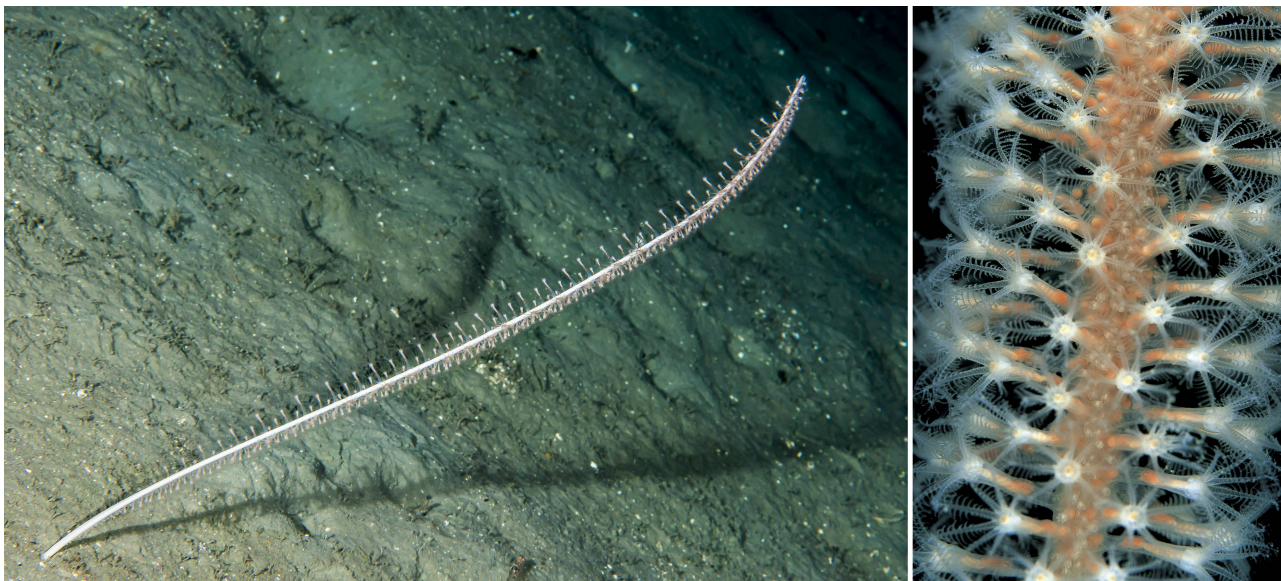


Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: Atlanterhavet og Middelhavet samt New Zealand og Japan
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten fra Oslofjorden til og med Troms
- Dybdeutbredelse i Norge: 230-2300 m
- Substratpreferanser: bløtbunn

Liten piperenser - *Virgularia cf. mirabilis*

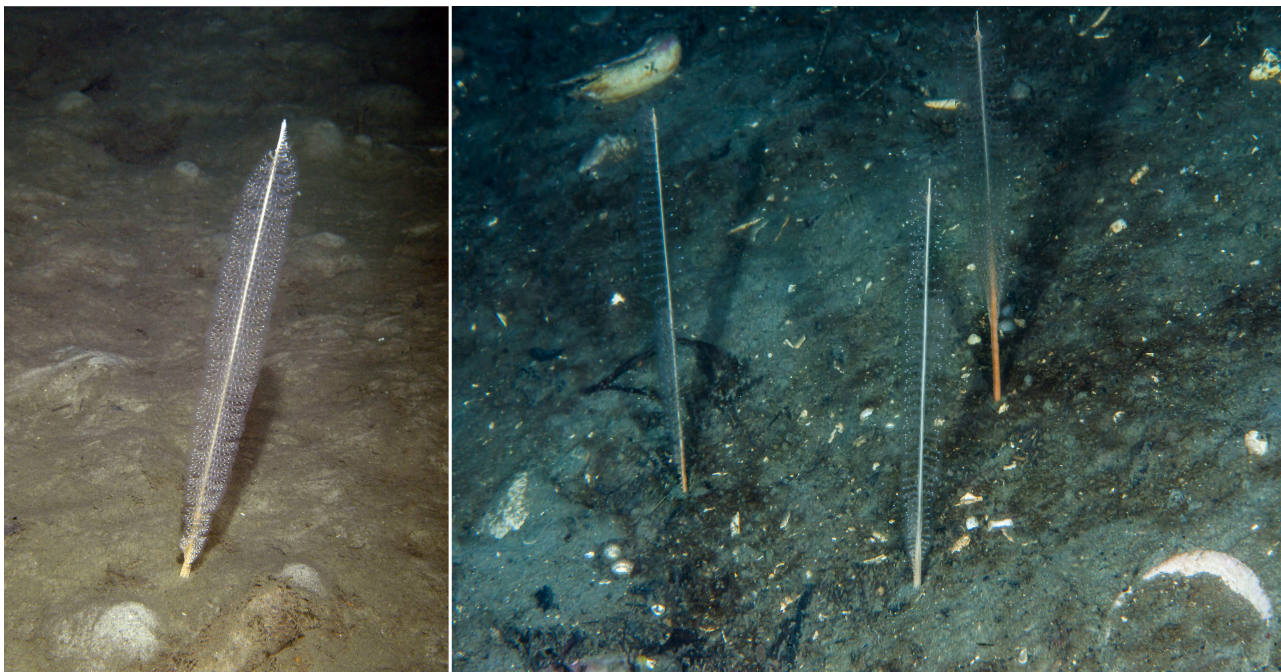


Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: Atlanterhavet og Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten og sokkelen opp til og med Troms
- Dybdeutbredelse i Norge: 90-1200 m
- Substratpreferanser: bløtbunn

