

Kartlegging av marin bløtbunnsfauna

Metodeutvikling i hydrolittoralsonen

Grethe Sundet Haugen

Master i realfag

Innlevert: februar 2016

Hovedveileder: Torkild Bakken, IBI

Medveileder: Torbjørn Ekrem, IBI

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for biologi

SAMMENDRAG

Det er gjort få kvalitative undersøkelser på bløtbunnsamfunnet i hydrolittoralen i Norge. I denne studien ble artssammensetningen i littoralsonen fra tre forskjellige bløtbunnsstrender i Sør-Trøndelag undersøkt ved en enkel innsamlingsmetode. Innsamlingsmetoden hadde fokus på å observere og registrere fysiske miljøvariabler som bølgeeksponering og kornstørrelse, samt å observere å samle inn epi- og infauna som var tilstede i fjæra ved lavvann. Erfaringer fra felt- og laboratoriearbeidet har ført til en anbefalt metodikk for å undersøke bløtbunnsamfunnet i hydrolittoralen presentert i form av et skjema. Metoden kan sees på som et supplement til allerede benyttede undersøkelsesmetoder av større omfang, men kan også benyttes enkeltstående avhengig av undersøkelsens hensikt og behov. Det ble også gjennomført videoundersøkelser av tidevannssamfunnet i littoralsonen, hvor tre ulike gjennomføringsmåter ble utprøvd i de respektive fjærene. For å kunne si noe om bløtbunnsfjæras fysiske og biologiske aspekter fra videoen kreves godt lys, skarpe bilder og egnet vinkel på kameranlinsen. Et godt resultat er sterkt avhengig av pent vær og dermed svært vanskelig å planlegge. Videoundersøkelser har potensialet til å kunne tilby informasjon om tidevannssamfunnet. DNA-strekkoding av 95 individer som representerer bløtbunnsamfunnet ble gjennomført for å se om det ble forskjell mellom morfologisk og molekylærbasert identifikasjon, samt å se hvor god sekvenseringen av den marine fauna ble. Individene som ble forsøkt sekvensert var fra 6 rekker (Arthropoda, Mollusca, Annelida, Chordata, Echinodermata, Platyhelminthes), 10 klasser, 16 orden, 24 familier, 26 slekter og 32 arter. Resultatene viser at det er utfordrende å sekvensere marine individer fra forskjellige taksonomiske enheter med samme protokoll. Tre avvik mellom morfologisk og molekylær basert identifisering ble påvist.

ABSTRACT

There are few qualitative studies regarding macrobenthic community in the littoral zone in Norway. In this thesis, the species composition in the littoral zone from three different soft-bottom beaches in Sør-Trøndelag, Norway, was examined by using a simple collection method. The method focused on physical environmental variables such as wave exposure and grain size, and also collecting epi- and infauna present at low tide. Experiences from field and laboratory work has led to a recommended methodology presented in the form of a diagram. The method can be viewed as a supplement to already used survey methods or it can be used alone depending on the survey's purpose. Video surveys were also performed in this habitat. Three different methods were employed in the respective beaches. In order to say something about the physical and biological aspects of the location, it is required good light, sharp images and a suitable angle of the camera lens. A good result is heavily dependent on good weather and thus very difficult to plan. Video survey in the littoral zone has the potential to provide information about the soft-bottom community. DNA barcoding of 95 individuals representing soft bottom community was conducted to see whether there was a difference between morphological- and molecular based identification, and to examine whether the marine fauna would perform a good sequencing. The individuals represented 6 phyla (Arthropoda, Mollusca, Annelida, Chordata, Echinodermata, Platyhelminthes), 10 classes, 16 orders, 24 families, 26 genera and 32 species. The results show that it is challenging to sequence marine species from different taxonomic units with the same protocol. Three deviations were detected when comparing morphological- and molecular based identification.

FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet ved NTNU Vitenskapsmuseet og er en del av Lektorutdanning i realfag, med fordypning i biologi ved Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet.

Oppgaven markerer slutten på et lærerikt, utfordrende og spennende utdanningsløp her i Trondheim. I forbindelse med min masteroppgave vil jeg takke hovedveileder Torkild Bakken for hjelp med feltarbeid, starthjelp på artsbestemmelsene, og all videre hjelp og støtte underveis i skriveprosessen. Jeg vil også takke Torkild for muligheten til å gjøre et masterstudie på livet i fjæra, og for å få lov til å prøve ut de ideene som kom til live underveis i masterløpet. Deretter vil jeg takke Aina Mærk Aspaas for veiledning med vevsprøvetaking og fotografering på mikroskopilaboratoriet, og biveileder Torbjørn Ekrem for god hjelp med skriveprosessen.

Jeg vil også takke familien min som har stilt opp som barnevakt for mine to små barn, uten dere hadde ikke dette vært mulig! Jeg vil spesielt takke min samboer og kjæreste Magnus som deler min entusiasme for det marine liv, og som villig stiller opp i felt. Takk til Ida, Pål, Gina, Silje og andre LUR-studenter som har bidratt til en fin studietid. Tida har gått så fort, og nå står vi her endelig som ferdige lektorer i realfag, klare til å spre vår kunnskap til massene! Jeg vil også rette en oppmerksomhet til mine barn, Marius og Kristian, som begge har mer eller mindre ubevisst vært med i felt i løpet av mitt utdanningsløp. De har motivert meg til å jobbe effektivt og godt med studiene. De skal i fremtiden bli med mamma i fjæra å undersøke det marine livet – og forhåpentligvis smitter entusiasmen over!

Grethe Sundet Haugen

Trondheim, 29. februar 2016

INNHold

Sammendrag	I
Abstract	III
Forord	V
Innhold	VII
1 Bakgrunn	1
1.1 Kartlegging av naturtyper	1
1.2 Tidligere undersøkelser av marin fauna	2
1.3 Norsk standard - ISO	3
1.4 Marin monitoring handbook	3
1.5 Bruk av videoundersøkelser i littoralsonen	3
1.6 Kunnskapsbehov	4
1.7 Sonering i fjæra	5
1.8 Fysiske utfordringer i fjæra	5
1.9 Biologiske interaksjoner og tilpasninger	7
1.10 DNA-strekkoding	8
1.11 Studiens mål	11
2 Material og metode	12
2.1 Lokalteter	12
2.2 Undersøkelser av fysiske momenter og marin fauna	14
2.3 Observasjoner ved bruk av undervannskamera	15
2.4 DNA-strekkoding	17
3 Resultater	18
3.1 Lokaltetsbeskrivelser og artslister	18
3.2 Videoobservasjoner	40
3.3 DNA-strekkoding	51
4 Diskusjon	52
4.1 Evaluering av kartleggingsmetode	52
4.2 Evaluering av videoundersøkelsene	57
4.3 Kort evaluering av NiN	65
4.4 DNA-strekkoding	66
4.5 Konklusjon	68
Referanser	70

Definisjoner av sentrale begrep som ofte opptrer i denne masteroppgaven.

Artssammensetning	De artene som lever sammen innenfor et gitt området.
Bløtbunnssamfunnet	Infauna + epifauna + tidevannssamfunn.
Epifauna	Arter som lever på sedimentet.
Fysiske miljøvariabler	Faktorer knyttet til lokalitetens fysiske miljø som fjæras retning, bølgeeksponering og kornstørrelse.
Høyvann	Når fjæra er dekt med sjøvann. Ikke nødvendigvis tidspunktet for beregnet høyvann.
Infauna	Arter som lever i sedimentet.
Kornstørrelse	Anslått størrelse på sedimentets partikler basert på observasjoner. Kategoriseres fra større steiner og grus til fin mudderbunn.
Lavvann	Når fjæra er tørrlagt. Ikke nødvendigvis tidspunktet for beregnet lavvann.
Makroalger	Alle fotosyntetiserende organismer, inkludert tang, tare og andre påvekster som er synlig for øyet.
Tidevannssamfunn	De arter som er tilstede i fjæra ved høyvann.
Vannstand	Hvor høyt vannet er fra bunnen på det gitte tidspunkt.

1 BAKGRUNN

Den norske kystlinjen inkludert fjorder og vikar utgjør 83 000 km (Direktoratet for naturforvaltning, 2007). Kystlinjen består av mange ulike habitattyper som bergstrender, elvemunninger og mudderbunn. De største sammenhengende fjærealene i Sør-Trøndelag er bløtbunnsfjære (Hokstad et al., 2000). Bløtbunnsfjæra representerer et fysisk utfordrende levested for dyrene som lever der. Ved første øyekast kan bløtbunnsfjæra se øde og ugjestmild ut, men ved nærmere undersøkelser finner man en «hærskare» av dyr nedgravd i sanden (Hokstad et al., 2000).

1.1 KARTLEGGING AV NATURTYPER

Konvensjon om biologisk mangfold, kalt Rio-konvensjonen, har i korthet tre hovedmål som består av å bevare klodens biologiske mangfold, fremme bærekraftig bruk av ressursene og å dele godene av genetiske ressurser rettferdig (FN-sambandet, udatert). Konvensjonen om biologisk mangfold ble ratifisert i Norge i 2001, og siden har det vært et økt fokus på bærekraftig forvaltning av naturressursene i Norge.

Som et ledd i arbeidet med å nå konvensjonens mål er det utviklet metoder for å kartlegge ulike naturtyper som er av spesiell interesse. Både Natur i Norge og Miljødirektoratet, tidligere Direktoratet for naturforvaltning, har utarbeidet veiledere for kartlegging av naturtyper. Miljødirektoratets håndbok for kartlegging av marint biologisk mangfold, DN-håndbok 19, beskriver kartleggingen av marine naturtyper som utfordrende fordi naturtypene er mindre tilgjengelig enn de terrestriske. Naturtypen I08 «Bløtbunnsområder i strandsonen» betegnes som en «avansert naturtype», som betyr at det kreves en form for faglig bistand for å kunne kartlegge naturtypen tilfredsstillende. Naturtypen anbefales å kartlegges ved feltobservasjoner og prøvetakning (Direktoratet for naturforvaltning, 2007).

Natur i Norge (siste revisjon i 2015, kalt NiN 2.0) er et system som beskriver og typeinndeler naturen og er utarbeidet av Artsdatabanken (Artsdatabanken, 2016). Bakgrunnen for opprettelse av NiN ligger i at hvert naturområde har en unik sammensetning av arter som er bestemt av miljøforholdene i området. Fordi det bare er noen få miljøfaktorer som avgjør hvilke arter som finnes innenfor ett og samme økosystem, kan man ofte forutsi hvilke arter som finnes i et område ut fra informasjon om miljøforholdene (Halvorsen et al., 2015c). Et hovedprinsipp i NiN, som skiller NiN fra DN-håndbok 19 er at naturtypeinndelingen er hierarkisk (Øien, personlig meddelt)¹. Naturvariasjon deles inn i hovedtypegrupper, dernest i hovedtyper og til sist i grunntyper. Den variasjonen mellom naturtyper som fortsatt ikke er beskrevet, kan beskrives av det fleksible beskrivelsessystemet (Halvorsen et al.,

¹ Dag-Inge Øien, NTNU Vitenskapsmuseet

2015c). Ifølge Brown et al. (2011) forekommer hierarkisk klassifiseringsstruktur i mange ulike klassifiseringer fra ulike land. For klassifiseringer av marine naturtyper påpekes det at de ofte enten er for vage eller for detaljerte, og hvilke faktorer som egner seg for klassifisering diskuteres (Brown et al., 2011).

I følge NiN vil bløtbunnsfjæra gå under hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (Eufotisk marin sedimentbunn) - M4. Naturtypen omfatter ikke-stabiliserte sedimenter fra og med hydrolittoralbeltet til kompensasjonsdypet. Sedimentet er ikke stabilt nok til å ha stabile påvekstsamfunn av blad- og buskformete alger (Halvorsen et al., 2015a), heretter kalt makroalger. Sedimentet består av kornstørrelser fra den fineste leira til større steiner. Den marine faunen domineres av arter som lever nedgravd i sedimentet (infauna) og arter som lever på bunnen (epifauna). Mengden epifauna ser ut til å øke mot grovere og mer stabile sedimenter (Halvorsen et al., 2015a). Hovedtypen omfatter 44 grunntyper. Denne studien vil karakterisere naturtypene til hovedtype og ikke lengre ned i hierarkiet.

1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV MARIN FAUNA

Det er gjennomført flere kvantitative undersøkelser av marin fauna i kyst- og havområder i Norge, men det er få kvalitative undersøkelser som går direkte på bløtbunnsfauna i littoralsonen (Oug, 2001; Sneli, 1968). De fleste rapporter, utarbeidet fra blant annet Norsk Institutt for Vannforskning, beskriver hardbunnsfauna eller bløtbunnsfauna i sublittoralen (Pedersen et al., 2012; Kroglund et al., 1999; Kroglund, 2008; Oug et al., 2003). For de strandsoneundersøkelsene som ikke følger Norsk Standard (se avsnitt på neste side), ser de ut til å gjennomføres noe ulikt avhengig av hva man ønsker å registrere. Ved strandsoneundersøkelse på hardbunn i Hånesbukta, Kristiansand, ble undersøkelser av «fjæredyr» gjennomført ved observasjoner og registreringer ved fridykking. Registeringene ble rapportert dels kvantitative ved å angi artenes forekomster etter en 4-delt subjektiv skala: enkeltfunn, spredt, vanlig, dominerende (Oug et al., 2003). Strandsoneundersøkelse på hardbunn i Husebybukta, Lista, ble også gjennomført ved å registrere «de vanligste makroskopiske dyrene» i et horisontalt belte langs stranden ved fridykking (Kroglund, 2008). Også denne undersøkelsen var dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en subjektiv skala. I disse undersøkelsene ble artsidentifisering gjennomført i felt, med unntak av «vanskelige arter» som ble identifisert på laboratoriet i etterkant av feltarbeidet. Järnegren et al. utarbeidet i 2014 en rapport om den marine faunaen i Gaulosen. Rapporten beskriver marin fauna i sublittoralen etter kartlegging med videorigg, samt fra tidligere ubearbeidede bunnprøver fra dypere områder. Undersøkelsen i Gaulosen omfattet også kartlegging av epibentisk fauna på grunne områder ved høyvann. Resultatene fra sistnevnte habitat viser at faunaen bestod av flere arter kutling, sandreker, flyndrefisk og strandkrabber (Järnegren et al., 2014).

Uni Research Miljø, SAM-Marin - marinbiologi er en av flere forskningsorganisasjoner som utfører strandsoneundersøkelser i henhold til Norsk Standard (UniResearch SAM-Marin, 2016).

1.3 NORSK STANDARD - ISO

Norsk Standard utarbeider beskrivelser for hvordan man skal gå frem ved undersøkelser i littoralsonen. «Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn» (NS-EN ISO 19493:2007) og «Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna» (ISO 16665:2014) er av slik karakter. «Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn» beskriver ulike undersøkelser basert på undersøkelsens mål og omfang. Orienterende undersøkelser i littoralsonen beskrives kortfattet som en befaring med opplisting av karakteristiske arter/biotoper. Kartleggingen skal gjennomføres ved visuell inspeksjon, og det stilles ingen krav til stasjonsplassering eller antall stasjoner, bare at kartlagt området skal gi en dekkende beskrivelse av området. «Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn» er en standard utviklet for hardbunn, og det er rimelig å anta at en undersøkelse på bløtbunn ikke direkte lar seg overføre, blant annet fordi undersøkelsene også må inkludere infauna. «Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna» tar for seg in- og epifauna, men prosedyren gjelder for kvantitative undersøkelser i tillegg til at undersøkelsene foregår i sublittoralen, hvor blant annet tidevannsproblematikken ikke blir gjeldene.

1.4 MARIN MONITORING HANDBOOK

Storbritannia har utarbeidet metoder for registrering, overvåking og rapportering av naturlige karakteristikk og relevante miljøfaktorer i ulike marine naturtyper (Davies et al., 2001). Resultatet fra dette arbeidet er *Marin Monitoring Handbook*, som kan lastes ned fra internett, alltid oppdatert etter siste anbefalinger (<http://www.jncc.gov.uk>). Håndbokens intensjoner er å tilby en guide til hvordan man kan undersøke ulike naturtyper. Håndboken gir også råd om hva man skal måle, hvilken metode som er best i hvilke situasjoner, og hvordan man kan rapportere på en riktig måte. NiN 2.0 baserer den marine delen på mye av arbeidet som er gjort i Storbritannia (Halvorsen et al., 2015a).

1.5 BRUK AV VIDEOUNDERSØKELSER I LITTORALSONEN

Murray et al. (2006) påpeker at bløtbunnsamfunnet ikke bare består av individer funnet ved lavvann, men også de arter som er tilstede ved høyvann, her kalt tidevannssamfunnet. For å få en oversikt over tidevannssamfunnet vil det gjennomføres videoundersøkelser av lokalitetene. Bruk av digital video- og bildeteknikker for å gjennomføre marine undersøkelser er fordelaktig fremfor de tradisjonelle

metodene (grabb, trål osv.) fordi det ikke krever fysiske inngrep i habitatet (Solan et al., 2003). Utfordringer ved bruk av digitale video- og bildeteknikker er blant annet at resultatet begrenser seg til et todimensjonalt bilde, når habitatet er tredimensjonalt. I tillegg reduserer bildenes oppløsning mulighet til å skille mellom morfologisk like arter (Murray et al., 2006).

1.6 KUNNSKAPSBEHOV

I følge Forskningsrådets foreløpige programplan for marine ressurser og miljø (MARINFORSK) 2016-2025, er det for marine økosystemer et forskningsbehov for:

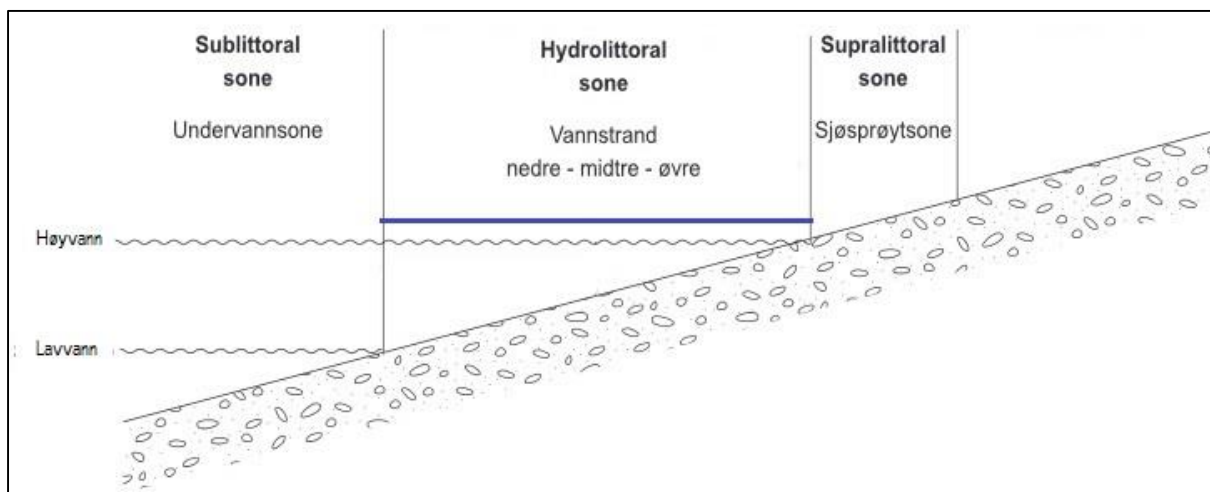
- Artskunnskap og kunnskap om artenes biogeografi.
- Kunnskap om forekomst av forskjellige naturtyper, habitater og hvordan de påvirker fordelingen av organismene.
- Utvikling og bruk av nye teknologier som kan gi økt forståelse av økosystemenes genetiske og biokjemiske sammensetning.
- Utvikling og bruk av nye metoder og teknologi for økt kunnskap om taksonomi, biogeografi, habitater og biologisk mangfold.

