

RAPPORT MA 12-10

Sigfrid Tangen og Inge Fossen

**Interaksjoner mellom
kaldtvannskoraller og intensivt
oppdrett**

Kunnskapsstatus og et første skritt mot en
konsekvensanalyse

© Forfatter/Møreforskning Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforskning Marin er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

Tittel	Interaksjoner mellom kaldtvannskoraller og intensivt oppdrett Kunnskapsstatus og et første skritt mot en konsekvensanalyse
Forfatter(e)	Sigfrid Tangen og Inge Fossen
Rapport nr.	MA 12-10
Antall sider	43
Prosjektnummer	54678
Prosjektets tittel	Interaksjoner mellom koraller og oppdrett
Emneord	Havbruk, konsekvensanalyse, <i>Lophelia pertusa</i> , sjøtre, risengrynskorall, korallrev, hornkoraller, korallskoger, påvirkning, sedimentering.
Oppdragsgiver	Lerøy Hydrotech
Referanse oppdragsgiver	Roar Paulsen
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Godkjent av	Astrid K. Woll
Godkjent dato	25.04.12

Sammendrag

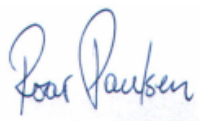
Basert på eksisterende kunnskap om koraller og sannsynlig påvirkning fra oppdrett har arbeidet resultert i en objektiv og oversiktlig konsekvensanalyse. Den foreslåtte metoden er ment som et verktøy for søknader om etablering eller utvidelse av oppdrettslokaliteter i nærheten av korallforekomster. Konsekvensanalysen består av konservative kriterier som har en bred faglig støtte både fra oppdrettere og forvaltingsorgan. Metoden er basert på en tre trins prosedyre, som blant annet innbefatter korallforekomstens verdi og forventet påvirkning fra anlegg.

FORORD

Havbruksnæringen i Norge har utviklet seg raskt til å bli en viktig aktør i produksjon av høykvalitets mat. I og med at næringen er relativt ung, bare 40 år, og fortsatt er under utvikling, dukker det ofte opp problemstillinger vedrørende lokalisering av anlegg. En utfordring som er dukket opp er begrenset kunnskap i forvaltningen vedrørende kaldtvannskoraller og havbruksanleggenes påvirkning av disse. Ved manglete føringer går derfor forvaltningen i dag ut i fra ett føre-var-prinsipp og sier ofte nei til etablering av nye havbruksanlegg hvis det er fare for at det er koraller eller andre arter som kan tenkes å bli berørt i ett ikke definert område i nærheten.

Med bakgrunn i dette ble Møreforskning bedt om å bidra til å oppsummere eksisterende kunnskap om koraller og foreslå enkle retningslinjer for en konsekvensanalyse som tar for seg hvordan oppdrett ventes å kunne påvirke korallforekomster.

Kristiansund, 17. april 2012



Roar Paulsen

Administrerende direktør ved Lerøy Hydrotech

Takk

Metoden for konsekvensanalysen og kriteriene i denne er diskutert med ulike personer og vi vil spesielt takke Jon-Arne Sneli (NTNU), Pål Buhl Mortensen, Jan Helge Fosså og Tina Kutti (HI), Anne Melbø og Mattis Mikkelsen (Fylkesmannen i Møre og Romsdal), Egil Postmyr og Erlend Standal (DN), John Alvsvåg (Multiconsult) og Nils Aukan (undervannsfotograf) for nyttige diskusjoner og innspill i prosessen. Videre ønsker vi å sende en takk til Jostein Myrhaug og Knut Inge Gridsvåg ombord på MS Tuva i forbindelse med ROV undersøkelse av koraller i Bremsnesfjorden.

Takk også til alle involverte ved Lerøy Hydrotech for et konstruktivt samarbeid gjennom prosjektperioden. Prosjektet er finansiert gjennom [VRI-programmet](#) og egeninnsats fra Lerøy Hydrotech.

INNHold

Sammendrag	9
Summary	10
1 INNLEDNING	11
1.1 Målsetning.....	11
1.2 Koraller	12
1.3 Utbredelse av koraller i Norge	13
1.4 Økologisk betydning og verdisetting.....	14
1.5 Korallenes alder og vekst	15
1.6 Generelle påvirkninger og trusler	16
1.6.1 Mekanisk skade	16
1.6.2 Nedslamming	17
1.7 Mulige påvirkninger i oppdrettssammenheng	17
1.7.1 Mekanisk skade	17
1.7.2 Nedslamming	18
1.7.3 Kjemikalie og medikamentbruk	19
2 Materiale og Metode	21
2.1 Konsekvensanalyse	21
2.2 Korallforekomster	23
2.3 Undersøkelse av korallforekomst i Bremsnesfjorden.....	25
3 Resultater	27
3.1 Konsekvensanalyse for koraller og oppdrett	27
3.1.1 Trinn 1: Registrering og vurdering av korallenes verdi	27
3.1.2 Trinn 2: Anleggets omfang	28
3.2 ROV undersøkelse i Bremsnesfjorden.....	30
3.2.1 Konsekvensanalyse for korallforekomster i Bremsnesfjorden	31
4 Diskusjon	33
4.1 Bruk av konsekvensanalysen.....	33
4.1.1 Trinn 1: Registrering og vurdering av korallforekomstens verdi	33
4.1.2 Trinn 2: Anleggets omfang	34
4.1.3 Andre påvirkninger fra oppdrett.....	35
4.2 Veien videre	36
5 Konklusjon	39
6 Ressurser på internett.....	40
7 Referanser	41
8 Hurtigoppslag for tabeller	45

SAMMENDRAG

I senere tid er det reist spørsmål til hvorvidt oppdrettsanlegg påvirker koraller. Ennå er det lite kunnskap som berør temaet direkte. Når kunnskapsgrunnlaget er mangelfullt, må miljømyndighetene legge betydelig vekt på føre-var-prinsippet. Dette åpner for utfordringer både for de som skal ivareta miljøinteresser, og for de som ønsker å utvikle oppdrettsnæringen videre.

Studien sammenfatter eksisterende kunnskap om kaldtvannskoraller og forventede påvirkninger fra oppdrettsanlegg. Arbeidet tar utgangspunkt i litteratur som omhandler korallrev og korallskoger, og berører tema som forventet og registrert utbredelse, økologisk funksjon, sårbarhet og muligheter for påvirkning av oppdrettsvirksomhet. Med bakgrunn i dette har vi foreslått en konsekvensanalyse for å vurdere mulige interaksjoner mellom koraller og oppdrettsaktivitet. Konsekvensanalysen vurderer både verdien av korallforekomster og forventet påvirkning fra nærliggende oppdrettsanlegg. Konsekvensanalysen er i hovedsak ment som et veiledende verktøy for Fylkesmenn og oppdrettere under arbeid med ulike lokalitetsspørsmål.

Hovedtrekkene i den foreslåtte konsekvensanalysen er at negativ påvirkning fra oppdrettsaktivitet i hovedsak er ventet å være knyttet til sedimentering. Det er ikke ventet at oppdrettsaktivitet vil ha negativ påvirkning på korallforekomster utenfor en distanse på 1 km fra anlegget. Skjønnsmessige vurderinger med tanke på strømretninger og geografiske forhold er nødvendig i hver enkelt sak. Den foreslåtte metoden er diskutert med ledende aktører fra både forskningsmiljø og forvaltning. Og det synes ikke å foreligge sterke motforestillinger verken mot metode eller de nivåene som her foreslås. Det understrekes at metoden bør evalueres etter hvert som ny kunnskap framkommer.

SUMMARY

It has recently been questioned whether aquaculture facilities can have negative impacts on corals. However, there is little knowledge which directly deals with this issue. In regards to this, regional authorities are required to follow the "precautionary-principle" which lacks clear guidelines. This creates challenges both for those responsible for the local environmental, and also those who want to further develop the aquaculture industry in the area concerned.

This study summarises existing knowledge about cold water corals and potential impacts from fish farms. The work is based on the literature on coral reefs and coral gardens, and examines aspects such as expected and recorded prevalence, ecological function, vulnerability and opportunities for the influence of aquaculture operations. Using this available knowledge, we have proposed a method for evaluating interactions between corals and aquaculture. The impact assessment considers both the value of coral areas and the expected impact from nearby farms. The impact assessment is primarily intended as a guiding tool for the local authorities and farmers while working with different locality issues.

The main findings of the proposed impact assessment are that the negative effects of aquaculture facilities are largely expected to be related to sedimentation. It is expected that the farming activity could have a negative impact on coral areas beyond a distance of 1 km from the farm. Judgments in terms of current directions and geographical conditions are necessary on a case by case basis. The proposed method is discussed with key players from both research and management who raise no strong objections to the methods or levels proposed. It is emphasized that the method should be reviewed as new knowledge emerges.

1 INNLEDNING

1.1 Målsetning

Korallrev og områder med hornkoraller ansees som viktige (DN, 2007a). Koraller opptrer ofte på strømutsatte områder med hardt substrat, og kan opptre i nærheten av egnede lokaliteter for intensivt oppdrett. I senere tid er det stilt spørsmål om hvorvidt oppdrettsanlegg kan påvirke koraller (Mortensen og Alvsvåg, 2007). Det eksisterer lite kunnskap om dette temaet, noe som fører til at forvaltning av koraller gjøres ut i fra et føre-var-prinsipp (DN, 2008).

En av målsetningene for dette arbeidet er å utarbeide fornuftige kriterier for en konsekvensanalyse som kan brukes av både oppdrettere og forvaltningsorgan. Konsekvensanalysen skal være anvendelig og vil bli basert på eksisterende kunnskap om koraller og sannsynlig påvirkning fra oppdrettsvirksomhet. Arbeidet fokuserer på arter som av miljømyndighetene og i litteraturen ansees som de mest sentrale kaldtvannskorallene i Norge, arter som kan danne korallrev (*Lophelia pertusa*) eller korallskog (sjøtre, sjøbusk og risengrynskoraller).

Økt forståelse og kunnskap om koraller, og særlig med tanke på hvordan koraller kan bli påvirket av oppdrettsanlegg vil gagne både oppdrettere, miljømyndigheter og miljø.

Målsetning

Hovedmål Arbeidet sammenfatter eksisterende kunnskap om koraller og mulig påvirkning fra oppdrettsaktivitet. Sentrale kunnskapshull vil beskrives. Basert på dette vil en konsekvensanalyse skisseres, som kan benyttes til å vurdere hvordan oppdrett kan påvirke koraller.

1.2 Koraller

Koraller er bunnlevende nesledyr (rekke Cnidaria), og tilhører klassen Anthozoa (Oug og Mortensen, 2010). I Norge er det antatt å være omtrent 150 ulike arter av kaldtvannskoraller, og de vanligste artene er *Lophelia pertusa*, gjerne kalt øyekorall eller glasskorall (orden Scleractinia), og *Paragorgia arborea*, eller sjøtre (orden Alcyonacea) (Figur 1.1). Koraller danner ofte kolonier som er forsterket av et ytre skjelett (DN, 2007a). Steinkoraller (f. eks. *Lophelia pertusa*) har kalkskjelett, mens hornkoraller som sjøtre (*Paragorgia arborea*), risengrynskoraller (*Primnoa resedeaformis*) og sjøbusk (*Paramuricea placomus*) har skjelett som inneholder både kalk og protein. Lærkoraller (f. eks. blomkålskoraller) mangler skjelett (Mortensen m. fl., 2005).