Hanefot - *Kophobelemnon stelliferum*



Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: Atlanterhavet, Stillehavet og Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten og sokkelen opp til og med Troms
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-600 m
- Substratpreferanser: bløtbunn

Dyphavssjøfjær - *Umbellula encrinus*



Foto: MAREANO

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet og Polhavet
- Utbredelsesområde i Norge: sokkelkanten fra Møre og opp i Barentshavet
- Dybdeutbredelse i Norge: 700-2000 m
- Substratpreferanser: bløtbunn

Bløtkoraller - Alcyonacea

Blomkålkorall - Nephtheidae: *Drifa glomerata*/*Duva florida*/*Gersemia* spp.

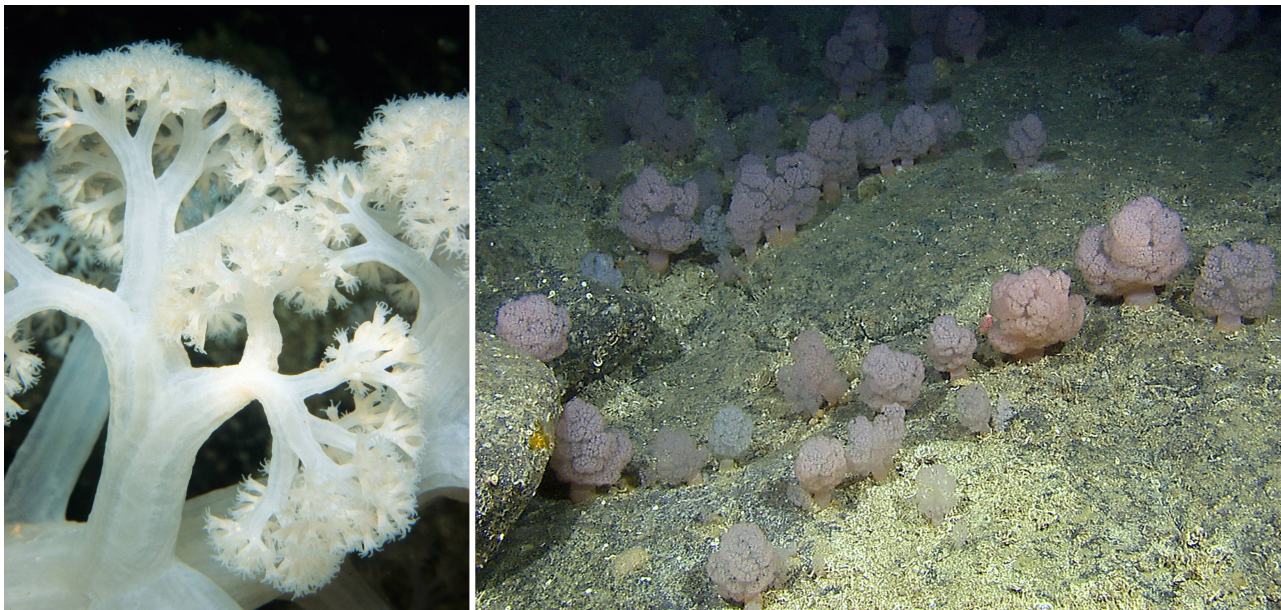


Foto: Venstre: Erling Svensen, høyre: Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: *Drifa glomerata* (nordlige Atlanterhavet), *Duva florida* (nordlige Atlanterhavet, Polhavet og Middelhavet), *Gersemia* spp. (nordlige Atlanterhavet Polhavet og Middelhavet)
- Utbredelsesområde i Norge: *Drifa glomerata* (sokkelen og kysten fra Møre til og med Troms), *Duva florida* (kysten fra Sogn til og med Finnmark),
- Dybdeutbredelse i Norge: *Drifa glomerata* (80-1590m), *Duva florida* (25-1100m), *Gersemia* spp. (20-2000m)
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell, store steiner eller korallskjelett)

