

Svinøy, Maiken
Skigelstrand, Hege

ROV som verktøy ved overvåking av bunnforhold i norsk oppdrett.

Sider: 42
Vedlegg: 6

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Tuene, Stig; Blom, Martin
Mai 2019

Sammendrag

Dagens miljøundersøkelser ved oppdrettslokaliteter gjennomføres i henhold til Norsk Standard 9410:2016. Her brukes grabb som redskap for å undersøke bunntilstand. Dagens utvikling av teknologi har gitt nye løsninger for bruk av video. I dag brukes dette ved svært begrensede tilfeller. Denne oppgaven tar for seg bruk av fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) som overvåkingsmetode av bunnforhold. I oppgaven ble det utført en spørreundersøkelse for å kartlegge fagfolks tanker rundt forbedringsmuligheter ved dagens miljøundersøkelser. Tidligere gjennomførte MOM-undersøkelser og hardbunnsundersøkelser ble sammenlignet opp mot egen gjennomført ROV-undersøkelse. Egen ROV-undersøkelse gikk langs transekter og inkluderte sedimentprøvetaking. Det mest sentrale funnet i spørreundersøkelsen sa at de fleste mente at bruk av video kan bedre kvaliteten av oppdretts miljøovervåking. Ved innhenting av sediment så man at små forflytninger av ROV-en ville gitt ulike resultater. Ved videoanalyse så man at artskartlegging enkelt lar seg gjennomføre. Resultatene indikerer at ROV har et stort potensial som verktøy for miljøovervåking og at dagens MOM-undersøkelser ikke avdekker like mye informasjon som en ROV har mulighet til. Å inkludere ROV i dagens standard for bunnundersøkelser kan være til fordel for både oppdrettsnæringen og miljøet rundt.

Forord

Høsten 2018 startet planleggingen av bacheloroppgaven og tema skulle bestemmes. Miljøpåvirkningen innenfor oppdrett har hatt økende grad av oppmerksomhet. Siden begge har ønske om å arbeide innenfor en bærekraftig næring, ble miljøovervåking ved oppdrettsanlegg valgt som tema. Av aktuelle erfaringer, ved siden av biomarin innovasjonstudiet, har en av oss jobbet med artsidentifisering på forskningstokt ved Havforskningsinstituttet og den andre har gjennom tre år hatt deltidsjobb innen oppdrett.

For å kunne gjennomføre oppgaven har vi vært avhengig av hjelp fra andre. Vi vil rette en stor takk til ROVpartner AS som stilte opp med utstyr for filming og prøvetaking. Uten de hadde ikke oppgaven vært det den er. Også stor takk til driftsleder ved Lokalitet A, for at vi fikk tillatelse til å filme og at de bisto med båt. Videre vil vi takke alle som tok seg tid til å delta på spørreundersøkelsen. Spesiell takk til Lars C. Gansel, Birgitte P. Torset og Jim Bjørkevoll for deres tilbakemeldinger og synspunkt ved utarbeidelse av spørreundersøkelsen. Til sist vil vi gjerne rette en stor takk til våre veiledere Stig Tuene og Martin Blom for gode tilbakemeldinger, praktisk veiledning og hjelp. Spesielt stor takk for den enorme tålmodigheten dere har hatt når to desperate perfektjonister maser til alle døgnets tider

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	2
2	Materiale og metoder	7
2.1	<i>Spørreundersøkelse</i>	7
2.2	<i>Sammenligning av miljørapporter</i>	8
2.3	<i>ROV</i>	9
2.3.1	Grabbprøver	9
2.3.2	Video fra lokalitet A.....	10
2.4	<i>Konfidensialitet</i>	13
3	Resultater	14
3.1	<i>Spørreundersøkelse</i>	14
3.1.1	Hovedfunn	15
3.1.2	Oppsummering av kommentarene.....	15
3.2	<i>Sammenligning av miljørapporter</i>	16
3.2.1	Vindsnes.....	16
3.2.2	Overåneset.....	17
3.2.3	Lokalitet A.....	19
3.2.4	Sammenligning av metoder.....	20
3.3	<i>ROV</i>	20
3.3.1	Sedimentprøvetaker	21
3.3.2	Video fra lokalitet A.....	23
3.3.3	Endelige resultater	29
4	Diskusjon	30
4.1	<i>Resultat</i>	30
4.2	<i>Materiale og metoder</i>	32
4.3	<i>Implikasjoner til videre arbeid</i>	34
5	Konklusjon	35
6	Litteraturliste	36
	Vedlegg	

1 Innledning

Oppdrettsnæringen i Norge har skutt i været og over en tiårsperiode har produksjonen av laks og ørret doblet seg, fra cirka 600 000 tonn til i overkant av 1,2 millioner tonn (1). Næringen har fått mye kritikk i media for negativ miljøpåvirkning (2; 3; 4; 5). Samtidig har det kommet flere krav til miljøundersøkelser og overvåking rundt oppdrettsanlegg. Siden 2005 har alle oppdrettere hatt plikt til å overvåke utslipp fra anleggene og hvordan disse påvirker området rundt og under merdene. Fiskeridirektoratet sier at det store bildet etter cirka 10 år med miljøovervåking viser stabile og gode forhold under oppdrettsanleggene til tross for en dobling i produksjon i samme periode (1).

Ved oppstart av oppdrettsvirksomhet i Norge lå lokaliteter i de fleste tilfeller ved grunne steder med relativt lite gjennomstrømming. Dette førte til flere problemer og et større antall oppdrett fikk skader på fisken samtidig som at det hadde negativ påvirkning på miljøet rundt. Dagens oppdrettspraksis er mye bedre enn den var, og det ser ut til at utviklingen går mot mer og mer miljøvennlig og bærekraftig produksjon. Det er viktig å overvåke oppdretts miljøpåvirkning som for eksempel sykdomssmitte, rømming av fisk og bruk av medisiner og kjemikalier. Den største avfallskilden i oppdrett er organisk materiale (OM). Dette er i form av fôrspill, fekalier (avføring) og død fisk. Mengde avfall fra hver lokalitet varierer, men det anslås at daglig avfall fra et anlegg kan variere mellom 1300-3250 kg når produksjonen er på sitt høyeste (6). Fôrspillet blir i hovedsak spist av fiskearter som sei og makrell. Det som ikke blir spist akkumuleres på havbunnen under og i nærheten av anlegget (6; 7). Spredning og akkumulering av OM varierer ut fra både hydrografi (salinitet, temperatur, sirkulasjon) og bunntopografi. En ser variasjoner fra anlegg til anlegg (6; 8).

OM er rik på organisk karbon og næringssalter som nitrogen og fosfor. En akkumulering vil i første omgang stimulere faunaen og antall individer vil øke. Ved en ytterligere akkumulering vil følsomme arter trekke seg unna, eller dø (6; 9; 10; 11). Akkumuleringen vil da føre til redusert biodiversitet i området, med få eller ingen arter i sedimentet (9) (10) (6; 9). De opportunistiske artene vil da dominere, mens antall av de mer sensitive artene vil reduseres. (6; 9; 10). Også andre forurensningskilder fra oppdrett kan ha uheldige virkninger på det

bentiske samfunnet. Eksempel er metaller som kobber, sink og kadmium. Disse kan ved riktige konsentrasjoner gi endring i artsmangfold og struktur (9).

Når man studerer det bentiske samfunnet vil indikatorarter brukes for kartlegging av miljøpåvirkning fra oppdrett. Dette er arter som vil variere i antall ut fra oksygeninnhold og tungmetaller. I oppdrettsnæringen inngår indikatorarter og makrofauna som en del av miljøundersøkelsene som kreves for å starte og opprettholde en konsesjon. Hvite svovelbakterier og børstemark-kompleks er indikatorarter ved miljøovervåking. Hvite svovelbakterier er en indikatorart som kommer til i grensen mellom oksiske og anoksiske forhold. Man ser ofte forhøyede nivåer av sulfid i sammenheng med tilstedeværelsen av hvite svovelbakterier. Opportunistiske børstemark-kompleks er også regnet som en visuell indikatorart. Kompleksene finner en gjerne på steder med mye OM (6; 12). Også kjemiske og sensoriske parametere inngår i miljøundersøkelsene. Kjemisk parameter undersøker red-oks-potensial (Eh) og syre-base-potensialet (pH) i sedimentet. Disse vil variere ut fra den kjemiske sammensetningen av sedimentet og vil si noe om forurensningen fra anlegget (6; 8; 9; 10; 13; 14; 15). Sensorisk parameter undersøker gassbobler, lukt, konsistens og tykkelse av slam i sedimentet (15).

Organismer som sopp og bakterier vil forsøke å bryte ned OM som akkumuleres på havbunnen. Nedbrytningen krever mye oksygen og vil påvirke oksygenopptaket i sedimentet. Oksygenkonsentrasjonen i sedimentet er begrenset og vil være avhengig av veksling med vannet for å opprettholde oksygenivået. Hvis oksygentilførselen skulle være lavere enn forbruket, vil det kunne resultere i anoksiske forhold. Uten oksygen i bunn sedimentet vil det dannes råttent vann som inneholder gasser som metan og hydrogensulfid. Disse gassene vil kunne føre til skade og sykdom på gjellene hos fisk og i verste fall føre til død (8; 9; 10).

I 2005 kom Akvakulturloven som ga alle oppdrettere plikt til å overvåke hvordan en oppdrettslokalitet påvirker miljøet under og rundt anlegget. Det kom som krav for at alle skal kunne vise til en forsvarlig og bærekraftig produksjon, både på lokalitet- og regionsnivå (1). Når man skal overvåke miljøtilstand for bunnforhold under norske akvakulturanlegg gjennomføres det etter Norsk Standard 9410:2016 (15). Denne standarden beskriver hvilke undersøkelser som skal gjennomføres, hvordan de skal gjennomføres og hvordan en skal vurdere bunnpåvirkningen. Alle undersøkelser skal gjennomføres av uavhengig fagpersonell,

og må rapporteres inn til Fiskeridirektoratet. Standarden omfatter flere ulike undersøkelsestyper. Matfiskanlegg – overvåking – modellering-undersøkelser (MOM-undersøkelser), er de mest brukte og er delt inn i B- og C-undersøkelser (1; 15).

En B-undersøkelse er en trendovervåking av miljøtilstanden på lokaliteten og tar for seg bunnforholdene under og i umiddelbar nærhet til et anlegg. Slik vil en få målt påvirkningen på miljøet fra anlegget. Ved en slik undersøkelse brukes det grabb som henter opp sediment, som igjen skal vurderes for å beregne miljøtilstanden. Sedimentets fauna, og dens kjemiske og sensorisk tilstand vurderes. Henholdsvis gruppe I parameter, gruppe II parameter og gruppe III parameter. Alle parameterne gis en score ut fra miljøforholdene. Eksempelvis vil stor forekomst av gasser, sterk lukt og mørk farge i sediment ved en prøvestasjon gi en høy score på gruppe III parameter. Middelerdien av alle prøvestasjoner vil videre beregnes og en felles middelerdi gir lokaliteten en lokalitetstilstand fra 1-4, fra «meget god» til «meget dårlig». Undersøkelsen utføres med jevne mellomrom og hyppigheten kommer an på lokalitetstilstanden i forrige undersøkelse. En dårlig tilstand vil føre til hyppigere undersøkelser på lokaliteten (15; 16). Lokalitetstilstanden ved en B-undersøkelse angis etter vurdering av gruppe II og gruppe III parameter. Gruppe I parameter inngår ikke direkte i tilstandsvurderingen (15).

En C-undersøkelse er mer omfattende. En ser på bunntilstanden i anleggssonen og utover mot resipienten for å vurdere utstrekningen av påvirkningen anlegget har på miljøet. Områdene som undersøkes i en C-undersøkelse deles inn i nær-, overgangs- og fjernsone. Plassering av sonene er avhengig av avstand fra anlegget og strømforhold. Sedimentets kjemi sensoriske egenskaper og bunndyrsfauna brukes for å vurdere om OM kommer fra anlegget, eller andre kilder i området. Middelerdier og lokalitetstilstand beregnes ut på samme måte som ved MOM B-undersøkelser (15).