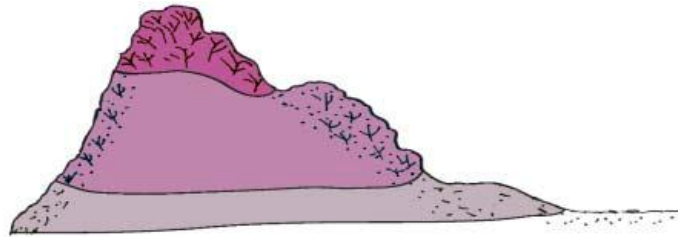
Figur 1.1 Sjøtre (*Paragorgia arborea*) (t. v.) og korallrev (*Lophelia pertusa*) (t. h.). Foto: Havforskningsinstituttet.

Koraller er fastsittende, filtrerende organismer og fanger opp zooplankton og næringspartikler ved hjelp av tentakler på polyppene (DN, 2007a; 2008). Mange koraller har tre-lignende forgreninger støttet opp av et hardt skjelett med kolonier av polypper som bidrar til mer effektiv næringsopptak (Freiwald m. fl., 2004). *L. pertusa* bruker slim til å håndtere og fange bytte, og hovedføden er zooplankton og marin snø (Rapp og Snøli, 1999).

I norske farvann er *L. pertusa* (Figur 1.1) den eneste rev dannende korallen, mens hornkorallener som opptrer sammen gjerne danner det vi kaller for korallskog (DN, 2008). Kriterier som tetthet, struktur og utbredelse brukes for å klassifisere ulike korallhabitater, som korallrev: «*Lophelia*-forekomster hvor døde skjelettdeler er akkumulert eller har begynt å akkumulere» og korallskog: «Mer eller mindre tett forekomst av hornkoraller innenfor et spesifisert område» (DN, 2007a).

Lophelia-revene består av både levende polypper og døde skjelettstrukturer med varierende størrelse og alder. Revne kan deles inn i tre soner med ulik oppbygning,

struktur og artsdiversitet (Figur 1.2). De levende *Lophelia* polyppene utgjør de ytterste 20 - 30 cm av revet, der polyppene er vent mot strømmretningen. Denne delen domineres hovedsakelig av *Lophelia pertusa*, samt noen få andre organismer. Resten av revet er nakent og dødt korallskjelett. De midterste delene av revet består av hele, romlige strukturer av døde korallblokker. Den største diversiteten befinner seg i dette området, med størst diversitet i overgangssonen mellom døde og levende koraller. Den nederste sonen består av dødt materiale som korallgrus og assosieres med en noe lavere diversitet (Freiwald m. fl., 2004; Mortensen og Fosså, 2006; DN, 2008).



Figur 1.2 Skjematisk illustrasjon av hoveddelene til et *Lophelia*-rev: Levende polypper (mørk lilla), døde korallblokker (lys lilla) og korallgrus (grå-lilla) (fra Freiwald m. fl., 2004).

Sjøtrær kan bli mer enn tre meter høy, mens risengrynskoraller kan bli ca. en m høy (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005). Formen på hornkoraller påvirkes ofte av det lokale strømfoldet og strømmretningen, og kan endre seg ettersom kolonien vokser og strømforholdet blir endret (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005). Sjøtrær er ofte større og bredere med vifteformet kolonier sammenlignet med risengrynskoraller (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005).

I nyere tid er det flere studier som blant annet har undersøkt biologien og økologien til korallrev og korallskoger (Fosså m. fl., 2002; Mortensen og Buhl-Mortensen 2004, 2005; Mortensen og Fosså, 2006). Men, kunnskapen om kaldtvannskoraller er fremdeles begrenset (Freiwald m. fl., 2004).

1.3 Utbredelse av koraller i Norge

Hovedforekomsten av kaldtvannskoraller i Norge befinner seg langs eggakanten (~ 84 %), den øvrige andelen finner en i kystnære farvann (Dons, 1944; ICES, 2009). Korallrevene langs norskekysten opptre vanligvis på dyp fra 200 - 600 m (Fosså m. fl., 2002; Mortensen, 2005). I kystområdene forekommer gjerne steinkoraller og hornkoraller allerede fra 80 m dyp (ICES, 2009), selv om noen også kan etablere seg opp til 30 - 40 m dyp (DN, 2007a). Faktorer som strømforhold, bunntopografi, temperatur, salinitet og næringstilførsel er trolig avgjørende for vekst og fordeling av kaldtvannskoraller (Freiwald m. fl., 2004; ICES, 2009). Temperaturforhold ved havbunnen kan brukes som en god indikator på hvor man kan forvente å finne koraller (Mortensen, 2005; ICES, 2010) og temperaturforhold kontrollerer trolig også den øvre og nedre grensen til ulike korallarter (ICES, 2009). I våre farvann lever

kaldtvannskoraller hovedsakelig i områder med saltholdighet med mer enn 34 ‰ og ved temperaturer mellom 4 til 8 °C (Mortensen, 2005). Dypvannsrevene forekommer gjerne på relativt strømutsatte åser eller kanter av hardbunn (Mortensen, 2005). Områder med for sterk strøm kan føre til at korallene ikke klarer å fange opp næringen (DN, 2008), og for bratte partier kan føre til at deler av korallene brytes av (DN, 2007a).

L. pertusa er den vanligste korallen i Norge (DN, 2008). Den største kjente tettheten av *Lophelia*-rev er på eggakanten langs den norske kontinentalskråningen (Fosså m. fl., 2000). Røstrevet utenfor Nordland er opptil 2,8 km bredt og 35 km langt, og er det største og nordligste revkomplekset som er registrert (Mortensen, 2005; Mortensen m. fl., 2005). Tautrarevet i Trondheimsfjorden befinner seg på 39 m dyp og er trolig verdens grunneste *Lophelia*-rev (Mortensen m. fl., 2005). Generelt sett er det viet mer oppmerksomhet mot *Lophelia*-rev (korallrev) enn til korallskoger (Mortensen m. fl., 2005). Hornkorallene har en mer spredt utbredelse, og kolonier og korallskoger er ofte assosiert med dypvannsrevene. Enkelte steder finner man også hornkoraller uten at *Lophelia* er til stede, som på de bratte sidene i enkelte fjordbassenger og på Storegga (Mortensen m. fl., 2005).

1.4 Økologisk betydning og verdsetting

Korallområdene karakteriseres gjerne med en generell høyere diversitet enn de omkringliggende områdene, og er viktige habitat for mange bentiske evertebrater, fiskearter og larver (Fosså m. fl. 2002; Freiwald m. fl., 2004; Mortensen, 2005; Mortensen og Fosså, 2006; DN, 2008; ICES, 2009). Den biologiske diversiteten av assosierte arter er estimert til å være omtrent tre ganger større ved revene enn ved områdene rundt (Mortensen og Fosså, 2006). Det er altså det store artsmangfoldet av assosierte arter som gjør at korallforekomstene ansees som økologisk viktige habitater (DN, 2007a). Det er særlig korallrev som ansees som spesielt økologisk viktig, men korallskoger har trolig en lignende økologisk funksjon (DN, 2007a; OSPAR, 2011).

Verdsetting av biologisk mangfold er et vanskelig og kontroversielt tema og manglende oversikt over marine naturtyper vanskeliggjør arbeidet med å fastsette kriterier. Direktoratet for naturforvaltning (DN) har etablert generelle kriterier som bør ligge til grunn for verdsetting av marine naturtyper (Tabell 1.1). Det er også flere grunnlag for verdsetting av naturtyper, se særlig DN (2007a, b) for flere kriterier.

Tabell 1.1 Generelle kriterier for verdisetting av marine naturtyper (fra DN, 2007a).

Kriterier	Grunnlag for verdisetting
<i>Økologiske kriterier</i>	
Økologisk funksjon	Naturtype rikdom Størrelse Alder Produksjonsrate Lite avvik fra naturtilstand mht. funksjon
Grad av sjeldenhet	Sjelden i regionen Sjelden nasjonalt Lite avvik fra naturtilstand mht. arts mangfold
Grad av truethet	Små forekomster Sårbarhet (lang restitusjonstid) I tilbakegang
<i>Kulturbetingede kriterier</i>	
Estetikk	
Bruk og bruksområder	Gir naturforståelse Betydning som friluftsområde Bruk i undervisning / forskning Lange dataserier- kunnskap om utvikling

Dypvannskoraller blir sett på som økologisk viktige områder som trenger spesielle forvaltningstiltak. Fra et internasjonalt ståsted betraktes Norge som en nasjon hvor forvaltningen av dyphavskorallrev er kommet langt (Mortensen m. fl., 2005), selv om den nasjonale kartleggingen betraktes som «middels» (DN, 2007a). Med bakgrunn i registrerte skader på korallrev og korallskog, er *L. pertusa* og *P. arborea* (sjøtre) oppført som nært truet på den norske rødlisten (Oug og Mortensen, 2010).

Korallforekomster (SOSI kode 109) representerer spesielle naturtyper som skal vektlegges. Viktige korallutforminger inkluderer (DN, 2007a):

- Steinkoraller (*Lophelia pertusa*) (I0901).
- Hornkoraller, for eksempel sjøbusk (*Paramuricea placomus*), sjøtre (*Paragorgia arborea*) og risengrynskorall (*Primnoa resedaeformis*) (I0902).

1.5 Korallenes alder og vekst

Det er begrenset kunnskap om sårbarheten til koraller og deres evne til rekolonisering når de først har blitt skadet. Dette synes ofte å henge sammen med koloniens alder og veksthastighet (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005; ICES, 2010). Muligheten for rekolonisering er også avhengig av larver i nærheten. Forhold som levetid og spredning av larver er lite kjent, men sannsynligheten for rekolonisering øker hvis det er koraller i nærheten. Skadede og ødelagte korallområder har flere ganger vist evnen til rekolonisering, larvene slår seg ned på hardt underlag av naturlig eller kunstige

materiale. Plattformbein er eksempler på slike kunstige substrat og det er ikke uvanlig å finne koraller på slike nye substrater (Gass og Roberts, 2005; ICES, 2010).

Veksthastigheten og livshistorien til hornkoraller er lite kjent (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005), og vi har ikke funnet litteratur som viser til vekstmønsteret for sjøbusk. ICES (2010) viser til en tabell med beregnede veksthastigheter for korallarter. Deler av denne tabellen er gjengitt i Tabell 1.2, for hele tabellen med referanser se ICES (2010: 77).

Tabell 1.2 Lineær skjelett vekst og maksimum alder for kaldtvannskoraller. Data hentet fra ICES (2010), forskning.no (2009) og Mortensen og Buhl-Mortensen (2005).

Art	Vekst rate (cm år ⁻¹)		
	Gj. snitt	Maks.	Maks. alder (år)
<i>Lophelia pertusa</i> - Øyenkoall	0,72	2,6	9500
<i>Paragorgia arborea</i> - Sjøtre	1	4	400
<i>Primnoa resedeaformis</i> - Risengrynskorall	1,7	3	300

I våre farvann kan *L. pertusa* revene bli opp mot 9500 år gamle (Tabell 1.2), selv om den levende delen av revet ikke er eldre enn omtrent 50 år (se forskning.no, 2009). Vekstanslag for *L. pertusa* varierer fra 5,5 mm per år (Mortensen og Rapp, 1998) til rundt 2 cm per år (Gass og Roberts, 2005; i ICES, 2010), mens den årlige gjennomsnittlige veksten for *Lophelia*-rev er 1,3 mm per år (se Fosså m. fl., 2002).

Hornkoraller har en sigmoid vekstkurve, med saktere veksthastighet i unge og eldre deler av livsløpet (se Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005). Risengrynskoraller har tydeligere vekstringer enn sjøtrær, og vekstrater og alder er av den grunn lettere å beregne for risengrynskoraller (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2005).

1.6 Generelle påvirkninger og trusler

De menneskeskapte truslene mot kaldtvannskoraller deles ofte inn i mekanisk skade eller nedslamming (DN, 2007a). Bunntåling, oljeboring og forsuring av havet antas å representere de største globale truslene (Roberts m. fl., 2006).