(Norges forskningsråd, 2015, s. 7)

Halvorsen et al. (2015a) påpeker behovet for å studere artssammensetningen på sedimentbunn fra hydrolittoralsonen til supralittoralsonen, for å vurdere om det er grunnlag for å skille ut en egen hovedtype for sedimentbunn i fjæresonen. Denne studien tar sikte på å undersøke artssammensetningen i sedimentbunnen i hydrolittoralsonen, ved å gjennomføre en forenklet metode med utgangspunkt i utvalgte deler fra kjente undersøkelsesmetoder (Davies et al., 2001; Norsk Standard, 2007; Eleftheriou, 2013). Undersøkelsene vil være av kvalitativ karakter. Et av målene med studien er å kunne si om dette er en egnet kartleggingsmetode for faunen i bløtbunnsfjæra. Det er ikke intensjonen at metoden skal kunne erstatte dagens undersøkelsesmetoder, men kan fungere som et supplement i kartleggingen.

1.7 SONERING I FJÆRA

Tradisjonelt deles fjæra i tre ulike soner basert på tidevannets øvre og nedre grense, se figur 1 (Lewis, 1964; Raffael & Hawkins, 1999). Supralittoralsonen (sjøsprøytsonen) befinner seg helt øverst i fjæra med øverste grense mot terrestrisk vegetasjon og nederste grense satt til høyvann. Organismer som lever her vil i noen tilfeller oppleve å bli bløtlagt ved for eksempel springflo. Hydrolittoralsonen er den «ekte fjæra» som vekselvis tørrelgges og bløtlegges døgnet som følge av tidevannet.



Figur 1. Sonering i fjæra. Tradisjonelt deles fjæra inn i sublittoral-, hydrolittoral- og supralittoralsoner. Feltarbeidet i denne oppgaven ble utført i hydrolittoralsonen markert med blå linje. Modifisert etter Follestad et al., 2013.

Organismene som lever i hydrolittoralsonen må være tilpasset et bredt spekter av miljøvariabler, da været ved lavvann vil være svært ulikt for de artene som lever i hydrolittoralsonen fra dag til dag og gjennom årstidene. Sublittoralsonen (undervannssonen) er til enhver tid under vann. Sublittoralsonen er et mer stabilt habitat for organismene som lever der (Lewis, 1964). Ei langstrakt bløtbunnsfjæra vil inneha en stor vertikal og horisontal gradient med ulike fysiske faktorer og biologiske interaksjoner (Raffael & Hawkins, 1999).

1.8 FYSISKE UTFORDRINGER I FJÆRA

Strukturelle variasjoner er den mest avgjørende faktoren for arts sammensetningen i bløtbunnsfjæra (Gerwing et al., 2016). De strukturelle variasjonene, her kalt fysiske miljøvariabler, som påvirker livet i fjæra er regelmessig dehydrering og oversvømmelse som følge av tidevann, bølgeeksponering, temperaturskjeller, fjæras topografi, kornstørrelse og saltholdighet (Kaiser et al., 2011; Lewis, 1964; Raffael & Hawkins, 1999). Det er ifølge Leinaas og Christie (1991) få arter som er tilpasset slike forhold, men artene kan til gjengjeld forekomme i stor tetthet. Bløtbunnsfauna, både in- og epifauna, omfatter dyr som er større enn 1 mm som lever på overflaten av leire-, mudder- eller sandbunnen eller som graver seg ned i den (Weslawski et al., 1993). Mange bløtbunnsstrender er av stor økologisk betydning

og verneverdige fordi naturtypen er viktige næringsområder for fisk som kommer inn ved høyvann, og for fugl som beiter ved lavvann (Leinaas & Christie, 1991).

1.8.1 Bølgeaktivitet og kornstørrelse

Bølgeaktivitet er ifølge Kaiser et al. (2011) avgjørende for fjæresamfunnets sammensetning og struktur. Dette fordi bølgeaktiviteten direkte påvirker kornstørrelsen på sedimentet i fjæra. Ved høy bølgeaktivitet vil de finere partiklene vaskes bort, mens større steiner blir igjen og dominerer i fjæra. Ved lav bølgeaktivitet vil de finere kornstørrelsene få tid til å sedimentere. Større partikler danner stabile overflater som tillater makroalger og epifauna å feste seg. Bølgeaktiviteten er avhengig av fjæras beliggenhet, om den ligger beskyttet av holmer og skjær eller inne i en fjord, eller om fjæra ligger ubeskyttet til og dermed eksponert for større bølger fra havet (Kaiser et al., 2011). I denne studien vil lokalitetens beliggenhet være avgjørende faktor for å anta bølgeeksponeringen.

Ulike typer sediment defineres fra kornstørrelsen, og kornstørrelsen kan måles ved en sikteanalyse hvor man separerer sedimentet gjennom flere sikter med ulik maskevidde. I European Nature Information Systems' (EUNIS) beskrivelser av sediment i littoralsonen kategoriseres kornstørrelsen som grus, grov sand, medium sand, fin sand og mudder. I tillegg benyttes betegnelsen *mixed* hvor steiner, grus, sand og mudder er tilstede i en blanding (EUNIS, udatert). Sedimentets kornstørrelse reflekterer strøm- og bølgeaktivitet, og vil kunne påvirke utbredelse av ulike arter i fjæra (Raffael & Hawkins, 1999).

1.8.2 Temperatur

Ifølge Leinaas og Christie (1991) har vinterfrosten en stor effekt på artssammensetningen i bløtbunnsfjæra. Undersøkelser viser at de større dyrene som lever i bløtbunnsfjæra dør eller forlater fjæra i forbindelse med vinteren, mens de små artene forblir i området gjennom hele året (Leinaas & Christie, 1991). De store artene må etablere seg i området på nytt etter vinteren. Flerbørstemarken *Hediste diversicolor* og amfipoden *Corophium volutator* reetablerer seg i fjæra som halv voksne og voksne dyr, mens muslingen *Mya arenaria* og *Cerastoderma edule* (saueskjell) driver inn over fjæra som planktoniske larver før de slår seg ned. På vinteren er det derfor kun de mindre stasjonære dyrene, som fåbørstemark, som utgjør bløtbunnsamfunnet (Leinaas & Christie, 1991). *Mya arenaria* er en rødlisteart, i hovedsak som følge av reduksjon i bestand i Skagerrak-regionen etter sterk konkurranse fra fremmede arter (Artsdatabanken, 2015).

1.8.3 Saltholdighet

Sub-arktiske hav, som Norskehavet, har en saltholdighet mellom 33.0-35.1 (Sakshaug et al., 2009), mens saltholdigheten vil være noe lavere langs kysten på grunn av ferskvannsavrenninger. På bløtbunnsstrender er det ofte stående vann, som ved nedbør eller sterk fordampning raskt kan forandre

saltholdighet (Raffael & Hawkins, 1999). Sjøstjerner og larvestadier til flere dyr har vist seg å være følsomme for lav saltholdighet (Hokstad et al., 2000).

1.8.4 Hydrogensulfid

Hydrogensulfid (H_2S) er en giftig gass, og kan oppfattes av en spesiell lukt eller mørkere farge i sedimentet. Dannelse av gassen skaper et anoksisk miljø, som gjør det vanskelig for artene å overleve. Det er derfor sjeldent man finner krepsdyr, bløtdyr eller leddormer i områder med hydrogensulfid (Raffael & Hawkins, 1999).

Miljøfaktorenes spill gjør at det dannes mer eller mindre tydelige soner med forskjellig fauna fra øverst til nederst i fjæra. Denne soneringen kan være vanskelig å oppdage i bløtbunnsfjæra, fordi mange av organismene er gravd ned i sedimentet (Hokstad et al., 2000).

1.9 BIOLOGISKE INTERAKSJONER OG TILPASNINGER

I tillegg til de fysiske forholdene vil også biologiske interaksjoner påvirke hvor og hvilke arter som lever i de ulike delene av fjæra. Mobile predatorer som krepsdyr, juvenil fisk og kystfugler er topp-predatorer i bløtbunnsfjæra (Lewis, 1964). *Hediste diversicolor* er også topppredator i bløtbunnsfjæra, og er det eneste store sedimentlevende rovdyret. Tilstedeværelsen av *H. diversicolor* påvirker resten av faunaen, særlig om vinteren når flerbørstemarken enten dør ut eller forlater området som følge av lav toleranse for frost (Leinaas & Christie, 1991).

Det svært varierende miljøet i fjæra kan forandres direkte og indirekte av organismene selv. Bioturbasjon kan føre til både stabilisering og destabilisering av sedimentet. *Arenicola marina* (fjæremark) er kjent for å destabilisere sedimentet ved å fordøye sediment og deretter frigjøre ekskrementer på overflaten. Dette kan observeres som «fjæremarkhauger». Produksjon av slim (mucus) er et annet kjent trekk hos organismer som graver seg ned i sedimentet. Effekten av slimproduksjon på sedimentet er avgjørende for at sedimentet skal holde seg stabil, da mucopolysakkaridene limer partiklene sammen (Raffael & Hawkins, 1999). Bioturbasjon kan sees på som aktiv forandring av sedimentets fysiske og kjemiske struktur. Noen arter bidrar også til en passiv forandring av sedimentet. Amfipoden *C. volutator* graver seg ned i en permanent hule, som gjør at vann kan skifte ut den kjemiske sammensetningen i hulen og området rundt. Slik kan vannpumping i permanente eller semi-permanente huler bidra til å forandre den kjemiske sammensetningen i sedimentet (Reise, 1985). De biologiske og biologisk-fysiske interaksjonene skaper til sammen muligheter for en mosaikk-struktur i fjæra som kan være med å avgjøre utbredelsen av arter i fjæra og dannelsen av mikrohabitater (Raffael & Hawkins, 1999).

1.10 DNA-STREKKODING

DNA-strekkoding kan identifisere arter ut ifra små fragmenter av individet og på alle livsstadier, og kan i tillegg diskriminere mellom kryptiske arter (Bucklin et al., 2011). Utfordringer ved morfologisk identifisering av marine arter er særlig knyttet til planktonisk livstadige, i tillegg til at mange marine arter er små og skjøre. For dyr er den mest brukte sekvensen en 658 basepar-lang del av det mitokondrielle genet cytokrom oksidase underenhet 1 (CO1). Ved å sammenligne denne gensekvensen med tilsvarende DNA fra kjente arter i et kvalitetssikret DNA-bibliotek kan man artsidentifisere ulike individer (Ji et al., 2013; Hebert et al., 2003). BOLD (Barcode of Life Datasystem) er det mest benyttede referansebiblioteket i dag, som blant annet CBOL (Consortium for the Barcode Life) og MarBOL (Marine Barcoding Of Life) rapporterer til. For å oppnå en formell strekkodestatus i BOLD, kreves en sekvens av minst 500 basepar. Sekvenseringer som har mindre enn 2 % avvik samles i referansebiblioteket i klynger, og blir tildelt en formel *barcode index number* (BIN). Man antar at alle eksemplarer som samles i samme BIN er av samme art (Ratnasingham & Hebert, 2013). DNA-strekkoding utført på tanglopper (Amfipoda), tiftokrepser (Decapoda), bløtdyr (Mollusca), leddormer (Annelida) og pigghuder (Echinodermata) har vist seg å være suksessfulle i varierende grad. Resultatene viser at det ofte ikke er samsvar mellom morfologisk og molekylær identifisering. Analysene har avslørt mange kryptiske arter, særlig hos leddormer, tanglopper og bløtdyr (Bucklin et al., 2011). Ved DNA-strekkoding av krepsdyr fra Nordsjøen konkluderes det med at strekkodingen er et veldig effektivt identifikasjonssystem (Raupach et al., 2015)

Bakgrunn

Norwegian Barcode Of Life (NorBOL) er et norsk nettverk bestående av forskningsinstitusjoner som samarbeider om DNA-strekkoding i Norge. Tabell 1 viser antall individer fra slekter som er funnet i lokalitetene undersøkt i denne studien (heretter kalt relevante slekter) som er blitt sendt til DNA-strekkoding fra Norge (data er hentet fra NorBOL, <http://search.norbol.org>). Som tabellen viser er det flere slekter som ikke er sekvensert fra Norge. DNA-strekkodingen i denne oppgaven vil derfor bidra til NorBOL- prosjektet.

Tabell 1 Progresjon i DNA-strekkoding av marine slekter sendt fra Norge. Av de relevante slektene, som ble funnet i littoralsonen i denne studien er seks slekter ikke forsøkt sekvensert tidligere. Data hentet fra NorBOL, 13. januar 2016.

Slekt	Antall individer
<i>Macoma</i>	0
<i>Onoba</i>	0
<i>Peringia</i>	0
<i>Skeneopsis</i>	0
<i>Hyperoplus</i>	0
<i>Pholis</i>	0
<i>Mya</i>	1
<i>Idotea</i>	2
<i>Arenicola</i>	2
<i>Crangon</i>	3
<i>Carcinus</i>	6
<i>Hediste</i>	6
<i>Cerastoderma</i>	7
<i>Leptasterias</i>	7
<i>Pagurus</i>	11
<i>Echinocardium</i>	11
<i>Hyas</i>	12
<i>Littorina</i>	50

Bakgrunn

Tabell 2 viser antall eksemplarer fra hver slekt som er rapportert i BOLD, og antall av de eksemplarene som har fått DNA-strekkode, her definert som suksess (data hentet fra <http://boldsystems.org/>). Tabellen viser at enkelte slekter, som *Mya*, *Macoma* og *Skeneopsis* er vanskelig å få sekvensert.

Tabell 2 Antall eksemplarer som er registret i BOLD, og antall eksemplarer som har fått DNA-strekkode (tildelt formell BIN). Prosent suksessrate viser at enkelte slekter er vanskeligere å få sekvensert enn andre. Data hentet fra <http://boldsystems.org> 13.-15. Januar 2016.

Slekt	# eksemplarer	# eksemplarer med DNA-strekkode	% suksessrate
<i>Mya</i>	240	75	31,3
<i>Macoma</i>	700	246	35,1
<i>Skeneopsis</i>	8	3	37,5
<i>Idotea</i>	241	116	48,1
<i>Crangon</i>	136	69	50,7
<i>Hediste</i>	326	172	52,8
<i>Peringia</i>	25	15	60,0
<i>Onoba</i>	11	7	63,6
<i>Carcinus</i>	410	274	66,8
<i>Littorina</i>	1136	780	68,7
<i>Leptasterias</i>	241	171	71,0
<i>Pagurus</i>	946	778	82,2
<i>Arenicola</i>	46	39	84,8
<i>Corophium</i>	165	145	87,9
<i>Pholis</i>	42	37	88,1
<i>Hyas</i>	563	508	90,2
<i>Hyperoplus</i>	56	51	91,1
<i>Cerastoderma</i>	264	250	94,7
<i>Echinocardium</i>	46	44	95,7
Gjennomsnitt			69,5

1.11 STUDIENS MÅL

Denne studiens mål er å:

- Utvikle en enkel kvalitativ metode for å kartlegge artssammensetningen på bløtbunn i littoralsonen:

Kan en enklere undersøkelsesmetode gi informasjon om artssammensetningen?

Kan fysiske miljøvariabler indikere hvilke arter man finner i littoralsonen?

Hvilken informasjon om bløtbunnssamfunnet kan videoobservasjoner gi, og er det egnet som metode for å undersøke dette habitatet?

- Studien omfatter også DNA-strekkoding, med mål om å vurdere om DNA-strekkoding kan komplementere artsidentifiseringen av bløtbunnsfauna:

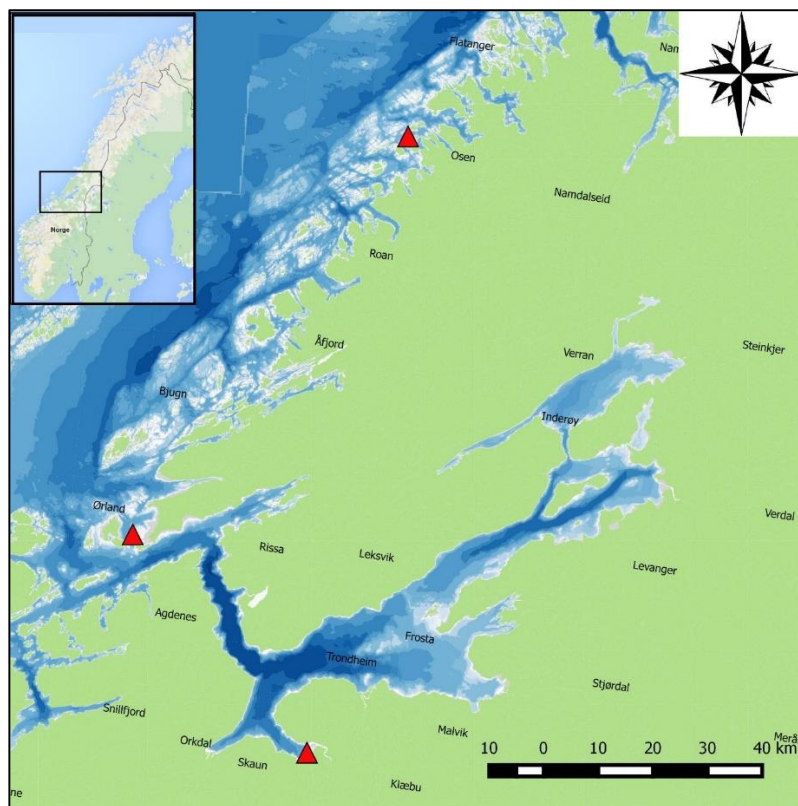
I hvilken grad vil DNA-strekkodingen av de marine dyrene bli suksess?

Blir det avvik mellom morfologisk og molekylær identifisering?