Kjøttkorall - *Anthomastus grandiflorus*

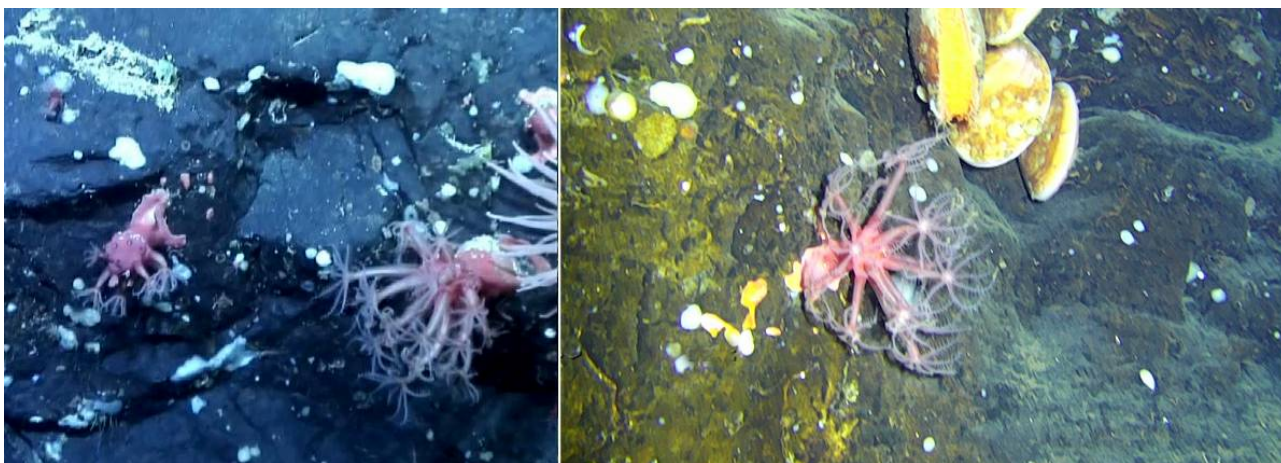


Foto: Rådgivende biologer

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet og Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: langs kysten fra Hardangerfjorden og opp til Trondheimsfjorden
- Dybdeutbredelse i Norge: 60-700 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell eller store steiner)

Sjøtre - *Paragorgia arborea*



Foto: Erling Svensen

- Utbredelsesområde: tilnærmet kosmopolitisk
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-600 m
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten og sokkelen fra Rogaland til og med Finnmark
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell, store steiner eller korallskjelett)

Risengrynskorall - *Primnoa resedaeformis*

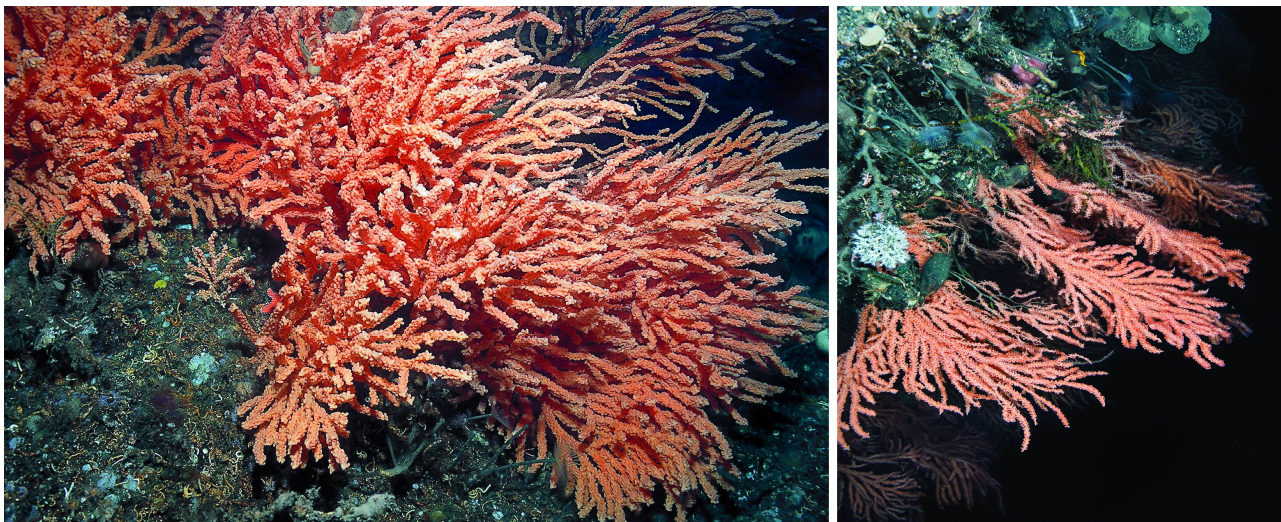


Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet, Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele norske kysten og sokkelen fra Hordaland til og med Finnmark
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-600 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell, store steiner eller korallskjelett)

Sjøbusk - *Paramuricea placomus*



Foto: Erling Svendsen

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet, Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele kysten og sokkelen fra Hordaland til og med Finnmark
- Dybdeutbredelse i Norge: 50-600 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell, store steiner eller korallskjelett)

Hvit hornkorall - *Swiftia Dubia* (tidligere *pallida*)

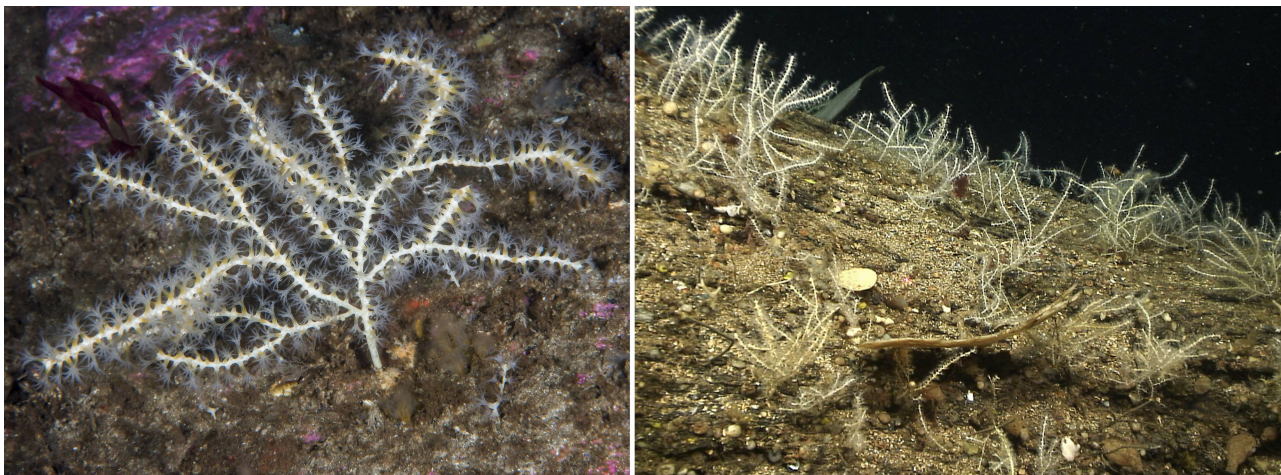


Foto: Erling Svensen, Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet, Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: enkeltfunn fra Egersund og Stavanger området, Hardangerfjorden og Trondheimsfjorden
- Dybdeutbredelse i Norge: 30-3600 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell eller store steiner)