1.6.1 Mekanisk skade

I norske farvann er så godt som alle kjente skader på korallrev forårsaket av bunntåling (DN, 2008; Fosså m. fl., 2002; ICES, 2010), men bifangst av koraller ved fiske med garn og line utgjør også en trussel (Fosså m. fl., 2002). Skader på hornkoraller er ofte vanskeligere å dokumentere i forhold til skader på *Lophelia*-revene. Hornkoraller står ofte mer spredt, og spor etter tåling er vanskeligere å

oppdage. Skjelettetdelene er også lettere og kan bli transportert lengre vekk med strømmen (Mortensen og Storeng 2010).

1.6.2 Nedslamming

Hvordan, og i hvilken grad sedimentering påvirker koraller er usikkert, men totalt sett er det ventet å være en negativ trend mellom sedimentering (særlig i form av fint partikulært materiale, siltering) og vekstraten av koraller (Fosså, 2010; Freiwald m. fl., 2004). Koraller kan få tilført betydelig mengde sediment som følge av naturlige årsaker, blant annet gjennom stormer og elveutspring (Riegl, 1995), eller fra menneskelig aktivitet som bunntåling og oljeboring (Fosså m. fl., 2002; Larsson og Purser, 2011). Koraller har utviklet ulike forsvarsmekanismer, som aktiv eller passiv oppførsel og morfologiske tilpasninger, for å fjerne uønsket sediment (Riegl, 1995).

For eksempel viser indikasjoner at horn- og steinkoraller aktivt kan rense vekk uønsket sediment, og de har trolig en høy toleranse for perioder med stor tilførsel av sediment (Riegl, 1995; Larsson og Purser, 2011). *L. pertusa* produserer slim som trolig kan brukes for å kvitte seg med moderate mengder sediment (Rapp og Sneli, 1999; Larsson og Purser, 2011). Om det samme gjelder for hornkoraller er usikkert (Riegl, 1995). Studien fra Larsson og Purser (2011) viser at *L. pertusa* effektivt kan fjerne områder på korallen som er dekket med naturlig og unaturlig sediment, men at tildekking av sediment over lengre perioder kan ha negative effekter. Økte sedimenteringsrater har trolig mindre betydning i områder ved sterk strøm (Riegl, 1995).

1.7 Mulige påvirkninger i oppdrettssammenheng

Påvirkning fra oppdrettsanlegg er en ny problemstilling i forbindelse med forvaltning av korallrev (Mortensen og Alvsvåg, 2007). Det er først og fremst nedslamming som her ansees som den største påvirkningsfaktoren. Videre er det også reist spørsmål om hvorvidt medikamenter eller kjemikalier brukt i oppdrett kan påvirke koraller i nærområdet (DN, 2007a).

1.7.1 Mekanisk skade

Forankringssystemet til oppdrettsanlegg kan medføre direkte skader på korallene ved at korallene blir knust eller knekt. Forankringssystemet kan også føre til at sediment virvles opp og dekker større eller mindre deler av korallene. Slike skader kan lett unngås ved å gjennomføre forundersøkelser og plassere festestrukturene til anlegget i tilstrekkelig avstand fra korallene. Vi anser derfor ikke dette som et sentralt tema i denne sammenhengen.

1.7.2 Nedslamming

Oppdrett av fisk medfører store utslipp av organisk materiale, som næringsalter og organiske partikler til omkringliggende vannmasser (Kutti og Olsen, 2007). Avfallet består først og fremst av fekalier (avføring), men også noe fôrspill (Kutti og Olsen, 2007). I dette kan en også finne spor etter ulike medikamenter hvis disse er benyttet på lokaliteten (Carroll m. fl., 2003). Erfaringer viser at avfallet kan ha uønskede effekter på det lokale miljøet, og de miljømessige betydningene avhenger av lokale forhold som dybde, topografi, strømforhold og forhold tilknyttet produksjonen (Carroll m. fl., 2003; Hansen m. fl., 2012).

Økt tilførsel av næringsalter kan føre til eutrofiering, men dette er ikke ansett som et problem langs vest-kysten av Norge (Aure og Skjoldal, 1997; Fredriksen m. fl., 2012).

For koraller er det ventet at sedimentering i form av partikulært organisk materiale er den mest sentrale påvirkningsfaktoren fra oppdrett (Carroll m. fl., 2003). Det er få studier som fokuserer på hvordan sedimentering og nedslamming kan påvirke koraller generelt (Larson og Purser, 2011), og vi har ikke funnet studier som omhandler hvordan sedimentering fra oppdrettsanlegg kan påvirke koraller direkte.

Tidligere var oppdrettsanlegg plassert på grunnere og mer skjermede lokaliteter, noe som ofte førte til betraktelig mengder akkumulert sediment like under anlegget (se Kutti m. fl., 2007a). I dag plasseres anleggene vanligvis på dypere (50 - 300 m) og på mer strømutsatte områder, og mange av de tidligere negative effektene fra anlegg blir sjeldnere rapportert om i dag (Stigebrandt m. fl., 2004; Kutti m. fl., 2007a; Hansen m. fl., 2012). Et middels stort anlegg med maksimal utføring kan daglig slippe ut 1500 - 3000 kg tonn organisk avfall til omkringliggende vannmasser (Kutti og Olsen, 2007). Generelt sett vil partikulært organisk materiale få økt spredning med økende strømstyrke, dybde og redusert synkehastighet på partiklene (Kutti m. fl., 2007a).

Innhold av organisk karbon i bunnsedimenter kan brukes som en indikator for å spore sedimentering fra oppdrettsanlegg (Carroll m. fl., 2003), og estimert synkehastighet for fekalier fra laks er 3,7-9,2 cm/sekund (Chen m. fl., 2003). Organisk avfall fra anlegg lokalisert over større dyp (> 50 m) blir spredt utover et større område (Stigebrandt m. fl., 2004) og den lokale påvirkninger fra anlegget er mindre enn fra grunnere anlegg (< 50 m) (Carroll m. fl., 2003).

Carroll m. fl., (2003) undersøkte sedimentering fra et anlegg lokalisert på 25 - 75 m dyp. Studien viste at det var signifikant høyere nivåer av totalt organisk karbon (TOC) rett under fiskemerdene (0 - 50 m), men ved avstander mellom 50 - 100 m var det ingen klar påvirkning (TOC nivåer i sediment) fra oppdrett. Resultatet fra studien viser også at perioder med brakklegging er en av de beste metodene for miljømessig god lakseproduksjon i kaldtvannsområder (Carroll m. fl., 2003).

Det er få studier som omhandler sedimenteringsrater med ulike avstander fra moderne anlegg. Arbeidet fra Havforskningsinstituttet (se Kutti m. fl., 2007a, b; 2008; Kutti og Olsen 2007) er et unntak. Studien var fra et anlegg som hadde vært i drift i ti år. Anlegget var lokalisert ved 230 m dyp, og under studieperioden (to år) ble det produsert omtrent 3000 tonn laks og det organiske avfallet ble estimert til ~ 300 tonn

(Kutti m. fl., 2007a). Studien viste at lokaliteten ikke var forurenset, men det ble observert store endringer på bunnen og en sterk økning i andel bunndyr (Kutti og Olsen, 2007). De mest markante effektene av utslipp av organisk materiale begrenset seg til en distanse på 250 m fra anlegget. Mellom 550 og 3000 m fra anlegget var sedimenteringsratene lave og stabile gjennom anleggets produksjonssyklus (ikke påvirket) (Kutti m. fl., 2007a). Årlig sedimenteringsrater av partikulært organisk karbon (POC) under anlegget var 365 g/år, omtrent 9 ganger mer en det som ble registrert 3 km borte (Kutti m. fl., 2007a) og dette stemmer godt overens med ventet synkehastighet for laksefekaleier (Chen m. fl., 2003). Betydelige påvirkninger på det bentiske samfunnet ble bare registrert innenfor området som var påvirket direkte av sedimentering, innen 250 m fra anlegget (Kutti m. fl., 2007b). Når produksjonen i anlegget nådde sitt maksimale, ble imidlertid den høyeste diversiteten registrerte på stasjonene som lå 550 og 900 m fra anlegget. Dette tyder på at anlegg som er lokalisert ved dypere områder (moderne anlegg) innvirker bunndyrsamfunnet over et større område sammenlignet med grunnere lokaliteter (Kutti m. fl., 2007b). Påvirkningen av organisk materiale fra anlegget overgikk aldri nedbrytningskapasiteten til bunndyrsamfunnet, noe som framgikk av det lave og stabile innholdet av organisk materiale i sedimentet på alle stasjoner rundt lokaliteten (Kutti m. fl., 2007b). Resultatene fra studien understreker viktigheten av å velge lokaliteter med gode resuspensjons- og spredningsforhold og tilpasse produksjonsnivået til bærekapasiteten til området. Med god lokalisering kan man på dype lokaliteter opprettholde høy fiskeproduksjon over lang tid, uten at dette fører til betraktelig akkumulering av organisk materiale. Det kan i tillegg stimulere produksjonen av bunndyr rundt anlegget (Kutti og Olsen, 2007).

1.7.3 Kjemikalie og medikamentbruk

Det er reist spørsmål om hvorvidt kjemikalier/medikamenter benyttet i oppdrettssammenheng kan påvirke koraller. Det synes ikke å eksistere studier som ser nærmere på dette. Av tilgrensende studier kan det nevnes at det i ulike krepsdyr er registrert medikamenter benyttet under avlusing innenfor en radius på 1 km fra oppdrettsanlegg, som potensielt kan ha en effekt på krepsdyrene (Langford m. fl., 2011). I hvilken grad disse stoffene blir brakt ned i dypere områder og kan bli tatt opp av koraller, og hvilke effekter dette eventuelt kan ha på koraller, er uvisst.

2 MATERIALE OG METODE

2.1 Konsekvensanalyse

Det foreligger ingen tydelige føringer for hvordan ulike aktører skal agere i forhold til forekomsten av koraller i et område. Her forsøker vi å lage en lett anvendelig konsekvensanalyse for å indikere forventet påvirkning som en oppdrettslokalitet kan ha på nærliggende korallforekomster. Først ser vi litt nærmere på selve metoden.

Å vurdere hvor sårbart et område er og hvilke økologiske konsekvenser et inngrep kan medføre, er en nødvendig, men utfordrende øvelse. Alle inngrep vil i større eller mindre grad påvirke en rekke arter innen både flora og fauna. Vurderingen vil av den grunn måtte baseres på et mer overordnet nivå/skjønn (Bodvin m. fl., 2007; DN, 2007a).

Konsekvensanalysen i denne studien tar utgangspunkt i en metode for konsekvensutredning, som er i henhold til bestemmelsene i plan- og bygningsloven. Sammenligningsgrunnlaget baserer seg på situasjoner der tiltaket ikke gjennomføres, sammenlignet med forventet tilstand etter tiltaket (Statens Vegvesen, 2006).

Vurderingen følger en standardisert og systematisk tre trins prosedyre for å gjøre analyser, konklusjoner og anbefalinger mer objektive, lettere å forstå og lettere å etterprøve (Statens Vegvesen, 2006).

Trinn 1: Registrering og vurdering av verdi

Her beskrives og vurderes områdets karaktertrekk og verdier innenfor hvert enkelt fagområde så objektivt som mulig. Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er med utgangspunkt i kriteriene for hvert fagtema. Verdivurderingen skal begrunnes og verdien vurderes etter en glidende skala fra liten-, middels- til stor verdi (Statens Vegvesen, 2006).