Bunntopografien i norske havområder varierer veldig. MOM B og MOM C undersøkelser er beregnet på bløtbunn og er ikke tilstrekkelige for å vurdere bunnforholdene ved hard- og blandingsbunn. Også sterkt skrående bunn, gjerne av fjell, kan føre til utfordringer ved overvåking og vurdering av bunnforholdene. Fiskeridirektoratet kan da vedta alternative overvåkingsprogram. Dette kan for eksempel være bruk av fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) eller senkekamera til dokumentering. Dette anbefales hvis 80% av grabbprøvene ved

en B-undersøkelse merkes som tom (15; 17). En veiledning for alternativ overvåking av hard- og blandingsbunn er under opparbeiding av Havforskningsinstituttet. Veiledningen består av to deler, hvorav den første delen er ferdig. Den andre delen er enda under utarbeiding (17; 18). Veiledningen for den alternative overvåkingen går i hovedsak ut på å benytte droppkamera festet på stativ som senkes ned på prøvestasjoner. Dette er de samme stasjonene som en ville brukt ved ordinære B- og C-undersøkelser. Videoen vil da filme et standardisert areal for å undersøke forekomst og fravær av gitte parametere. Ved forekomst av nok bunnsstrat for grabbprøver, vil grabb brukes som et tillegg til nedsenkning av kamera (18). I etterkant av filmingen vil videomaterialet analyseres basert på både kvalitativ og kvantitativ informasjon. Observasjonene registreres i form av dekningsgrad, og om mulig antall individer (av for eksempel børstemark). Til slutt skal det gis en kort oppsummering av den generelle miljøtilstanden og viktige visuelle observasjoner som er gjort (17; 18).

Parameterne som registreres ved bruk av veiledningen er som følgende:

1. Forekomst av organisk materiale på substrat
2. Forekomst av fôrpellets/fekalier på substrat
3. Forekomst av hvite bakteriematter (Beggiatoa, Thiotrix)
4. Forekomst av børstemark-kompleks (hardbunns polychaeter)
5. Forekomst eller fravær av annen hardbunnsfauna (fastsittende, mobil)
6. Bobling fra akkumulert organisk materiale

Det har i dag blitt mer vanlig å bruke video som en del av overvåking av det bentiske miljøet rundt oppdrett. Videoene vurderes generelt kvalitativt. En studie har vurdert oppdretts miljøpåvirkning ved bruk av video, opp mot grabbprøver, på en kvantitativ måte (19). Analyse av dataene indikerte at kvantitative data fra videoopptak kan oppdage stor organisk akkumulering. Likevel ser en at det på videoopptak ikke vil være like lett å vurdere omfanget av forurensning. Resultatet kan dermed være noe misledende, ettersom overflatebilder kan gi inntrykk av mindre forurensning enn hva sedimentanalyser i samme område tilsier. Studien sier at metoden virker lovende for langtidsovervåking, men vil kreve tilpasninger for å gi gyldige funn i ulike miljøtilstander.

En standard for miljøovervåking i Canada inkluderer bruk av video. Denne ble i 2011 revidert

fra punkt-analyse til å analysere transekter i 2011 (20). Det argumenteres for at transektovervåking av et område er nødvendig for å kunne sette opp en representativ statistisk oversikt over de ulike megabenthosene (større bentiske dyr som sjøstjerner og krepsdyr), da disse ikke observeres i store antall. I studien foretatt før transektanalyse ble tatt i bruk i Canada, ble programvaren ImageJ brukt for å analysere videomaterialet (12; 20). ImageJ er laget for å kunne gjenkjenne mønster i flerdimensjonale vitenskapelige bilder. Ved å bruke dette programmet oppnås det en mer objektiv tolkning av resultatene som hentes fra videomaterialet. Dataprogrammet kan programmeres til å gjenkjenne flere parametere, som fôrrester og fekalier, tepper av hvite svovelbakterier og børstemark-kompleks (12; 21).

Konsekvensene og langtidseffektene av forurensningen fra fiskeoppdrett er enda noe ukjent. En studie har undersøkt effekten organisk materiale har på fjordsystemer (6). Denne viser blant annet til stabile forhold, til tross for stor produksjon og mye forurensning. Samme studie viste at det bentiske samfunnets nedbrytningskapasitet ikke ble overskredet, til tross for en produksjon på 2910 tonn per produksjonssyklus. Samtidig ser en at endringer i bare én enkelt faktor kan ha stor påvirkning på hele prosesser i økosystemet (22). Det er dermed svært viktig at forvaltningspraksis og miljøovervåking gjennomføres basert på gode data.

Dagens MOM-undersøkelser på bløtbunn innebærer ikke visuelle observasjoner (15; 18). Teknologien utvikler seg raskt, og en ser økt antall bruksområder for bruk av ROV innenfor fiskeoppdrett (23; 24; 25; 26; 27). Det finnes mange muligheter innenfor videoopptak på markedet i dag. Denne oppgaven undersøker om implementering av ROV vil være med på å bedre dagens bløtbunnsundersøkelser og videre miljøovervåkingen ved norske oppdrett. Spørsmålet som stilles i denne oppgaven er dermed som følger:

«Kan bruk av ROV bedre dagens bunnundersøkelser?»

2 Materiale og metoder

I oppgaven ble det benyttet tre ulike metoder. Det ble foretatt en spørreundersøkelse for å få et innblikk i fagfolks meninger innen temaet. Tidligere gjennomførte miljøundersøkelser ble analysert og sammenlignet med hverandre og egen gjennomført undersøkelse. Til slutt ble det gjennomført eget videoopptak og opptak av sedimentprøver med ROV rundt lokalitet A. Dette ble gjort for å utforske hvordan ROV kan brukes ved miljøundersøkelser. Innledningsvis redegjøres det for valg av metode, deretter innhenting og analysen av data. Til slutt blir det redegjort for hvordan de etiske aspektene er ivaretatt underveis.

2.1 Spørreundersøkelse

Det var ønskelig å få tilbakemeldinger fra næringen og fagfolk innenfor temaet. Det ble utarbeidet en enkel spørreundersøkelse. Spørreundersøkelsen søker å kartlegge fagfolks tanker rundt forbedringsmuligheter ved dagens miljøundersøkelser og da argumenter for eller imot bruk av video.

Intervjumetoden som ble gjennomført er en kvantitativ forskningsmetode. Denne metoden spør ikke hver respondent like dypt som ved en kvalitativ undersøkelse, men ga et oversiktsbilde over holdninger hos fagfolket. Slik fikk problemstillingen en faglig bekreftelse eller avkreftelse. Innsamlet data kom i tallform og var enkel å sammenligne og generalisere (28). Intervjuobjekter ble valgt ut fra eget nettverk innenfor oppdrettsnæringen, samt at fagfolk innenfor miljøsektoren ble kontaktet, som for eksempel bedrifter som gjennomfører MOM-undersøkelser, marinbiologer og rådgivere. Både oppdretts- og miljøsektoren har god kunnskap om standarder og krav satt til miljø, metoder og teknikker, samt analyse av prøver og tilstandsvurdering av lokaliteter, om så i varierende grad.

Etter å ha bestemt metode som ville gi best mulig resultat opp mot problemstillingen, ble det arbeidet med å utvikle gode spørsmål til undersøkelsen. Det ble tatt utgangspunkt i oppgavens problemstilling og videre utarbeidet mer detaljerte påstander og spørsmål. Etter flere utkast var den endelige spørreundersøkelsen klar for testing. Spørsmålene ble gjennomgått og testet med driftsleder Jim Bjørkevoll. Ut fra testingen ble undersøkelsen ferdigstilt og distribuert til de aktuelle respondentene (vedlegg 1).

Det ble satt et mål om å få inn svar fra 20 personer. Undersøkelsen hadde en veldig spesifikk målgruppe og det ble antatt at det ville ta lang tid før svar kom inn, hvis de kom inn i det hele tatt. Det ble informert om at undersøkelsen var anonym for at terskelen for å svare ble lavere. Noen respondenter ble ringt i forkant og spurt om de kunne tenke seg å svare på spørreundersøkelsen. Slik var de forberedt og dette økte trolig antallet respondenter. De ble også oppfordret til å dele undersøkelsen internt i bedriften til andre som var aktuelle.

1. mai 2019 ble satt som frist for svar på spørreundersøkelsen. Totalt 17 personer svarte på undersøkelsen. Når undersøkelsen ble avsluttet begynte å behandlingen av dataene. Det ble da utarbeidet diagram for hvert spørsmål, som videre ble analysert.

2.2 Sammenligning av miljørapporter

Ved å sammenligne tidligere utførte undersøkelser ble det utforsket hvordan de ulike metodene for bunnundersøkelser avdekker ulik informasjon. Bruk av ROV med tilleggsutstyr ble sammenlignet med kun bruk av grabb, samt kun bruk av video. Slik så en hvilken informasjon ulike metoder avdekket.

Det ble valgt ut to lokaliteter i Norge som har gjennomført alternative miljøundersøkelser kalt hardbunnsundersøkelser med ROV. Lokalitetene er Vindsnes og Overåneset i Møre og Romsdal. I tillegg ble en tredje lokalitet i Møre og Romsdal valgt, heretter *lokalitet A* (Det ble valgt å anonymisere lokaliteten av hensyn til at bildematerialet kunne vært sjenerende). Her ble det tatt opp eget videoopptak. Tabellen under gir en oversikt over de forskjellige lokalitetene (tabell 1).

Tabell 1: Sammendrag av lokalitetene.

Lokalitetsnr	Lokalitet	Kommune	Produksjonsform	MTB-tillatelse	Siste lokalitetstilstand
12839	Vindsnes	Norddal	Matfisk	3120 tonn	1
13554	Overåneset	Stranda	Matfisk	2340 tonn	1

-	Lokalitet A	-	Matfisk	-	1
---	-------------	---	---------	---	---

For å få en bedre oversikt over miljøundersøkelsene for de utvalgte lokalitetene ble det laget en sammenstilling. Denne sammenstillingen inkluderte tidligere gjennomførte MOM B- og C-undersøkelser (30-52).

Første steg var å innhente relevante miljørapporter fra disse lokalitetene (30-55). Her ble kartverktøyet til Fiskeridirektoratet brukt, hvor en slo på filter "Miljøtilstand" for å få opp alle offentlige miljøundersøkelser innenfor akvakultur i Norge (52). Det ble videre søkt opp hver enkelt lokalitet og alle B- og C-undersøkelsene som hadde blitt gjennomført ble tatt ut. Alle rapportene som ble brukt er vist i en oversikt (vedlegg 2).

Det ble opprettet et dokument hvor alle rapportene ble notert og sortert etter lokalitet og felt-dato. For hver B-undersøkelse ble tilstand for de ulike parameterne notert. Et kort sammendrag av de endelige helhetsvurderingene fra C-undersøkelsene ble også tatt med i sammenstillingen. Da alle rapportene var gjennomgått ble det mulig å danne et større bilde av lokalitetene. Hardbunnsundersøkelsene (52; 53; 54) ble så hentet ut på samme måte som de andre miljøundersøkelsene og de viktigste observasjonene ble notert i eget dokument.

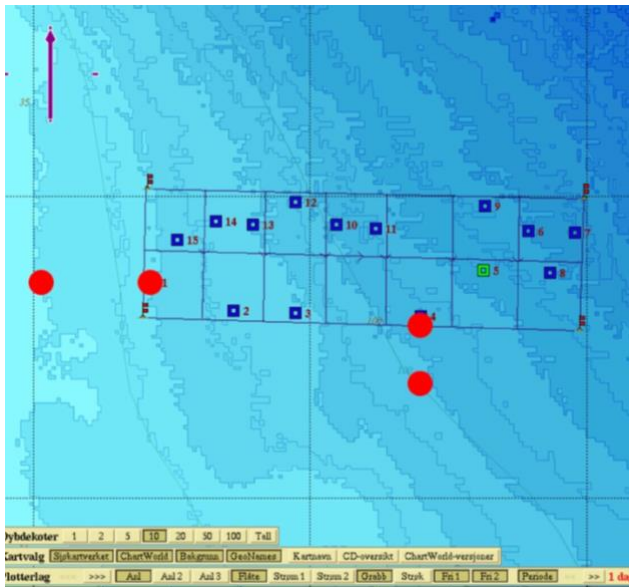
Til slutt var det mulig å sammenligne B- og C-undersøkelsene opp mot hardbunnsundersøkelsene.

2.3 ROV

Det var ønskelig å undersøke hvordan ROV kan brukes ved miljøundersøkelser. For å utforske muligheter og begrensninger ble det gjennomført sedimentprøvetaking, videoopptak og analyse av disse.

2.3.1 Grabbprøver

Grabbprøvene ble tatt ved hjelp av oppsamler montert på klo på ROV Deep Trekker DTG3. Stasjonene for grabb er vist i figur under (figur 1).



Figur 1: Stasjoner for grabbprøver representert ved røde sirkler.