***Anthothela grandiflora*/Lateothela grandiflora**

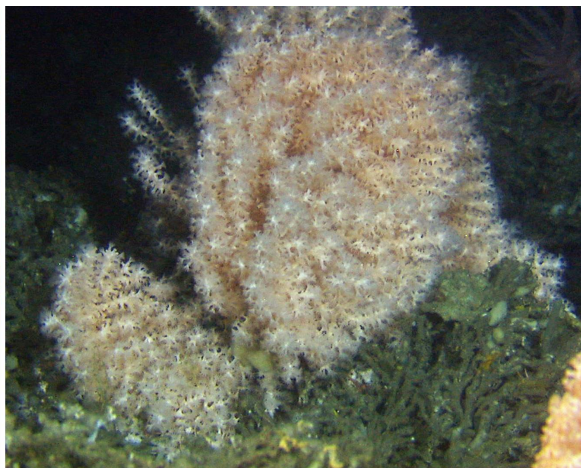


Foto: Mareano, Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: Atlanterhavet
- Utbredelsesområde i Norge: sporadisk fra Hardangerfjorden til og med Troms
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-500 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell, store steiner eller korallskjelett)

Bambuskorall - *Isidella lofotensis*

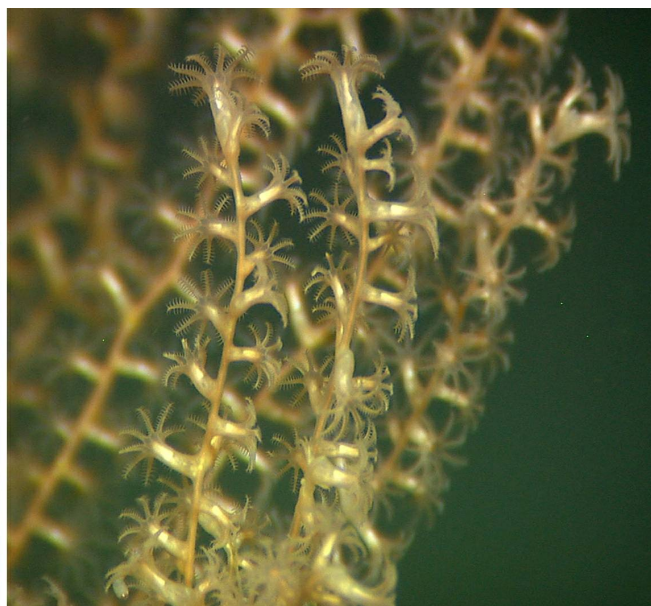
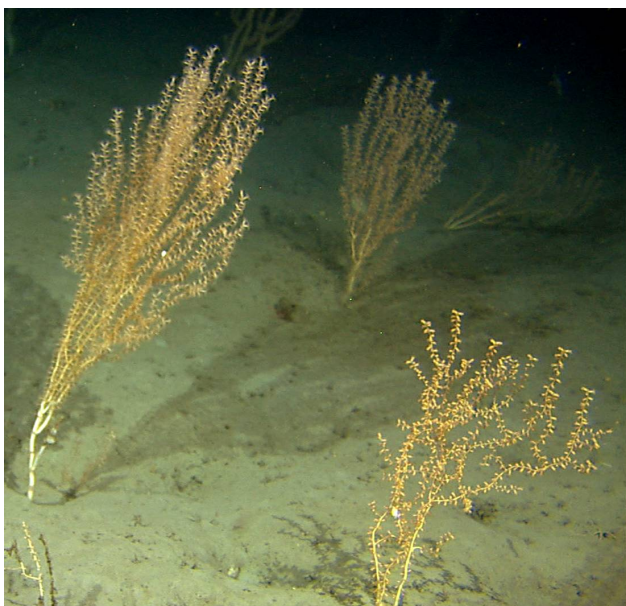


Foto: Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: nordøstlige Atlanterhavet
- Utbredelsesområde i Norge: Skagerak, sporadisk fra Hardangerfjorden til og med Troms
- Dybdeutbredelse i Norge: 200-650 m
- Substratpreferanser: Bløtbunn