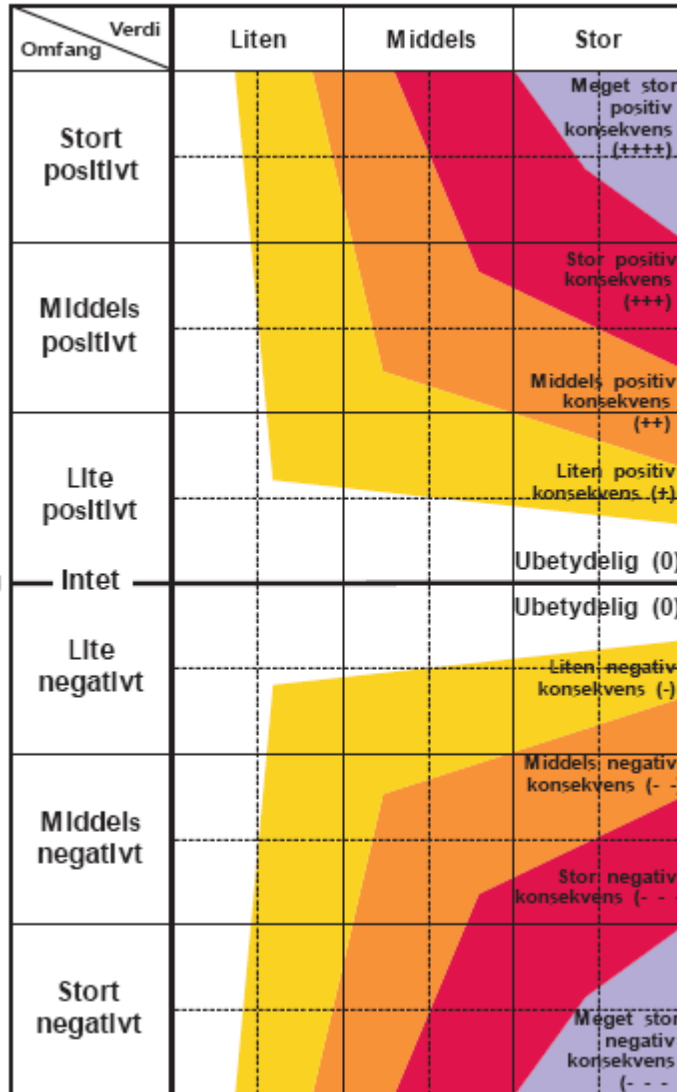
Trinn 2: Tiltakets omfang

Med omfang menes en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for de ulike miljøene eller områdene, og graden av denne endringen. Her beskrives og vurderes type og virkning av mulige endringer hvis tiltaket gjennomføres i forhold til at det ikke gjennomføres. Virkningen blir vurdert langs en glidende skala fra stor-, middels-, liten-, eller ingen positiv eller negativ virkning (Statens Vegvesen, 2006).

Trinn 3: Samlet konsekvensanalyse

Med konsekvens menes en avveining mellom de fordeler og ulemper et definert tiltak vil medføre i forhold til situasjoner uten tiltaket. Her kombineres Trinn 1 (registrering og vurdering av verdi) og Trinn 2 (tiltakets omfang) for å få frem en samlet konsekvens av tiltaket.

Sammenstillingen vises på en konsekvensvifte som er inndelt i en ni-delt skala fra meget stor negativ til meget stor positiv konsekvens (Figur 2.1). Resultatet fra Trinn 1 vises langs x-aksen, og resultatet for Trinn 2 vises langs y-aksen. Området hvor verdiene krysser hverandre indikerer den samlede konsekvens (Statens Vegvesen, 2006).



Figur 2.1 Konsekvensviften viser konsekvensen for et tema ved å sammenstille miljøets/områdets verdi og tiltakets omfang. Konsekvensen vises på en ni-delt skala, midt på figuren angir en stiplet linje intet omfang og ubetydelig/ingen konsekvens. Over linjen vises positiv konsekvens og under vises negativ konsekvens (fra Statens Vegvesen, 2006).

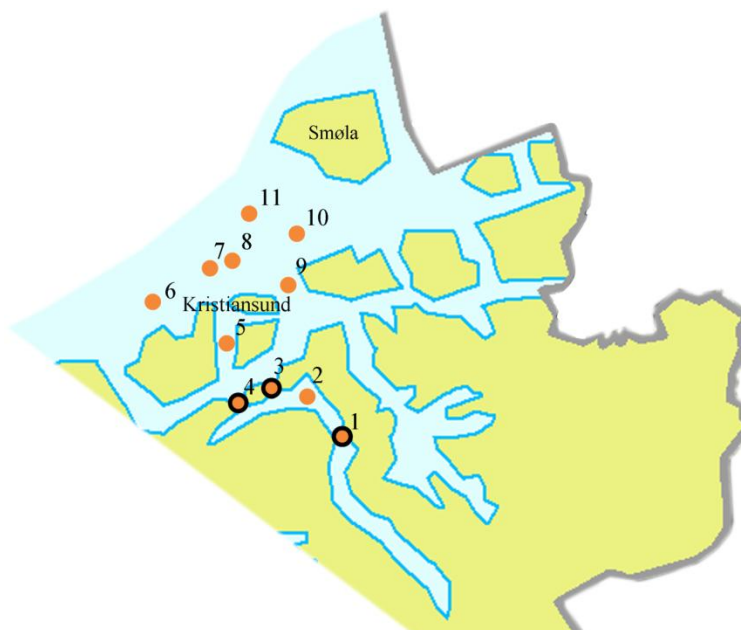
2.2 Korallforekomster

Den første systematiske kartleggingen av korallforekomster i Norge ble foretatt av Dons (1944). Senere har Havforskningsinstituttet (HI) laget en oversikt over korallforekomster i norske farvann (Figur 2.2) (Fosså m. fl., 2000). Rapporten fra HI er basert på informasjon fra fiskere, Fiskeridirektoratet, litteratur studier, oljeselskap som opererer på norsk sokkel og havforskningsinstituttets egne undersøkelser (Fosså m. fl., 2000). Dette åpner for noe usikkerhet knyttet til registreringene. Oversikter over registrerte korallrev i Norge er tilgjengelig via ulike databaser ([MAREANO](#), [Fiskeridirektoratet](#) og [Naturbasen](#)). Plasseringen av de ulike korallrevene er bare omtrentlige, og plassering og koordinater for de samme korallrevene kan variere mellom de ulike kartdatabasene.

Bare en veldig liten del av de store korallforekomstene langs kontinentalsokkelen er kartlagt i detalj (Mortensen m. fl., 2005), og det oppdages stadig nye korallrev. Samlet ventes disse å utgjøre mellom 1500 til 2000 km² langs norskekysten (Fosså m. fl., 2000).



Figur 2.2 Registrerte korallrev i Norge. Tegnforklaring: oransje = korallrev, rødt = vernede områder og grønt = indentifiserte korallområder (kart hentet fra [MAREANO](#)).



Figur 2.3 Korallrev registrert i kystnære farvann i Nordmøre. Oransje = koraller referert som til stede, oransje med svart ring = koraller referert som utdødd. Kart modifisert fra: Kartgrunnlag: Kartverket (cc-by-sa-3.0.).

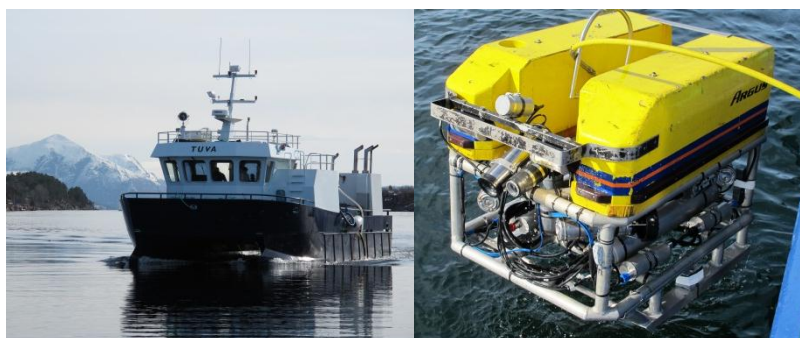
Flere korallrev er registrert i kystnære områder på Nordmøre (Figur 2.3, Tabell 2.1). Informasjon om åtte av disse revene (rev nr. 1-5 og 7, 8 og 10) er først beskrevet av Dons (1944). Tre av disse (rev nr. 1, 3 og 4) ble den gangen registrert som døde *Lophelia* rev (Dons, 1944). Det er imidlertid uvisst om dette faktisk stemmer eller utelukkende skyldes metodeutfordringer. Ikke alle revene i Figur 2.3 er nevnt i de ulike kartdatabasene. I senere tid har områder rundt Jelkremneset i Gjemnes blitt undersøkt og her ble det gjort funn av et område med sjøtrær (se Kvalsund og Chapman, 2011). Lokale dykkere referer også til flere grunnere områder hvor de kjenner til mindre forekomster av koraller (Aukan pers. med.).

Tabell 2.1 Oversikt over korallrev som er registrert i Nordmøre. F = fossilt (utdødd), U = ukjent, UB = uberørt (fra Fosså m. fl., 2000).

Rev nr.	Breddegrad	Lengdegrad	Status rev	Referanser
1	62.56	8.7	F	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
2	62.57.0	8.0	U	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
3	63	7.53	F	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
4	62.58	7.48	F	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
5	63.3.0	7.42	U	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
6	63.6.60	7.28.0	UB	Fosså m. fl., (2000)
7	63.8.0	7.39.0	U	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
8	63.9.0	7.43.0	U	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
9	63.8.70	7.53.0	UB	Fosså m. fl., (2000)
10	63.13.0	7.51.0	U	Fosså m. fl., (2000); Dons (1944)
11	63.14.50	7.42.0	UB	Fosså m. fl., (2000)

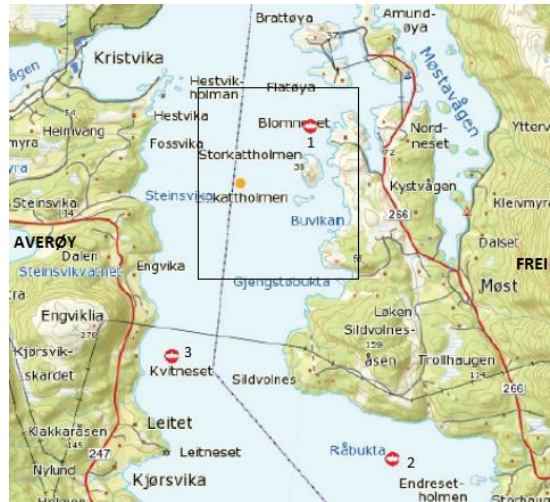
2.3 Undersøkelse av korallforekomst i Bremsnesfjorden

Det er registrert et korallrev i Bremsnesfjorden (Kristiansund, mellom Averøy og Frei) (Dons, 1944). Korallrevet (rev nr. 5 i Figur 2.3, Tabell 2.1, Figur 2.5 og 2.6) er i nærheten av tre oppdrettsanlegg og er derfor aktuell å undersøke i denne sammenheng. I april 2012 ble to transekter i nærheten av dette revet undersøkt med ROV ARGUS (Figur 2.4, 2.5 og 2.6). ROV undersøkelsene ga *in situ* filmer av havbunnsamfunnet. Koordinatene for dette revet varierer noe mellom ulike kilder, ved ROV undersøkelsen gikk vi ut i fra koordinatene fra kartdatabasen til [Fiskeridirektoratet](#): 63,049423 breddegrad og 7,685919 lengdegrad.



Figur 2.4 Fartøyet MS Tuva ble brukt under undersøkelsen (t. v.), og ROV ARGUS ble brukt til å filme de to transektene (t. h.).