2 MATERIAL OG METODE

2.1 LOKALITETER

Grandefjæra, Ørland kommune, Øysand, Melhus kommune og Ramsøyvika, Osen kommune ble på forhånd valgt ut som innsamlingslokaliteter (figur 2). Grandefjæra og Øysand ble valgt ut på bakgrunn av at de er kjente bløtbunnsområder. I tillegg det er gjennomført undersøkelser av biologisk mangfold tidligere i områdene rundt Grandefjæra og Øysand som følge av at de er naturreservat og verneområder. Ramsøyvika ble også inkludert i undersøkelsene på bakgrunn av ønske om økt datagrunnlag. Det er særlig ornitologiske undersøkelser som er utført i Grandefjæra og ved Øysand, i tillegg til flora- og vegetasjonsundersøkelser (Miljødirektoratet, 2016a; Miljødirektoratet, 2016b). I Grandefjæra er det ikke utført noen marinbiologiske undersøkelser (Miljødirektoratet, 2016b). Den marine faunaen er tidligere undersøkt i Gaulosen med fokus på dypere områder og mobil epifauna (Järnegren et al., 2014). Det ser derfor ikke ut til at det er utført noen innsamlinger ved samme habitat som i denne undersøkelsen tidligere på noen av lokalitetene.



Figur 2. Kart over Sør-Trøndelag med lokalitetene markert som rød trekant. Grandefjæra (Ørland kommune) og Ramsøyvika (Osen kommune) ligger helt ved kysten på Fosenhalv-øya, mens Øysand ligger i enden av Gaulosen i Trondheimsfjorden. Kartograf: Grethe S. Haugen. Kart produsert i QGIS. Kartdatagrunnlag fra Kartverket.

Material og metode

Grandefjæra og Øysand er områder med stort areal, og det var derfor viktig at de naturgitte forholdene på stasjonene innenfor lokalitetene var tilnærmet like. Stasjonene ble derfor valgt ut mens feltarbeidet foregikk. I Grandefjæra ble undersøkelsene gjennomført på to ulike steder, to stasjoner ved Rausigrunn (GF2 og GF3), og to stasjoner ved Lakskløholmen (GF4 og GF5). I Grandefjæra og på Øysand var stasjonene som ble valgt ut plassert i transekt fra øverst til ytterst i fjæra. En stasjon (Ramsøyvika) representerer undersøkelsene gjort i Ramsøyvika.

Undersøkelsene ble foretatt i tidsrommene som presentert i tabell 3.

Tabell 3 Dato for innsamlinger og videoobservasjoner ved de ulike stasjonene.

Lokalitet	Stasjon	Koordinater	Innsamling fauna	Videoobservasjoner
Grandefjæra				
Rausigrunn	GF2	63°40'49.2"N 9°34'10.1"E	28.08.2014	11.08.2015
	GF3	63°40'48.5"N 9°34'15.6"E	28.08.2014	11.08.2015
Lakskløholmen	GF4	63°42'11.9"N 9°34'21.6"E	28.08.2014	12.08.2015
	GF5	63°42'13.2"N 9°34'31.3"E	28.08.2014	12.08.2015
Øysand				
	ØY1	63°20'08.8"N 10°12'56.4"E	31.10.2014	05.10.2015
	ØY2	63°20'09.9"N 10°12'53.3"E	31.10.2014	05.10.2015
	ØY3	63°20'12.0"N 10°12'47.8"E	31.10.2014	01.11.2015
Ramsøyvika				
		64°19'46.6"N 10°24'57.0"E	10.10.2014	06.07.2015

Tidspunktene ble valgt ut i fra perioder med gunstig tidevannsnivå (sehavnivå.no) som var avgjørende for observasjoner og innsamlinger i littoralsonen. Det ble avsatt en dag til hver lokalitet. Marin fauna ble samlet inn for videre artsbestemmelse på laboratoriet, mens makroalger kun ble observert i felt.

2.2 UNDERSØKELSER AV FYSISKE MOMENTER OG MARIN FAUNA

For å gi dekkende områdebeskrivelser ble det tatt bilder med fotoapparat (Canon EOS 550D). Både oversiktsbilder og nærbilder ble tatt, for å sikre at området og biologiske funn ble nøye registrert.

Fysiske observasjoner som ble gjort ved alle stasjonene var:

- Enkel kategorisering av kornstørrelse (grus, grov sand, medium sand, fin sand, blanding)
- Tilstedeværelse av leire/blåleire
- Om leira luktet hydrogensulfid (H_2S)
- Antatt bølgeeksponering – herunder viktig å påpeke fjæras himmelretning (N, S, Ø, V)
- Om stasjonen ble tørrlagt ved lavvann
- Tilstedeværelse av organisk materiale
- Området rundt fjæra, om det var antropogene forstyrrelser, jordbruk også videre.
- Andre kommentarer som fant seg verdig å registrere

Biologiske observasjoner som ble gjort ved alle stasjoner:

- Epifauna
- Infauna
- Spor etter marin fauna som gangpassasjer fra snegler
- Tilstedeværelse av døde dyr, særlig muslinger
- Tilstedeværelse av makroalger

2.2.1 Innsamlingsmetoder

Marin fauna ble samlet inn ved de ulike stasjonene ved bruk av håndspader og sikting av sediment med en sirkulær metallsikt med 1 mm maskestørrelse. Det ble også benyttet en større spade for å kunne observere og anslå kornstørrelse lengre ned i sedimentet samt eventuell tilstedeværelse av leire. Både epi- og infauna ble plukket og samlet inn for artsidentifisering på laboratoriet. Individene ble samlet i plastglass fra hver stasjon og konservert med 96 % etanol. Også prøver av usiktet sedimentprøver ble samlet inn og konservert. Etanolen i prøvene ble byttet ut 1-3 dager etter feltarbeidet, og deretter igjen etter en uke.

2.2.2 Laboratoriearbeid

Innsamlet materiale ble først grovsortert i taksonomiske grupper for videre identifisering ved bruk av stereolupe. Sedimentprøvene ble også undersøkt i stereolupe, og fauna som ble funnet i sedimentet ble lagt i nye glass med etanol for videre identifisering. Deretter ble hver enkelt gruppe identifisert så nær art som mulig ved hjelp av taksonomisk litteratur.

2.2.3 Taksonomisk litteratur

Ved identifisering av krepssdyr ble *Marine invertebrates of Scandinavia Number 2: Decapoda Brachyura* (Christiansen, 1969) og *Faltfauna: Kräftdjur* (Enckell, 1998) benyttet, mens for bløtdyr ble *Mollusca Prosobranchia: forgjellesnegler* (Sneli, 1975), *Danske Havsnegle* (Bondesen, 1994), *Muslinger* (Christensen, 1978), *Danske Havmuslinger* (Bondesen, 1984) og *Danmarks fauna 65: Skallus, Søtænder Blæksprutter* (Muus, 1959) brukt som nøkler for artsidentifisering. For identifisering av pigghuder ble *Danmarks fauna 27: Pighude (Echinodermer)* (Mortensen, 1924) benyttet, og for pigginnefisker ble *Aschehougs store fiskebok* (Pethon, 1998) brukt til identifisering av artene. *Danmarks fauna 86: Havbørsteorme II* (Kirkegaard, 1996) og *Ringmaskar: Havborstmaskar, Annelida: Polychaeta* (Nygren & Pleijel, 2015) ble benyttet for å identifisere flerbørstemarkene.

De fleste individene i klassen snegler (Gastropoda) og muslinger (Bivalvia) ble verifisert av Jon-Arne Sneli, Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet, og flerbørstemarkene (Polychaeta) ble verifisert av Torkild Bakken, Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet. Fåbørstemarkene (Clitellata) ble identifisert av Christer Erséus, Universitetet i Göteborg. Individuer av tanglopper (Amfipoda) ble identifisert av Anne Helene Solberg Tandberg, Universitetet i Bergen. Vitenskapelige navn er brukt på alle taksonomisk nivå, da fåtallet har norsk navn. Dersom arten har et norsk navn er dette gitt i parentes bak det vitenskapelige navnet. Navngiving følger nomenklaturen som er brukt i World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org/>), mens norsk navn er gitt etter Artsnavnebase (<http://www2.artsdatabanken.no/artsnavn/Contentpages/Hjem.aspx>).

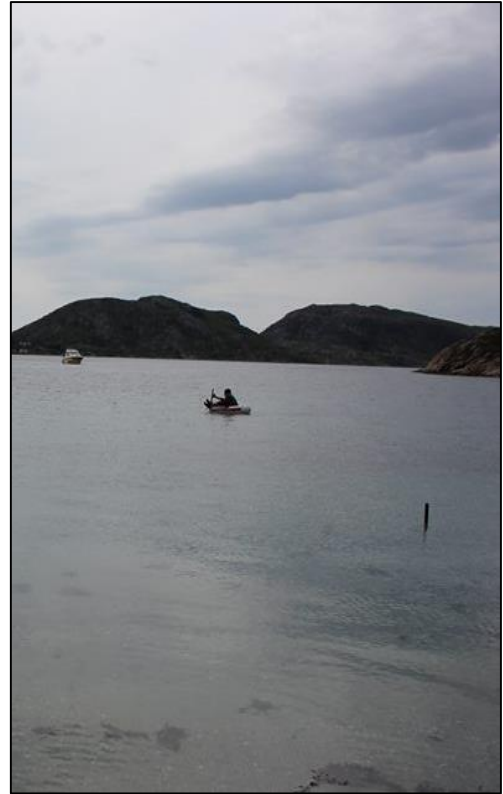
2.3 OBSERVASJONER VED BRUK AV UNDERVANNSKAMERA

Undervannskamera ble benyttet ved alle stasjoner, men med ulik utførelse. Undervannskameraet var av typen *SJCAM SJ5000 Plus Ambarella A7LS75 1080P 60FPS WiFi Sport Action Camera* med timelapsfunksjoner. Kameraet ble ved alle stasjonene stilt inn til å filme sammenhengende i 15 minutter, med videosnutter på 5 minutter for å unngå at filene (.MP4) ble for store. I Ramsøyvika ble undervannskamera festet til en stang som ble ført ned i sjøen fra en enkel farkost. Farkosten var en gummibåt da de ikke stikker betydelig ned i vannet og gjør det mulig å filme på svært grunne områder. Farkosten ble manøvrert slik at kamera skulle filme området rundt stasjonen (figur 4). I Grandefjæra ble undervannskamera festet til en stang, som ble trykket ned i sedimentet slik at kamera ble stående 10-15 cm over bunnen med vinkel mot stasjonsområdet (figur 3). Installasjonen fikk stå i fred og alene mens undervannskamera filmet. På Øysand ble undervannskamera festet til enden på en stang, som ble håndført frem og tilbake over stasjonsområdet (figur 5).

Material og metode



Figur 3. Fastmontert installasjon. Foto: Grethe S. Haugen



Figur 4. Videundersøkelser ved bruk av farkost. Foto: Grethe S. Haugen



Figur 5. Håndført videundersøkelse. Foto: Magnus Hovd

2.4 DNA-STREKKODING

Etter at individene var identifisert til laveste taksonomiske nivå ved morfologisk identifisering ble 95 individer plukket ut for å ta vevsprøver og bilder for DNA-strekkoding. Prøvene bestod av individer fra 6 rekker (Arthropoda, Mollusca, Annelida, Chordata, Echinodermata, Platyhelminthes), 10 klasser, 16 orden, 24 familier, 26 slekter og 32 arter. Vevsprøvene ble så langt det lot seg gjøre tatt fra muskelvev. Metode for prøvetakning og registreringer ble gjort i henhold til BOLDs retningslinjer. Sekvenseringen ble utført av Biodiversity Institute of Ontario, Universitet i Guelph, Canada. Deler av trinnene i sekvenseringen ble utført som vist i tabell 4.

Tabell 4 Deler av trinnene i sekvenseringen utført av Biodiversity Institute of Ontario.

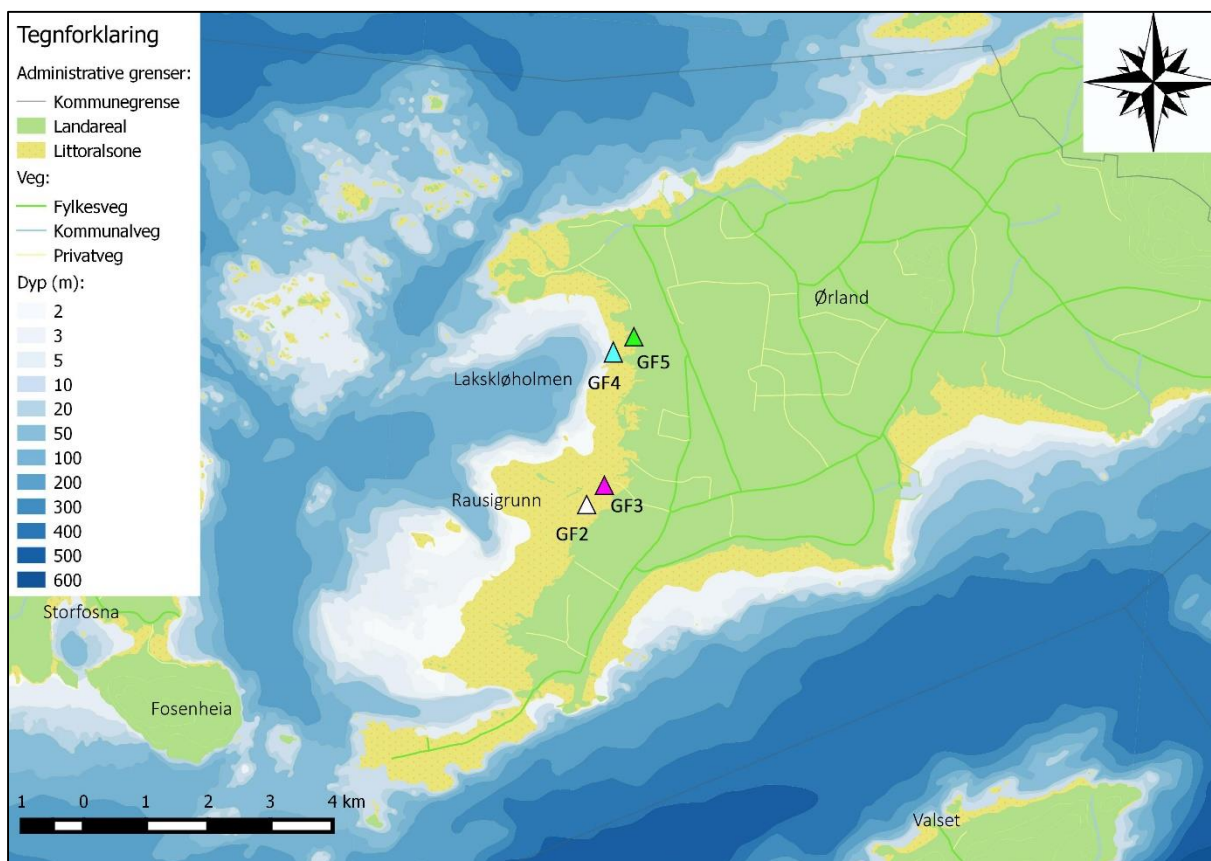
Protocol	Stage
No Protocol	Tissue
CTAB Lysis Animals	Lysis
CTAB Animal Manual Extraction	Extraction
COX1 Generic [C_LepFolF-C_LepFolR]	PCR
COI Fast PCR Thermocycling	PCR Thermocycling
E-Gel	PCR Check
C_LepFolF Cycle Seq Forward	Cycle Sequencing
C_LepFolR Cycle Seq Reverse	Cycle Sequencing
FAST-EDGE Standard CS Thermocycling	Cycle Sequence Thermocycling
FAST-EDGE Standard CS Thermocycling	Cycle Sequence Thermocycling
384 Well Consolidation	384 Well Consolidation
ALINE PureSEQ	Sequencing Cleanup
IP700	Sequencing
ALINE PureSEQ	Sequencing Cleanup
IP700	Sequencing

3 RESULTATER

3.1 LOKALITETSBESKRIVELSER OG ARTSLISTER

3.1.1 Grandefjæra, Ørland kommune

Grandefjæra er langgrunn og langstrakt, og ved lavvann tørrelegges 5-6 kvadratkilometer med fjære. Grandefjæra er en viktig rasteplass for trekkfugler og er av den grunn fredet siden 1983 (Miljødirektoratet, 2016b). Basert på observasjoner fra feltarbeidet, består sedimentet i Grandefjæra av store steiner til fin bløt mudderbunn. Topografien i fjæra gjør at det dannes partier med mindre dammer som blir stående igjen ved lavvann. Området rundt fjæra er nesten utelukkende flatt åker- og beitelandskap. Fjæra ligger sørvest vendt, se kart i figur 6. Storfosna og flere skjær beskytter fjæra delvis mot bølgene fra havet utenfor. Enkelte steder består sedimentet av fin leire og silt, mens andre steder består sedimentet av grus, stein og større steiner (figur 7, 8). Dette gjør at fjæra ikke er ei homogen fjære men består av flere mosaikkstrukturer.



Figur 6. Topografisk kart over Grandefjæra med stasjonene markert med trekkanter. Den brune fargen på kartet er littoralsonen, mens den grønne er landareal. Kartograf: Grethe S. Haugen. Kart produsert i QGIS. Kartdatagrunnlag fra Kartverket.

3.1.1.1 Grandefjæra Stasjon 2: Rausigrunn v/ Fugletårnet Grande amfi

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°40'49.2"N 9°34'10.1"E



Figur 7 Oversiktsbilde av Grandefjæra stasjon 2 ved Rausigrunn. Sedimentet består av fin mudderbunn til grus og store steiner. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen ligger ca. 115 m fra strandkanten, og var til dels tørrlagt ved lavvann. Det var noen større steiner her og der (figur 7), mens kornstørrelsen på selve stasjonsområdet var finkornet mudder ca. 5 cm ned i sanden etterfulgt av tørr, hard blåleire (figur 8). Leira luktet ikke hydrogen sulfid, og var såpass tørr at det var vanskelig å grave i den med en vanlig håndspade (figur 8). Det ble derfor ikke gjennomført noen sikting av infauna. På de større steinene ble det observert brune makroalger (figur 7).

Fauna: Det ble observert fjæremarkhauger rundt omkring på stasjonen og det ble samlet inn *A. marina* (fjæremark). Rundt større steiner var det vannansamlinger, hvor blant annet reken *Crangon crangon* og *Tonicella rubra* (rødleddsnegl) ble samlet inn. Det ble også observert og samlet inn ulike muslinger som *Littorina obtusata* (buttstrandsnegl), *Littorina saxatilis* (steinsnegl), *M. arenaria* og *C. edule* (saueskjell). På laboratoriet ble fåbørstemarken *Tubificoides benedii* funnet i sedimentprøve fra stasjonen. I tillegg til innsamling av individer, ble det også registrert gangpassasje fra strandsnegler (figur 9). Tabell 5 viser fullstendig artsliste med taksonomi for artene funnet ved GF2.



Figur 8. Ved graving med håndspade ble det avdekket hard blåleire i sedimentet. Foto: Grethe S. Haugen



Figur 9. Gangpassasje fra Gastropoda er tydelig i sedimentet. Foto: Grethe S. Haugen

Tabell 5 Artsliste fra Grandefjæra stasjon 2.