Blå hornkorall - *Clavularia borealis*

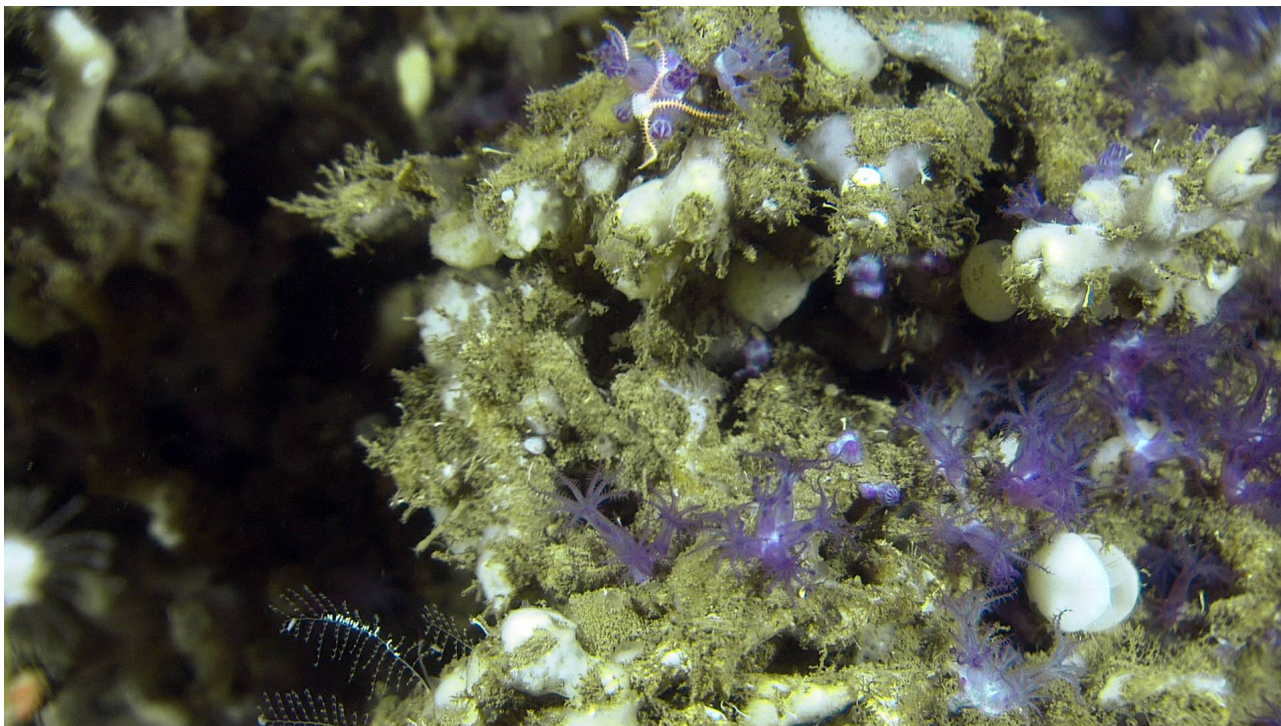


Foto: Mareano, Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet, Middelhavet
- Utbredelsesområde i Norge: sporadiske funn fra Hardangerfjorden til og med Tromsø
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-500 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (korallskjelett)

Steinkoraller - Scleractinia

Siksakk-korall - *Madrepora oculata*

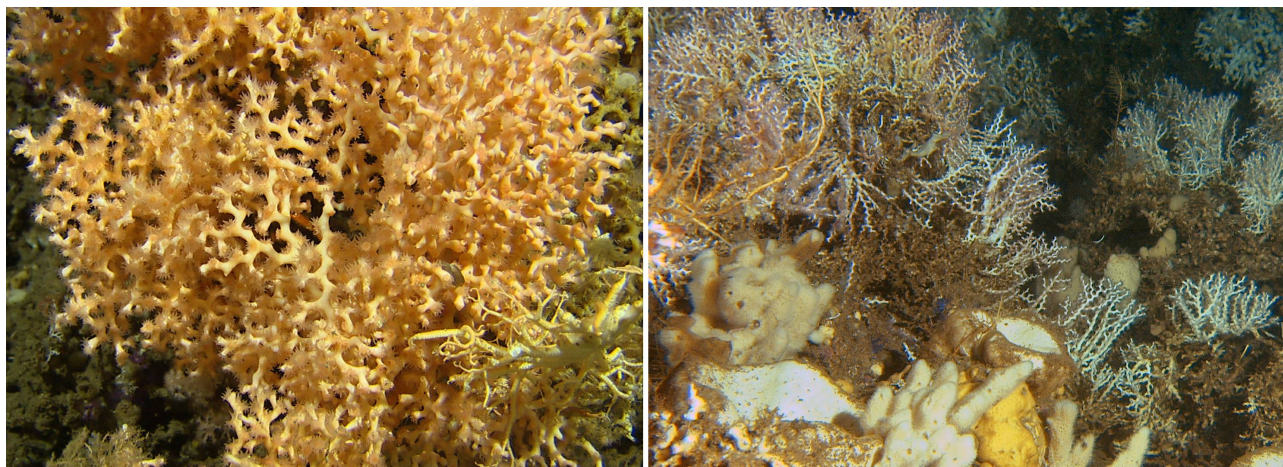


Foto: Mareano, Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: tilnærmet kosmopolitisk
- Utbredelsesområde i Norge: hele norske kysten og sokkelen fra Hordaland til og med Finnmark
- Dybdeutbredelse i Norge: 100-500 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell eller store steiner)

Øyekorall - *Lophelia pertusa*/*Desmophyllum pertusum*



Foto: Havforskningsinstituttet

- Utbredelsesområde: tilnærmet kosmopolitisk
- Utbredelsesområde i Norge: hele norske kysten fra Rogaland til og med Finnmark
- Dybdeutbredelse i Norge: 30-500 m
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell eller store steiner)