Oppdrettsanleggene Kattholmen (12872), Leite (12870) og Endresetbukta (12879) er lokalisert i nærheten av de to undersøkte områdene. I følge [Fiskeridirektoratet](#) er den omtrentlige avstanden mellom revet og anleggene: 865 m for Kattholmen, 1,55 km for Leite og 2,65 km for Endresetbukta (Figur 2.5).



Figur 2.5 ROV undersøkelse i Bremsnesfjorden. Tegnforklaring: Oransje runding = registrert korallrev, Rød runding = oppdrettsanlegg, nr. 1 = Kattholmen, nr. 2 = Leite og nr. 3 = Endresetbukta. Firkant indikerer område for Figur 2.6. Kartgrunnlag fra [Fiskeridirektoratet](#), redigert utgave.



Figur 2.6 ROV undersøkelse i Bremsnesfjorden. Tegnforklaring: Oransje runding = registrert korallrev. Rød strek indikerer Transekt 1 og Transekt 2. Kartgrunnlag fra [Fiskeridirektoratet](#), redigert utgave.

Transekt 1 er fra omtrent 240 m dyp, mens Transekt 2 er i fra 190 - 240 m dyp (Figur 2.6). Det ble gjort fortløpende registreringer langs transektene og ROV filmene ble senere analysert. Funnene danner utgangspunkt for et eksempel på bruk av den foreslåtte konsekvensanalysen, se kapittel 3.1. og 3.2.

3 RESULTATER

3.1 Konsekvensanalyse for koraller og oppdrett

Den beskrevne konsekvensanalysen nedenfor er satt opp for å fungere som en konservativ rettesnor basert på gjeldende kunnskap om koraller. Det er ventet at ny viten vil åpne for korrigeringer etter hvert som disse blir gjort tilgjengelig. Målsettingen er å lage en enkel metode for en konsekvensanalyse som kan brukes som et verktøy for å analysere og vurdere virkningen et oppdrettsanlegg kan ha på en korallforekomst. Konsekvensanalysen er ment som et veiledende verktøy både for oppdrettere og forvaltningsorgan. Konsekvensanalysen tar utgangspunkt i korallforekomstens verdi (Trinn 1) og ventet virkning anlegget kan ha på korallforekomsten (Trinn 2), se Material og Metode.

3.1.1 Trinn 1: Registrering og vurdering av korallenes verdi

DN sine kriterier for verdivurdering av korallforekomster (DN, 2007a), samt øvrig kunnskap referert til tidligere i denne studien, legger føringer for kriteriene i Trinn 1.

I følge DN (2007a) inkluderer svært viktige korallområder «*alle store Lophelia rev både på eggakanten og inne i fjordene, samt tette bestander av hornkoraller*», men de sier ingenting om hvor store *Lophelia*-revene og hvor tette hornkorallene må være. Videre betraktes både steinkoraller (*L. pertusa*) og hornkoraller (sjøbusk, risengrynskoraller og sjøtre) som viktige naturtyper (DN, 2007a).

Som nevnt tidligere er det særlig det store artsmangfoldet ved korallrev og korallskoger som gir dem en økologisk viktig betydning. Korallrev ved kysten har trolig en større artsdiversitet av assosierte arter (Mortensen og Fosså, 2006), og er sjeldnere enn rev på sokkelen, både med tanke på antall rev og genetisk diversitet mellom revene (Mortensen pers. med.). *L. pertusa* er bare registrert i form av korallrev i kystnære farvann (Mortensen pers. med.) og med bakgrunn i dette vurderer vi derfor alle korallrev ved kyst og fjordområder som svært viktige.

I Norge er det særlig sjøtre, sjøbusk og risengrynskoraller som opptrer i tette bestander og danner korallskoger. I våre farvann betraktes tette bestander av sjøtrær som mer enn 3 kolonier per 100 m² (Mortensen m. fl., 2005). Tette bestander av risengrynskoraller betraktes som områder med mer enn 20 kolonier per 100 m² (Mortensen m. fl., 2005). Vi har ikke funnet litteratur som beskriver tette bestander av sjøbusk, deres vekstmønster eller hvor vanlige disse er i norske farvann.

Fordelingen av sjøtrær og risengrynskoraller har blitt undersøkt utenfor Canada (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2004) og resultatene fra studien er aktuelle for forventet utbredelse i norske farvann (Mortensen pers. med.). Studien viser at hornkoraller har en flekkvis og ujevn fordeling, der fordelingsmønsteret varierer etter hvilken skala man undersøker. På en større skala er den flekkvise fordelingen ujevn, og

avstanden mellom hvert koloniområde var 10 - 50 m for sjøtrær og 10 - 160 m for risengrynskoraller (Mortensen og Buhl-Mortensen, 2004). Ved kartlegging av hornkoraller bør derfor et større område undersøkes.

For verdisetting av koraller må en bl.a. ta hensyn til hvilke korallarter som befinner seg i området, og hvilken størrelse og tetthet de utgjør. Kartleggingen bør være innenfor influensområdet til anlegget, altså områder som befinner seg innen ca. 1 km avstand fra anlegget (se kapittel 1.7.2 og 3.1.2). Det kan være urealistisk å kartlegge alle korallforekomster innen et så stort område, men kartleggingen bør dekke områder spesielt egnet for koraller. Utover dette bør en vurdere å kartlegge hele den planlagte forankringstraseen til anlegget. Det er mer sannsynlig at koraller som er lokalisert nærmere anlegget blir mer påvirket enn koraller som befinner seg lengre borte fra anlegget. Med utgangspunkt i føringene over, har vi satt opp en tabell som er ment å indikere en gradering av økologisk betydning (Tabell 3.1). Verdisettingen er basert på antall lett synlige kolonier av hornkoraller, selv om korallskoger bør få en større verdivurdering enn enkle kolonier som står mer spredt. Tabell 3.1 legger føringer for skjønsmessig verdivurderinger, og det understrekes at kriteriene til en hver tid bør tilpasses gjeldende kunnskapsnivå.

Tabell 3.1 Verdisetting av koraller basert på koralltypens natur og antall kolonier.

Naturtype, korall	Antall kolonier	Verdisetting
<i>Lophelia</i> -rev	Alle, uansett størrelse og antall	Stor
Sjøtre	> 20	Stor
Risengrynskorall	> 100	Stor
Sjøtre	4 - 20	Middels
Risengrynskorall	20 - 100	Middels
Sjøtre	< 4	Liten
Risengrynskorall	< 20	Liten

3.1.2 Trinn 2: Anleggets omfang

Som nevnt tidligere synes nedslamming fra fekalier og fôrspill og fysiske skader fra forankringssystemet til oppdrettsanlegg å være mulige kilder til en direkte påvirkning av koraller (Mortensen og Storeng, 2010).

Av disse antas slamansamlinger på korallforekomster å være den største potensielle utfordringen. Her har vi valgt å definere anleggets omfang ut fra horisontal distanse fra oppdrettslokaliteten. Målet er lett å forholde seg til og sedimenteringsrater er tidligere beskrevet også relatert til horisontale distanser. De fleste erfaringer viser at en ved distanser på 50 – 100 m til siden for anlegget, sjeldent observerer betydelig sedimentering på bunnen.

Havforskningsinstituttet (HI) har undersøkt sedimenteringsrater fra et oppdrettsanlegg av middels størrelse (~ 3000 tonn fisk produsert på 2 år), lokalisert over 230 m dyp med gjennomsnittlig bunnstrøm på 1.6 cm/sek (se Kutti m. fl, 2007a, b; 2008; Kutti og Olsen, 2007). Resultatene fra HI viste ingen økt sedimenteringsrate nedstrøms for anlegget utenfor en distanse på 250 m. Avstanden på 250 m til sides for anlegget er av den grunn valgt å definere yttergrensen for lokalitetens nærområde hvor en kan forvente betydelig sedimentering, og muligheten for store negativ effekter for koraller innen denne sonen (Tabell 3.2).

De øvrige kriteriene i Tabell 3.2 viser til forventet sedimenteringsrater av organisk avfall med økende avstander medstrøms fra et middels stort oppdrettsanlegg. Kriteriene er dannet på bakgrunn av studiene til HI (Kutti m. fl, 2007a, b; 2008; Kutti og Olsen, 2007), og er også i samsvar med resultater fra studier om bl.a. sedimentering fra oppdrettslokaliteter lokalisert over dypere hardbunnsområder (se Hansen m. fl., 2012). I mangel på kunnskap knyttet til hvordan koraller eventuelt responderer til tidvis å utsettes for mindre grad av påvirkning, har vi som et konservativt anslag foreslått at området fra 250 m til 1 km fra anlegget ventes å kunne ha moderat negativ effekt på korallforekomster. Videre ansees mulighetene for nedslamming grunnet oppdrettsvirksomheten ikke å være tilstede ved avstander utover 1 km (Tabell 3.2).

Positive påvirkninger og endringer som følge av tiltaket skal også normalt vurderes, men generelt sett kan dette være vanskelig å gjennomføre (Statens Vegvesen, 2006). Basert på gjeldende kunnskap har vi ikke funnet det riktig å spekulere i mulige positive konsekvenser anlegget kan ha på koraller, selv om vi ikke utelukker at dette kan forekomme i gitte tilfeller.

Det understrekes at Tabell 3.2 er basert på gjeldende kunnskap om påvirkningsfaktorer og at det kreves en skjønnsmessig vurdering i hvert enkelt tilfelle. Ettersom spredning av fekalier vil variere som en funksjon av strømhastighet, dyp, topografiske forhold, og produksjonsomfang, vil også spredningsmønstret variere fra lokalitet til lokalitet.

Tabell 3.2 Ventet påvirkningsgrad anlegg kan ha på koraller.

Distanse fra anlegg	Ventet sedimentering	Ventet effekt
< 250 m	Betydelig. Kan ikke se bort fra at koraller vil bli delvis begravd og på den måten få redusert vekst eller dø ut som følge av dette.	Stor negativ
250 m - 1 km	Avhengig av lokale forhold kan en ikke se bort fra at sedimentering innenfor denne distansen fra anlegget kan ha negative konsekvenser.	Middels negativ
> 1 Km	Sedimenteringsratene ventes ikke å være over naturlig nivå ved denne avstanden.	Ingen effekt

3.2 ROV undersøkelse i Bremsnesfjorden

I Bremsnesfjorden ble to transekter undersøkt med ROV (Figur 2.5 og 2.6) i et område hvor det skal være et korallrev (Dons, 1944). Det registrerte korallrevet ble ikke observert, men derimot ble flere hornkoraller observert.

Funn på Transekt 1 (Figur 2.6): Det undersøkte området på i underkant av 240 m dyp bestod i hovedsak av flate sandbunnsområder. Det synes å være et relativt rikt dyreliv i område og det ble gjort observasjoner av taskekrabbe, sjøkreps, svamper (trolig *Geodia barretti*), bunnfisk som ulike flyndre arter, havmus og bløtkoraller (Figur 3.1). Stein-, og hornkoraller ble ikke observert på dette transektet.



Figur 3.1 ROV bilder fra Transekt 1. Fra venstre *Geodia* sp. og bløtkorall, havmus og svamp, *Geodia* sp.

Funn på Transekt 2 (Figur 2.6): Transekt 2 dekket bunndyp fra 190 – 240 m, som bestod både av flate sandbunnsområder og brattere fjellsider mellom disse. Ved denne typen hardbunnsområder kan man også forvente å finne koraller (Mortensen, 2005; DN, 2007a). Det ble observert et stort mangfold av dyreliv på fjellveggene, bl.a. svamper (trolig kisel- og glassvamper) og flere titalls sjøtrær og trolig også sjøbusk og risengrynskoraller (Figur 3.2). *L. pertusa* ble ikke observert.