Grandefjæra stasjon 2 (GF2)	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkrepser (Malacostraca)	
Tifotkreps (Decapoda)	
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	-
Isopoder (Isopoda)	
<i>Idotea granulosa</i> (Rathke, 1843)	-
Tanglopper (Amphipoda)	
<i>Gammarus duebeni</i> (Lilljeborg, 1852)	-
<i>Calliopius laeviusculus</i> (Krøyer, 1838)	-
<i>Echinogammarus stoerensis</i> (Reid, 1938)	-
<i>Gammarus finmarchicus</i> (Dahl, 1938)	-
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Fåbørstemark (Clitellata)	
<i>Tubificoides benedii</i> (Udekem, 1855)	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	-
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
Snegler (Gastropoda)	
<i>Littorina littorea</i> (Linnaeus, 1758)	Storstrandsnegl
<i>Littorina obtusata</i> (Linnaeus, 1758)	Buttstrandsnegl
<i>Littorina saxatilis</i> (Olivi, 1792)	Steinsnegl
<i>Onoba semicostata</i> (Montagu, 1803)	-
<i>Skeneopsis planorbis</i> (O. Fabricius, 1780)	-
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)	Slettpollsnegl
Leddsnegler (Polyplacophora)	
<i>Tonicella rubra</i> (Linnaeus, 1767)	Rødleddsnegl

3.1.1.2 Grandefjæra Stasjon 3: Rausigrunn v/ Fugletårnet Grande amfi

Hovedtype: Marin undervannseng (M7) / M4

Koordinater: 63°40'48.5"N 9°34'15.6"E



Figur 10. Ålegressmatte (*Zostera sp.*) på Grandefjæra stasjon 3. Ved graving i sedimentet ble det oppdaget leire og grus. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen ligger i underkant av 60 meter fra strandsonen, og området domineres av *Zostera sp.* (Figur 10). Under ålegressmatta var kornstørrelsen delvis leire og grus. Det luktet ikke hydrogensulfid av leiren. Ålegressmatta var dekt av vann ved lavvann. Det var ingen større steiner i området, men sedimentet er nokså stabilt som følge av grusen under ålegressmatta. Den sammenhengende ålegressmatta ble noen steder avbrutt av fjæremarkhauger (figur 11).

Fauna: Ved sikting av sedimentet ble det avdekket en del døde muslinger og sneglehus (figur 10). På selve matten var det også svært store forekomster av *C. edule* (saueskjell), samt *L. saxatilis* (steinsnegl). På laboratoriet ble fåbørstemarken *T. benedii* funnet i sedimentprøve fra stasjonen. Tabell 6 viser fullstendig artsliste med taksonomi av artene som ble funnet på GF3.



Figur 11. Ålegressmatten ved Grandefjæra stasjon 3 blir stedvis avbrutt av fjæremarkhauger. Foto: Grethe S.

Tabell 6 Artsliste fra funnene ved Grandefjæra stasjon 3.

Grandefjæra stasjon 3 - Ålegressstasjon	Norsk navn:
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Fåbørstemark (Clitellata)	
<i>Tubificoides benedii</i> (Udekem, 1855)	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	-
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
Snegler (Gastropoda)	
<i>Littorina saxatilis</i> (Olivi, 1792)	Steinsnegl
Leddsnegler (Polyplacophora)	
<i>Tonicella rubra</i> (Linnaeus, 1767)	Rødleddsnegl

3.1.1.3 Grandefjæra Stasjon 4: Lakskløholmen

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°42'11.9"N 9°34'21.6"E



Figur 12. Oversiktsbilde fra Grandefjæra stasjon 4. Området hvor innsamlingen foregikk var i dammen til venstre på bildet. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen er lokalisert ca. 170 meter fra strandkanten, nært et tangbelte som sees i bakgrunnen på figur 12. Stasjonsområdet hvor innsamlingen ble utført er et lite flatt basseng (figur 12). Kornstørrelsen var blandingssediment med delvis finkornet og delvis grus, samt større mengder med døde muslinger, med både med intakte- og knuste skall (figur 13). 10 cm ned i sanden bestod sedimentet av skjellsand. Det ble ikke registrert noe leire i substratet.

Fauna: *Semibalanus balanoides* ble observert på de større steinene. *Carcinus maenas* (strandkrabbe) og reken *C. crangon* ble samlet inn, samt *T. rubra* (rødleddsnegle) og *A. marina* (fjæremark). I sedimentprøven ble det funnet fåbørstemarkene *Clitellio arenarius* og *T. benedii*. Se tabell 7 for fullstendig artsliste fra stasjonen.

Tabell 7 Artsliste fra Grandefjæra stasjon 4.

Grandefjæra stasjon 4	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Maxillopoda	
<i>Semibalanus balanoides</i> (Linnaeus, 1758)	Fjærerur
Storkrepser (Malacostraca)	
Tifotkrepser (Decapoda)	
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	Strandkrabbe
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	-
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Fåbørstemark (Clitellata)	
<i>Clitellio arenarius</i> (Müller, 1776)	-
<i>Tubificoides benedii</i> (Udekem, 1855)	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
Snegler (Gastropoda)	
<i>Littorina littorea</i> (Linnaeus, 1758)	Storstrandsnegl
Leddsnegler (Polyplacophora)	
<i>Tonicella rubra</i> (Linnaeus, 1767)	Rødleddsnegl



Figur 13. Sedimentet på stasjon 4 i Grandefjæra var av en blanding av grus og fin mudderbunn. Mange skjellfragmenter på sedimentet Foto: Grethe S. Haugen.

3.1.1.4 Grandefjæra Stasjon 5: Lakskløholmen

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°42'13.2"N 9°34'31.3"E



Figur 14. Oversiktsbilde fra Grandefjæra stasjon 5 ved Lakskløholmen. Innsamlingen ble foretatt i og ved dammen. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen ligger langt opp i hydrolittoralen, cirka 8 meter fra strandkanten. Området rundt er en åker med beitende kyr, og det renner ut en bekk fra åkeren over stasjonsområdet. Stasjonen er et lite basseng, med maks 1 cm vannstand ved lavvann (figur 14). Kornstørrelsen var svært blandet sediment med mudder og innslag av grus og stein (figur 14). Cirka 5 cm ned i sedimentet var det hard leire uten lukt av hydrogensulfid. Oppå substratet lå det mye småstein og døde muslinger, både intakte- og noen knuste. Området er flatt uten innslag av større steiner og det ble ikke observert makroalger.

Fauna: Det ble ikke observert noen fjæremark på stasjonen eller området rundt, men *H. diversicolor* ble registrert. *Crangon crangon*, *L. littorea* (storstrandsnegl), *L. saxatilis* (steinsnegl), og muslingene *M. calcarea* og *P. ulvae*. Tabell 8 viser fullstendig artsliste av funnene ved GF5. Stasjonen var dekket av gangpassasjer fra strandsnegler (figur 15).



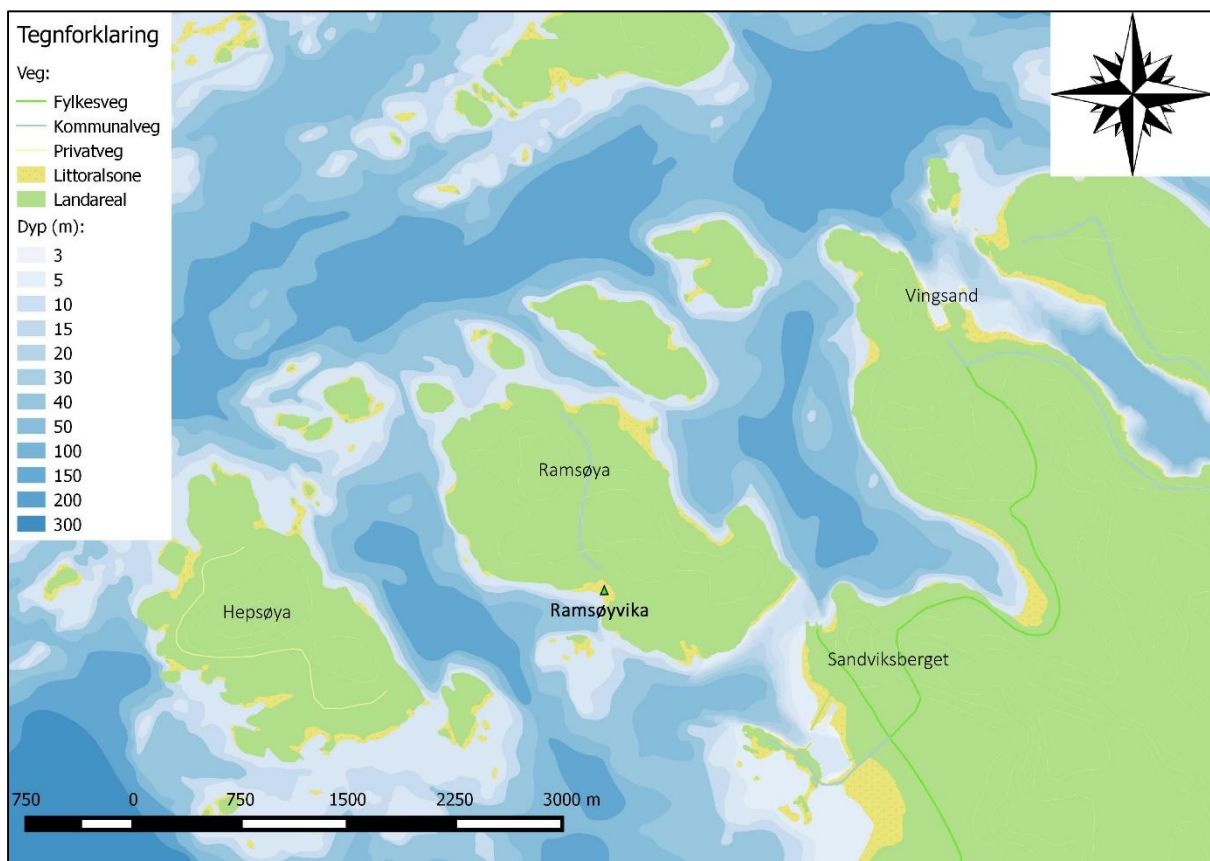
Figur 14. Gangpassasje fra snegler er tydelig markert i sedimentet ved Grandefjæra stasjon 5. Foto: Grethe S. Haugen

Tabell 8 Artsliste fra funnene ved Grandefjæra stasjon 5.

Grandefjæra stasjon 5	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkrepser (Malacostraca)	
Tifotkreps (Decapoda)	
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	-
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	-
Snegler (Gastropoda)	
<i>Littorina littorea</i> (Linnaeus, 1758)	Storstrandsnegl
<i>Littorina saxatilis</i> (Olivi, 1792)	Steinsnegl
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)	Slettpollsnegl
Leddsnegler (Polyplacophora)	
<i>Tonicella rubra</i>	Rødleddsnegl

3.1.2 Ramsøya, Osen kommune

Ramsøyvika er ei bukt på Ramsøya, i Osen kommune beliggende helt nord i Sør-Trøndelag. Fordi Ramsøyvika ligger på en øy er det få antropogene forstyrrelser. Området rundt fjæra består av bratte fjell og bergtopper, samt en liten eng. Selve viken vender sørvest, og Hepsøya ser ut til å skjerme fjæra for bølgene fra storhavet utenfor, se kart i figur 16. Bølgeeksponeringen i fjæra antas derfor å være lav. Kornstørrelsen i fjæra er medium til fint sediment. De større steinene som finnes i fjæra kommer av antropogene forstyrrelser ved bygging av molo (Volden, personlig meddelt)².



Figur 15. Topografisk kart over Ramsøya med stasjonen markert som en trekant. Ramsøyvika ligger relativt beskyttet til, hvor Hepsøya og mindre skjær avskærer bølgene fra Folla. Den brune fargen er littoralsonen. Kartograf: Grethe S. Haugen. Kart produsert i QGIS. Kartgrunnlag fra Kartverket

² Oddleif Volden, Hytteeier

3.1.2.1 Ramsøyvika:

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 64°19'46.6"N 10°24'57.0"E



Figur 16. Oversiktsbilde over Ramsøyvika. Sedimentet består av fin mudder med flekkvis større steiner med påvekst av makroalger. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Sedimentet består av medium til fin kornstørrelse øverst i hydrolittoralen, med svært fin kornstørrelse langs gradienten lengre ned i fjæra (figur 17). Noen større steiner er flekkvis spredt med brune makroalger. Ved lavvann avdekkes et større tangbelte på grensen til sublittoralsonen. Tangbeltet ble ikke undersøkt nærmere. Cirka 20 cm ned i sedimentet finnes leire, uten lukt av hydrogen sulfid. Sikting av sediment var vanskelig å gjennomføre med en sikt med maskestørrelse på 1 mm fordi sedimentet bestod av store skjellfragmenter. Figur 18 og 19 viser forskjell i kornstørrelse innenfor stasjonsområdet.

Resultater



Figur 17. Finfordelt sand 20 cm ned i sedimentet. Fotografi fra Ramsøyvika. Foto: Grethe S. Haugen



Figur 18. Skjellfragmenter i sedimentet gjorde siktingen vanskelig. Fotografi fra Ramsøyvika. Foto: Magnus Hovd

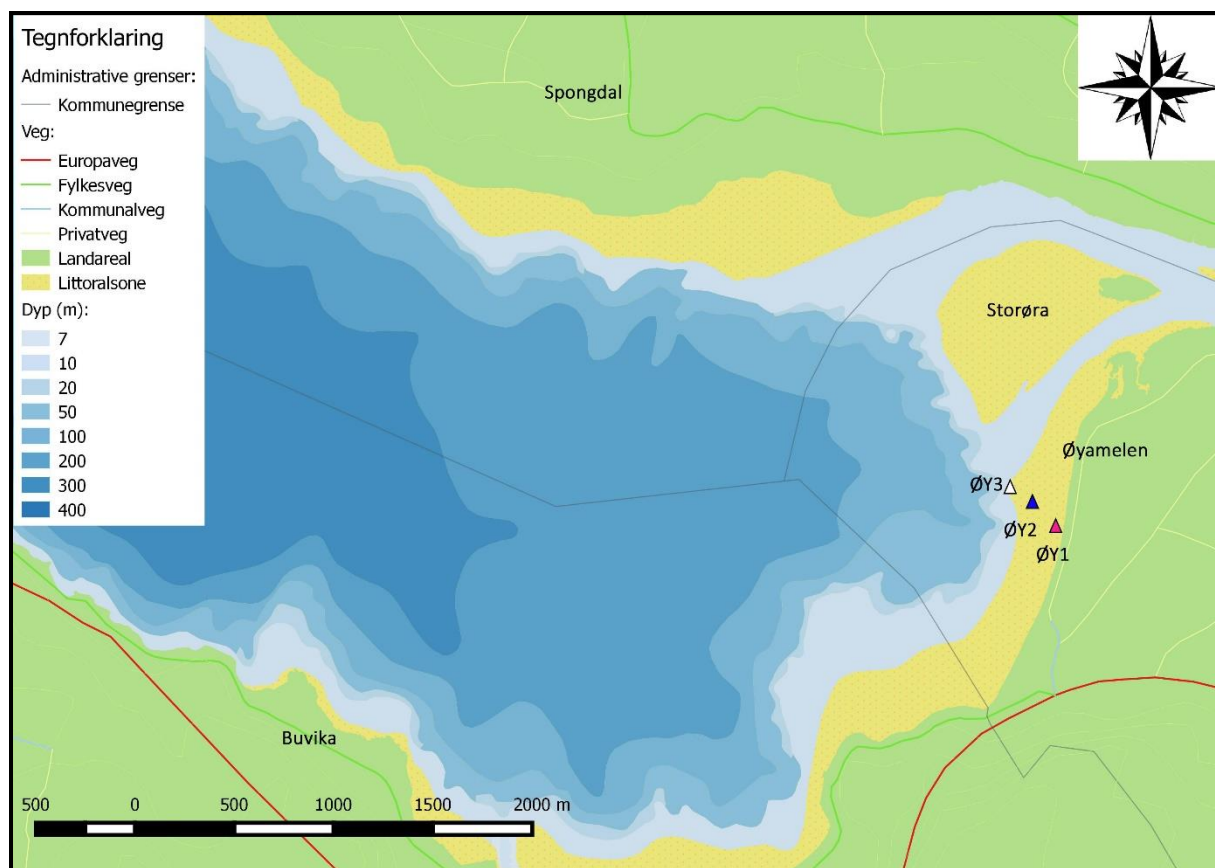
Fauna: Ansamlinger av fjæremarkhauger observeres og det ble samlet inn *A. marina* (fjæremark), *Hyas araneus* (mandolinpyntekrabbe), *C. maenas* (strandkrabbe) og *Pagurus bernhardus* (bernakeremittkreps). Av muslinger ble det funnet *M. calcarea*, *M. arenaria* og *C. edule* (saueskjell). På makroalgene ble det observert sjøpung, mosdyr og posthornmark men disse ble ikke samlet inn. Ved graving med håndspade ble *Echinocardium cordatum* (sandsjømus) funnet. Også *Leptasterias mulleri* (smalkorstroll), *Hyperoplus laceolatus* (storsil) og *Pholis gunnellus* (tangsprell) ble funnet og samlet inn. Sedimentprøvene gav ingen funn. Se tabell 9 for fullstendig artsliste fra Ramsøyvika.

Tabell 9 Artsliste fra Ramsøyvika

Ramsøyvika	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkrepser (Malacostraca)	
<i>Hyas araneus</i> (Linnaeus, 1758)	Mandolinpyntekrabbe
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	Strandkrabbe
<i>Pagurus bernhardus</i> (Linnaeus, 1758)	Bernakeremittkreps
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Pigghuder (Echinodermata)	
Sjøpiggsvin (Echinoidea)	
<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant, 1777)	Sandsjømus
Sjøstjerner (Asteroidea)	
<i>Leptasterias muelleri</i> (M. Sars, 1846)	Smalkorstroll
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	
Ryggstrengdyr (Chordata)	
Strålefinnefisker (Actinopterygii)	
<i>Hyperoplus lanceolatus</i> (Le Sauvage, 1824)	Storsil
<i>Pholis gunnellus</i> (Linnaeus, 1758)	Tangsprell

3.1.3 Øysand, Melhus kommune

Øysand ligger lokalisert nord i Melhus kommune, i enden av Gaulosen som er ei sidearm av Trondheimsfjorden. Fjæra vender nordvest, og ligger relativt beskyttet mot sterk bølgeeksponering. Strandsonen strekker seg 2 km fra Buvika til Byneset (Miljødirektoratet, 2015a). Ved den nordlige enden av stranden renner Gaula ut. Ved utløpet av Gaula er det dannet et delta, som fører til at en del av langfjæra er utilgjengelig ved fots, da elva har gravd seg ned på hver sin side av fjæra og dermed dannet en liten øy – Storøra, se kart i figur 20. Gaulosen naturreservat ligger ved munningen av Gaula, med en unikt fuglebestand og flora, og Gaulosen landskapsvernområdet ble dannet i 1983 (Miljødirektoratet, 2015a). På Øysand ble tre stasjoner undersøkt, alle innenfor verneområdet ved Øyamelen. Valg av stasjoner ble gjort på bakgrunn av å forsøke å komme seg lengst mulig borte fra Gaulas utløp for å unngå for mye ferskvannavrenning, samt tilgjengelighet med bil. Området rundt Øysand består av flatt dyrket mark, med aktivt jordbruk (observert i felt).