Hydrokoraller - Stylasteridae

Hydrokorall - *Stylaster norvegicus*/ *Stylaster gemmascens*

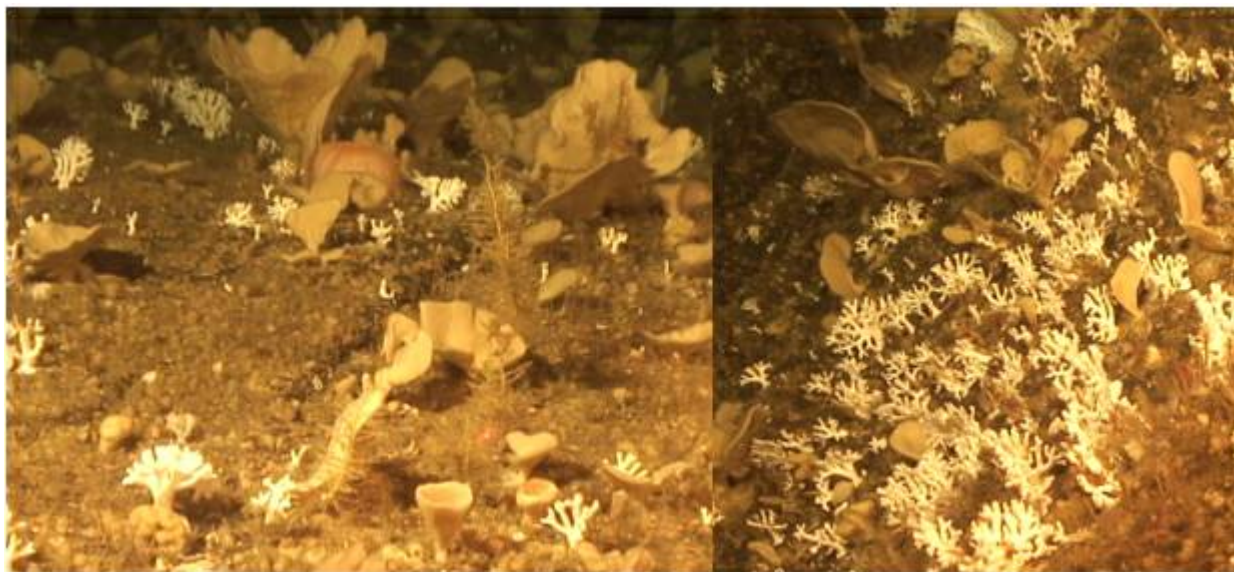


Foto: Havforskningsinstituttet

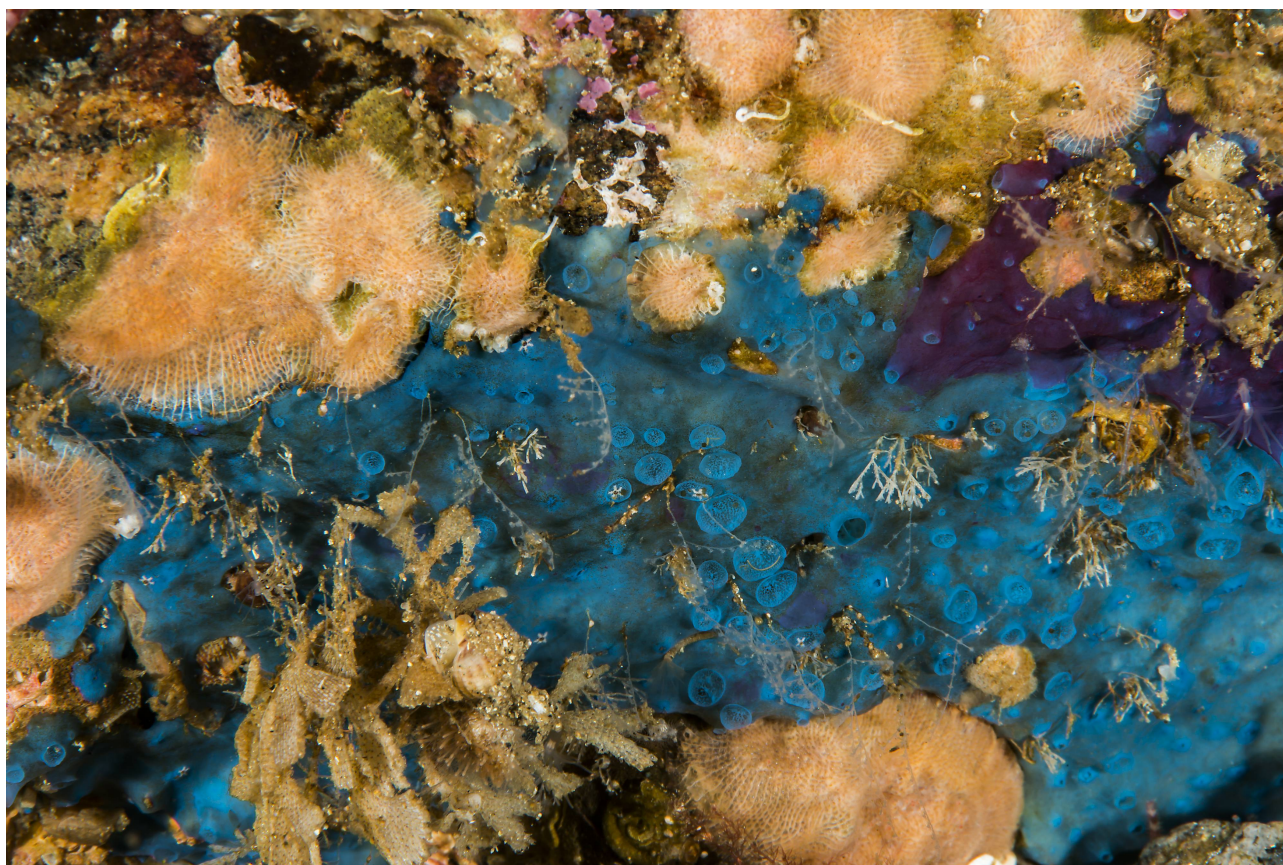
- Utbredelsesområde: nordlige Atlanterhavet
- Utbredelsesområde i Norge: hele norske kysten og sokkelen fra Hordaland til og med Finnmark
- Dybdeutbredelse: 80-1400 m (*S. norvegicus*), 40-700 m (*S. gemmascens*)
- Substratpreferanser: Hardt substrat (fast fjell eller steiner)