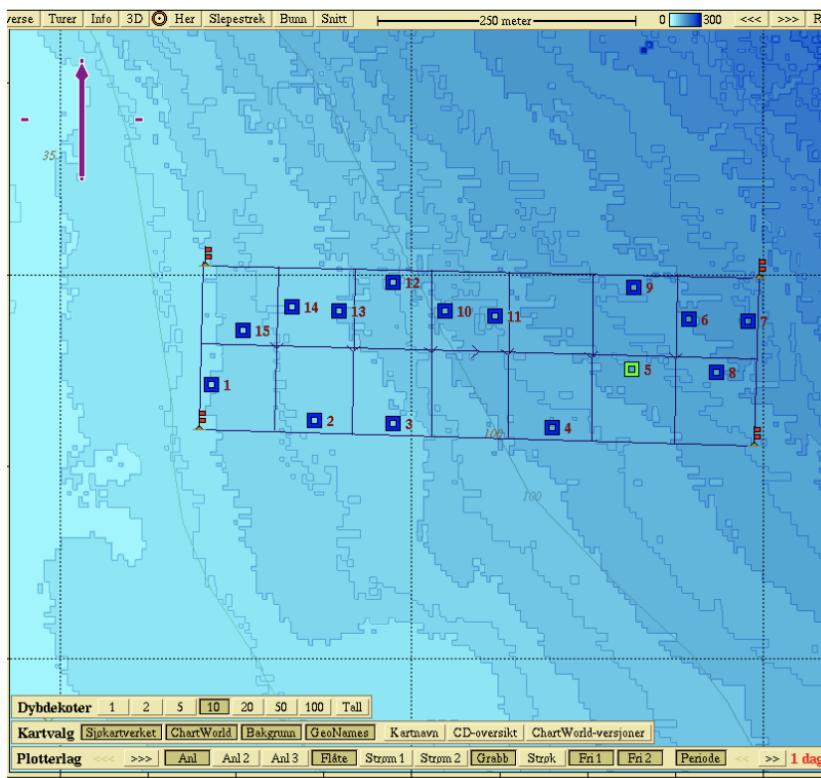
Ved stasjon ble grabbvolum, lukt, farge og konsistens notert, før prøvene ble overført til beholdere for undersøkelse på laboratoriet. På laboratoriet ble sedimentet vasket og siktet gjennom et system av sikter, hvor den siste har en hulldiameter (firkantede hull) på 1 mm. Alt materiale større enn 1 mm ble overført til petriskåler med vann. Dyr ble undersøkt under lupe og det ble registrert fekalier og fôrrester.

2.3.2 Video fra lokalitet A

Det ble foretatt egen ROV-undersøkelse ved lokalitet A. ROVpartner AS ble kontaktet. De var i Møre og Romsdal i slutten av april og sa ja til å hjelpe med filming 30. april 2019 ved lokalitet A. Video ble tatt ved bruk av ROV Deep Trekker DTG3. ROV-en har et 700 HD-kamera, farge, 0.01 lux vidvinkel med 270 graders rotasjon. Arbeidslys er flomlys LED og har en maks lysstyrke på 9000 lumen, med mulighet for å regulere lysstyrke. For mer utdypende spesifikasjoner se vedlegg (vedlegg 3).

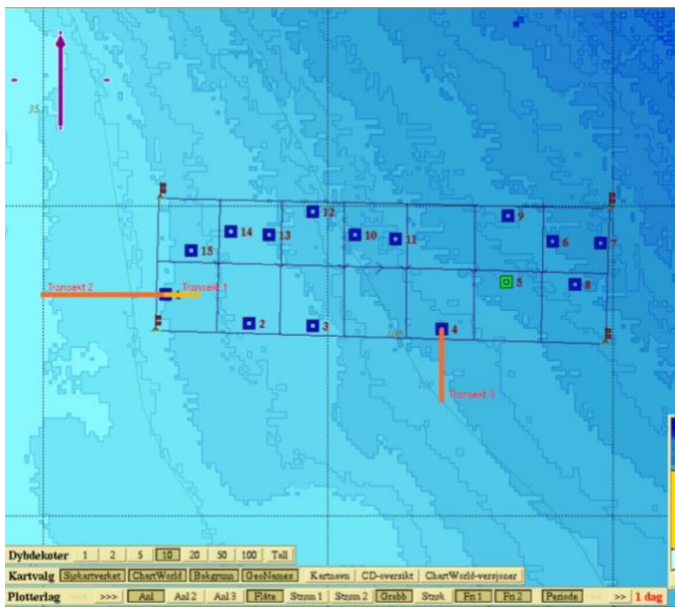
Det ble på forhånd planlagt stasjoner og hvilken type videomateriale som var ønskelig. Stasjonene ble valgt ut fra samme stasjoner som ble brukt ved forrige MOM B-undersøkelse (50). Slik ble sammenligning av resultatene enklere. Det ble også hentet frem kart over forankringen til lokaliteten slik at ROV-en ikke satt seg fast i tauverk eller lignende.

Stasjonene ved forrige MOM B-undersøkelse er vist i figur under (figur 2). Kartene ble hentet ut fra sist gjennomførte MOM B-undersøkelse (50).



Figur 2: Prøvestasjoner ved sist gjennomførte MOM B-undersøkelse ved lokaliteten.

ROV-en ble senket ned ved stasjon 1 og 4. Stasjon 1 lå på cirka 50 meters dyp. ROV-en ble først senket ned og videre kjørt cirka 30 meter øst, inn under merden. Videre kalt transekt 1. Her ble det tatt en grabb-prøve. Videre ble ROV-en droppet ved samme stasjon, men denne gangen kjørt cirka 100 meter vestover, inn mot land og vekk fra anlegget. Videre kalt transekt 2. Her ble det også tatt en grabb-prøve. Stasjon 4 lå på cirka 130 meters dyp. Her ble ROV-en senket ned og det ble tatt en grabb-prøve. Videre kalt stasjon 4. ROV-en ble senket ned fra samme punkt og videre kjørt langs bunnen cirka 60 meter sør. Videre kalt transekt 3. Her ble det også tatt en grabb-prøve. De oppkjørte transektene er vist i figur (figur 3).



Figur 3: Oppkjørte transekt.

Videomaterialet ble så analysert. Det ble tatt utgangspunkt i veilederen - del 1 (18). For å beregne hvor raskt ROV-en gikk ble gjennomsnittsfarten funnet. Dette ble gjort ved å notere pauser i kjøringen, representert ved stopp eller sidelengs kjøring. Summen av pausene ble trukket fra videoens totaltid og lengden på transektet ble delt på denne tiden. Snittfart ble benevnt i m/s.

Det ble hentet ut stillbilder fra videomaterialet for hver femte meter, med start på null meter. Pausene ble tatt hensyn til ved utvalg av stillbilde ved å addere antall sekund pause til tidspunktet i videoen (vedlegg 4). Disse ble navngitt etter hvilket transekt det ble tatt og hvor langt fra stasjon bildet ble tatt fra. Eksempelvis ble bildet fra transekt 2, fem meter fra stasjonen gitt navnet T2-5. For å unngå at kunnskapen om hvor nærme anlegget, stillbildene ble tatt skulle påvirke vurderingen av bildene ble transektene delt mellom to personer. Den ene hentet ut stillbilder fra transekt 1 og 2, mens den andre hentet ut stillbilder fra transekt 3. Bildene ble deretter randomisert og gitt nye navn. Hver person foretok videre analyse av det motsatte transekt enn det en hadde hentet bilder ut ifra. Analysen ble gjort ved at det ble satt opp ulike parametere på en skala fra 0-100. 0 viste null forekomst av, mens 100 viste «maksimal» forekomst av, den gitte parameteren. På forhånd ble bildene fra veileder (18) gitt en score, for å sikre at en forholdt seg til samme vurderingskriterier. Parameterne brukt var:

- Forekomst av organisk materiale på substrat (ekskludert fekalier og fôrrester)

- Forekomst av fekalier/fôrrester på substrat
- Forekomst av hvite bakteriematter (Beggiatoa, Thiotrix)
- Forekomst av børstemark-kompleks (hardbunns polychaeter)

Neste skritt var å se etter megabenthos. Det ble gått gjennom hele videoen for å se etter gruppene fisk, krepsdyr, pigghuder, bløtdyr, nesledyr og sekkdyr. Individene ble artsidentifisert så langt det lot seg gjøre til nærmeste gruppe eller art. Tidspunkt i videoen individene ble identifisert ble notert og multiplisert med gjennomsnittsfarten på det gitte transektet. Slik kom en frem til antall meter observasjonen var fra stasjon.

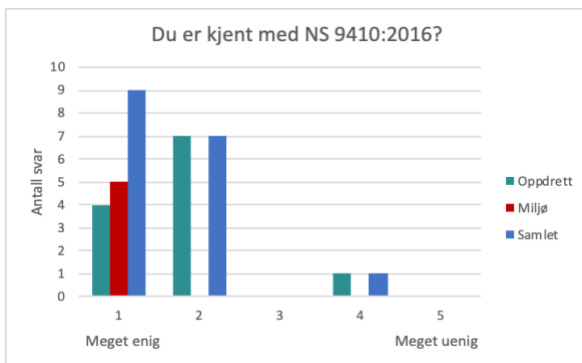
2.4 Konfidensialitet

Konfidensialitet og anonymitet ble viktig i arbeidet med denne oppgaven. Alle sitater i oppgaven ble anonymisert for å unngå gjenkjennelse av informanter med unntak av Jim Bjørkevoll som var informert test-person. Informasjon som ikke kunne anonymiseres på en tilfredsstillende måte eller informasjonen som ikke allerede er offentlig kjent ble ekskludert fra oppgaven. Bildene fra lokaliteten ble viktig å anonymisere av hensyn til at det lett kan misbrukes og tatt ut av kontekst.

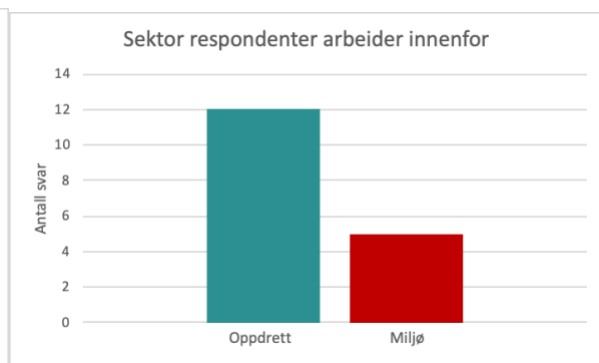
3 Resultater

3.1 Spørreundersøkelse

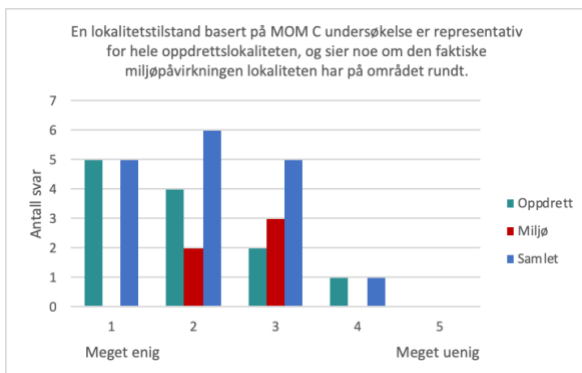
For best mulig oversikt ble resultatene fra spørreundersøkelsen presentert i diagram (figur 4-11). Det siste, åpne spørsmålet ble oppsummert i kommentar på slutten. Det ble skilt mellom sektorene oppdrett og miljø.



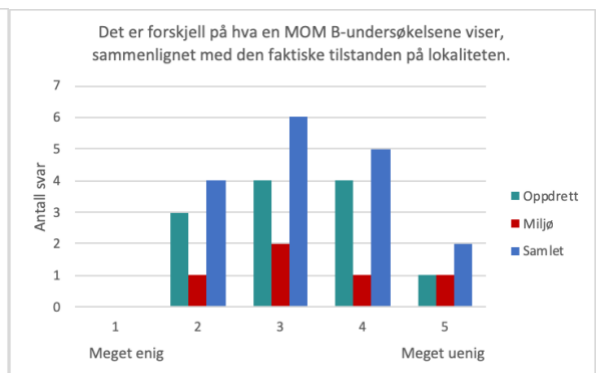
Figur 4: Spørsmål 1.



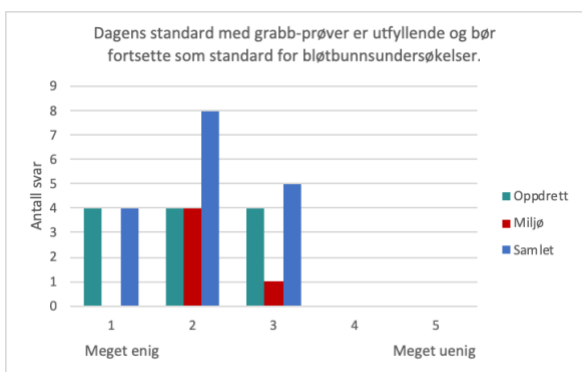
Figur 5: Spørsmål 2.



Figur 6: Spørsmål 3.



Figur 7: Spørsmål 4.