Figur 3.2 ROV bilder fra Transekt 2. Sjøtrær (t. v.) på de to andre bildene er det bl.a. sjøstjerne, sjøtrær og trolig risengrynskoraller og sjøbusk.

3.2.1 Konsekvensanalyse for korallforekomster i Bremsnesfjorden

De observerte korallområdene i Bremsnesfjorden (Figur 2.6) er relativt nært tre oppdrettsanlegg (Figur 2.5). Det undersøkte område er derfor interessant i denne sammenheng og blir her brukt som et eksempel for bruk av konsekvensanalysen.

Trinn 1: Registrering og vurdering av korallenes verdi

Flere hornkoraller ble observert ved Transekt 2. *Lophelia pertusa* ble ikke observert. Dårlig sikt gjorde at vi ikke fikk undersøkt et tilstrekkelig område for å få en bedre forståelse av fordelingsmønsteret av hornkoraller.

Flere kolonier av sjøtrær ble identifiserte fra område langs Transekt 2 (Figur 2.6 og 3.2). Identifisering av sjøbusk og risengrynskoraller var vanskeligere, men høyst sannsynlig viser ROV filmene også flere kolonier av disse (Figur 3.2). Kartleggingen av hornkoraller vil derfor bli basert på sjøtrær. For område som ble undersøkt ble det indentifisert langt mer enn 20 sjøtrær, og for området som helhet kan det trolig dreie seg om flere hundre kolonier. Basert på kriteriene i Tabell 3.1 vil korallforekomsten være av stor verdi.

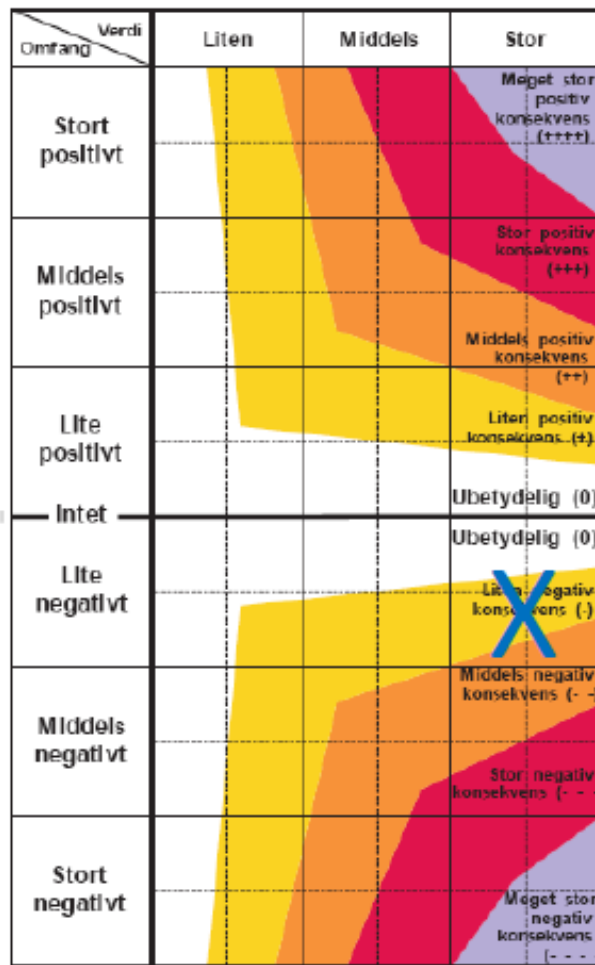
Trinn 2: Anleggets omfang

Den horisontale distansen mellom anlegget (Kattholmen) og de observerte korallområdene er omtrent 800 - 900 m (Figur 2.5 og 2.6). Avstanden mellom anlegget og korallområdet er helt i yttergrensen mellom ventet middels negativ og ingen negativ effekt (Tabell 3.2).

Trinn 3: Samlet konsekvensanalyse

Her vurderes hvilke endringer anlegget (tiltaket) kan ha på korallforekomsten. Anlegget har vært i drift i flere år, så konsekvensanalysen dreier seg om et eksisterende tiltak. Ved samlet konsekvensanalyse (Figur 3.3) er forekomsten av hornkorallene ventet å være av stor verdi (Trinn 1) (x-aksen i konsekvensviften) og påvirkning fra anlegget ventes å være liten (Trinn 2) (y-aksen i konsekvensviften), vist som blå X i Figur 3.3.

Observasjonene indikerte ikke tegn til at anlegget har noen negativ effekt på de observerte korallene. Det var ikke tegn til koraller som var dekket av sediment og korallene bar ikke preg av å være skadet eller svekket på annen måte. Resultatene av denne analysen støtter opp under antagelsene av at analysen gir en konservativ rettesnor med tanke på mulig effekter oppdrettsvirksomhet kan ha på korallforekomster.



Figur 3.3 Konsekvensvifte. Det blå krysset på konsekvensviften indikerer samlet konsekvensanalyse for det undersøkte området. Hornkorallene får stor verdi (x-aksen) og påvirkning fra anlegget er ventet å være liten (y-aksen). (Figur hentet fra Statens Vegvesen, 2006).

4 DISKUSJON

Gjennom litteraturstudien har vi sett at korallrev og korallskoger har en særlig viktig habitatdannende funksjon, med stor diversitet av assosierte arter (Freiwald m. fl., 2004; Mortensen, 2005; DN, 2007a; ICEC, 2009). I utgangspunktet betraktes kaldtvannskoraller som svært følsomme ovenfor ulike påvirkninger (Freiwald m. fl., 2004; Mortensen og Buhl-Mortensen, 2004; 2005), men vi mangler forståelse og kunnskap om hvordan havbruksrelatert virksomhet kan påvirke ulike koraller. Kartleggingen av korallforekomster i områder aktuelle for oppdrettsanlegg er generelt mangelfull. Kjennskap til korallforekomstene er en forutsetning for å kunne vurdere effektene et anlegg kan ha på disse. Økt kartlegging av korallforekomster bør derfor vurderes. Noen korallrev i Midt-Norge er registrert relativt nært oppdrettsanlegg, men den tetteste avstanden mellom *Lophelia*-rev og oppdrettsanlegg er registrert i Hordaland hvor det er fire anlegg som er nærmere enn 2 km fra korallrevene (ICES, 2009). En oppfølging av disse revene har vært diskutert, men er så langt vi kjenner til ikke gjennomført.

Hovedmålsettingen for denne studien var å finne fornuftige kriterier for en konsekvensanalyse som kan benyttes av både oppdrettere og forvaltningsorgan. Mye tyder på at det første skrittet i den retning er tatt gjennom dette arbeidet. Hvordan den foreslåtte metoden blir benyttet videre bestemmer om den kan utvikles til et nyttig redskap.

4.1 Bruk av konsekvensanalysen

Den foreslåtte konsekvensanalysen er basert på eksisterende kunnskap om koraller og sannsynlig påvirkning fra oppdrettsvirksomhet. Den består av enkle prinsipper som er lette å forholde seg til, forstå, etterprøve og tilpasse. Og viktigere, de valgte kriteriene synes å legge fornuftige konservative føringer som har bred faglig støtte både i fag- og forvaltningsmiljøer.

Felles objektive retningslinjer åpner for bedre og enklere vurderinger for forvaltningsorganer og tydeligere retningslinjer for næringsaktørene. Det er viktig å presisere at enhver sak som omhandler interaksjoner mellom koraller og oppdrett bør vurderes etter skjønn.

4.1.1 Trinn 1: Registrering og vurdering av korallforekomstens verdi

For verdivurdering av koraller har vi lagt vekt på det store mangfoldet av assosierte arter som er knyttet til den habitatdannende funksjonen til korallforekomster. På den måten er det en sammenheng med størrelsen på korallområdet og verdisetningen av denne. Det er ulike måter å beregne størrelse på, av praktiske hensyn har vi her valgt å benytte antall lett synlige kolonier. Dette åpner for direkte bruk av ROV til beskrivelse

av korallforekomster uten andre kompliserende mellomledd. Videre synes måleenheten å være tilstrekkelig presis for å kunne si noe om forekomstens økologiske betydning innenfor rammen av gjeldende kunnskap.

I verdivurderingen har vi tatt for oss de artene som særlig er nevnt i litteraturen og av miljømyndigheter som viktige naturtyper, korallrev og korallskoger. Hornkorallen sjøbusk er ikke med i verdivurderingen ettersom det var lite tilgjengelig informasjon om denne. De inkluderte artene er videre de artene som vi langt på vei kjenner best til i dag. De er forholdsvis enkle å artsbestemme ut fra bilder og egner seg på den måten godt for den valgte tilnærmingen.

Framtidige studier vil øke den generelle kunnskapen om koraller og deres levevis og på den måten være i bedre stand til å underbygge ulike arters sårbarhet og økologiske betydning. De valgte terskelnivåene i Trinn 1 er ment å fungere som tommelfingerregler for nivåer. En verdivurdering basert på antall korallforekomster er ventet å være et viktig og nyttig steg videre for å komme fram til gode føringer en kan forholde seg til, både for forvaltere og næringsutøvere.

De undersøkte transektene ved Bremsnesfjorden viste til flere områder med hornkoraller, men det registrerte korallrevet i fjorden ble ikke observert. Begrenset sikt ga redusert synsvidde ved ROV undersøkelsen. Hornkoraller var vanlige langs de bratte fjordsidene. Det ble observert langt mer enn 20 sjøtrær. Risengrynskoraller var noe vanskeligere å identifisere, men antallet overstiger trolig 100 kolonier. I følge føringene for verdivurderingen i Trinn 1, ansees slike korallområder som svært viktig. Skulle denne ene gjennomførte feltobservasjonen være representativ for fjordområder bør en vurdere om hvorvidt de foreslåtte terskelverdiene for hornkoraller kan være i overkant konservative (Tabell 3.1).

4.1.2 Trinn 2: Anleggets omfang

Sedimentering av partikulært organisk materiale ventes å være den viktigste påvirkningsfaktoren på koraller fra oppdrett (Carroll m. fl., 2003). Basert på litteraturen synes det å være delte meninger om hvilke effekter siltering og nedslamming har på koraller, men det er ventet å være en negativ trend mellom sedimenteringsrater og vekstrater av koraller (Fosså, 2010). Det synes ikke å være studier som direkte omhandler effekten oppdrettsanlegg kan ha på koraller, og vi har av den grunn valgt å forvente at sedimentering fra oppdrettsvirksomhet i utgangspunktet utelukkende vil ha en negativ effekt på koraller.

Sedimenteringsrater og spredningsmønster rundt oppdrettslokaliteter er relativt godt kjent både gjennom dedikerte studier og rutinemessige undersøkelser. Sedimenteringsmønstret påvirkes av produksjonens omfang, strømhastighet, dyp, og topografiske forhold. Biomassen og fôringsregimet i anlegget bestemmer mengden partikulært materiale som til en hver tid sedimenterer. Følgelig vil det være forskjeller mellom store og små anlegg, men de foreslåtte distansene ventes å være dekkende for de fleste av dagens lokaliteter.

Ofte, spesielt på grunnere lokaliteter, finner en nesten all sedimentering rett under nøtene, og en skal gjerne ikke lengre enn 50 meter til side for merdene før det ikke er synlige tegn på sedimentering. På dypere og mer strømuttsatt lokaliteter vil sedimenteringen skje over et større areal. På en lokalitet i Uggdalsfjorden over 230 m dyp ble det ikke registrert målbare forhøyede sedimenteringsrater ved distanser større enn 250 m nedstrøms for anlegget (Kutti m. fl., 2007a, b). De økte sedimenteringsratene 250 m nedstrøms for anlegget var her lave (se Figur 2 - 5 i Kutti m. fl., 2007a).