Porifera – Svamp

Svamp deles inn i grupper og morfotyper slik som vist i tabellen. Inndelingen er basert på Kazanidis mfl. 2019.

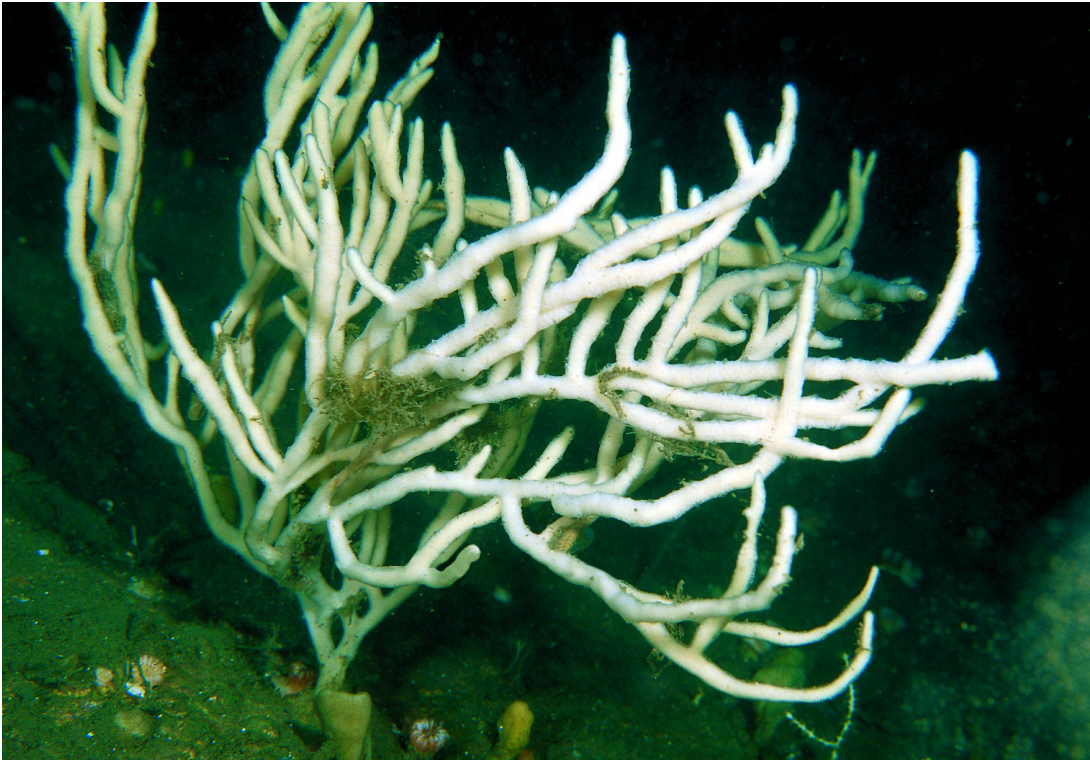
Gruppe	Morfotype	Eksempelarter for denne morfotypen
1	Skorpedannende	<i>Hymedesmia</i> spp., <i>Hexadella</i> spp.
2	Fingerformet	<i>Antho dichotoma</i>
3	Massiv	<i>Geodia barretti</i> , <i>Geodia phlegraei</i> , <i>Stryphnus</i> spp., <i>Pachastrella</i> spp.
	Rund	<i>Craniella</i> spp.
	Tykk skålformet	<i>Geodia atlantica</i> , <i>Poecillastra</i> spp.
	Porøs bulkeformet	<i>Mycale lingua</i>
4	Tynn vifteformet	<i>Phakellia ventilabrum</i>
	Traktformet	<i>Axinella infundibuliformis</i>
5	Stilkformet	<i>Haliclona urceolus</i> , <i>Stylocordyla borealis</i>