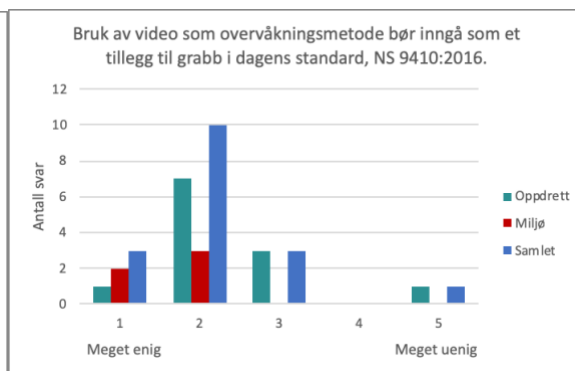
Figur 8: Spørsmål 5.



Figur 9: Spørsmål 6.



Figur 10: Spørsmål 7.



Figur 11: Spørsmål 8.

3.1.1 Hovedfunn

Med unntak av to respondenter var alle kjent med Norsk Standard 9410:2016 (figur 4). Det viste seg at flere av respondentene arbeidet innenfor oppdretts-bransjen enn innenfor miljø (figur 5). Ansatte innenfor oppdrett mente MOM C-undersøkelser er representative for en oppdrettslokalitet, mens de innenfor miljø var mer usikre (figur 6). Samlet var begge sektorene verken enig eller uenig i om det er forskjell mellom en MOM B-undersøkelse og den faktiske miljøtilstanden. De innenfor miljø-sektoren var spredt, men helte mot uenig (figur 7). Majoriteten av respondentene var enige i at dagens standard med grabb-prøver er utfyllende. Samtidig var det fire stykker innen oppdrett som verken var enig eller uenig, samt én fra miljø-sektoren (figur 8). Flertallet mente det er et forbedringspotensial ved dagens miljøundersøkelser. Her så vi seks stykker som verken var enig eller uenig; fem fra oppdrett og én fra miljø (figur 9). De fleste mente bruk av video kan bedre kvaliteten på overvåking av oppdretts miljøpåvirkning. Tre fra oppdrett og én fra miljø var verken enig eller uenig. Én innen oppdrett var uenig (figur 10). Majoriteten var også enig i at video bør inngå som et tillegg i dagens standard NS 9410:2016. En så to fra miljø og en fra oppdrett var meget enig. Tre fra oppdrett var verken enig eller uenig, og en var meget uenig (figur 11).

3.1.2 Oppsummering av kommentarene

Det var syv stykker som delte egne tanker om NS 9410:2016 og miljøundersøkelsene. Her ble det trukket frem at bruk av video kan være et godt verktøy for å kartlegge bunnforhold som supplement til dagens grabb-prøver. Det ble også nevnt at det allerede eksisterer standarder for bruk av video ved hardbunnslokaliteter. Det subjektive perspektivet ved video ble også nevnt og at det mangler gode vurderingskriterier og før-bilder for å kunne gi en objektiv

vurdering på lik linje som ved kjemiske analyser. I tillegg blir praktisk utførelse nevnt med tanke på utstyrsmengde som må medbringes ut i felt. En respondent mente også at kombinasjon av video og grabb vil gi bedre forutsetninger for en kostnadseffektiv prøvetaking.

3.2 Sammenligning av miljørapporter

Gjennom sammenligningen fikk en oversikt over lokalitetene og undersøkt om den ene metoden klarte å samle eller avdekke informasjon som den andre metoden ikke klarte. Kart over prøvestasjoner for siste B- og hardbunnsundersøkelsene er vist i vedlegg (vedlegg 6). Undersøkelsene som ble brukt i sammenligninger er vist i vedlegg (vedlegg 2).

3.2.1 Vindsnes

Anlegget lå over en bratt skråning og dybden økte fra 55 m i sørvestlig hjørne til 191 m i nordlige hjørne. Det var en spesielt bratt helning mot midten av anlegget. Dominerende strømretning var i vestlig og sørøstlig retning avhengig av tidevannstrømmer. Gjennomsnittlige tilstander er vist i tabell under (tabell 2).

Tabell 2: Gjennomsnittlige tilstander ved MOM B-undersøkelser ved lokalitet Vindsnes.

Gjennomsnittlig tilstander på MOM B-undersøkelser	
Vindsnes	
Gruppe I parameter	A
Gruppe II parameter	3
Gruppe III parameter	1
Gruppe II + III	2
Total tilstand	2

Alle tidligere MOM B-undersøkelser kommenterte at bunnen bærer noe preg av produksjonen og alle fant dårlige punkter, enkelte med organisk overbelastning. Spesielt gikk det nordlige området av lokaliteten igjen som mest utsatt for tung organisk belastning. Ved flere prøvepunkter var det ikke mulig å få opp nok sediment til analyse. I 2015 kommenterte en B-undersøkelse at en bør være obs på enkelte punkter og at tilpasninger kunne være nødvendig. Ved en MOM C-undersøkelse gjennomført i 2013 ble nærstasjon og fjerntasjon klassifisert

som miljøtilstand 2; god, mens overgangssonen ble klassifisert som miljøtilstand 1; meget god. Prøvestasjonene har vært på tilsvarende samme sted, eller tilnærmet samme sted, ved alle B-undersøkelsene.

Hardbunnsundersøkelse med ROV ble gjennomført i 2014. Det ble observert organisk materiale ved befaringspunkt 1, 2, 3, 5 og 6. Ved punkt 2 var det en hylle i skråning hvor OM akkumulerte. Det ble observert hvite svovelbakterier ved punkt 1, 3, 5 og 6, hvor det ved punkt 1 var store mengder. Det ble observert kolonier med børstemark ved punkt 3, 5 og 6. Ved punkt 3 ble det funnet store mengder og ved punkt 5 var det som tepper på organisk materiale.

Ved punkt 1 var det kun 15 meter fra prøvepunkt reduserte mengder organisk materiale og mindre hvite svovelbakterier. Ved punkt 2 var det tydelig transport av organisk materiale ved fjellsiden. Ansamlingen av organisk materiale var relativt stor nær anlegget, noe som kom av bunntopografien. Ved punkt 4 avtok helningen og en så mindre organisk belastning. Det ble ved dette punktet observert reker, sei, krepsdyr, blåskjell og ulike typer børstemark. Punkt 5 var det ved en bratt fjellvegg med hyller hvor det akkumulerte organisk materiale. Enkelte steder var for bratte for organismer til å etablere seg. Ellers bestod punktet av rene fjellparti med innslag av hvite svovelbakterier. Ved befaringspunkt 6 var det noe redusert belastning sammenlignet med vestsiden. Her ble det observert pigghud.

3.2.2 Overåneset

Anlegget var plassert over en bratt skråning og dypet under anlegget varierte mellom cirka 100 meter i nordenden og cirka 250-300 meter i sørenden av anlegget. Det var ingen terskler mellom anleggsinstallasjonen og de dypere områdene i Norddalsfjorden.

Hovedstrømretningen gikk enten mot øst eller nordvest, avhengig av tidevannsstrømmen.

Gjennomsnittlige tilstander er vist i tabell under (tabell 3).

Tabell 3: Gjennomsnittlig tilstander på MOM B-undersøkelser ved lokalitet Overåneset.

Gjennomsnittlig tilstander på MOM B-undersøkelser	
Overåneset	
Gruppe I parameter	A

Gruppe II parameter	3
Gruppe III parameter	2
Gruppe II + III	2
Total tilstand	2

B-undersøkelsen kommentarer varierte. Noen mente bunnen bar lite preg av produksjonen og at den tålte den organiske belastningen nokså godt. Andre undersøkelser kommenterte at bunnen bar preg av produksjonen og nevnte hardbunn og lite sediment som kan ha påvirket resultatene. For de siste undersøkelsene kom det frem at mye av området var bratt fjellbunn, men at det var utsatte punkter for akkumulering av organisk materiale.

Fra C-undersøkelse i 2010 fikk nærsone miljøtilstand 3, dårlig, mens overgangssone og fjernsone fikk tilstand 1. Overgangs- og fjernsone viste ikke tegn til påvirkning fra produksjonen på anlegget. Stasjonen på nærsone ble plassert over en gropformasjon på bunnen og det ble nevnt at dette punktet ikke representerer bunnen i hele området. I 2017 fikk ikke nærsone miljøtilstand grunnet vanskelige bunnforhold, slik at en ikke fikk en stasjon som tilfredsstiller kravene. Ved de andre stasjonene ble det funnet et normalt arts- og individantall, samt få forurensingsindikerende, forurensingstolerante og opportunistiske arter. Det ble registrert noe forhøyede kobber- og sinkverdier ved begge stasjonene. C-undersøkelsen fra 2017 kommenterte høyere nivåer enn ved tidligere gjennomførte C-undersøkelse og at dette kunne komme av varierende stasjonsplassering, da stasjonene var lagt nærmere anlegget i 2017 enn ved undersøkelsen i 2010. Totalt viste lokaliteten ingen klare tegn på påvirkning som følge av oppdrettsanlegget og ingen tydelige endringer siden forrige undersøkelse. Prøvestasjonene har vært på samme eller tilnærmet samme sted, ved alle B-undersøkelsene.

Ved havbunnsundersøkelsen med ROV ble det observert hvite svovelbakterier ved punkt 1, 3, 4 og 6, sistnevnte punkt ved kanter på enkelte steiner. Det ble observert børstemark (av type *Vigtornellia sp.* og *Ophrytrocha sp.*) i store antall og klaser ved punkt 2, 3, 4 og 5. Det ble også registrert ved punkt 6, men da i mindre antall. Det ble observert mudderlag av organisk materiale ved punkt 2, 3 og 4. Ved punkt 2 var det et tynt lag, mens det var tykkere ved punkt 3 og 4. Ved alle stasjoner ble det registrert, i varierende antall, fisk, pigghuder og sekkdyr. Av andre ting ble det registrert en del avfall i form av blant annet bildekk, vannslange, tauverk og jernstang. Ved punkt 3 ble det også registrert noe plantemateriale. Oppsummert var det

relativt stor variasjon i belastning rundt anleggsrammen. Organisk materiale syntes å bli transportert videre nedover over store deler av det befarte området. Det ble også nevnt at det var en del partikler i vannsøylen, men at dette ikke nødvendigvis var forurensning fra anlegget.

3.2.3 Lokalitet A

Anlegget lå på sørsiden av en fjord i Møre og Romsdal. Det var plassert over en skråning som heller mot øst og dybden varierer mellom cirka 54 - 152 meter under anlegget. Det var ingen terskler mellom anlegget og de dypere områdene i fjorden. Strømretning på 65 meters dyp var mot nordvest og sørøst, avhengig av tidevannsstrømmen. Gjennomsnittlige tilstander er vist i tabell under (tabell 4).

Tabell 4: Gjennomsnittlige tilstander på MOM B-undersøkelser ved lokalitet A.

Gjennomsnittlig tilstander på MOM B-undersøkelser	
Lokalitet A	
Gruppe I parameter	A
Gruppe II parameter	2
Gruppe III parameter	1
Gruppe II + III	1
Total tilstand	1

Alle B-undersøkelsene kommenterte at bunnen bar lite preg av produksjonen fra anlegget og at miljøet rundt tålte den organiske belastningen godt. Fra undersøkelsen gjennomført i 2011 var det grunnet hardbunn lite sediment for analyse ved fem stasjoner. Det ble gjennomført C-undersøkelse i 2012 og 2016. I 2012 ble nærsonen klassifisert til 2: «god». Stasjon 2 og 3 fikk også tilstand 2: «god», på grensen til 1: «meget god». Grunnet lavt antall individer kunne den samlede klassifikasjon av stasjonene være noe mindre pålitelig. Fra C-undersøkelsen gjennomført i 2016 viste nærsonen preg av organisk belastning, med høyere nivå av fosfor enn ved de andre stasjonene, og den forurensningsindikerende flerbørstemarken *Capitella capitata* utgjorde omtrent 97% av det totale individtallet ved stasjonen. Overgangs- og fjernsonen fremstod som tilnærmet naturlige, uten større tegn til organisk belastning. Det var ikke tidligere gjennomført hardbunnsundersøkelse ved denne lokaliteten.

3.2.4 Sammenligning av metoder

Totalt sett så en at ved bruk av video fikk en mulighet til å undersøke andre parametere enn ved kun bruk av grabb. Samtidig fikk en med bruk av grabb undersøkt parametere som ikke var mulig med bruk av video. Ved bruk av ROV med tilleggsutstyr, som brukt ved lokalitet A, åpnet muligheten seg for å undersøke alle parameterne som var mulige både med grabb og med video alene. Tabell under viser funn ved de ulike undersøkelsene (Tabell 5).

Tabell 5: Funn ved de ulike undersøkelsene.