Figur 19. Topografisk kart over Øysand med stasjonene markert med trekkanter. Øverst til høyre ligger Storøra, som er blitt adskilt fra resten av fjæra som følge av deltadannelse ved Gaulas utløp. Den brune fargen er littoralsonen. Kartograf: Grethe S. Haugen. Kart produsert i QGIS. Kartdatagrunnlag fra Kartverket.

3.1.3.1 Øyamelen Stasjon 1: ØY1

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°20'08.8"N 10°12'56.4"E



Figur 20. Oversiktsbilde fra Øyamelen stasjon 1. Kornstørrelsen er svært varierende. På de større steinene er det påvekst av makroalger. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen ligger lokalisert cirka 20 m fra strandkanten. Det er en del grus og større steiner i og på mudderbunnen og kornstørrelsen kategoriseres til blandings sediment (figur 21, 22). På steinene ble det observert brune makroalger (figur 21). På mudderbunnen observeres matter med grønn og brun påvekst, som antas å være organisk materiale fra elva. Terrigent materiale er godt representert i og rundt stasjonen (figur 21).

Fauna: Det ble registrert *C. maenas* (strandkrabbe), reken *C. crangon*, muslingen *M. arenaria*, *A. marina* (fjæremark) og amfipoden *C. volutator*. Av infauna ble det registret et stort antall fåbørstemarkere (ikke tatt til art), i tillegg til *H. diversicolor*. Se tabell 10 for fullstendig artsliste fra ØY1.



Figur 21. Enkelte steder innenfor stasjonsområdet var kornstørrelsen svært fin. Foto: Grethe S. Haugen

Tabell 10 Artsliste fra Øyamelen stasjon 1.

Øysand 1	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkrepser (Malacostraca)	
Tifotkreps (Decapoda)	
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	Strandkrabbe
<i>Crangon crangon</i> (Linnaeus, 1758)	-
Tanglopper (Amphipoda)	
<i>Corophium volutator</i> (Pallas, 1766)	-
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
Capitellida	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Phyllodocida	
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)	-
Fåbørstemark (Clitellata) – Indet.	
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	-

3.1.3.2 Øyamelen Stasjon 2: ØY 2

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°20'09.9"N 10°12'53.3"E



Figur 23. Oversiktsbilde av Øyamelen stasjon 2. Kornstørrelsen var fin, med flekkvis større steiner med påvekst av makroalger. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen er lokalisert cirka 40 meter fra strandkanten, og består av fin sand 20 centimeter ned i sedimentet med noen steiner spredt. I og rundt stasjonen er det ansamlinger av fjæremarkhauger. Lite terrigent materiale observeres. Det finfordelte topplaget danner bølgepåvirket mønster (figur 24), og flekkvis vokser brune makroalger på steiner som ligger under strandoverflaten.

Fauna: *Carcinus maenas* (strandkrabbe), *C. edule* (saueskjell) og *M. arenaria* ble funnet. Flerbørstemarkene *H. diversicolor* og *Eteone longa* ble registret, i tillegg til mengder av fåbørstemarkar (ikke tatt til art). Se tabell 11 for fullstendig artsliste over funn ved ØY2.

Tabell 11 Artsliste fra Øyamelen stasjon 2.

Øyamelen stasjon 2	Norsk navn:
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkrepser (Malacostraca)	
Tifotkreps (Decapoda)	
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	Strandkrabbe
Leddormer (Annelida)	
Flerbørstemark (Polychaeta)	
Capitellida	
<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)	Fjæremark
Phyllodocida	
<i>Hediste diversicolor</i>	-
<i>Eteone longa</i> (O. Fabricius, 1780)	-
Fåbørstemark (Clitellata) - Indet	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	
Flatorm (Platyhelminthes) - Indet	

3.1.3.3 Øyamelen Stasjon 3: ØY 3

Hovedtype: Grunn marin sedimentbunn (M4)

Koordinater: 63°20'12.0"N 10°12'47.8"E



Figur 24. Oversiktsbilde over Øyamelen stasjon 3. Sedimentet ser ut til å være av fin mudder. Foto: Grethe S. Haugen

Områdebeskrivelse: Stasjonen ligger lokalisert 150 meter fra strandkanten, og på grensen av hydrolittoralen helt ved tangbeltet. Sedimentet består av mye grus og større steiner dekt av finkornet sand (figur 26, 27). Sanden danner bølgepåvirket mønster (figur 25). Fordi det er mye grus og stein ned i sedimentet er det vanskelig å få siktet, og eller spadd noe langt ned i sedimentet. Sedimentet kategoriseres som en blandingssediment.

Fauna: *Cerastoderma edule* (saueskjell) og *M. arenaria* ble registrert, samt *C. volutator* og *Gammarus duebeni*. Også fåbørstemarken *Lumbricillus kaloensis* ble registrert. I vannet ble det observert en mysid. Se tabell 12 for fullstendig artsliste fra ØY3.

Resultater



Figur 25. Resultat av sikting avdekker mye grus. Fotografi fra Øyamelen stasjon 3. Foto: Grethe S. Haugen



Figur 26. Ved graving med håndspade i sedimentet på Øyamelen stasjon 3 avdekkes grus. Foto: Grethe S. Haugen.

Tabell 12 Artsliste fra stasjon 3 ved Øyamelen.

Øyamelen stasjon 3	Norsk navn:
Leddormer (Annelida)	
Fåbørstemark (Clitellata)	
<i>Lumbricillus kaloensis</i> (Nielsen & Christensen, 1959)	-
Krepsdyr (Crustacea)	
Storkreps (Malacostraca)	
Tanglopper (Amfipoda)	
<i>Corophium volutator</i> (Pallas, 1766)	-
<i>Gammarus duebeni</i> (Lilljeborg, 1852)	-
Bløtdyr (Mollusca)	
Skjell (Bivalvia)	
<i>Cerastoderma edule</i> (Linnaeus, 1758)	Saueskjell
<i>Mya arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	-

3.2 VIDEOOBSERVASJONER

Tabell 13 viser fauna som er observert gjennom videoanalysen av undervannskameraundersøkelsene fra hver stasjon.

Tabell 13 Observert fauna fra videoanalysen fra hver stasjon.

Stasjon:	Fauna observert	Kommentar
GF2	-	Dårlig sikt
GF3	-	Dårlig sikt
GF4	Reker Krabbe	
GF5	Fjæremark Amfipode	Begrenset sikt
Ramsøyvika	Eremittkreps Fjæremark	
ØY1	Fjæremark	Dårlig sikt
ØY2	Fjæremark Krabbe (død)	
ØY3	-	Ingen sikt, realitet ingen video

Fra videomaterialet fra hver enkelt stasjon er det valgt ut representative bilder som viser eksempler på funn og nevneverdige momenter knyttet til videoobservasjonene.

3.2.1 Grandefjæra Stasjon 2



Figur 27. Mye materialer som transporteres i vannmassene påvirker sikten ved Grandefjæra stasjon 2. Bilde fryst fra video.

På observasjonsdagen var det overskyet og mye vind. Dette preger stasjonsområdet ved at makroalgene påvirkes av bølgene og det er lite lys (figur 28). Bildet er i stor grad dominert av flytende objekter som transporteres i vannmassene. Det er i hovedsak fragmenter av ålegress (*Zostera* sp.) som driver forbi, i tillegg til en del organisk materiale. Det ble ikke observert noen fauna.

3.2.2 Grandefjæra Stasjon 3



Figur 28. Mye materialer transportert i vannmassene påvirker sikten ved Grandefjæra stasjon 3. Bilde fryst fra video.

Videoobservasjonene ble utført samme dag som ved GF2. Uværet (mye vind, overskyet) fører til at det transporteres mange fragmenter i vannmassene, som påvirker sikten. Noen av fragmentene kan identifiseres til fragmenter av ålegress (*Zostera* sp.). Av marin fauna ble det observert en musling i ålegrasenga, se noe til høyre fra midten i bildet på figur 29.

3.2.3 Grandefjæra Stasjon 4



Figur 30. Reke observert ved Grandefjæra stasjon 4. Bilde fryst fra video.



Figur 31. Krabbe observert ved Grandefjæra stasjon 4. Bilde fryst fra video.



Figur 32. Reker observert ved Grandefjæra stasjon 4. Bilde fryst fra video.

Været på observasjonsdagen var pent med klar himmel og kun en liten vindtrekk. Bunnsedimentet observeres som svært steinete, og ikke av typisk bløtbunnsfjære, men er på samme lokalitet som det ble samlet inn fauna ett år tidligere. Vannstanden var ca. 30 cm. På videoen kan man observere strandkrabber og reker (figur 30, 31, 32). Sikten er relativt god, selv om solstråler lager forstyrrende mønster på bunnen som kan gjøre det utfordrende å oppdage individer.

3.2.4 Grandefjæra Stasjon 5



Figur 33 Fjæremarkhaug ved Grandefjæra stasjon 5. Bilde fryst fra video.

GF5 ligger langt opp i fjæra (figur 6) og vannstand når videoundersøkelsene ble gjennomført var cirka 15 cm. Det er så vidt kamera er under havoverflata, og vinden påvirker bildet. Kamera ble uheldigvis plassert foran en fjæremarkhaug som begrenser utsikten noe (figur 33). Av marin fauna kan man observere noe som antageligvis er Amfipoder. Solstråler lager mønster på bunnen som virker forstyrende ved analyse av videoen.

3.2.5 Ramsøyvika



Figur 34. God sikt over stasjonsområdet i Ramsøyvika. Makroalgene er ikke tatt til art. Bilde fryst fra video.



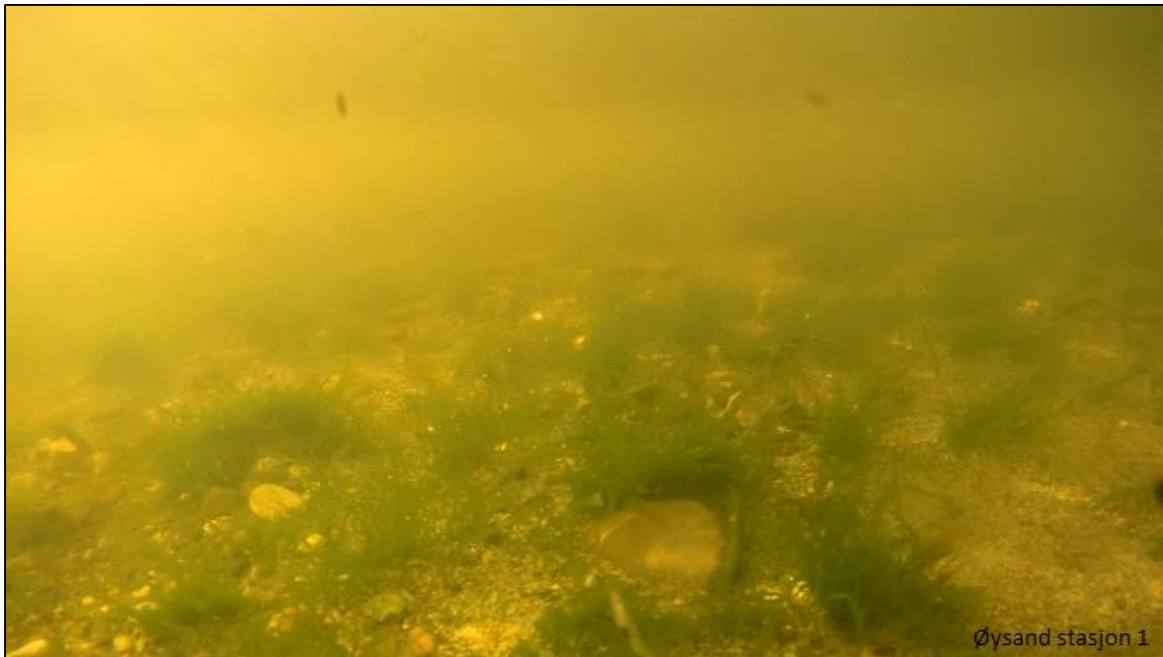
Figur 35. Eremittkreps observert i Ramsøyvika. Bilde fryst fra video.



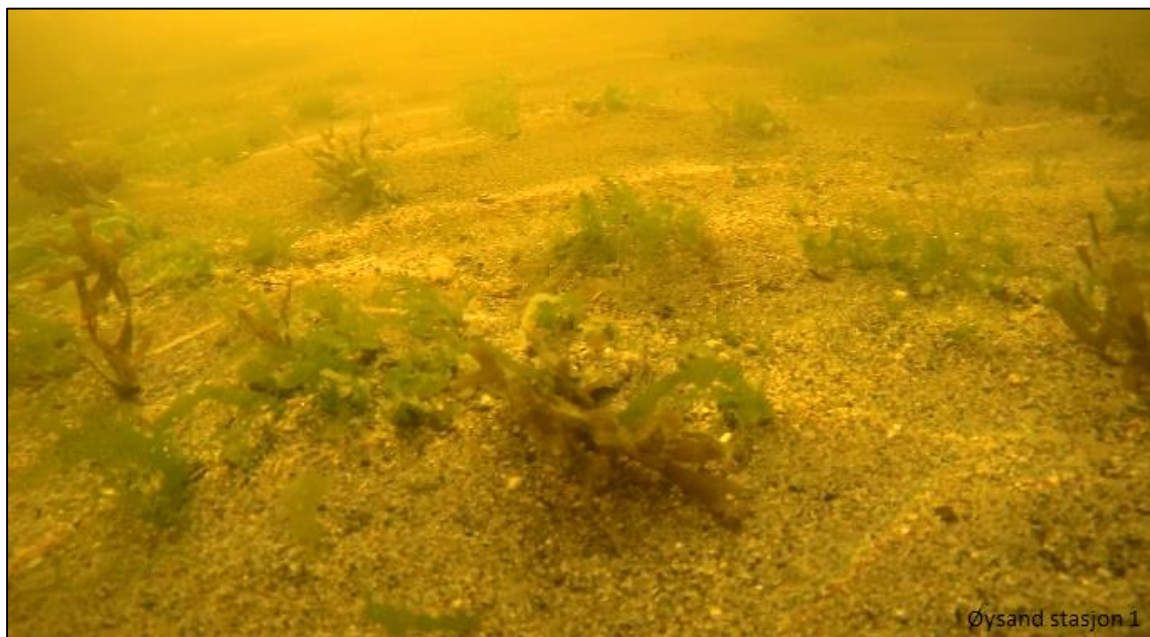
Figur 36. Kamera vendt mot overflaten og filmer "ingenting". Bilde fryst fra video.

Været på observasjonsdagen var noe overskyet med noe vind, men ikke så mye at makroalgene på bunnen ble påvirket av bølgene. Det er godt sikt (figur 34). Topografien i fjæra gjør at det er mye vann ved stasjonsområdet ved høyvann, med vannstand ca. 1,5 meter på det tidspunktet hvor videoundersøkelsene ble gjennomført. Dette i motsetning til vannstand ved stasjonene i Grandefjæra (15-30 cm vannstand). Av marin fauna ble det observert en eremittkreps (figur 35).

3.2.6 Øyamelen Stasjon 1



Figur 37. Dårlig sikt ved Øyamelen stasjon 1. Bilde fryst fra video.



Figur 38. Mye terrigent materiale på bunnen ved Øyamelen stasjon 1. Bilde fryst fra video.

ØY1 ligger cirka 20 meter fra strandkanten. Sikten på videoen er dårlig (figur 37), selv om det er sol og vindstille. Av marin fauna ble det kun observert fjæremarkhauger. Terrigent materiale fra Gaula ligger spredt over hele stasjonsområdet (figur 38). Vannstand var cirka 1 meter.

3.2.7 Øyamelen Stasjon 2



Figur 39. Fjæremarkhauger observeres ved Øyamelen stasjon 2. Bilde fryst fra video.



Figur 40. Død krabbe observeres ved Øyamelen stasjon 2. Bilde fryst fra video.

Videoundersøkelsene ble gjennomført samme dag som ØY1, med skyfrihimmel og vindstille. Vannstand var ca. 120 cm. Sikten er bedre enn ved ØY1, men ikke god. Marin fauna som ble observert var en død krabbe (figur 40) og fjæremark, observert som fjæremarkhauger (figur 39).

Man ser bølgepåvirket sandbunn med brune og grønne makroalger spredt. Innimellom bølgemønstrene på sandbunnen kan man observere terrigent materiale (figur 40).

3.2.8 Øyamelen Stasjon 3



Figur 41. Ingen sikt ved Øyamelen stasjon 3 på grunn av storm på feltdagen. Bilde fryst fra video.

Feltarbeid ved ØY3 ble forsøkt gjennomført flere ganger. Resultatet er video uten noe sikt som følge av storm.

3.3 DNA-STREKKODING

Tabell 14 viser antall individer som ble sendt til sekvensering, og hvor mange av de som fikk DNA-strekkode. Prosent suksess er også beregnet i tabellen.

Tabell 14 Sekvenseringsuksess for bløtbunnsfauna (gjennomsnittlig suksess for alle individer) ble 60,2 %. Flere slekter fikk ikke fullført sekvensering.

	# eksemplarer sendt til sekvensering	# eksemplarer med suksessfull sekvensering	% suksess
Gammaridae*	8	4	50
Carcinus	3	3	100
Hyas	1	1	100
Pagurus	1	1	100
Crangon	5	0	0
Idotea	2	2	100
Corophium	3	3	100
Macoma	5	1	20
Cerastoderma	5	4	80
Mya	5	0	0
Littorina	9	6	67
Onoba	1	1	100
Peringia	4	4	100
Skeneopsis	3	2	66,7
Tonicella	3	3	100
Eteone	1	1	100
Hediste	6	1	17
Arenicola	5	5	100
Echinocardium	1	0	0
Leptasterias	1	0	0
Hyperoplus	1	0	0
Platyhelminthes**	4	0	0
Clitellata***	15	7	47
Pholis	1	1	100
Til sammen	93¹	50	60,2

*familie, **rekke, *** klasse. ¹To prøver kontaminert og filtrert bort.

Tabell 15 viser tre identifikasjons avvik når man sammenligner morfologisk identifisering, og DNA-strekkoding. Avviket gjelder for to muslinger (Bivalvia) og en leddsnegl (Polyplacophora).

Tabell 15 Tre identifikasjonsavvik ved sammenligning av morfologisk identifikasjon og identifikasjon ved DNA-strekkoding.

Morfologisk identifikasjon	Identifikasjon ved DNA-strekkoding
<i>Macoma calcarea</i>	<i>Tellina tenuis</i>
<i>Cerastoderma edule</i>	<i>Cerastoderma glaucum</i>
<i>Tonicella rubra</i>	<i>Lepidochitona cinerea</i>

4 DISKUSJON

4.1 EVALUERING AV KARTLEGGINGSMETODE

Resultatene fra innsamlingen viser at man ved bruk av denne metoden får oversikt over fysiske faktorer knyttet til fjæras lokalitet, og hvilke arter som er representert i littoralsonen. Fysiske miljøvariabler avgjør hvilke arter man kan forvente å finne i fjæra (Kaiser et al., 2011) og resultatene fra denne oppgaven fremhever at fjæra består av mange mikrohabitat (Raffael & Hawkins, 1999) hvor blant annet kornstørrelse har betydning for artene som lever der.