Gruppe 1. Skorpedannende



Hymedesmia paupertas. Foto: Erling Svensen

Gruppe 2- Fingerformet



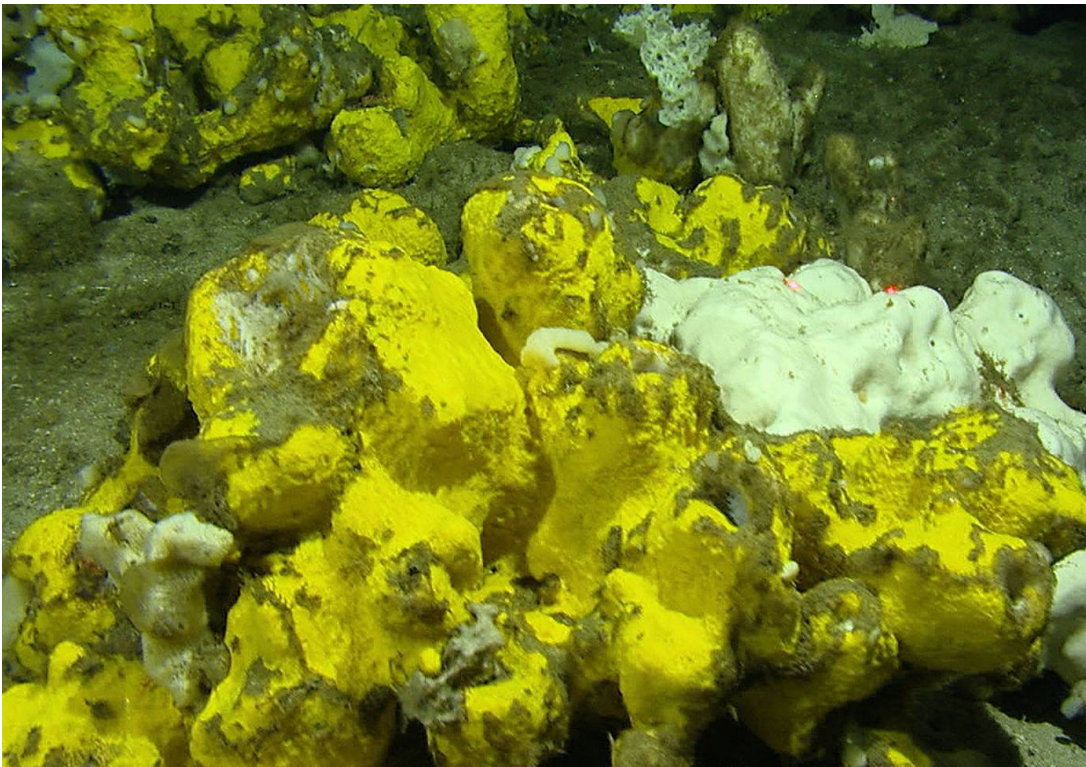
Antho dichotoma. Foto: Erling Svensen

Gruppe 3 (store svamper)

Gruppe 3 - Massiv



Geodia baretii. Foto: Erling Svensen



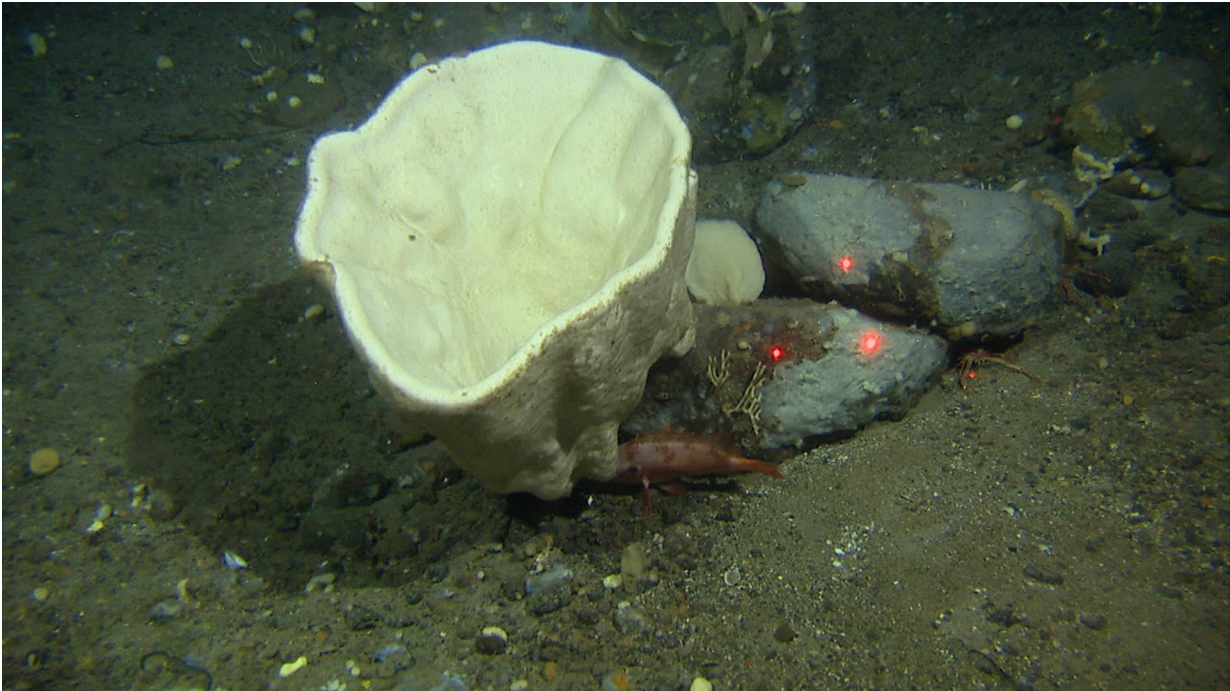
Stryphnus spp. Foto: MAREANO

Gruppe 3 - Rund



Craniella sp. Foto: Mareano

Gruppe 3 - Tykk skålformet



Geodia atlantica. Foto: MAREANO

Gruppe 3- Porøs bulkeformet



Mycale lingua. Foto: Erling Svensen

Gruppe 4. Delikate flate svamper

Gruppe 4 - Tynn vifteformet



Phakellia ventilabrum. Foto: MAREANO

Gruppe 4- Traktformet



Axinella infundibuliformis. Foto: Erling Svensen

Gruppe 5 - Stilkformet



Haliclona urceolus. Foto: Erling Svensen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

E-post: post@hi.no

www.hi.no