Observert	ROV Deep Trekker Lokalitet A (ROV med ekstrautstyr)	B- og C- undersøkelse Vindsnes og Overåneset (Gabb)	ROV Seamor 300T og ROV Seamor Chionook 300 Vindsnes og Overåneset ROV uten ekstrautstyr
Kjemiske parametere	Mulig	Mulig	Ikke mulig
Vannprøve nær bunn	Mulig	Ikke mulig	Ikke mulig
Organisk materiale	Mulig	Mulig	Mulig
Hvite svovelbakterier	Mulig	Mulig	Mulig
Sedimentkarakteristikk (visuell)	Mulig	Ikke mulig	Mulig
Sensoriske parametere	Mulig	Mulig	Ikke mulig
Bunntopografi	Mulig	Delvis	Mulig
Infauna	Mulig	Mulig	Delvis
Kartlegging av megabenthos	Mulig	Ikke mulig	Mulig
Avfall	Mulig	Ikke mulig	Mulig

3.3 ROV

Undersøkelsen utforsket muligheter og begrensninger ved bruk av ROV i miljøundersøkelser. Spesifikasjonene til ROV-en som ble brukt under denne oppgaven er lagt med som vedlegg (vedlegg 3). Resultatene fra sedimentprøvetaking og analyse av video ble brukt som metode for utforskningen.

3.3.1 Sedimentprøvetaker

En så at ved økt lengde fra anlegget bedret lukten ved begge stasjonene seg og svovel-lukten forsvant totalt. Også fargen ble lysere ved økt lengde vekk fra anlegget. Bunnsubstratet ble grovere ved begge stasjonene, men forskjellen på stasjon 1 var større enn ved stasjon 4, hvor det gikk fra sand til stein med størrelse på 1-3 cm. Også grabbvolum minket ved økt lengde fra anlegget på begge stasjonene. Området hvor grabbprøvene er tatt er vist i figur (figur 12-15). Sedimentprøven ble tatt ved de grønne sirkelene. Resultatene fra hver grabbprøve er vist i vedlegg (vedlegg 5).



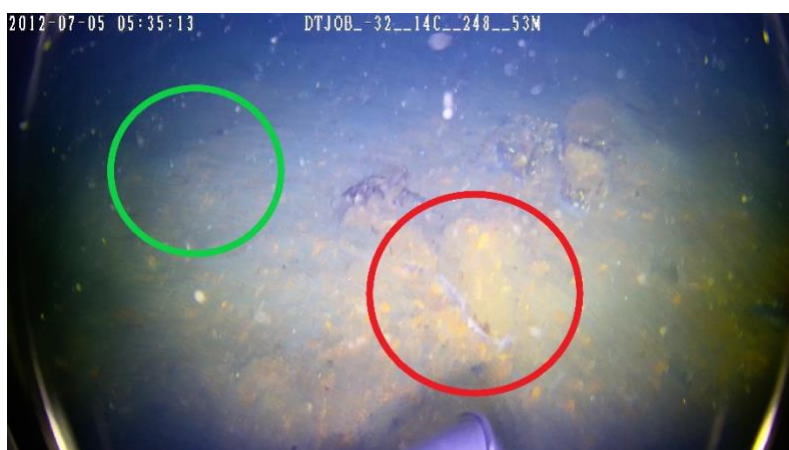
Figur 12: Grabbprøve tatt ved transekt 1, under anlegg.



Figur 13: Grabbprøve tatt ved transekt 2, ut fra merd.



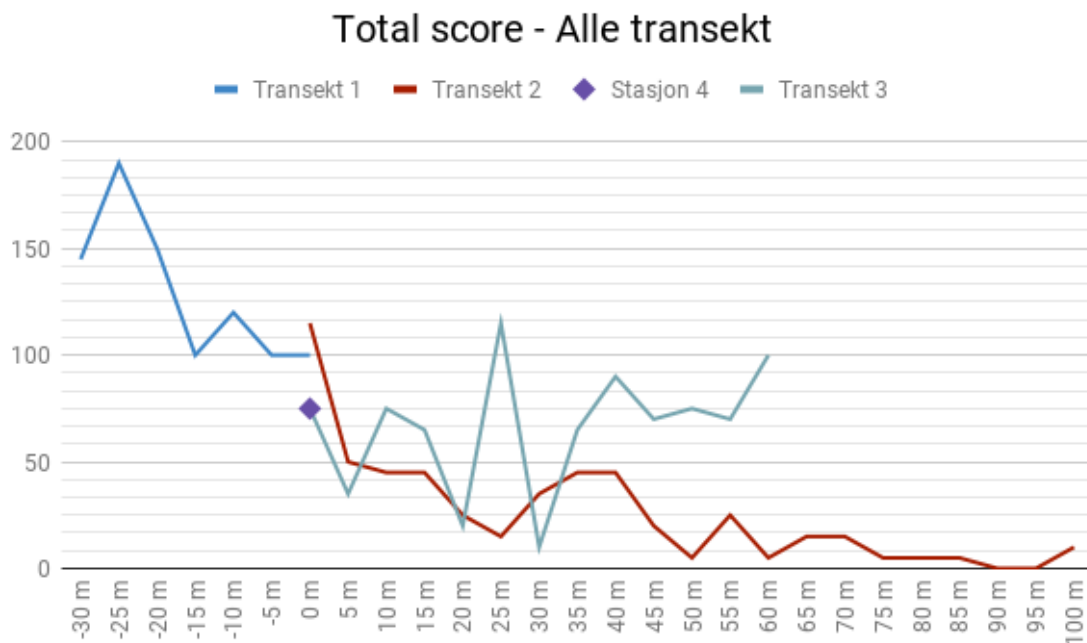
Figur 14: Grabbprøve tatt ved transekt 3, ut fra merd.



Figur 15: Grabbprøve tatt ved stasjon 4, under merd.

3.3.2 Video fra lokalitet A

Følgende resultater fra studiet som blir presentert er brukt for å vurdere anvendeligheten ved behandling av bildemateriell fra ROV-en.

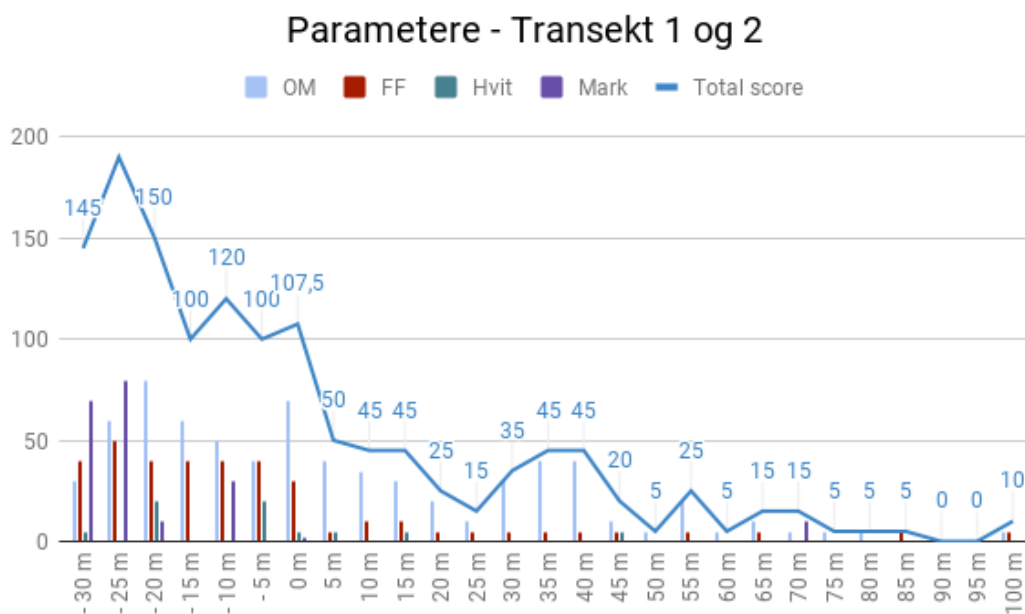


Figur 16: Den totale scoren i alle transekt. X-akse: Antall meter fra anlegg, Y-akse: Score dekningsgrad. Transekt 1 går under merden. Transekt 2 og 3 går ut fra anlegget.

Totalscoren (figur 16) viste at det totalt sett var størst forurensning midt under merden.

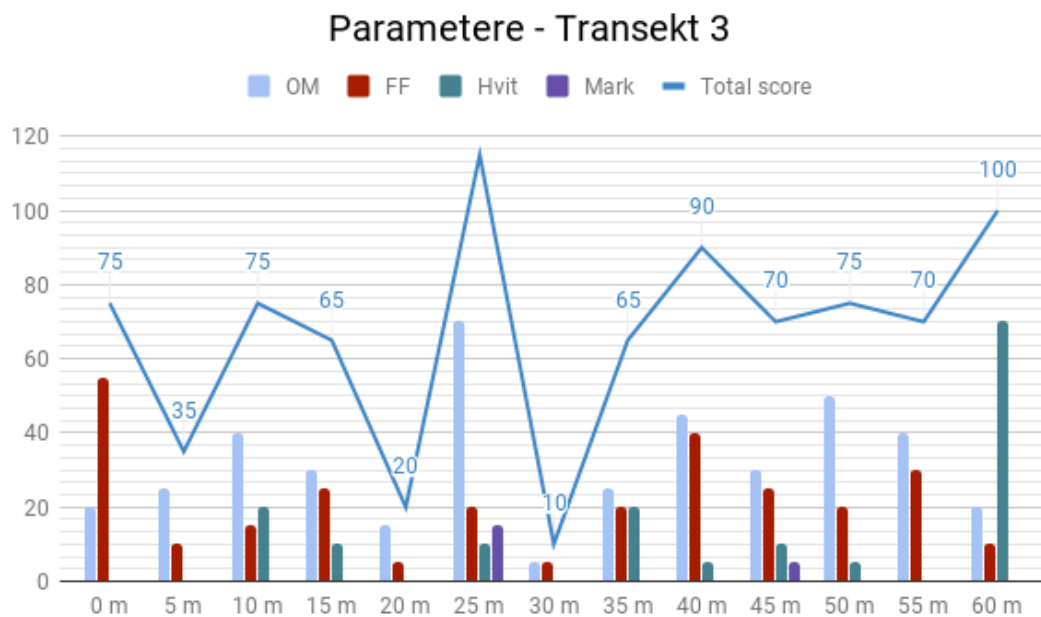
Forurensingen var avtagende ved økt lengde vekk fra anlegget. En så enkelte hopp i score ved økt lengde fra anlegget, eksempelvis ved 25 meter. Transekt 3 så ut til å ha en økning fra 30 meter og ut, mens transekt 2 hadde en økning fra 25 meter, før den avtok igjen fra 40 meter og ut.

I de videre diagrammene står *OM* for organisk materiale. *FF* for fekalier/fôrrester, *hvit* for hvite svovelbakterier og *mark* for børstemark kompleks.



Figur 17: Score for de ulike parameterne ved transekt 1 og 2. X-akse: Antall meter fra anlegg, Y-akse: Score dekningsgrad.

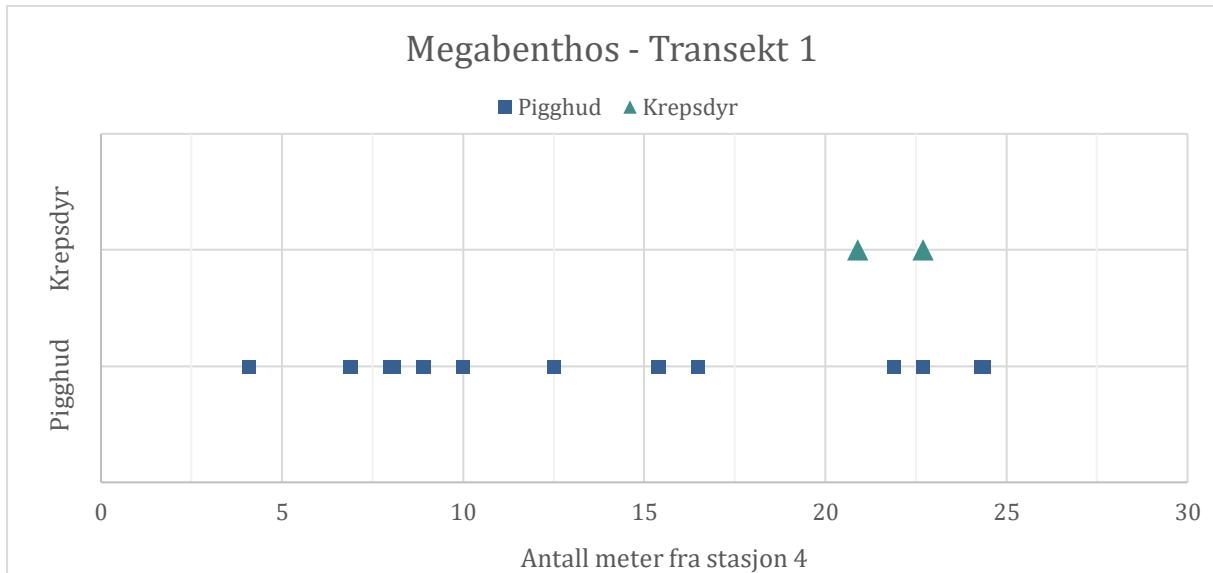
Transekt 1 og transekt 2 ble slått inn i samme diagram (figur 17), da de startet ved samme stasjon. Transekt 1 har kjørt under anlegget, mens transekt 2 har kjørt vekk fra anlegget. -30 meter langs x-aksen representerte cirka midt under merden og 0 meter representerte merdkanten og stasjon 1. Transektene var cirka 50 meter dype. Generelt så en at totalscoren minker jo lengre vekk fra anlegget en bevegde seg, med enkelte hopp. Dette så en eksempelvis ved -15, 25 og 55 meter. Det forekom hvite svovelbakterier ved -20, -5, 0, 5 og 15 meter, før det ikke var forekomst før ved 45 meter. En så høyere forekomst av børstemark kompleks ved -30 og -25 meter. En så også noe børstemark ved 70 meter. Organisk materiale så ut til å variere noe mellom -30 og 0 meter, før det videre derfra avtok. Unntaket er mellom 30 og 40 meter, hvor det så ut til å være en økning før det var nede igjen når en kom til 50 meter. Fekalier og fôrrester var mest representert mellom -30 og 0 meter og redusert videre ved økt lengde fra anlegget.