Nærmere enn 250 m fra anlegget har vi valgt å betrakte som nærområdet som er ventet å bli utsatt for en betydelig påvirkning av anlegget i form av økt sedimentering, endret artssammensetning og økt produksjon (se også Carroll m. fl., 2003; Kutti m. fl., 2007a, b; 2008; Kutti og Olsen, 2007; Hansen m. fl., 2012). Sedimenteringsratene innenfor 250 m grensen ventes å kunne medføre tildekning av korallene i deler av produksjonssyklusen. Dette antas å kunne medføre at korallene får betydelig redusert vekst eller dør som en følge av dette.

Mellom 250 m og 1 km fra anlegget er det ikke ventet at sedimenteringsratene har betydelige negative konsekvenser for koraller. På den annen side er det ingen direkte studier som kan utelukke dette, samtidig som vi vet at en kan spore effekter på annen flora og fauna innenfor dette intervallet (Kutti m. fl., 2007a, b). Inntil dedikerte studier ser nærmere på dette foreslås det her at en antar at koraller innenfor dette området kan ha en moderat negativ effekt av sedimentering fra oppdrettsanlegget.

Utenfor 1 km fra anlegget er det ikke ved noe tidspunkt ventet å kunne registrere forhøyede sedimenteringsrater som følge av oppdrettsvirksomhet. Heller ikke andre studier som ser på effekter på andre organismer synes å kunne spore påvirkninger ut over denne distansen (Freiwald m. fl., 2004; Hansen m. fl., 2012). På den måten synes 1 km å kunne være en konservativ yttergrense også med tanke på forhold som en så langt ikke har sett nærmere på.

4.1.3 Andre påvirkninger fra oppdrett

Forankringssystemet til anlegget kan føre til at korallforekomster blir knust eller knekt. Slike skader kan unngås gjennom forundersøkelser. Områder for planlagte forankringstrasser bør derfor undersøkes slik at disse plasseres i tilstrekkelig avstand fra mulige korallforekomster.

Utfordringer knyttet til toksiner, fra antibegroing, medikamentbruk og avlusing nevnes også i forbindelse med koraller. Det eksisterer ingen studier som ser på mulige effekter disse stoffene kan ha på koraller. På generelt grunnlag kan vi si at de toksinene som eventuelt skulle kunne være en utfordring for koraller, indirekte må nå korallene for eksempel via sedimentering, stoffene må bli tatt opp og ha en virkning på korallene.

Behandlinger av fisk i vannbad frigjør stoffer i de øverste vannlagene, og det er vanskelig å se at disse vil kunne komme i kontakt med koraller. Noen lusemidler gis også via fôr og Langford m. fl., (2011) undersøkte forekomster av stoffene

benzoylurea-kitinsynteseinhiberende pesticidene, diflubenzuron og teflubenzuron fra lusemiddel i omgivelsene rundt anlegget. Her ble det funnet forhøyede verdier etter medikamentbruk både i sediment og ulike krepsdyr innenfor 1 km fra anlegget. Studien viser at toksiner kan finnes igjen i nærrområder til lokaliteten, og det er flere uavklarte spørsmål i denne sammenheng. Studien av Langford m. fl., (2011) viste imidlertid også at stoffene bare ble funnet innenfor en distanse på 1 km fra anlegget, noe som støtter opp om 1 km grensen som er benyttet her. Det må også legges til at det ikke synes å være noe som tyder på at kitinhemmerne i det refererte arbeidet skal ha noen direkte effekt på koraller, og arbeidet er utelukkende referert her for å vise at toksiner kan forekomme i omgivelsene til anlegg, se for øvrig Selvik m. fl., (2002), Solberg m. fl., (2002) og Hektoen m. fl., (1995).

Føringene for den foreslåtte metoden for konsekvensanalysen baserer seg på enkle parameter kombinert med en konservativ tilnærming til mulige påvirkninger oppdrettsanlegg kan ha på korallforekomster. Kombinasjonen synes langt på vei å kunne fungere som en robust tilnærming til utfordringene. Hvorvidt metoden vil benyttes i praksis og hvor godt den fungerer gjenstår å se.

4.2 Veien videre

Økt kunnskap og fremtidige studier

I dag plasseres ofte oppdrettsanlegg ved dypere hardbunnsområder og dette er områder hvor man kan forvente å finne koraller og svamper. Svamper og koraller kan ha et langt livsløp med sakte vekst, noe som gjør dem spesielt sårbare ovenfor menneskelig påvirkning (Hansen m. fl., 2012). Til nå, er det ikke funnet noen studier som omhandler hvordan oppdrettsanlegg kan påvirke koraller eller svamper. En aktuell problemstilling vil være å undersøke hvordan sedimentering kan påvirke koraller og svamper og distansene for ulike påvirkningssoner.

Pågående aktiviteter

Havforskningsinstituttet er nå i startfasen av en studie som bl.a. skal undersøke hvorvidt og hvordan oppdrettsanlegg kan påvirke svamper (*Geodia barretti*) og koraller (*L. pertusa*). Individuer av *G. barretti* og *L. pertusa* vil bli plassert i ulike distanser fra flere oppdrettsanlegg. Distansene vil trolig være fra 25 m til 1 km avstand fra anlegget. Resultatene fra studien kan forhåpentligvis gi mer kunnskap om interaksjonen mellom koraller og oppdrett, og hvordan og ved hvilke avstander man kan forvente at oppdrett vil ha innvirkninger koraller og svamper (Kutti pers. med.).

Havforskningsinstituttet skal også undersøke hvorvidt endringer i respirasjonsraten til korallområder kan brukes som økologisk kvalitetsmål. Respirasjonsraten vil være forholdsvis enkel å måle, og hvis man kan stadfeste normalverdiene/grenseverdiene

for respirasjonsraten for et gitt korallområde kan endringer i denne antyde endringer i korallsamfunnet (Kutti pers. med.).

Lophelia-rev kan være viktig for omsetning av partikulært organisk materiale (Mortensen m. fl., 2005) og preliminare studier viser til at koraller omsetter omtrent 30 ganger mer organisk karbon i forhold til bakgrunnsfaunaen. Så den økologiske funksjonen til koraller kan kanskje også sees i forhold til deres rolle i karbonsyklusen (Kutti pers. med.).

Andre prosjekter som omhandler koraller er nevnt i kapittel 6.

5 KONKLUSJON

Basert på gjeldene kunnskap om koraller i kombinasjon med enkle metoder for en objektiv konsekvensanalyse, har arbeidet resultert i en enkel og oversiktlig metode som kan benyttes til å legge føringer ved etablering eller utvidelse av oppdrettslokaliteter i nærheten av korallforekomster.

Korallarter og antall lett synlige kolonier legger føringer for verdisetting av korallforekomsten (Tabell 3.1).

Et anleggs mulige påvirkning på korallforekomsten foreslås knyttet opp mot forekomstens horisontale distanse fra anlegget (Tabell 3.2).

Konsekvensanalysen ble benyttet i forbindelse med en korallforekomst undersøkt i denne studien. Funnene indikerer at ulike korallarter kan sameksistere med oppdrettsvirksomhet innenfor den her foreslåtte yttergrensen for mulig påvirkning fra oppdrettsanlegg (1 km). Funnene støtter ønsket om at konsekvensanalysen skal legge konservative føringer for mulige påvirkninger.

Tilnærmingen synes å kunne være et nyttig verktøy både for miljømyndigheter og næringsutøvere med tanke på å legge føringer i forhold til korallforekomster i nærheten av planlagt oppdrettsvirksomhet.

Et viktig moment her er at metoden ikke krever ytterligere metodikk eller spesialkompetanse utover en beskrivelse av korallforekomsten (art og antall kolonier) fra for eksempel ROV film. Sammen med et noenlunde overslag over hvor korallene befinner seg i forhold til anlegget, kan metoden benyttes av alle parter. Det understrekes at metoden skal vurderes opp mot skjønsmessige kriterier. Metoden er dynamisk og bør til en hver tid tilpasses dagens kunnskapssituasjon.

6 RESSURSER PÅ INTERNETT

Ulike nettsider

MAREANO prosjektet: <http://www.mareano.no/start>

CORDINO prosjektet: <http://www.bccs.uni.no/units/efg/projects/cordino/>

Miljøverndepartementets temaside om korallrev:

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/tema/hav--og-vannforvaltning/kaldtvannskorallrev.html?id=415047>

The International Coral Reefs Initiative (ICRI): <http://www.icriforum.org/>

The Coral Risk Assessment, Monitoring and Modelling (CORAMM) project:

<http://www.irccm.org/coramm/CORAMM.htm>

Kartdatabaser for registrerte korallforekomster i Norge

Fiskeridirektoratet: <http://kart.fiskeridir.no/default.aspx?gui=1&lang=2>

Direktoratet for naturforvaltning (DN) sin Naturbase:

http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/NB3_viewer.asp

MAREANO: <http://www.mareano.no/kart/viewer.php>

7 REFERANSER

- Aure, J. og Skjoldal, H. R. (1997). OSPAR Common Procedure for Identification of Eutrophication Status: Application of the Screening Procedure for the Norwegian coast north of 62°N (Stad – Russian border). 23 s.
- Bodvin, T., Knutsen, J. A. og Knutsen, H. (2007) Verdiklassifisering av marine naturtyper – et eksempel. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 2-2007. Kyst og havbruk 2007, kapittel 1.8, side 42-44.
- Carroll, M. L., Cochrane, S., Fieler, R., Velvin, R. and White P. (2003). Organic enrichments of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, managements practices, and monitoring techniques. *Aquaculture* 226: 165-180.
- Chen, Y. - S., Beveridge, M. C. M., Telfer, T.C. and Roy, W. J. (2003). Nutrient leaching and settling rate characteristics of the faeces of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and the implications for modelling of solid waste dispersion. *J. Appl. Ichthyology* 19: 114–117.
- Direktoratet for naturforvaltning (2007a). Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN Håndbok 19-2001. (Revidert 2007). 51 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (2007b). Kartlegging av naturtyper – Verdisetting av biologisk mangfold. DN Håndbok 13 2. utgave 2006. (Revidert 2007). 340 s.
- Direktoratet for naturforvaltning (2008). Utredning om behov for tiltak for koraller og svampesamfunn. Rapport 2008-4. 30 s.
- Dons, C. (1944). Norges korallrev. Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Forhandlinger 16, side 37-82.
- Forskning.no (2009). Tema. Koraller kan leve i flere tusen år. [Sisert 28.03.2011]. Tilgjengelig fra <http://www.forskning.no/artikler/2009/mars/216032>
- Fosså, J. H. (2010). Habitatpåvirkning. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 1-2010. Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet, s. 38-41.
- Fosså, J. H., Lindberg, B., Christensen, O., Lundälv, T., Svellingen, I., Mortensen, P. B. og Alvsvåg, J. (2005). Mapping of *Lophelia* reefs in Norway: experiences and survey methods. Side 359-391. *Cold -water Corals and Ecosystems*. Freiwals A. Roberts J. M. (eds), Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Erlangen Earth Confrences Series, 2005, III.
- Fosså, J. H., Mortensen, P. B. og Furevik, D. M. (2000). *Lophelia*-korallrev langs norskekysten forekomst og tilstand. *Fisken og Havet*, nummer 2-2000, side 1-94.
- Fosså, J. H., Mortensen, P. B., og Furevik, D. M. (2002). The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia* 471: 1-12, 2002.
- Fredriksen, S., Husa, V., Skjoldal, H. R., Sjøtun, K., Christie, H., Dale, T. og Olsen Y. (2012) Ingen regional overgjødning på Vestlandet. *Fisken og havet*, særnr. 1-2012, side 31-34.