4.1.1 Kornstørrelse

Alle lokalitetene som er undersøkt innehar kornstørrelse fra grus til finkornet mudderbunn. Ramsøyvika og Øyamelens beliggenhet gjør at lokalitetene er relativt godt beskyttet mot høy bølgeeksponering. Som følge av lav bølgeaktivitet, finnes det ikke store kornstørrelser i disse fjærene (Kaiser et al., 2011). Grandefjæra bestod av alle kornstørrelser fra store steiner til fin mudderbunn som kommer av at fjæra i større grad er eksponert for høy bølgeenergi fra Frohavet som ligger like utenfor, se kart i figur 6. Kornstørrelsen i fjæra er ifølge Kaiser et al. (2011) en av fire avgjørende faktorer for fjæresamfunnets sammensetning og struktur. Min erfaring tilsier at kornstørrelsen ser ut til å være avgjørende for tilstedeværelse av noen arter. *Arenicola marina* ble funnet eller observert ved alle stasjonene (foruten GF5), og man kan anta at arten ikke stiller store krav til kornstørrelse. Utbredelsen av *H. diversicolor* og fåbørstemarken ser også ut til være uavhengig av kornstørrelse. På lokaliteter med finkornet sediment kan man ut ifra resultatene forvente å finne nedgravende arter som *M. arenaria*, *M. calcarea* og *C. edule*. Dersom fjærebunnen består av sammenhengende finkornede partikler langt nedover i sedimentet kan man finne større gravende dyr som *E. cordatum*. Ved grove og mer stabile sedimenter øker mengde epifauna (Halvorsen et al., 2015a) og på de stasjonene hvor sedimenter bestod av større steiner og grus ble det funnet krabber og reker, som på GF4. Individuer fra *Littorina*-slekten ble funnet på steder hvor det ofte blir igjen en dam ved lavvann, og ser således ikke så avhengig av kornstørrelse, men tilstedeværelse av vann.

Ut ifra erfaringene fra feltarbeidet er det vanskelig å kategorisere kornstørrelsen fordi det vil være innslag av grus og større steiner både langs vertikal- og horisontalgradienten, i tillegg til at det kan ligge grus under det finfordelte topplaget, dette særlig gjeldende i Ramsøyvika og GF3. De forskjellige kornstørrelsene på og ned i sedimentet tilsier at man ved undersøkelser må fysisk undersøke fjæra og grave for å kunne si noe om kornstørrelsen. Alle stasjonene som ble undersøkt i denne oppgaven kan kategoriseres som blandingsfjære, og fjæra danner således mosaikkstrukturer og mange mikrohabitater. Slik NiN2.0 definerer bløtbunnsfjære er det ikke kornstørrelsen direkte som avgjør

naturtypen, men om sedimentet er såpass ustabil at fjæra ikke tillater stabile påvekstsamfunn (Halvorsen et al., 2015a). Dette er etter min erfaring en god definisjon, da det er tydelig at bløtbunnsfjæra er et dynamisk habitat (ustabil?), både med tanke på artssammensetning, kornstørrelse og påvekstsamfunn. Det dynamiske habitatet fører med seg noen utfordringer i forhold til metodikk. Videre følger diskusjon vedrørende metodens utfordringer.

4.1.2 Sesong

Alle innsamlingene ble gjort i høstsesongen (tabell 3). Innsamlinger på høsten bør gjøres før større mobile dyr forlater fjæresonen (Leinaas & Christie, 1991). For arter med planktoniske levestadier er det viktig at de får sette seg, slik at de blir inkludert i innsamlingene. Slik jeg ser det burde innsamlingene derfor ikke gjøres for tidlig på våren. Da det ikke er foretatt innsamlinger i andre sesonger (vinter, vår eller sommer) kan man ikke sammenligne hvilke arter som finnes i de ulike sesongene. Høstens skiftende vær kan være en utfordring for biologen som skal gjennomføre innsamlingene. Siste innsamling ble gjennomført på Øyamelen 31. Oktober 2014, og det var surt og kaldt i fjæra. Det er nesten umulig å tyde notatene fra feltjournalen fordi fingrene ble så kalde at det var vanskelig å notere. Det anbefales derfor å gjøre innsamlinger tidlig i høstsesongen.

4.1.3 Tidevann

Å planlegge feltarbeid etter tidevannstabeller kan være utfordrende fordi tidevannstabeller ikke tar hensyn til effekten av vær eller lokale forskjeller i fjæra (Bakken et al., 2000). Erfaringer fra feltarbeid tilsier at topografien i fjæra kan gjøre at tidevann kommer raskere inn noen steder enn andre. Dette var tilfelle i Grandefjæra, hvor det ble gjort innsamlinger ved to forskjellige lokaliteter (figur 6). Ved Rausigrunn kom tidevannet raskt tilbake, som har en sammenheng med at det er relativt langgrunt. Ved Lakskløholmen var det noen større steiner ved tangbeltet som tydeligvis forsinket tidevannet noe. Dette gjorde at det ble tid til å gjøre innsamlinger ved Lakskløholmen innenfor samme tidevannssyklus. Erfaringene fra innsamlingene tilsier at man burde starte med den ytterste stasjonen først, og jobbe seg oppover langs transektet. Hvis ikke risikerer man å ikke få samlet inn fra den ytterste stasjonen før tidevannet kommer.

Vær, tidevann og ikke minst lysforhold viste seg å være mer avgjørende for et godt resultat for undersøkelser som gjennomføres i høyvann. Dette diskuteres i avsnitt 4.2.

4.1.4 Beskrivelser av fysiske observasjoner

Beskrivelser av fysiske miljøvariabler i de strandsoneundersøkelsene som jeg har sett på virker få og tilfeldige (Järnegren et al., 2014; Kroglund, 2008; Kroglund et al., 1999; Oug et al., 2003). Erfaringene fra innsamlingene i denne oppgaven skaper grunnlaget for utarbeidelse av et skjema (tabell 18) som kan benyttes som en mer standardisert måte å undersøke fauna i hydrolittoralen. Dette inkluderer

enkel kategorisering og beskrivelse av lokalitetens bølgeeksponering, sedimentets kornstørrelse, beskrivelse av området rundt fjæra, samt været på innsamlingsdagen.

4.1.5 Fremstilling av resultat

Resultatene fra de ulike strandoneundersøkelsene som jeg har sett på blir fremstilt på forskjellige måter (Järnegren et al., 2014; Kroglund, 2008; Kroglund et al., 1999; Oug et al., 2003). Antall arter blir presentert i en graf eller i kakediagrammer, eller så listes alle funn opp med angitt forekomst etter subjektive skalaer. Disse strandoneundersøkelsene er av kvantitativ karakter, og en direkte overføring av fremstillingene fra de vil være lite hensiktsmessig. Resultatene fra innsamlingene i denne oppgaven er produsert etter artslistemodell laget av Leinaas og Christie (1991). Den generelle beskrivelsen for hele fjæra og de enkelte stasjonene er utformet etter modell fra botaniske undersøkelser (Hassel, 2009; Fremstad, 2008; Bratli & Engan, 2002). Vegetasjonskartleggingsmetodikk er etter min oppfatning langt større utarbeidet, som er årsaken til å hente inspirasjon fra denne delen av biologien. En kort og sammenfattet beskrivelse av de fysiske miljøvariablene fra lokaliteten gir oversiktlig informasjon.

4.1.6 Oppmåling av areal

Undersøkelsene fra Grandefjæra (Rausigrunn og Lakskløholmen) og Øyamelen ble gjennomført i stasjoner langs et vertikalt transekt. Murray et al. (2006) hevder at vertikale transekt fra øvre til nedre del av littoralsonen er den mest effektive innsamlingsmetoden for en «rask undersøkelse». Anbefalingen gjelder for kvantifisering av fastsittende dyr. I felt ble det ikke målt opp et konkret areal rundt stasjonene, som gjør at det finnes kun et referansepunkt fra hver stasjon. Det ble plukket og observert «litt rundt omkring» rundt referansepunktet. Dette gjør det svært utfordrende å etterprøve resultatene. Ved gjennomføring av videoundersøkelsene på stasjonene i etterkant var det vanskelig å vite hva som egentlig avgrenset stasjonsområdet. Å avgrense innsamlingene på stasjoner langs transektet vil etter erfaring fra feltarbeidet øke etterprøvbareheten. Landemerker egner seg ikke som referansepunkt da disse kan endres både naturlig og som følge av antropogene forandringer. Eksempelvis ble molo utbygget i etterkant av feltarbeidet i Ramsøyvika. Et areal burde derfor avgrense stasjonsområdet.

4.1.7 Identifisering av arter

Mange av dyrene som er representert i bløtbunnsfjæra er etter min erfaring svært utfordrende å artsbestemme i felt. Større individer som *A. marina*, *E. cordatum*, *L. muelleri*, *C. maenas* og *H. araneus* er relativt enkle å identifisere, mens de mindre individene er derimot svært utfordrende, praktisk talt umulig, å identifisere til art i felt. Det er derfor nødvendig å konservere dyrene for å identifisere de på laboratoriet. Påfølgende diskuteres årsaker til hvorfor enkelte grupper er vanskelig å identifisere både i felt og på laboratoriet.

4.1.7.1 Crustacea - krepsdyr

I følge Enckell (1998) vil majoriteten av krepsdyr ikke kunne artsbestemmes i felt, og selv på laboratoriet utgjør krepsdyrene en stor utfordring fordi mange av de er mindre enn 5 mm og svært skjøre (Enckell, 1998). Ved identifisering av amfipoder (Malacostraca, Amfipoda) støttet jeg på de samme utfordringene. Erfaring tilsier at konservering med 96 % etanol gjør amfipodene svært sprø, i tillegg til at individene mister fargen. Identifiseringslitteraturen skiller artene fra hverandre ved svært små komponenter, og for å indentifisere ytterligere enn orden må man ofte dissekere individene (Enckell, 1998). Fordi skallet er blitt sprøtt under konservering, går individene lett i stykker.

Min erfaring er at dersom man har identifisert en amfipod vil man ganske ofte trekke konklusjon om at individet er i Gammaridae-familien. Individuer i Gammaridae-familien karakteriseres med lateralt sammentrykt kropp, store uskaftede kompleksøyne, store antenner, to gnathopoder og vanligvis en karakteristisk knekk på kroppen ved overgangen til bakkroppen. Enckell (1998) kaller denne karakteristikken for «Gammarustypen». Innenfor familien Gammaridae finnes 450 arter (Enckell, 1998). Det er svært utfordrende å skille disse fra hverandre, uten spisskompetanse fra den enkelte familie/art.

Identifisering av tiftokrepser (Malacostraca, Decapoda) er mindre utfordrende fordi de i utgangspunktet er større dyr enn amfipodene. I mitt materiale er tiftokrepserne representert ved *C. crangon*, *C. maenas*, *H. araneus* og *P. bernhardus*. Disse artene er etter min mening lett å identifisere både i felt og i laboratoriet. Eremittkrepser gjemmer seg inne i skallet sitt når man samler de inn, og kan derfor være noe utfordrende å identifisere i felt. I Norge er det registret 5 forskjellige arter innenfor *Pagurus*-slekten (Christiansen, 1972). Man skiller på artene ved se på høyre cheliped (pereiopod utstyr med klo eller saks), om den er sterkt, moderat eller lite behåret. Dette kan være en utfordring når man konserverer dyret i etanol og det dør inne i skallet sitt. Det er vanskelig å «trekke ut» dyret uten å ødelegge deler av dyret. Min erfaring tilsier at man burde forsøke å samle inn og konservere dyret uten skall for å redusere risiko for å måtte ødelegge dyret på laboratoriet og øke sjansen for riktig identifisering. *P. bernhardus* som ble funnet i Ramsøyvika, har få eller ingen hår på høyre cheliped, og er derfor relativt enkelt å skille fra de andre artene, og problemet skissert over blir da redusert.

4.1.7.2 Mollusca - bløtdyr

I mitt materiale bestod bløtdyrene av Littorinimorpha (snegler, Gastropoda), Chitonida (leddsnegler, Polyplacophora), Myoida (skjell, Bivalvia) og Veneroida (skjell, Bivalvia). For de fleste artene innenfor disse ordenene blir individene artsbestemt på grunnlag av skallets ytre morfologi, og er av den grunn relativt enkle å identifisere til familie og slekt. Identifiseringen blir enklere når individene er større, og

de morfologiske trekkene blir tydeligere. Resultatene fra innsamlingen viser at flere av individene som utgjør bløtbunnssamfunnet er små i størrelse, for eksempel *S. planorbis* hvor voksent individ er 1 mm (Sneli, 1975). Identifiseringen av *Peringia*-slekten, som ble funnet i GF2 baserer seg på farger og striper på selve bløtdyret (Sneli, 1975). Det er etter min erfaring vanskelig å skille artene fra hverandre på grunnlag av farger og striper på bløtdyret, da dyret har gjemt seg inne i skallet sitt og bløtvevet er i tillegg blitt ensfarget og blast av etanolkonserveringen. I feltarbeid ble det samlet inn juvenile individer av *C. edule* og arter fra *Littorina*-slekten. Juvenile individer mangler ofte eller har andre morfologiske trekk som gjør identifiseringen vanskelig.

4.1.7.3 Annelider – leddormer

Både få- og flerbørstemarkere ble funnet ved innsamlingene. På alle stasjonene, foruten GF5, ble *A. marina* (fjæremark) registrert. *Arenicola marina* er lett å identifisere både i felt og på laboratoriet fordi den er relativt stor i størrelse, og midtre del av kroppen er dekt med gjeller. Flerbørstemarkere utøver en stor morfologisk variasjon mellom de ulike familiene, og er derfor relativt enkel å identifisere til familie ved hjelp av taksonomisk litteratur. Å identifisere individene ytterligere er etter min erfaring mer utfordrende. *Hediste diversicolor* ble funnet på ØY1 og ØY3 og GF5. Den hører til i familien Nereididae. Karakteristikkene av familien Nereididae kan relativt lett observeres i stereolupe på de større individene. Ved ytterligere identifisering kreves større kompetanse og eksperthjelp.

Alle individene av fåbørstemarkere ble funnet ved analyse av sedimentprøvene på laboratoriet. Individene som ble funnet var små (anslagsvis 0,2-10 mm) og godt kamuflert som gjorde de vanskelig å oppdage i felt. Å innhente en sedimentprøve som representerer stasjonen er derfor viktig for å få komplett oversikt over arter som er representert i fjæra. Fordi fåbørstemarkere er små med få morfologiske trekk er morfologisk identifisering svært krevende uten spisskompetanse. I stereolupen ble det observert forskjeller mellom individene, så det var en mer eller mindre tydelig morfologisk variasjon som kunne indikere på at det var flere arter tilstede.

4.1.7.4 Echinodermata – pigghuder

I Ramsøyvika ble *E. cordatum* og *L. muelleri* funnet relativt langt oppe i fjæra. *Echinocardium cordatum* ble funnet nedgravd ca. 10 cm ned i sedimentet. I Ramsøyvika var det store forskjeller i kornstørrelse (basert på enkel kategorisering) fra steinete til fin mudderbunn 20 cm ned. *Echinocardium cordatum* ble funnet i området med veldig finkornet sand hvor det ble foretatt graving med håndspade, se figur 18. Morfologisk identifisering av *E. cordatum* er etter min erfaring enkelt, både i felt og på laboratoriet fordi dyret er såpass stort og fordi de morfologiske trekkene er tydelige. *Leptasterias muelleri* ble plukket fra mudderbunnen som fremdeles var dekt med tidevann, maks 5 cm. Pigghuder ble ikke funnet ved noen av de andre lokalitetene, således er funnene i Ramsøyvika et viktig bidrag for å få

oversikt over bløtbunssamfunnet. Som Hokstad et al. (2000) påpeker er sjøstjerner ømfintlige for brakkvann. Saltholdighet ble ikke målt i Ramsøyvika, men funn av sjøstjerne kan tyde på at saltholdigheten i fjæra er høyere enn ved de andre lokalitetene. Ved konservering ble *L. muelleri* stiv og den mistet fargen. Dette utgjorde ingen større utfordring for identifisering for denne arten, da de morfologiske trekkene fremdeles var tydelige.

4.1.7.5 Perciformers – Piggfinnefisker

I Ramsøyvika ble det også funnet to fiskearter – *P. gunnellus* (Tangsprell) og *H. lanceolatus* (Storsil). Individene ble funnet og fanget i samme området som *L. muelleri*. Fiskearter er generelt enkle å nøkle seg fram til når man har litteratur tilgjengelig. Piggfinnefiskene er de eneste ryggstrengdyrene i alt av materiale. En mulig årsake til at det ikke ble funnet fiskearter ved de andre lokalitetene kan være stasjonenes plassering fra havet. Både i Grandefjæra og på Øysand er det store avstander fra høyvannssone til lavvannssone, mens avstanden i Ramsøyvika er mindre og hele stasjonsområdet omfatter øverst til nedre del av fjæra. Ramsøyvika kan sammenlignes med ØY 3 og GF4, som ligger plassert ytterst ved tangbeltet, men ingen fiskearter ble funnet ved disse stasjonene. Funnene av fiskearter i Ramsøyvika kan sees på som en tilfeldighet, men som for pigghudene er disse funnene et viktig bidrag for å få oversikt over bløtbunssamfunnet. Videoundersøkelser ble gjennomført for å få oversikt over tidevannssamfunnet. Dette diskuteres i avsnitt 4.2.

4.2 EVALUERING AV VIDEOUNDERSØKELSENE

Det ble observert få individer fra videoundersøkelsene ved alle stasjonene. Eremittkreps ble observert i Ramsøyvika og krabbe og reker ble observert ved GF4. Individene som observeres kan ikke identifiseres til art, og blir som følge ikke benevnt med vitenskapelige navn. Problemet med usikker identifikasjon ved bruk av digitale bildeteknikker er ikke ukjent (Baugley et al., 2004; Murray et al., 2006; Solan et al., 2003). Ved GF5, ØY1 og ØY2 ble det kun observert fjæramarkhauger og antagelig noen amfipoder. Ved GF2 og GF3 ble det ikke observert noe marin fauna. Videre følger evaluering av de tre ulike måtene å gjennomføre videoundersøkelsene på, samt diskusjon om hvilken gjennomføring som egner seg best og muligheter for forbedringer.

4.2.1 Videoundersøkelser i Grandefjæra

På GF2 og GF3 ble kamera plassert slik at kameranlinsen ikke fanger opp hvordan det ser ut på bunnen. Dette er uheldig, og kommer som følge av at lite kontroll over hvilken vei linsen er rettet når man fører kamera ned i vannet. Forstyrrelser fra vind på vannoverflaten gjør det vanskelig å se hvordan kamera er montert, og hvordan bunnen ser ut. På GF5 ble kamera uheldigvis plassert foran en fjæremarkhaug som begrenser sikten noe (figur 33). Dette kommer av samme årsak som nevnt over.