Figur 18: Score for de ulike parameterne ved transekt 4. X: Antall meter fra anlegg, Y: Score dekningsgrad.

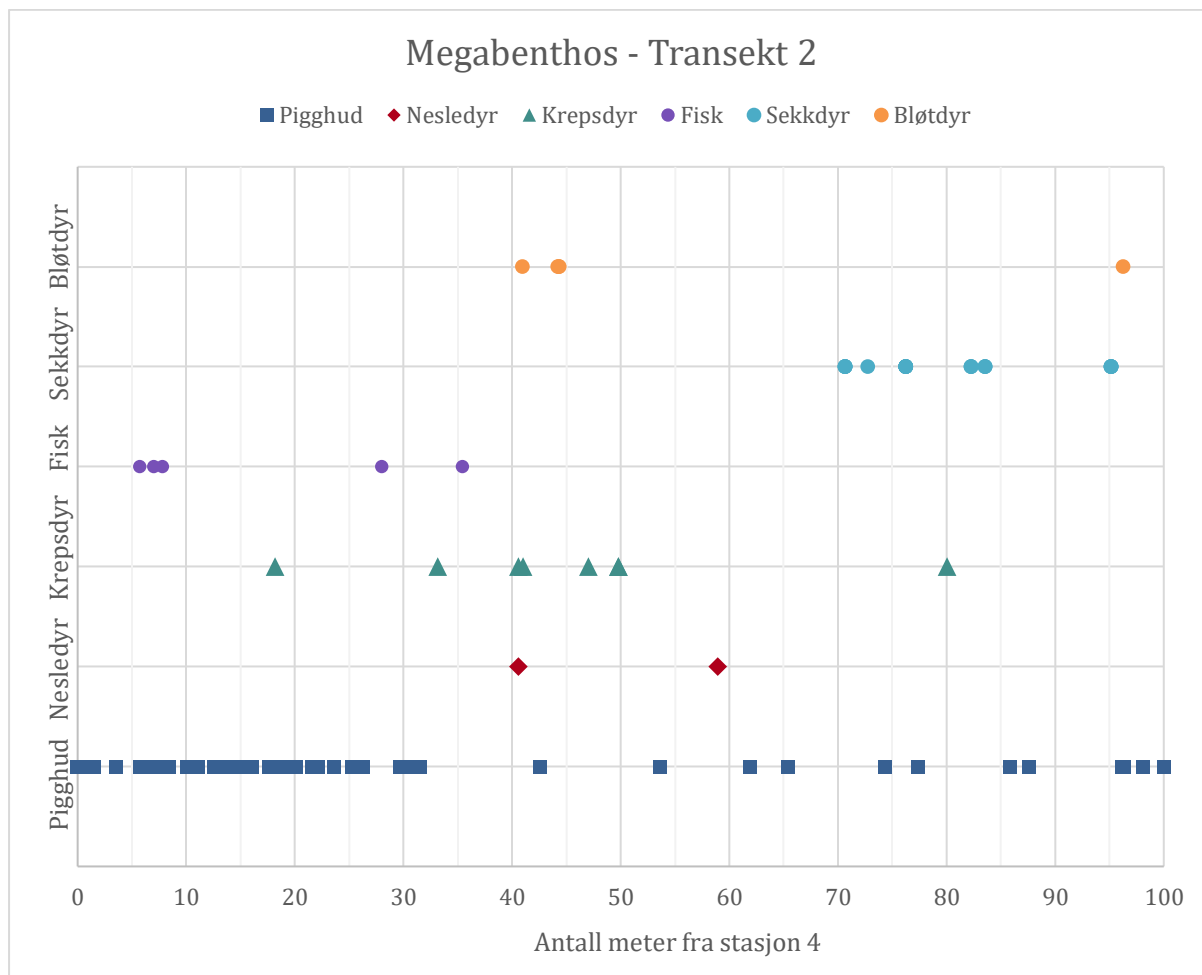
Totalscoren i transekt 3 varierte mye ved de ulike stasjonene (figur 18). Også organisk materiale så ut til å variere i svært stor grad og det vistes ikke noe sammenheng med lengde fra anlegg. Ei heller på forekomst av fekalier og fôrrester. Hvite svovelbakterier ble registrert jevnt over langs hele transektet, med mest forekomst ved 60 meter. Det ble registrert med av Børstemark ved 25 meter og neste observasjon var ved 45 meter. Transektets dybde varierte fra mellom cirka 100-140 meter.

Observasjonene av megabenthos er vist i figurer (figur 19-21).



Figur 19: Grupper observert langs transekt 1. X-akse: antall meter fra merdkant. Y-akse: gruppe.

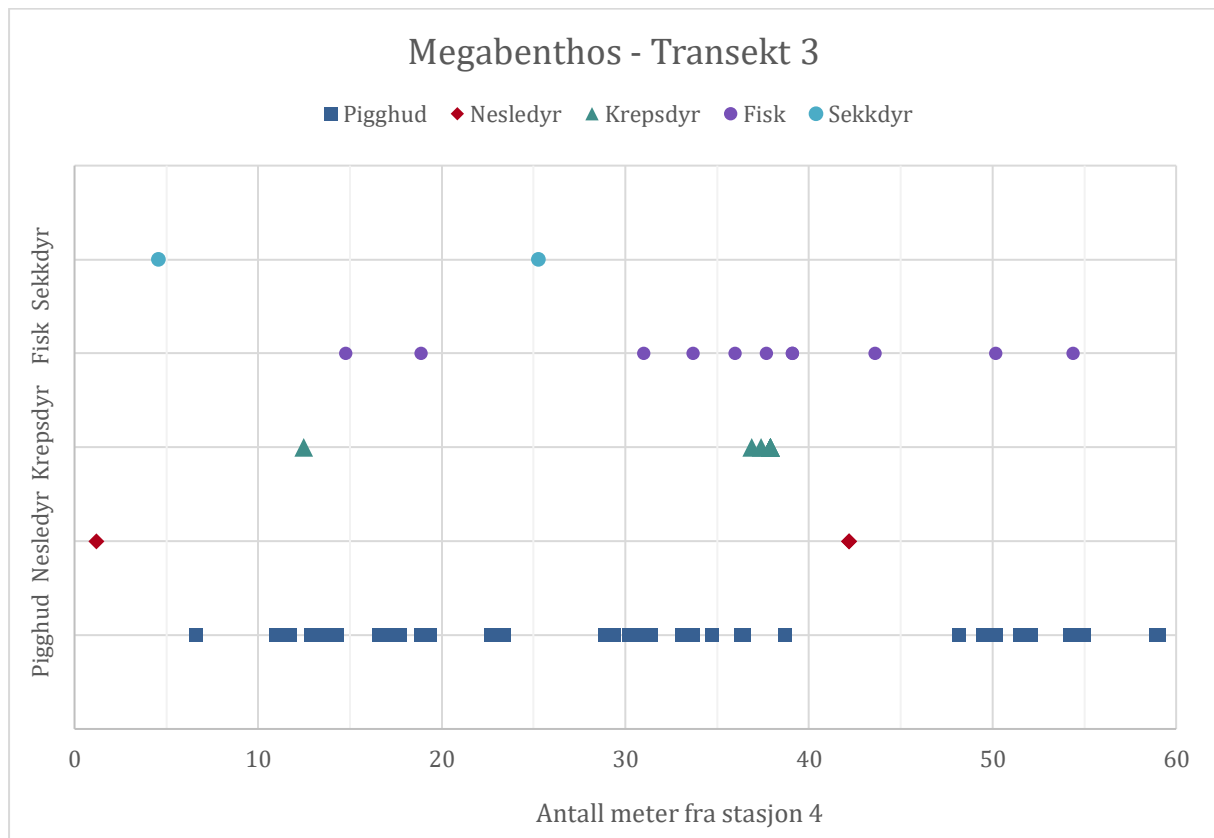
Majoriteten av pigghudene ved transekt 1 (figur 19) bestod av vanlig korstroll (*Asterias rubens*). Det ble også observert slangestjerne (Klasse *Ophiuroidea*) ved 23 meter. Det ble totalt observert 22 pigghuder langs transektet. Av krepsdyr ble det observert langfingerkreps (*Munida rugosa*) ved 21 meter og taskekrabbe (*Cancer pagurus*) ved 23 meter. Det ble totalt observert to krepsdyr langs transektet. Ingen andre grupper ble observert.



Figur 20: Grupper observert langs transekt 2. X-akse: antall meter fra merdkant og fra stasjon 1. Y-akse: gruppe.

Også ved transekt 2 dominerte vanlig korstroll (*Asterias rubens*) av pigghudene (figur 20). Andre arter som ble observert var rød svabergsjøpiggsvin (*Echinus esculentus*) ved 6 og 62 meter, pigghud (*Marthasterias glacialis*) ved 7, 8, 15, 16, 19 og 96 meter, rødpløse (*Parastichopus tremulus*) ved 22 og 25 meter og sypute (*Porania pulvillus*) ved 98 meter. Det ble observert totalt 100 pigghuder langs transektet. Av nesledyr ble det kun observert en vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*). Det ble observert mest langfingerkreps (*Munida rugosa*). Eremittkreps (underorden *Pleocyemata*) ble observert ved 33, 40 og 50 meter, samt reke (infraorden *Caridea*) ved 41 meter. Det ble totalt observert åtte krepsdyr langs transektet. Det ble observert 24 sekkdyr (klasse *Asciacea*). Det var ikke mulig å identifisere art for sekkedyrene. Det ble observert sandflyndre (*Limanda limanda*) ved 6 meter, uer (*Sebastes norvegicus*) ved 8 meter, bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*) ved 28 meter, brosme (*Brosme brosme*) ved 35 meter, samt en fisk som ikke var mulig å artsidentifisere ved 7 meter. Det ble totalt observert fem fisk langs transektet. Kamskjell (familie *Pectinidae*) dominerte blant

bløtdyrene her. Det ble også observert åttearmet blekksprut (orden *Octopoda*) ved 41 meter. Det ble totalt observert fem bløtdyr langs transektet. Ingen andre grupper ble observert.



Figur 21: Grupper observert langs transekt 3. X-akse: antall meter fra merdkant og fra stasjon 4. Y-akse: grupper.

Blant pigghudene dominerte sjøstjernen vanlig korstroll (*Asterias rubens*) i transekt 4 (figur 21). Av andre pigghuder ble det registrert rødpløse (*Parastichopus tremulus*) ved 36, 50 og 52 meter (avrundet til nærmeste hele meter), svabergsjøpiggsvin (*Echinus esculentus*) ved 36, 39, 49, 52, 55 og 59 meter, knuddersjøstjerne (*Hippasteria phrygiana*) ved 48 meter, sjøkjeks (*Ceramaster granularis*) ved 52 meter. Det ble totalt observert 69 pigghuder langs transektet. Av nesledyr ble det observert en hydroide (klasse *Hydrozoa*) ved 1 og 42 m. Det ble totalt observert tre nesledyr langs transektet. Av krepsdyr ble det kun observert langfingerkreps (*Munida rugosa*). Det ble observert seks krepsdyr langs transektet. Av fisk ble det observert lange (*Molva molva*) ved 15, 19, 31 og 50 meter, hvitting (*Merlangius merlangus*) ved 14 meter, lusuer (*Sebastes viviparus*) ved 36 meter, uer (*Sebastes norvegicus*) ved 38 meter, to lomre (*Microstomus kitt*) ved 39 meter og brosme (*Brosme brosme*) ved 43 og 54 meter. Det

ble totalt observert ti fisk langs transektet. Det ble observert sekkdyr (klasse *Ascidacea*). Det var ikke mulig å identifisere art for sekkedyrene. Det ble totalt observert to sekkdyr langs transektet. Ingen andre grupper ble observert.