- Freiwald, A., Fosså, J. H., Grehan, A., Koslow, T. and Roberts M. (2004). Cold-water Coral Reefs. UNEP-WCMC, Cambridge, UK, 1-86.
- Gass, S. E. and Roberts J. M. (2005). The occurrence of the cold-water *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony growth, recruitment and environmental controls on distribution. Marine Pollution Bulletin, Vol. 52, issue 5, pp. 549-559.
- Hansen, P. K., Husa V., Bannister, R. (2012). Fiskeoppdrett påvirker hardbunnsamfunn. Fisken og havet, særnr. 1-2012, side 28-30.
- Hektoen, H., Berge, J. A., Hormazabal, V. and Yndestad, M. (1995). Persistence of antibacterial agents in marine sediments. Aquaculture 133 (1995) 175-184.
- ICES (2009). Report of the ICES/NAFO Joint Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC), 9-13 March 2009, ICES CM 2009\ACOM:23. 94 pp.
- ICES (2010). Report of the ICES/NAFO Joint Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC), 22-26 March 2010, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2010\ACOM:26. 160 pp.
- Kutti, T., Ervik, A. and Hansen, P. K. (2007a). Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes. Aquaculture 262: 367-381.
- Kutti, T., Hansen, P. K., Ervik, A., Høisæter, T. and Johannessen, P. (2007b). Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition. Aquaculture 262(2-4): 355-366.
- Kutti, T., Ervik, A. and Høisæter, T. (2008). Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity. Aquaculture 282: 47-53.
- Kutti, K. og Olsen, S. A., (2007). Oppdrett stimulerer dyreliv i havet. Kyst og havbruk 2007. Fisken og havet, særnr. 2-2007, kapittel 3.12.2, side 195-197.
- Kvalsund, R. og Chapman, A. (2011). Gjennomgang av videofilm frå lokalitet Jelkrem med fokus på korallar. Oppdrag for Miljøavdelinga hjå Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Runde Miljøsender, 11 s.
- Langford, K. H., Øxnevad, S., Schøyen, M. and Thomas, K. V. (2011). Kartlegging av veterinærlegemidler brukt i akvakultur – diflubenzuron og teflubenzuron. Environmental screening of veterinary medicines used in aquaculture – diflubenzuron and teflubenzuron. (NIVA-rapport 6133-2011). 51 s.
- Larsson, A. I. and Purser, A. (2011). Sedimentation on the cold-water coral *Lophelia pertusa*: Cleaning efficiency from natural sediments and drill cuttings. Marine Pollution Bulletin 62, 1159-1168.
- Mortensen, P. B. (2005). Koraller og andre sårbare bunnhabitater. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 1-2005. Havets resurser og miljø 2005, kapittel 2.3.2, side 61-63.
- Mortensen, P. B. og Alvsvåg, J. (2007). Korallrev i fjorden og langs kysten – naturperler med spesielt behov for vern. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 2-2007. Kyst og havbruk 2007, kapittel 1.6, side 35-37.

- Mortensen, P. B. og Buhl-Mortensen, L. (2004). Distribution of deep-water gorgonian corals in relation to benthic habitat features in the Northeast Channel (Atlantic Canada). *Marine Biology*, 144: 1223-1238.
- Mortensen, P. B. og Buhl-Mortensen, L. (2005). Morphology and growth of the deep-water gorgonians *Primnoa resedeaformis* and *Paragorgia arborea*. *Marine Biology*, 147: 755-788.
- Mortensen, P. B. og Fosså, J. H. (2006) Species diversity and spatial distribution of invertebrates on deep-water *Lophelia* reefs in Norway. Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium. Okinawa, Japan, pp. 1849-1868.
- Mortensen, P. B., Fosså, J. H., Alsvåg, J. og Buhl-Mortensen, L. (2005). Viktige bunnhabitater i Norskehavet. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 1-2005. Havets resurser og miljø 2005, kapittel 3.3.1, side 122-124.
- Mortensen, P. B. og Rapp, H. T. (1998) Oxygen and carbon isotope ratios related to growth line patterns in skeletons of *Lophelia pertusa* (L) (Anthozoa, Scleractinia): Implications for determinations of linear extensions rates. *Sarsia* 83: 443-446.
- Mortensen, P. B. og Storeng, A. B. (2010). Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampesamfunn. Havforskningsinstituttets Fisken og Havet, særnummer 1b-2010. Forvaltningsplan Barentshavet, rapport fra overvåkningsgrupper 2010, kapittel 4.72, side 34-36.
- Oug, E. og Mortensen, P. B. (2010) Norsk rødliste for arter, Koralldyr, Anthozoa. S.191-197
- OSAPAR Commission (2011). Background document on Ecological Quality Objectives for threatened and/or declining habitats. S. 1-41.
- Rapp, H. T. og Sneli, J. A. (1999) *Lophelia pertusa* – Myths and reality (abstrakt). 2nd Nordic Marine Sciences Meeting, Hirtshals, 2-4 Mars 1999.
- Riegl, B. (1995). Effects of sand deposition on scleractian and alcyonacean corals. *Marine Biology*. 121: 517-526.
- Roberts, J. M., Wheeler, A. J. and Freiwald, A. (2006). Reefs of the deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems. Review. *Science* 312, 543-547.
- Selvik, A., Hansen, P. K., Ervik, A. and Samuelsen, O. B. (2002). The stability and persistence of diflubenzuron in marine sediments studied under laboratory conditions and the dispersion to the sediment under a fish farm following medication. *The Science of the Total Environment* 285: 237-245.
- Solberg, C. B., Sæthre, L. and Julshamn, K. (2002). The effect of copper-treated net pens on farmed salmon (*Salmo salar*) and other marine organisms and sediments. *Marine Pollution Bulletin* 45 (2002) 126–132.
- Statens Vegvesen (2006). Konsekvensanalyser – Veiledning. Håndbok 140. 292 s.
- Stigebrandt, A., Aure, J., Ervik, A. and Hansen, P. K. 2004. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming. III: A model for estimation of the holding capacity in the Modelling – Ongrowing fish farm – Monitoring system. *Aquaculture* 234: 239-261.

8 HURTIGOPPSLAG FOR TABELLER

Konsekvensanalysen tar utgangspunkt i en tre trins prosedyre beskrevet i håndboken til Statens Vegvesen (2006). Vurderingen blir gitt langs en glidende skala.

NB! I hvert enkelt tilfelle bør det foretas en skjønnsmessig vurdering basert på bl.a. strømretning, strømstyrke og topografiske forhold.

Trinn 1: Registrering og vurdering av korallenes verdi

Korallforekomstens verdi bestemmes til liten, middels eller stor etter tabellen nedenfor.

Verdisetting av koraller basert på koralltypens natur og antall kolonier.

Naturtype, korall	Antall kolonier	Verdisetting
<i>Lophelia</i> -rev	Alle, uansett størrelse og antall	Stor
Sjøtre	> 20	Stor
Risengrynskorall	> 100	Stor
Sjøtre	4 - 20	Middels
Risengrynskorall	20 - 100	Middels
Sjøtre	< 4	Liten
Risengrynskorall	< 20	Liten

Trinn 2: Anleggets omfang

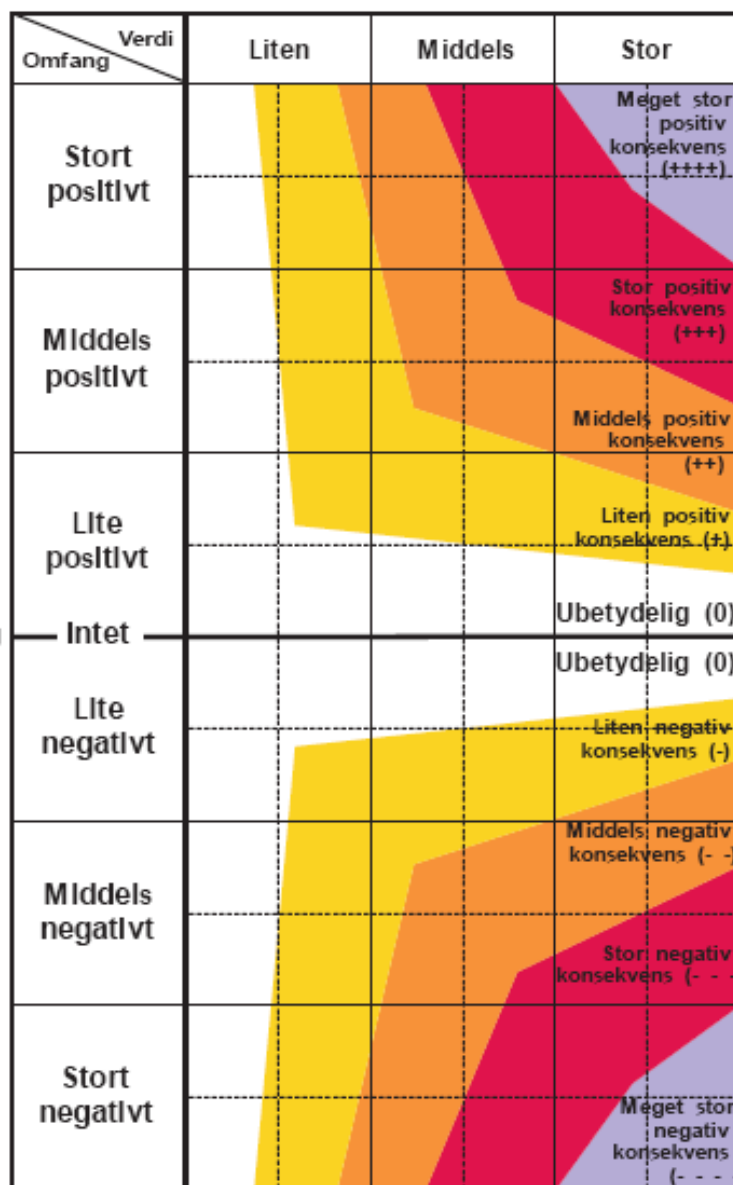
Korallforekomstens horisontale distanse fra anlegget legger føringer for hvordan anlegget ventes å påvirke korallforekomsten, se tabellen nedenfor.

Ventet påvirkningsgrad anlegg kan ha på koraller.

Distanse fra anlegg	Ventet sedimentering	Ventet effekt
< 250 m	Betydelig. Kan ikke se bort fra at koraller vil bli delvis begravd og på den måten få redusert vekst eller dø ut som følge av dette.	Stor negativ
250 m - 1 km	Avhengig av lokale forhold kan en ikke se bort fra at sedimentering innenfor denne distansen fra anlegget kan ha negative konsekvenser.	Middels negativ
> 1 Km	Sedimenteringsratene ventes ikke å være over naturlig nivå ved denne avstanden.	Ingen effekt

Trinn 3: Samlet konsekvensanalyse

Her kombineres resultatene fra Trinn 1 og Trinn 2 for å få en samlet ventet konsekvensanalyse. Korallforekomstens verdi, fra Trinn 1, settes inn langs x-aksen, og ventet omfang/påvirkningsgrad fra anlegget, Trinn 2, settes inn den vertikale y-aksen. Der hvor verdiene krysser hverandre indikerer konsekvensviften den ventede konsekvensen, se Figur.



Figur Konsekvensvifte viser konsekvensen for anlegget ved å sammenstille korallenes verdi med ventet effekt (figur fra Statens Vegvesen, 2006).



MØREFORSKING

MØREFORSKING MARIN
Postboks 5075, NO-6021 Ålesund

Telefon +47 70 11 16 00
Telefaks +47 70 11 16 01

epost@mfaa.no
www.moreforsk.no



HØGSKOLEN I ÅLESUND

HØGSKOLEN I ÅLESUND
Serviceboks 17, NO-6025 Ålesund

Telefon +47 70 16 12 00
Telefaks +47 70 16 13 00

postmottak@hials.no
www.hias.no