Vinden påvirker sikten betraktelig i filmene fra GF2 og GF3. Filmene fremstår som «rotete» som følge av de flytende objektene som transporteres i vannmassene (figur 28, 29). Dette er svært forstyrrende og det er umulig til å skille mellom fragmenter av *Zostera* sp. og mysider eller amfipoder dersom de skulle være tilstede. Det er enklere å få informasjon om bløtbunnssamfunnet fra videoundersøkelsene når de ble gjennomført i bedre vær. Analysen fra GF4 og GF5 viser en betydelig bedre sikt enn ved GF2 og GF3. På disse videoene er det lite transport av fragmenter i vannmassene. Solstråler skaper forstyrrende «bølger» på bunnen som gjør observasjoner av eventuell fauna utfordrende, men fordi dyrene beveger seg er det til tross for forstyrrelsene ikke noe problem å registrere de.

4.2.2 Videoundersøkelser i Ramsøyvika

Videoundersøkelsesmetoden i Ramsøyvika var utfordrende fordi gummibåten lett lot seg påvirke av vinden som førte til at det var vanskelig å manøvrere farkosten i den retningen man ønsket. Det var som i Grandefjæra vanskelig å se hvilken retning kamera filmet, og vinkelen på linsen ble ikke som ønsket. Dette fører til at det er mye filming av vannoverflaten, eller mot «ingenting» (figur 36). Av marin fauna ble det kun observert en eremittkreps. Denne måten å filme på gir mindre kontroll over hva som ble filmet enn ved måten det ble gjennomført i Grandefjæra fordi man er adskilt fra kamera i større grad. Fordelen med denne måten å gjennomføre videoundersøkelser er redusert risiko for å forstyrre dyrene som antageligvis vil flykte ved nærvær av installasjoner og mennesker.

4.2.3 Videoundersøkelser i Øyamelen

Når kamera ble håndført over stasjonsområdet kunne man se ned til bunnen og kontrollen over retning og hva som blir filmet er stor. Sikten på filmen horisontalt er dårlig, som følge av mye organisk- og terrigent materiale som stammer fra Gaula og antagelig jordbruket i området rundt. Makroalger observeres, men ellers er det ingen fauna å observere. Dette i sterk kontrast til tidligere funn av epibentiske dyr ved grunne områder i Gaulosen (Järnegren et al., 2014). Utfordringen ved gjennomføringsmåten er vannstanden. Både ved ØY1 og ØY2 gikk vannet til livet under filmingen, se figur 5. Ved ØY3 var det svært utfordrende å gjennomføre videoobservasjoner med håndført undervannskamera. Det ble gjort fire forsøk på å få gjennomført undersøkelsen, og selv på det siste forsøket ble det lite/ingen filming. Første og andre gang det ble gjort forsøkt ved ØY3, var tidevannet så høyt at det var umulig å komme seg ut til fots. Estimert høyde på tidevannet ble undersøkt på forhånd (sehavnivå.no) men det viste seg i praksis å være vanskelig å se for seg hvor høyt vannet stod i fjæra. Det tredje og fjerde besøket ble gjort ved lavvann, hvor tanken var å vente til det ble tilstrekkelig med tidevann for å kunne gjennomføre filmingen (med bakgrunn i erfaringene om egnet vannstand fra Grandefjæra, 20-40 cm). Været skulle bli en stor utfordring. Opprørt sediment som følge av bølgene og vind gjør at det er ingen sikt på videoen. Det ble konstatert at dette ikke gikk. Innenfor oppgavens rammer ble det ikke mulighet å forsøke å gjennomføre undersøkelsen for femte gang, og

det er i realiteten ingen film fra ØY3. En ulempe ved denne måten å gjennomføre videoundersøkelsene på er muligheten for at enkelte individer skremmes av installasjoner og menneskelig nærvær. Dette kan være en årsak til at det ikke ble observert hverken bunnfisk eller epifauna på Øyamelen.

4.2.4 Samlet vurdering av metodene

Avhengig av været og topografien i fjæra er de ulike måtene å gjennomføre observasjonene på fordelaktig på hver sin måte. På stasjonene i Grandefjæra stod ikke vannet så høyt når videoundersøkelsene ble foretatt (20-40 cm), som ble gjennomført ved forventet høyvann. Bruk av farkost er derfor utelukket som følge av den grunne topografien, mens håndført kamera kunne ha gitt et godt resultat. Resultatene fra GF4 viser at man kan observere bløtbunnsamfunnet ved å ha kamera montert fast i bunnen. Det fine været på feltdagen var avgjørende for et godt resultat.

Håndført kamera gir utfordringer i forhold til tilgjengeligheten til stasjonsområdene. Bruk av vadere reduserer denne utfordringen, men erfaringene fra ØY3, tilsier at det er vanskelig å vite hvor høyt vannet står i praksis. Ved høyere vannstand reduseres vind- og bølgepåvirkning av bunnen, men det er også vanskeligere å planlegge i praksis om stasjonen er tilgjengelig.

Tabell 16 på neste side viser generelle fordeler og ulemper som er oppdaget på bakgrunn av videoobservasjonen gjennomført i denne oppgaven.

Tabell 16 Fordeler og ulemper ved bruk av videoobservasjoner i hydrolittoralsonen.

Ulemper:

- Vindstyrken påvirker bølgene.
 - Veldig sterk vind kan det føre til ingen sikt.
 - Ved moderat vindstyrke kan transportert materiale i vannmassene føre til dårlig sikt.
- Lys påvirker sikten i noen grad. Bør derfor ha åpen himmel og helst sollys.
- Tidevannet utgjør utfordringer.
 - Topografien i fjæra gjør det vanskelig å anslå hvor høyt vannet står.
- Vanskelig å vite vinkel på kameralinsen og hva som blir filmet
 - Dette kan føre til at man filmer «ingenting».
- Batterikapasiteten til kamera begrenser tidsomfanget på videoene.
- Vanskelig å planlegge fordi været er uforutsigbart.
- Kan ikke identifisere til art.
- Analyse av video er tidskrevende.

Fordeler:

- + Enkel måte å få en oversikt over stasjonsområdet, når videoobservasjonene blir gjennomført i godt vær.
 - + Mulighet for å se organismer i sitt «rette element» som makroalger, reker og krabber.
 - + Tidevannsamfunnet også en del av bløtbunnssamfunnet.
-

Tabell 17 viser oppsummert fordeler og ulemper ved de ulike gjennomføringene. Avhengig av topografi, vær og vind egner de tre ulike måtene å gjennomføre videoobservasjonene på forskjellig vis.

Tabell 17 Fordeler og ulemper ved de ulike gjennomføringene.

	Fordeler	Ulemper	Andre faktorer
Fastmontert kamera	<ul style="list-style-type: none"> - Samfunnet forstyrres i mindre grad av tilstedeværelsen. - Enkelt å montere på bløtbunnsfjære. 	<ul style="list-style-type: none"> - Man ser ikke hva som blir filmet. - Vanskelig å plassere ved stasjoner som med lav vannstand. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avhengig av lite vind og sollys. - Lite kontroll over hva som blir filmet¹.
Føre kamera over stasjonsområdet ved bruk av farkost	<ul style="list-style-type: none"> - Kan filme på utilgjengelige stasjoner. - Man slipper å bli bløt og kald. 	<ul style="list-style-type: none"> - Man ser ikke hva som filmes. - Vanskelig å manøvrere farkosten over stasjonsområdet. - Stasjoner med lav vannstand er utelukket. 	<ul style="list-style-type: none"> - Moderat avhengig av lite vind og sollys. - Ingen kontroll over hva som blir filmet¹.
Håndført Kamera over stasjonsområdet	<ul style="list-style-type: none"> - Man har større kontroll over hva som blir filmet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Man blir kald og bløt - Stasjoner med høyt vannstand blir utilgjengelig. - Vanskelig å planlegge. - HMS i større fokus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sterkt avhengig av lite vind og sollys. - God kontroll over hva som blir filmet^{1,2}.

¹Uten wifi-kontakt, ²Avhenger av lite vind.

Som tabellen viser har de ulike metodene hver sine fordeler og ulemper og disse er beskrevet i teksten over. Det er svake resultater fra videoanalysene som indikerer at videoundersøkelser kan brukes til å beskrive bløtbunnsfauna, slik undersøkelsene ble gjennomført i denne studien. Videoundersøkelsene gir god oversikt over generelle fysiske momenter fra stasjonen, som tilstedeværelse av makroalger og organisk- og terrigent materiale samt kornstørrelse, selv om det er begrenset til topplaget. Erfaringene fra videoundersøkelsene i fjæra tilsier at det er utfordrende å bruke undervannskamera i littoralsonen selv med god planlegging av undersøkelsen på forhånd. God sikt er svært avhengig av lite vind og godt med lys. Ved utvikling av bedre batterikapasitet og WiFi-overføringer kan man få større kontroll over hva som blir filmet.

Ved videoundersøkelser av «bratte skråninger og bløtbunn» i Gaulosen (Järnegren et al., 2014) ble videorigg benyttet. Stillbildene fra filmen er skarpe nok til at man kan identifisere individene som lever

i dette habitatet til art. Skarpere bilder vil ikke nødvendigvis gjøre det enklere å identifisere individene representert i littoralsonen fordi mange av artene er små (< 5 mm) og lar seg ikke identifiseres kun ved å se på en side av dyret. Å benytte en liten ROV eller videorigg som taues etter en farkost i littoralsonen ved høyvann kan være aktuelt i fjærer hvor topografien tillater det, som i Ramsøyvika og Øyamelen. Dette burde undersøkes og utprøves.

4.2.5 Anbefalt metodikk

Som diskutert i avsnitt 4.1.7 er det større utfordringer med identifisering av artene som er representert i bløtbunnsfjæra, og mange av artene krever spesialkompetanse for å identifiseres, særlig individer av få- og flerbørstemarker, tanglopper og snegler. En *enkel* undersøkelsesmetode, som er et av målene i denne studien, bør etter min mening unngå tid- og arbeidskrevende identifiseringsarbeid på laboratoriet. Det kan derfor diskuteres hvor presisjonsnivået på identifiseringen bør ligge innenfor rammene av en enkel undersøkelsesmetode. Det kan være tilstrekkelig å identifisere bløtbunnsfauna til høyere taksonomisk nivå, som familie, gruppe, til og med rekke. Grundige beskrivelser av fysiske miljøvariabler kan vektlegges i større grad, for å indikere hvilke dyr som lever i littoralsonen på bløtbunnsfjæra. Denne studien undersøker om DNA-strekkoding kan komplementere artsidentifiseringen. Dette diskuteres i avsnitt 4.4.2. Under feltarbeidet var det lite fokus på makroalger. Det ble kun registrert «tilstedeværesle av makroalger», uten forsøk å identifisere til art. I etterkant av feltarbeid innsees at en bedre beskrivelse av makroalgene er nødvendig for en tilfredsstillende beskrivelse av fjæra.

På bakgrunn av erfaringene fra innsamlingene og videoundersøkelsene er følgende skjema (tabell 18) utarbeidet som et forslag for å benyttes ved innhenting av fysiske og biologisk informasjon om bløtbunnsfjæra. Skjema beskriver hvordan undersøkelsene bør foregå basert på erfaringene fra feltarbeid i denne studien. Dette inkluderer hvilke fysiske miljøvariabler som bør beskrives.

Gjennomføring av en enkel undersøkelse av marin bløtbunnsfauna i hydrolittoralsonen:

Undersøkelsene bør gjennomføres av personell med noe fagkunnskap i marinbiologi. Undersøkelsen skal representere fjæra, og valg av stasjoner langs et transekt gjøres på bakgrunn av det. Stedfestelse av undersøkelsesstasjoner bør skje ved bruk av geografiske koordinater, som avgrensar arealet rundt stasjonsområdet. Stasjonsplasseringen bør i tillegg dokumenteres fotografisk hvor karakteristiske landmerker blir dokumentert dersom dette er tilstede. Området rundt fjæra beskrives. Fotografisk dokumentasjon av fysiske miljøvariabler og biologiske komponenter er nødvendig. Bølgeeksponeringen vurderes subjektivt med bakgrunn i fjæras himmelretning og beliggenhet samt kornstørrelse. Kornstørrelse kategoriseres subjektivt etter en enkel kategorisering (grov, medium, fin, blandet), og beskrives så godt som mulig. Det er nødvendig å grave med håndspade for å fastslå kornstørrelse ned i sedimentet. Makroalger dokumenteres fotografisk. Observerte biologisk aktivitet som fjæremarkhauger, nedsynkninger fra krepsdyr, spor etter gangpassasje fra snegler og annet dokumenteres fotografisk. Faktiske individ dokumenteres også fotografisk. Makroalger og fauna bestemmes til art eller så nær art som mulig med personells fagkunnskap. Opplisting av fauna og makroalger inkluderes i skjema. Videoobservasjoner av tidevannssamfunnet kan inkluderes i undersøkelsen, og bør gjennomføres etter egnet metode avhengig av fjæras topografi. Det anbefales å gjennomføre undersøkelsen i Juli-September. I tillegg til skjema for dokumentasjon, se tabell 18, utarbeides en rapport hvor liste over fauna og makroalger inkluderes, samt at beskrivelser av stasjonen og fjæras fysiske og biologiske komponenter. Omfattende bruk av fotografi som dokumentasjon i rapporten anbefales.

Tabell 18 Skjema for dokumentasjon av fysiske og biologiske komponenter ved en enkel undersøkelse av marin bløtbunnsfauna i hydrolittoralsonen.

Lokalitet:	
Stasjon:	
GPS-punkter:	GPS-punkter som avgrensar stasjonsområdet.
Været på innsamlingsdagen:	
Inkludert relativ lys- og vindstyrke	
Fjæras himmelretning (N S Ø V):	
Beskrivelse av området rundt:	
(Dyrkamark, fjell, tettbebyggelse, industri)	
Antatt bølgeeksponering:	
(Utsatt, noe beskyttet, beskyttet)	
Kornstørrelse:	
Enkel kategorisering (Grov, medium, fin, blandet)	
Innslag av makroalger:	
Spor av biologisk aktivitet:	
Faktiske individ funnet:	
Identifiseres så nær art som mulig etter personells fagkunnskap	

4.3 KORT EVALUERING AV NiN

NiN er et verdinøytralt beskrivelsessystem med det mål å være et presist system for å beskrive naturmangfold og økosystemer i Norge (Halvorsen et al., 2015a). Systemet omfatter tre mangfoldsnivåer; landskapstype, natursystem og livsmedium. Min oppfattelse av NiN basert på undersøkelser av dokumenter og innsyn i systemet er at arbeidet som ligger til grunn er svært omfattende og grundig gjennomført. NiN oppleves for meg som det Brown et al. (2011) kaller for en *for* detaljert klassifisering av naturtyper. Således kan NiN oppleves som uhåndterlig, da det er mange komplekse faktorer som bidrar til beskrivelsen av naturtypen. Erfaringer fra feltarbeid i bløtbunnsfjæra viser at den består av mange små mikrohabitat, og behov for et fleksibelt klassifiseringssystem er nødvendig for å kunne beskrive naturtypen.

Slik NiN foreligger i dag er det ingen ytterligere beskrivelse av grunntypene under hovedtypen M4. Mine typifiseringer av stasjonene går ikke lengre enn hovedtype, og alle stasjonene er typifisert som M4, foruten GF3. Ved utvalg av stasjoner i Grandefjæra ble det oppdaget en ålegressmatte hvor flere av artene fra de andre stasjonene var synlige (blant annet *A. marina*, *C. edule*), og stasjonen ble inkludert i innsamlingen. Tilstedeværelse av det som antageligvis er dvergålegress (*Zostera noltii*), innebærer at GF3 i utgangspunktet vil typifiseres som hovedtype M7 – marin undervannseng. Mikro-økosystemer skal ifølge NiN betraktes som naturkomponenter som en del av det fleksible beskrivelsessystemet: «Flekker av «spesiell natur» innenfor større sammenhengende naturtyper må være store nok til å fungere som selvstendige økosystemer for å betraktes som egne natursystemforekomster» (Halvorsen et al., 2015b, s. 13). Ålegressengen vil derfor, slik jeg forstår, gå under M4. Flexibilitet av beskrivelsene av naturtypene er etter mine erfaringer fra bløtbunnsfjæra nødvendig, fordi naturtypen inneholder stor grad av mosaikkstruktur (mikro-økosystemer). For å fange opp disse variasjonene må det kunne beskrives ytterligere enn hovedtype, og slik jeg forstår NiN-systemet er inndelinger av *livsmedium* en del av de fleksible beskrivelsene. Ifølge Halvorsen et al. (2015b) skal inndelingen på livsmedium fungere som et begrepsapparat for å karakterisere individer og artenes levesteder. Her under finnes *bløtbunn i marine systemer*. Diskusjonen vedrørende NiN vil ikke gå lengre enn dette.

4.4 DNA-STREKKODING

Studien har sett på to ulike former for suksess vedrørende DNA-strekkoding av marin fauna: om individene er blitt sekvensert og fått tildelt formel BIN, og om det ble samsvar mellom morfologisk- og molekylær identifikasjon.

4.4.1 Sekvenseringsuksess

Totalt 50 av 93 individer ble tildelt formell BIN i BOLD (2 kontaminert og ikke forsøkt sekvensert). Dette utgjør en sekvenseringsprosent på 60 %. Sammenligning av tabell 2 og tabell 14 viser at de slektene som har lavest sekvenseringsprosent i BOLD, også har fått lav sekvenseringsprosent i denne studien (*Macoma*, 17 %, *Mya* 0 %). Fem slekter var ikke mottakelig for sekvensering, (*Echinocardium*, *Leptasterias*, *Hyperoplus*, *Mya* og *Crangon*) mens individer fra slekten *Hediste* og *Macoma* fikk 17 % sekvenseringsuksess. Ingen suksessfulle sekvenser ble oppnådd fra individene fra rekken Platyhelminthes (flatormer). De to slektene av pigghuder som ikke fikk sekvenser, er rapportert med høy sekvenseringsprosent i BOLD (*Echinocardium* 95,7%, *Leptasterias* 71 %) (tabell 2). Årsak til lav eller ingen sekvensering for flere av slektene kan komme av utfordringene ved å finne en primer som passer for alle 95 individene fra 10 rekker. Amplifiseringen av CO1 viser seg å mislykkes hos flere marine dyregrupper ved bruk «universale» primere (Lobo et al., 2013; Barco, et al., 2016). Flatormer (Platyhelminthes) har vist seg å være vanskelig å få vellykkede COI-resultater fra, hvor årsaken ser ut til å være mangel på egnet primer (Vanhove et al., 2013). Høyt innhold av mucopolysakkarider i bløtvevet hos Mollusca kan være årsak til at snegler (Gastropoda) og muslinger (Bivalvia) var lite mottakelig for sekvensering. Polysakkaridene viser seg å påvirke DNA-ekstraksjon, samt å inhibere PCR (Barco et al., 2016). Andre årsaker til at enkelte slekter ikke er mottakelig for sekvensering kan være konserveringen av dyrene før vevsprøvene ble tatt. Dyrene ble samlet inn fra sine respektive fjærer og konserverte med 96 % etanol. For snegler og muslinger ble ikke bløtvevet adskilt fra skallet før det ble konserverte, som antagelig førte til at vevet ble dårlig konserverte og en forråtnelsesprosess har skjedd. Dette ble man gjort oppmerksom på ved vevsprøvetaking, da det luktet råttent av enkelte av individene.