3.3.3 Endelige resultater

Ved grabbprøvene så man at sedimentprøvetakeren ikke lukket seg helt, og noe av prøven falt ut som følge av dette. Det ble likevel innhentet nok sediment til å kunne ha gjennomført kjemiske og sensoriske analyser.

Videoen avdekket god informasjon om bunntopografien langs transektene og megabenthos i området. Disse kunne enkelt observeres. Analyse av video ga indikasjoner på forekomst og fravær av satte parametere og det var en utfordring å utføre objektive analyser av stillbildene.

4 Diskusjon

4.1 Resultat

Gjennom dette eksplorative studiet har vi avdekket styrkene og svakhetene ved hvordan dagens miljøundersøkelser gjøres, og hvordan en undersøkelse eventuelt kan foretas hvis man tar i bruk en ROV. Fordelen med å bruke ROV med tilleggsutstyr (vedlegg 3) er at den åpner for å undersøke flere parametere enn ved normalt gjennomførte miljøundersøkelser (dette kommer frem gjennom sammenligningen av tidligere og egne undersøkelser). Følgende parameter er fremstilt i resultat (tabell 5). Ved dagens miljøundersøkelser avdekkes ikke informasjon om vannkvalitet, bunntopografi, megabenthos, visuell sedimentkarakteristikk eller avfall.

I dag gjennomføres miljøundersøkelsene ved at det brukes en grabb som henter opp sediment, og sedimentets fauna og dens kjemiske og sensorisk tilstand vurderes (15; 16). Parameterne fra sedimentprøvene spiller en viktig rolle under kartlegging av miljøtilstanden (6; 8; 9; 10; 13; 14; 15). Det var derfor viktig å få bekreftet at sedimentprøvetakeren fungerte godt. Gjennom studiet fikk en testet at en kunne få gode resultater ved bruk av sedimentprøvetaker montert på ROV-en. Noe som kom frem gjennom grabbprøvene var at sedimentprøvetakeren ikke lukket seg helt. Likevel ble det innhentet nok sediment for å gjennomføre sensoriske og kjemisk analyse på laboratoriet. Ved små forbedringer på sedimentprøvetakerens utforming ser en at muligheten for å ha et slikt verktøy installert på ROV-en er en stor styrke. Under sedimentprøvetaking så en hvor tilfeldig grabbprøvetaking kan være. Dagens miljøundersøkelser har ikke et visuelt bilde ved prøvetakingen. En kan da diskutere om grabbprøvene er representative for området. Hvis en ser på bildene tatt rett før sedimentprøven under eksperimentet, vil de grønne sirklene indikere hvor prøven ble tatt. Ved transekt 1 finner man en samling av børstemark i prøven. Hvis man ser på figuren (figur 12) er det ut som at om prøven hadde blitt tatt kun et lite stykke til venstre, ville trolig resultatene blitt noe helt annet. Ved stasjon 4 (figur 15) ser man at om prøven hadde blitt tatt ved den røde sirkelen og ikke den grønne hadde man mest sannsynlig ikke fått opp noe sediment på grunn av steinen som ligger der. Hvis man hadde fått opp noe ser man at det er mye mer fekalier tilstede der enn hvor prøven ble tatt. Når man ser på dette opp imot dagens B- og C-

undersøkelser hvor en ikke har et visuelt bilde av bunnen ser man hvor tilfeldig det er å slippe ned en grabb fra merdkanten. Samtidig kan man diskutere hvor subjektiv fremgangsmåten er hvis man har et visuelt bilde når man tar prøve og bevisst kan gå etter punkter med mye eller lite miljøbelastning. Det kreves da en god standard med gode spesifikasjoner for en slik prøvetaking. Ved å kombinere en visuell kartlegging av belastning med grabbprøven kan man gjerne redusere subjektiviteten noe.

En av ROV-ens tilleggsutstyr var vannprøvetaker. Fordelen med å kunne ta en vannprøve nær bunn er at det vil gi mye informasjon ved en miljøundersøkelse. Blant annet ble det observert mye partikler i vannsøylen, og en vannprøve vil gi svar på hva dette er, og hvor vidt det er miljøbelastende eller skadelig for laksen i merden. Den vil også si noe om oksygeninnhold i vannet. Uten oksygen i bunnsedimentet vil det dannes råttent vann som inneholder gasser som metan og hydrogensulfid. Disse gassene vil kunne føre til skade og sykdom på gjellene hos fisk og i verste fall føre til død (8; 9; 10). Dermed vil en slik vannundersøkelse ikke bare kunne være med på å kartlegge miljøpåvirkningen, men kunnskapen om vanntilstanden kan også potensielt spille en forebyggende rolle for fisken som står i merdene.

Analysen av stillbildene ble svært subjektive, og det ble store variasjoner i resultatene. Parameterne som ble satt var gode for å vurdere tilstand, men en så behov for utvikling av analysemetoden. Om en ser på hvordan det gjøres i Canada hvor programvaren ImageJ er blitt tatt i bruk, hadde man kunne gå frem på en mer objektiv måte (20). Dataprogrammet kan programmeres til å gjenkjenne flere parametere, som fôrrester og fekalier, tepper av hvite svovelbakterier og børstemark-kompleks, alle svært viktige indikatorer på miljøtilstand (12; 21). Også lyset varierte mellom stillbildene, og skulle vært justert for å få til en bedre vurdering. Ved vurdering av stillbildene er det viktig å tenke på omfanget av forurensningen. Overflatebilder kan vise til mindre organisk belastning enn realiteten, og grabbprøver vil være nødvendig for å oppdage dette (19). Kvantitativ data fra videoopptak kan oppdage organisk belastede områder. Med visuell overvåking kan også bunntopografien kartlegges, og kanskje kan en tidligere oppdage utsatte punkter. Slik vil en kunne tilpasse produksjonen og prøvestasjoner etter gode oversiktsbilder, og kanskje kunne forebygge organisk overbelastning ved de utsatte stedene. Resultatene fra ROV-en viser at det er mulig å innhente mye informasjon om miljøtilstand og fauna. Også kun ved bruk av video.

Kartlegging og artsidentifisering av megabenthos var enkelt gjennomførbart med videomaterialet innhentet langs transektene. I studien gjennomført i Canada argumenteres det for at overvåking i transekter er nødvendig for å sette opp en representativ statistisk oversikt over megabenthos, da disse ikke observeres i store antall (20). Kartlegging av artene vil kunne si noe om biodiversiteten i området. Det er lite informasjon om hvordan forurensning påvirker megabenthos. Endringer i én enkelt faktor kan ha stor påvirkning på hele prosesser i økosystemet (22). For eksempel ble det observert mye korstroll nært anlegget hvor forekomst av organisk materiale var som høyest. En kan fundere hvorvidt korstroll og andre arter av pigghuder er opportuniste, og hvordan invasjon av denne dyregruppen vil kunne påvirke økosystemet i området. Trendovervåking av området med kartlegging av megabenthos vil kunne gi god kunnskap om påvirkningen på miljøet, og videre påvirkning av økosystemet. Det sees et klart behov for videre forskning på dette området.

En må også trekke inn det økonomiske og praktiske perspektivet ved miljøundersøkelser. Slike undersøkelser er svært kostbare og er ikke noe som er tatt med i betraktningen ved denne oppgaven. Grabbprøvene i dagens standard er heller ikke etterprøvbare. Ved bruk av video vil en kunne arkivere rådata og dette vil åpne opp for muligheten for å kontrollere resultatene i ettertid.

4.2 Materiale og metoder

Totalt var det 17 respondenter på spørreundersøkelsen (figur 6), hvor majoriteten arbeidet innenfor oppdrettssektoren. Det kan da diskuteres hvorvidt undersøkelsen er representativ for begge sektorene. Det kan være mange årsaker til det lave antallet. En faktor kan være at de ikke har tid til å svare på slike undersøkelser, men blant annet har Naturvernforbundet og forskning.no vært ute i media og kommentert på oppdretts negative påvirkning på miljøet (2; 4). Det har også vært flere debatter rundt tema i media (3; 5). Vi tror mye av det politiske og økonomiske i bildet gjør at flere aktører ikke ønsker å uttale seg, til tross for anonymisering. Noen av spørsmålene kunne virke ledende og kan ha gjort at vi ikke har generert helt ærlige svar. Det var en utfordring å utforme påstander som ikke veiet mot den ene eller andre siden og dette kan også ha påvirket responsen. Spørreundersøkelsen er blitt brukt for å avdekke informasjon som vi ikke har tenkt på. Vi fikk gode tilbakemeldinger og synspunkter i siste

spørsmål hvor alle viste til ulike sider ved både planlegging, utførelse og analyse av en miljøundersøkelse, samt konsekvenser av en eventuell endring av standarden.

Det ble valgt å sammenligne to hardbunnsundersøkelser for å se om ulike typer ROV ved ulike lokaliteter avdekket ulik informasjon. Det viste seg at begge undersøkelsene avdekket det samme. Dette var noe forventet siden begge gjennomføres etter samme veileder, men igjen ble det gjennomført med ulikt utstyr og personell som kunne hatt påvirkning på undersøkelsene.

Grabbprøvene var tenkt som bekreftelse på det vi observerte i video og for å se om en kan hente ut samme informasjon ved bruk av sedimentprøvetakere på ROV som med grabb brukt ved B- og C-undersøkelser (15). Sedimentprøvetakeren montert på ROV-en er av en annen utformingen en standard grabb som brukes i dag. På vei opp mistet vi derfor noe av prøven. Vi så forbedringspotensial ved sedimentprøvetakeren. Med små justeringer vil den være svært god for bruk i miljøundersøkelser.

Det hadde vært ønskelig å gjennomføre kjemiske analyser av prøvematerialet på laboratoriet. Slik ville vi fått bedre bekreftelse på at sedimentprøvene kan gi tilsvarende kjemiske resultater som ved dagens MOM-undersøkelser, og få bekreftet de visuelle observasjonene (19). Grunnet vår kompetanse innenfor slike analyser ble ikke dette gjennomført. Likevel støttet de sensoriske resultatene opp under de visuelle observasjonene. Ved prøvetakingen måtte vi lete etter steder for å få tak i nok sediment. Dette vises blant annet på bildene hvor grabbprøvene ble tatt (figur 12-15), hvor det kun et lite stykke unna var stor variasjon i forekomst av ulike parametere og bunnssubstrat.

Vi så variasjon i fargen på sedimentet på stillbildene og det gjorde det vanskelig å si om man observerte refleksjoner av lyset, organisk materiale eller bunnssubstratet. En metode for å kontrollere hvitbalanse eller justere lysstyrken ville gjort det enklere og gitt mer pålitelige resultater. Siden det ved enkelte steder ble kjørt litt for fort med ROV-en ble bildet uklart noen steder. Likevel var det relativt enkelt å artsidentifisere megabenthos ut fra videomaterialet, med unntak av de i periferien av bildet. Individuer som ble skremt og gikk raskt ut av bildet ble en utfordring å artsidentifisere. Det hadde også vært ønskelig og hatt med størrelsesmål, da det var en utfordring å kunne si noe om mengde av de ulike

parameterne uten et størrelsesmål. Koordinater i headingen på video hadde også vært en fordel. Slik ville vi åpnet for muligheten til å undersøke nøyaktig samme posisjon flere ganger og eventuelt over tid. Ved analyse av videoen fikk vi ikke informasjon om kjemisk tilstand, som eksempelvis pH, Eh og TOC. Skalaen for å kartlegge forekomst av ulike parametere fungerte fint, men det var vanskelig å gjennomføre en objektiv analyse av stillbildene. Våre forventninger til miljøtilstand og erfaring med denne type analyse har nok påvirket resultatene noe. Ved å ha programvare som ImageJ (21) tilgjengelig, hadde resultatene blitt noe mer objektive og mer til å stole på. Det ble valgt å ikke se etter sedimentkarakteristikk ved analyse av stillbildene, slik som det gjøres i Norsk Standard 9410:2016 (15).

Med unntak av justeringene vi ville gjort ved en eventuell ny undersøkelse ser vi på denne undersøkelsen som vellykket. Resultatet ga oss et godt perspektiv på hvilken informasjon en vil kunne hente ut når man bruker ROV.

4.3 Implikasjoner til videre arbeid

Denne studien har hatt visse begrensninger grunnet tidsperspektiv og omfang. Skulle en gått videre med dette arbeidet er det flere aspekter man skulle sett nærmere på. En trendovervåking over en toårsperiode hadde vært gagnlig for å kartlegge utviklingen av bunnforholdene og megabenthos. Det kunne også vært ønskelig å ta flere grabbprøver innenfor et lite område, eksempelvis i hvert hjørne av et stillbilde. Slik ville en fått en indikasjon på hvor store variasjoner en vil få innenfor et gitt areal, og hvor representative dagens grabbprøver er. En testing av vannprøvetaker på nøyaktighet og funksjonalitet ville gitt gode kjemiske data for en tilstandsvurdering.

5 Konklusjon

Vil bruk av ROV i dagens bunnundersøkelser kunne gi et bedre bilde på lokalitetens tilstand? Temaet er svært komplekst og det vil kreves enda mer forskning innenfor området før en innfører nye metoder i en standard. En ser det vil være behov for klare retningslinjer og spesifikasjoner for å oppnå en objektiv analyse av en lokalitet ved bruk av video som metode. Kanskje vil en kunne se til Canada og deres metoder for å bedre overvåkingen i Norge. Det er mange perspektiver og forhold en må ta hensyn til ved vurdering av metode ved bunnundersøkelser. Bruk av ROV kan definitivt bidra til mye informasjon som ikke er mulig å hente ut med kun en sedimentprøve. Med bruk av tilleggsutstyr på ROV-en vil kombinasjonen av metoder gi mye informasjon. Sammenligningen av rapporter indikerer at bruk av video har et stort potensial som verktøy for å overvåke bunnforhold, uavhengig av om det er bløt-, blandings-, eller hardbunn.

På bakgrunn av våre resultater tror vi bruk av ROV i dagens miljøundersøkelser vil kunne bedre miljøovervåkingen. Det er et stort potensial og vi tror en utvikling av dagens standarder kan være til fordel for både oppdrettsnæringen og miljøet rundt.

6 Litteraturliste

1. **Fiskeridirektoratet.** *Overvåking av miljøpåvirkning.* [Internett] 2018. [Sisert: 23 Januar 2019.] <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Overvaaking-av-miljoepaavirkning>.
2. **Gajda, Honorata.** *"Fishy" oppdrettsnæring med store miljøproblemer.* [Internett] 2015. [Sisert: 4 Februar 2019.] <https://naturvernforbundet.no/fiskeri-og-havbruk/fishy-oppdrettsnaring-med-store-miljoproblemer-article34408-2755.html>.
3. **Aarre, Einar.** *Miljøproblemer hindrer vekst i oppdrettsnæringen.* [Internett] 2017. [Sisert: 4 Februar 2019.] <https://www.aftenposten.no/okonomi/i/gMBMA/-Miljoproblemer-hindrer-vekst-i-oppdrettsnaringen->.
4. **Rønning, Asle.** *Større negativ påvirkning fra oppdrett.* [Internett] 2011. [Sisert: 4 Februar 2019.] <https://forskning.no/oppdrett-okologi-fisk/storre-negativ-pavirkning-fra-oppdrett/750518>.
5. **Hermstad, Arild.** *Debatt: Oppdrettsnæringen er en tikkende bombe.* [Internett] 2019. [Sisert: 5 April 2019.] <https://www.dagbladet.no/kultur/oppdrettsnaeringen-er-en-tikkende-bombe/70961082>.
6. **Kutti, T., et al.** Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. *Aquaculture.* 2007, Vol. 262, 2-4, ss. 355-366.
7. **Bjerkestrand, B., et al.** *Akvakultur.* Drammen : Vett Viten, 2013. ss. 264-266. Vol. 2.
8. **Taranger, G. L., et al.** *Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2013.* [Internett] 2013. [Sisert: 23 April 2019.] https://www.hi.no/filarkiv/2014/01/risikovurderingen_2013.pdf/nb-no.
9. **Sanz-Lázaro, C. og Marín, A.** Diversity Patterns of Benthic Macrofauna Caused by Marine Fish Farming. *Diversity.* 2011, Vol. 3, 2, ss. 176-199.
10. **Black, E. A., et al.** *Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes.* IMO, FAO, UNESCO-IOC, WMO, WHO, IAEA, UN, UNEP. Roma : GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), 1996. s. 54. ISBN 92-5-103893-7.
11. **Diaz, R. J. og Rosenberg, R.** Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural response of benthic macrofauna . *Oceanographic literature review.* 1994, Vol. 43, 12, s. 1250.
12. **Mabrouk, G., et al.** *Use of remote video survey methodology in monitoring benthic impacts from finfish aquaculture on the south coast of Newfoundland (Canada).* DFO Canada. Ottawa : Fisheries and Oceans Canada, 2014/039. s. 15, Forskningsdokument. ISSN 1919-5044.
13. **Marques, J C.** Coastal and Estuarine Environments. [red.] Brian D. Fath Sven Erik Jørgensen. *Encyclopedia of Ecology.* 2008.
14. **Hjermann, D. Ø.** *Indikatorart.* [Internett] 2017. [Sisert: 6 April 2019.] <https://snl.no/indikatorart>.

15. **Standard Norge.** *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.* Standard Norge. Lysaker : Standard Online AS; Standard Norge, 2016. s. 36, Standard. ICS 13.020.40; 65.150.
16. **Fiskeridirektoratet.** *B-undersøkelser.* [Internett] 2019. [Sisert: 4 April 2019.] <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Overvaaking-av-miljoepaavirking/B-undersokelser>.
17. —. *Alternativ overvåking av hard- og blandingsbunn.* [Internett] 2018. [Sisert: 20 Februar 2019.] <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Overvaaking-av-miljoepaavirking/Alternativ-overvaaking-av-hard-og-blandingsbunn>.
18. **Hansen, P. K., et al.** *Veileder for oppsett av utstyr og bruk av dette ved alternativ overvåking av hard- og blandingsbunn ved marine akvakulturanlegg.* Havforskningsinstituttet. Bergen : Fiskeridirektoratet, 2018. Veileder. Versjon 1.0.
19. **Crawford, C. M., Mitchell, I. M. og Macleod, C. K. A.** Video assessment of environmental impacts of salmon farms. *ICES Journal of Marine Science.* 2001, Vol. 58, 2, ss. 445-452.
20. **Hamoutene, D., et al.** *Applicability of the use of visual indicators [presence of Beggiatoa and/or Opportunistic Polychaete Complexes (OPC)] to identify benthic changes due to aquaculture on various substrates.* DFO Canada. St. John's, NL Canada : Fisheries and Oceans Canada, 2014/063. s. 17, Forskningsdokument. ISSN 1919-5044.
21. **Eliceiri, Johannes Schindelin Curtis T. Rueden Mark C. Hiner Kevin W.** The ImageJ ecosystem: An open platform for biomedical image analysis. *Molecular Reproduction & Development.* 7-8, 2015, Vol. 82, ss. 518-529.
22. **Tilman, D., et al.** The Influence of Functional Diversity and Composition on Ecosystem Processes. *Science.* 1997, Vol. 277, 5330, ss. 1300-1302.
23. **Ierodiaconou, D., et al.** Comparison of automated classification techniques for predicting benthic biological communities using hydroacoustics and video observations. *Continental Shelf Research.* 2011, Vol. 31, 2, ss. 28-38.
24. **Rundtop, P. og Frank, K.** Experimental evaluation of hydroacoustic instruments for ROV navigation along aquaculture net pens. *Aquaculture Engineering.* 2016, Vol. 74, ss. 143-156.
25. **Yokota, T., et al.** Hatchery-reared fish have less consistent behavioral pattern compared to wild individuals, exemplified by red tilefish studied using video observation and acoustic telemetry tracking. *Hydrobiologia.* 2007, Vol. 582, 1, ss. 109-120.
26. **Kane, A. S., et al.** A video-based movement analysis system to quantify behavioral stress response of fish. *Water Research.* 2004, Vol. 38, 18, ss. 3993-4001.
27. **Beeching, S. C.** Investigating the behavioral significance of color pattern in a cichlid fish: firemouths *Thorichthys meeki* respond differently to color-manipulated video and dummy conspecifics. *Ichthyological Research.* 2017, Vol. 64, 3, ss. 301-307.
28. **Dahlum, S.** *Kvantitativ analyse.* [Internett] 2018. [Sisert: 23 April 2019.] https://snl.no/kvantitativ_analyse.
29. **Kystlab AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2011. B-undersøkelse. BR116451.

30. **Fiske-Liv AS.** *MOM C-undersøkelse (NS 9410); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2015. C-undersøkelse. BR1312545.
31. —. *MOM B undersøkelse (NS 9410); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2015. B-undersøkelse. BR1512490.
32. **Kystlab AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2012. B-undersøkelse. BR126928.
33. **Fiske-Liv AS.** *MOM B undersøkelse (NS 9419); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2014. B-undersøkelse. BR1411454.
34. —. *Miljøundersøkelse (NS 9410); Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2013. B-undersøkelse. BR1310920.
35. **Åkerblå.** *B-undersøkelse for Vindsnes.* Norddal : Hofseth Aqua AS, 2017. B-undersøkelse. B-M-17175.
36. **Kystlab AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Overåneset.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2011. B-undersøkelse. 116480.
37. —. *MOM C undersøkelse (NS 9410); Overåneset Ø.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2010. C-undersøkelse. BR106670.
38. **Nordvest Fiskehelse AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Overåneset Øst.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2006. BR063027.
39. **Kystlab AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Overåneset Ø.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2010. B-undersøkelse. BR105920.
40. **Fiske-Liv AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); Overåneset.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2012. B-undersøkelse. BR127179.
41. —. *MOM B undersøkelse (NS 9410); Overåneset.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2014. B-undersøkelse. BR1411229.
42. **Åkerblå AS.** *C-undersøkelse for Overåneset.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2017. C-undersøkelse. MCR-M-17081-Overåneset.
43. —. *B-undersøkelse for lokalitet Overåneset.* Stranda : Fjordlaks Aqua AS, 2016. B-undersøkelse. B-M-16173.
44. —. *B-undersøkelse for Overåneset.* Stranda : Hofseth Aqua AS, 2018. B-undersøkelse. B-M-18164.
45. —. *B-undersøkelse for lokalitet Overåneset.* Stranda : Hofseth Aqua AS, 2017. B-undersøkelse. B-M-17192.
46. —. *C-undersøkelse med sammenligning NS9410:2016 for lokalitet A.* Anonymisert : Anonymisert, 2016. C-undersøkelse. Anonymisert.
47. **Fiske-Liv AS.** *MOM C undersøkelse (NS 9410); lokalitet A.* Anonymisert : Anonymisert, 2012. C-undersøkelse. Anonymisert.
48. —. *MOM B undersøkelse (NS9410); lokalitet A.* Anonymisert : Anonymisert, 2014. B-undersøkelse. Anonymisert.
49. **Åkerblå AS.** *B-undersøkelse.* Anonymisert : Anonymisert, 2016. B-undersøkelse. Anonymisert.
50. —. *B-undersøkelse for lokalitet A.* Anonymisert : Anonymisert, 2017. B-undersøkelse. Anonymisert.

51. **Kystlab AS.** *Miljøundersøkelse (NS 9410); lokalitet A.* Anonymisert : Anonymisert, 2011. B-undersøkelse. Anonymisert.
52. **Fiskeridirektoratet.** *Kart.* [Internett] [Sisert: 24 Mars 2019.] <https://kart.fiskeridir.no>.
53. **Fiske-Liv AS.** *Hardbunnsundersøkelse ROV; Vindsnes.* Norddal : Fjordlaks Aqua AS, 2014. Hardbunnsundersøkelse ROV. BR1411794.
54. **Åkerblå AS.** *Hardbunnsundersøkelse ROV; Overåneset.* Stranda : Hofseth Aqua AS, 2017. Hardbunnsundersøkelse. P-M-18006.
55. **Wilding, T.** *A Review And Assessment Of The Effects Of Marine Fish Farm Discharges On Biodiversity Action Plan Habitats.* Scottish Association for Marine Science. Storbritannia : SARF (Scottish Aquaculture Research Forum), 2010. s. 46. ISBN 978-1-907266-27-0.
56. **iLaks.** *Miljøovervåkingen fra 2018 viser at over 90 prosent av lokalitetene har god eller meget god bunntilstand.* [Internett] 2019. [Sisert: 5 April 2019.] <https://ilaks.no/miljoovervakingen-fra-2018-viser-at-over-90-prosent-av-lokalitetene-har-god-eller-meget-god-bunntilstand/>.
57. **Borja, Á., et al.** Assessing the suitability of a range of benthic indices in the evaluation of environmental impact of fin and shellfish aquaculture located in sites across Europe. *Aquaculture.* 2009, Vol. 293, 3-4, ss. 231-240.
58. **Taranger, G. L., et al.** IMR. *Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2012.* [Internett] 2012. https://www.imr.no/filarkiv/2013/01/risikovurdering_norsk_fiskeoppdrett_2012_web.pdf/nb-no.