Antall individer som er sendt til sekvensering fra hver slekt er svært få, og for mange av slektene, for eksempel *Echinocardium* og *Leptasterias*, ble kun ett individ sendt til sekvensering. Det hadde vært hensiktsmessig og sendt flere individer fra de ulike slektene til sekvensering, for å øke sannsynligheten for suksess. På grunn av tids- og ressursknapphet ble det imidlertid vanskelig å få nok materiale med god nok kvalitet til å fylle mer en ett brett med 95 individer.

4.4.2 Identifikasjon basert på morfologi vs. DNA-strekkoding

Tre identifikasjonsavvik påvises ved sammenligning av morfologiskbasert identifisering og sekvensbasert identifisering, se tabell 15. Individet *C. edule* som ble identifisert som *C. glucum* ved molekylær identifisering var et juvenilt individ. Se diskusjon vedrørende identifisering av juvenile individ i avsnitt 4.1.7. Taksonomisk status av *C. glucum* og *C. edule* har lenge blitt diskutert (Ladhar-Chaabouni et al., 2010). Å skille mellom *C. glucum* og *C. edule* ved morfologisk identifikasjon er svært utfordrende, mens molekylære metoder viser seg å være pålitelige og hensiktsmessig (Ladhar-Chaabouni et al., 2010). Bucklin et al. (2011) hevder det ofte forekommer avvik mellom morfologisk og molekylær identifisering for bløtdyr, slik som for *M. calcarea* og *T. rubra*. Leddsnegler (Polyplacophora) er morfologisk like, og derfor vanskelig å diskriminere mellom artene (Avila & Sigwart, 2013). Det er foreslått ny identifiseringsgrunnlag for morfologisk identifisering av leddeknegler basert på nye studier og resultater fra DNA-strekkoding (Sirenko et al., 2013).

Som sekvenseringsresultatene viser er den utførte protokollen ikke egnet for alle arter som er tilstede i bløtbunnsfjæra. Ved å sortere ytterligere etter taksonomi vil man kunne bruke mer egnede primere og få bedre sekvenseringsresultat. Dette krever større mengde innsamlet materiale. Det er et behov for å utvikle protokoller og primere som kan brukes på organismene som er representert i bløtbunnsfjæra. Avsnitt 4.1.7 diskuterer utfordringene ved morfologisk identifikasjon. Mange av artene som er representert i de fjærene som denne studien har undersøkt er vanskelig eller umulig å bestemme i felt eller på laboratoriet. Med et større referansebibliotek og utvikling egnede primere har DNA-strekkoding etter mitt synspunkt potensiale til å fungere som en identifikasjonsmetode for arter som viser seg å være vanskelig å identifisere i felt.

4.4.3 Neste generasjons sekvensering

Tradisjonell DNA-sekvensering er begrenset til å identifisere en art om gangen, og ansees ikke ifølge Zaiko et al. (2015) som en effektiv vurdering av biodiversitet. High-throughput DNA-sekvensering (HTS) har vist seg å være både tids- og kostandeffektivt (Zaiko et al., 2015). HTS-teknologi benytter et kortere fragment av CO1-genet enn tradisjonell DNA-strekkoding, med mulighet for å lese av hundrevis av individers DNA-strekkode om gangen fra en blanding av mange forskjellige individer og arter (Ji et al., 2013). Metastrekkoding kombinerer både DNA-strekkoding og HTS. Universale PCR-primere benyttes til å amplifisere taksonomisk informative gener fra en blanding av organismer eller habitat, hvor PCR-produktet deretter blir sendt til en high-throughput sekvenserer. Resultater blir en lang liste med DNA sekvenser som representerer alle organismene i prøven. Fordi hvert individ i prøven har bidratt med flere DNA tråder samles datasettet fra HTS i operasjonelle taksonomiske enheter (OTU, Operational Taxonomic Unit). Hver OTU vil ideelt inneholde sekvenser som representerer en art (Ji et al., 2013). En av begrensningene til metastrekkoding er mangel på allsidige primere. Universale primere er også en

av begrensingene for tradisjonell DNA-strekkoding som diskutert, men ved utvikling av metodene og protokollene ser HTS og metastrekkoding til å ha stort potensiale i miljø- og marinbiologiske undersøkelser (Zaiko et al., 2015).

Genome skimming, *RAD-* og *shotgunsekvensering* er metoder utprøvd på planter og insekter, men som enda ikke er godt nok forsøkt på andre dyr. Coissac et al. (2016) hevder genome skimming i prinsippet kan overføres til alle tre domener av liv. Uten å gå i for detalj i metodene reduseres primerbegrensingen med disse tilnærmelsene for artsidentifisering (Coissac et al., 2016).

4.5 KONKLUSJON

Fysiske miljøvariabler har en betydning for hvilken artssammensetning man finner i bløtbunnsfjæra. *Arenicola marina* var representert i alle stredene som ble undersøkt i denne studien, og viser derfor stor toleranse for ulike miljøvariabler. Mange av artene som utgjør bløtbunnsamfunnet er utfordrende å identifisere i felt, og enkelte arter må identifiseres under stereolupe på laboratoriet. Dette er svært tidkrevende og krever spisskompetanse. DNA-strekkoding har potensialet til å komplementere identifiseringen av vanskelige arter etter utvikling av mer egnede primere og et større referansebibliotek.

Videoobservasjoner av tidevannssamfunnet kan bidra til å komplementere undersøkelsene av artssammensetningen i fjæra og de fysiske miljøvariablene som er tilstede. Utprøvingen av de ulike gjennomføringsmetodene i denne studien viser at topografien i fjæra har betydning for hvilken metode som er mest egnet. Utvikling av bedre batterikapasitet og wifi-overføringer på undervannskamera kan gi bedre informasjon om artssammensetningen, selv om digitale bilder begrenser identifisering på høyt taksonomisk nivå. Dette studiet har ledet fram til en anbefalt metodikk for en enklere undersøkelse av bløtbunnsfauna i littoralsonen.

REFERANSER

- Artsdatabanken. (2015). *Mya arenaria* L., 1758. Hentet fra Rødliste 2015: <http://data.artsdatabanken.no/Rodliste2015/rodliste2015/Norge/108393>
- Artsdatabanken. (2016). *Natur i Norge*. Hentet fra Artsdatabanken: <http://www.artsdatabanken.no/naturinorge>
- Avila, S. P. & Sigwart, J. (2013). New records for the shallow-water chiton fauna (Mollusca, Polyplacophora) of the Azores (NE Atlantic). *ZooKeys*(312), ss. 23-38.
- Bakken, T., Holthe, T. & Sneli, J.-A. (2000). Strøm, vannutveksling og tidevann. I E. Sakshaug, & J.-A. Sneli, *Trondheimsfjorden* (s. 42-58). Trondheim: Tapir Forlag.
- Barco, A., Raupach, M. J., S, L., Neumann, H. & Knebelberger, T. Identification of North Sea molluscs with DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, 16, s. 288-297.
- Baugley, J. G., Hyde, L. J. & Montagna, P. A. (2004). A semiautomated digital microphotographic approach to measure meiofaunal biomass. *Limnology and Oceanography: Methods*, 43, ss. 1-86.
- Bondesen, P. (1984). *Danske Havmuslinger*. Århus: Naturhistorisk Museum.
- Bondesen, P. (1994). *Danske Havsnegle*. Århus: Naturhistorisk Museum.
- Bratli, H. & Engan, G. (2002). *Biologisk mangfold i Roan kommune. NIJOS-rapport 11-2002*. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Brown, C. J., Smith, S. J., Lawton, P. & Anderson, J. T. (2011). Benthic habitat mapping: A review of progress towards improved understanding of the spatial ecology of the seafloor using acoustic techniques. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, s. 502-520.
- Bucklin, A., Steinke, D. & Blanco-Bercial, L. (2011). DNA Barcoding of Marine Metazoa. *Marine Science*, 3, s. 471-507.
- Christensen, J. M. (1978). *Muslinger*. (M. E. Christiansen, Overs.)
- Christiansen, M. E. (1969). *Marine invertebrates of Scandinavia Number 2: Decapoda Brachyura*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Christiansen, M. E. (1972). *Bestemmelsestabell over Crustacea Decapoda Tifotkreps*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Coissac, E., Hollingsworth, P. M., Lavergne, S. & Taberlet, P. (2016). *From barcodes to genomes: extending the concept of DNA barcoding*. Hentet fra Online Library Wiley: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mec.13549/epdf>
- Davies, J., Baxter, J., Bradley, M., Connor, D., Khan, J., Murray, E., . . . Vincent, M. (2001). *Marine Monitoring Handbook, 405 pp, ISBN 1 85716 550 0*.
- Direktoratet for naturforvaltning. (2007). *Kartlegging av marint biologisk mangfold. Håndbok 19-2001. Revidert 2007*. Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning.
- Eleftheriou, A. (2013). *Methods for Study of Marine Benthos*. Somerset, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Enckell, P. H. (1998). *Faltfauna: Kräftdjur*. Odense: Ge@phic Publishing.

- EUNIS. (udatert). *Littoral sediment*. Hentet Februar 2, 2016 fra <http://eunis.eea.europa.eu/habitats/425>
- FN-sambandet. (udatert). *Konvensjon om biologisk mangfold*. Hentet fra FN-sambandet: <http://www.fn.no/FN-informasjon/Avtaler/Miljoe-og-klime/Konvensjonen-om-biologisk-mangfold>
- Follestad, A., Aarrestad, P., Myklebost, H. & Reitan, O. (2013). *Naturtypekartlegging og forekomst av fugler i Brekstadfjæra, Innstrandfjæra og Neslandfjæra NINA-rapport 1004*. Trondheim.
- Fremstad, E. (2008). *Naturtyper og flora i ytre deler av Byneset Trondheim*. Trondheim: NTNU Vitenskapsmuseet .
- Gerwing, T. G., Drolet, D., Hamilton, D. J. & Barbeau, M. A. (2016). Relative importance of biotic and abiotic forces on the composition and dynamics of a soft-sediment intertidal community. *PLoS One*, 11(1). doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0147098>
- Halvorsen, R., Bryn, A., Erikstad, L. & Lindgaard, A. (2015a). *Natur i Norge - NiN. Versjon 2.0.0*. Trondheim: Artsdatabanken. Hentet fra Artsdatabanken, Trondheim: <http://www.artsdatabanken.no/nin>
- Halvorsen, R., Bryn, A., Erikstad, L. & Lindgaard, A. (2015b). Natur i Norge (NiN 2.0) - en innføring i teorien og systemet.
- Halvorsen, R., Bryn, A., Erikstad, L. & Lindgaard, A. (2015c). *NiNs systemkjerne – teori, prinsipper og inndelingskriterier*. Hentet fra Natur i Norge: http://www.artsdatabanken.no/File/2167/NiN2_Artikkel%201_v2.0.3_09092015
- Hassel, K. (2009). *Moseflora på ytre del av Byneset, Trondheim kommune. Rapport Botanisk serie 2009-3*. Trondheim: NTNU Vitenskapsmuseet.
- Hebert, P. D., Cywinska, A., Ball, S. L. & deWaard, J. R. (2003). Biological identifications through DNA Barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, s. 313-321.
- Hokstad, S., Meisler, A. B. & Sneli, J.-A. (2000). Dyrelivet i fjæra. I E. Sakshaug, & J.-A. Sneli, *Trondheimsfjorden* (s. 149-156). Trondheim: Tapir forlag.
- Ji, Y., Ashton, L., Pedley, S. M., Edwards, D. P., Tang, Y., Nakamura, A., . . . Yu, D. W. (2013). Reliable, verifiable and efficient monitoring of biodiversity via metabarcoding. *Ecology Letters*, 16, s. 1245-1257.
- Järnegren, J., Forsgren, E. & Sneli, J.-A. (2014). *Marin fauna i Gaulosen - Trondheimsfjorden. Et foreslått marint verneområde. NINA-rapport 1097*. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning.
- Kaiser, M. J., Attrill, M. J., Jennings, S., Thomas, D. N., Barnes, D. K., Brierley, A. S., . . . Raffaelli, D. G. (2011). *Marine ecology. Processes, systems, and impacts* (2. utg.). Oxford: Oxford University Press.
- Kirkegaard, J. B. (1996). *Danmarks fauna 86: Havbørsteorme II*. København: Dansk naturhistorisk forening.
- Kroglund, T. (2008). *Overvåking av sjøområdet utenfor Elkem Aluminium, Lista. PAH i strandsnegl og strandsoneundersøkelser, 2004-2007. NIVA-5653*. Norsk institutt for vannforskning.
- Kroglund, T., Oug, E. & Dahl, E. (1999). *Miljøtilstanden i Lilleands kystområder. Rapport LNR 4052-99*. NIVA.
- Ladhar-Chaabouni, R., Hamza-Chaffai, A., Hardivillier, Y., Chenais, B. & Denis, F. (2010). Pilot study of genetic differentiation between twophenotypes of a Mediterranean population of the

- bivalve *Cerastoderma glaucum* and genetic discrimination with other *Cerastoderma glaucum* and *Cerastoderma edule* populations outside the Mediter. *Marine Ecology*, s. 355-363.
- Leinaas, H. P. & Christie, H. (1991). Innvirkning av olje på strukturerende prosesser i littoralsonen - bløttbunn NINA-rapport 017. I R. T. Barret (Red.), *Forskningsprogram om biologiske effekter av oljeforurensning (FOBO) Sluttrapport. Forskningsrapport 17* (s. 85). Trondheim: Norsk institutt for naturforskning.
- Lewis, J. R. (1964). *The ecology of rocky shores*. London: The English Universities Press LTD.
- Lobo, J., Costa, P. M., Teixeira, M. A., Ferreira M, S., Costa, M. H. & Costa, F. O. (2013). Enhanced primers for amplification of DNA barcodes from a broad range of marine metazoans. *BMC Ecology*, 13(34).
- Miljødirektoratet. (2016a). *Gaulosen*. Hentet fra Naturbasen: <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00000708>
- Miljødirektoratet. (2016b). *Grandefjæra*. Hentet fra Naturbase: <http://faktaark.naturbase.no/Vern?id=VV00001421>
- Mortensen, T. (1924). *Danmarks fauna 27: Pighude (Echinodermer)*. København: Dansk naturhistorisk forening.
- Murray, S. N., Ambrose, R. F. & Dethier, M. N. (2006). *Monitoring rocky shores*. California: University of California Press.
- Muus, B. J. (1959). *Danmarks fauna 65: Skallus, Søtænder Blæksprutter*. København: Dansk naturhistorisk forening.
- Norges forskningsråd. (2015). *Marine ressurser og miljø - MARINFORSK. Foreløpig programplan 2016-2025*. Oslo: Forskningsrådet.
- Norsk Standard. (2007). Vannundersøkelse - Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn. *NS-EN ISO 19493:2007*.
- Norsk Standard. (2014). Vannundersøkelse - Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløttbunnsfauna. *ISO 16665:2014*.
- Nygren, A. & Pleijel, F. (2015). *Ringmaskar: Havsborstmaskar, Annelida: Polychaeta*. ArtDatabanken SLU.
- Oug, E. (2001). Polychaetes in intertidal rocky and sedimentary habitats in the region of Tromsø, northern Norway. *Sarsia*(86), s. 75-83.
- Oug, E., Kroglund, T. & Roseth, R. (2003). *Miljøundersøkelse i Hånesbukta, Kristiansand, før utbygging av småbåthavn NIVA-4369*. Norsk institutt for vannforskning.
- Pedersen, A., Borgersen, G., Folketsad, A., Johnsen T, M., Norling, K. & Sørensen, K. (2012). *Basisovervåking av kystvann - Trøndelag. Foreløpige resultater etter ett års undersøkelser i 2011. TA-2958/2012*. Klima og forurensningsdirektoratet.
- Pethon, P. (1998). *Aschehougs store fiskebok : Norges fisker i farger* (4. utg.). Oslo: Aschehoug.
- Raffael, D. & Hawkins, S. (1999). *Intertidal ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- Ratnasingham, S. & Hebert, P. (2013). A DNA-Based Registry for All Animal Species: The Barcode Index Number (BIN) System. *PLoS ONE*, 8(8). doi:DOI:10.1371/journal.pone.0066213

- Raupach, M. J., Barco, A., Steinke, D., Beermann, J., Laakmann, S., Mohrbeck, I., . . . Kneibelsberger, T. (2015). The Application of DNA Barcodes for the Identifications of Marine Crustaceans from the North Sea and adjacent regions. *PLoS ONE*, 10.
- Reise, K. (1985). *Tidal flat ecology. An experimental approach to species interactions (Ecological studies 54)*. Berlin: Springer-Verlag.
- Sakshaug, E., Rey, F. & Van Ardelan, M. (2009). Seawater, its constituents and chemistry. I E. Sakshaug, G. Johnsen & K. Kovacs, *Ecosystem Barent Sea* (s. 83-116). Trondheim: Tapir Academic Press.
- Sirenko, B. I., Abramson, N. I. & Vagapov, A. I. (2013). *Schizoplax brandtii* (Middendorff, 1847) Mollusca: Polyplacophora – an example of «explosive speciation»? *The bulletin of the Russian Far East Malacological Society*, s. 151-166.
- Sneli, J.-A. (1968). The intertidal distribution of Polychaetes and Molluscs on a muddy shore in Nordmøre, Norway. *Sarsia*(31), s. 63-68.
- Sneli, J.-A. (1975). *Mollusca Prosobranchia Forgjellesnegler*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Solan, M., Germano, J. D., C. R. D., Smith, C., Michaud, E., Parry, D., . . . Rosenberg, R. (2003). Towards a greater understanding of pattern in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. *Journal of experimental marine biology and ecology*, s. 313-338.
- UniResearch SAM-Marin. (2016). *Strandsoneundersøkelser*. Hentet fra <http://uni.no/nb/uni-miljo/sam-marin-marinbiologi/strandsoneundersøkelser/>
- Vanhove, M. P., Tessens, B., Schoelinck, C., Jondelius, U., Littlewood, D. T., Artois, T. & Huyse, T. (2013). Problematic barcoding in flatworms: A case-study on monogeneans and rhabdocoels (Platyhelminthes). *ZooKeys*, s. 355-379.
- Weslawski, J. M., Wiktor, J., Zajaczkowski, M. & Swerpel, S. (1993). Intertidal zone of Svalbard. Macroorganism distribution and biomass. *Polar biology*(13), s. 73-79.
- Zaiko, A., Martinez, J. L., Schmidt-Peterson, J., Ribicic, D., Samuiloviene, A. & Garcia-Vazquez, E. (2015). Metabarcoding approach for the ballast water surveillance – An advantageous solution or an awkward challenge? *Marine Pollution Bulletin*, 92(1-2), s. 25-34.