



DET NORSKE VERITAS

Rapport

Undersøkelser av kaldtvannskoraller i Sandsfjorden



Norsk Stein AS

Rapportnr. 2014-0703
Rev. 00, 2014-06-30



Undersøkelser av kaldtvannskoraller i Sandsfjorden	DET NORSKE VERITAS AS P.O.Box 300 1322 Høvik, Norway Tlf: 67 57 99 00 http://www.dnv.com Org. nr.: NO 945 748 931 MVA
Oppdragsgiver: Norsk Stein AS Berakvam 4234 Jelsa Norway	
Oppdragsgivers referanse: Odd Hodtvedt	

Dato for første utgivelse:	2014-06-30	Prosjektnr.:	PP099212
Rapportnr.:	2014-0703	Organisasjonsenhet:	Environmental Risk Management
Revisjon nr.:	00	Emnegruppe:	Resipientovervåking

Sammendrag:

DNV GL har på vegne av Norsk Stein AS utført en visuell undersøkelse av havbunnen ved ulike lokaliteter i Sandsfjorden (Midtsund, Straumbergsundet og Bjørnavågen). Undersøkelsen ble utført ved hjelp av fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) og hadde spesielt fokus på å kartlegge eventuell tilstedeværelse av koraller.

Utarbeidet av:	Navn og tittel Øyvind Fjukmoen Seniorkonsulent/ Marinbiolog	Signatur
Verifisert av:	Navn og tittel Sam Arne Nøland Senior Principal Consultant	Signatur
Godkjent av:	Navn og tittel Tor Jensen Seksjonsleder	Signatur

<input checked="" type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, men fri distribusjon innen DNV etter 3 år	Indekseringstermer	
<input type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Nøkkelord	Visual mapping, corals, ROV, sedimentation
<input type="checkbox"/>	Strengt konfidensiell	Service-område	Miljøovervåking
<input type="checkbox"/>	Fri distribusjon	Markeds-segment	Industri

Revisjon nr. / Dato:	Årsak for utgivelse:	Utarbeidet av:	Godkjent av:	Verifisert av:



Innholdsfortegnelse

1	KONKLUDERENDE SAMMENDRAG	1
2	INTRODUKSJON OG FORMÅL	1
3	METODE.....	3
4	RESULTATER	5
4.1	Generelt	5
4.2	Fauna	5
4.3	Registreringer av nedslamming.....	7
5	DISKUSJON	9
5.1	Nedslamming og mengde partikler i vannet	9
5.2	Rødlistede fauna.....	10
5.3	Effekter av nedslamming på fauna.....	11
6	REFERANSER	12



1 KONKLUDERENDE SAMMENDRAG

DNV GL har på vegne av Norsk Stein AS utført en visuell undersøkelse av sjøbunnen ved ulike lokaliteter i Sandsfjorden (Midtsundet, Straumbergsundet og Bjørnavågen). Undersøkelsen ble utført ved hjelp av fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) og hadde spesielt fokus på å kartlegge eventuell tilstedeværelse av koraller.

Generelle funn:

- Det ble registrert rødlistede koraller på 4 av 10 lokaliteter undersøkt. I Midtsundet besto funnene av små revformasjoner med *Lophelia pertusa* og *Paragorgia arborea*. På de tre andre lokasjonene dreide funnene seg om enkeltindivider av henholdsvis *L. pertusa*, *P. arborea* og *Swiftia pallida*.
- Korallene ble registrert på bergvegger ved 70-95 meters dyp og virket friske.
- Mengde sedimentering bar preg av å være noe høyere i områder i nærheten av Norsk Stein sin virksomhet, uten at dette er kvantifisert.
- Basert på helsetilstand til koraller observert i Sandsfjorden (generelt god), deres toleranse for nedslamming, deres avstand fra utslippspunkt samt utslippshistorikk virker det lite sannsynlig at overlevelse av de observerte korallene i særlig grad vil påvirkes av utslipp fra Norsk Stein.

2 INTRODUKSJON OG FORMÅL

Norsk Stein AS er en av Europas største leverandører av bygningsmaterialer og har flere steinbrudd i Norge. Steinbruddet Jelsa ved Berakvam i Suldal (Figur 2-1), har over 25 års historie og leverer årlig omtrent 10 millioner tonn tilslag til europeiske markeder. Bergarten granodioritt som leveres fra Jelsa brukes blant annet i betong og asfaltindustrien, ved skinnelegging til vei-fundamentering og vannkonstruksjoner on- og offshore.

I hele driftsperioden har det vært tilførsel av mineralske restprodukter fra driftsområdet og steinbruddet til sjøen ved diffus avrenning fra bruddet, prosessvann via ledning og utfylling fra land i Kvednavika. Norsk Stein har nylig fått tillatelse til å slippe ut prosessvann (og diffus avrenning) via ledning på 10 m dyp i Kvednavika. Kravet i utslippstillatelsen er at dette vannet ikke skal inneholde mer enn 100 mg/l suspendert stoff i gjennomsnitt på årsbasis. I tillegg har Norsk Stein tillatelse til å fylle ut fra land i Kvednavika overskuddsmasse med kornstørrelse fra leire og opp til 2mm (kalt 0/2-fraksjon), med en årlig mengde på maksimalt 150.000 tonn. Utfyllingen skjer fra land innerst i vika. Det er etablert en siltgardin på utsiden som skal hindre spredning av mineralske partikler i overflatevannet fra Kvednavika til selve Sandsfjorden. Tillatelsen er basert på en årlig produksjon av 10 mill. tonn per år.

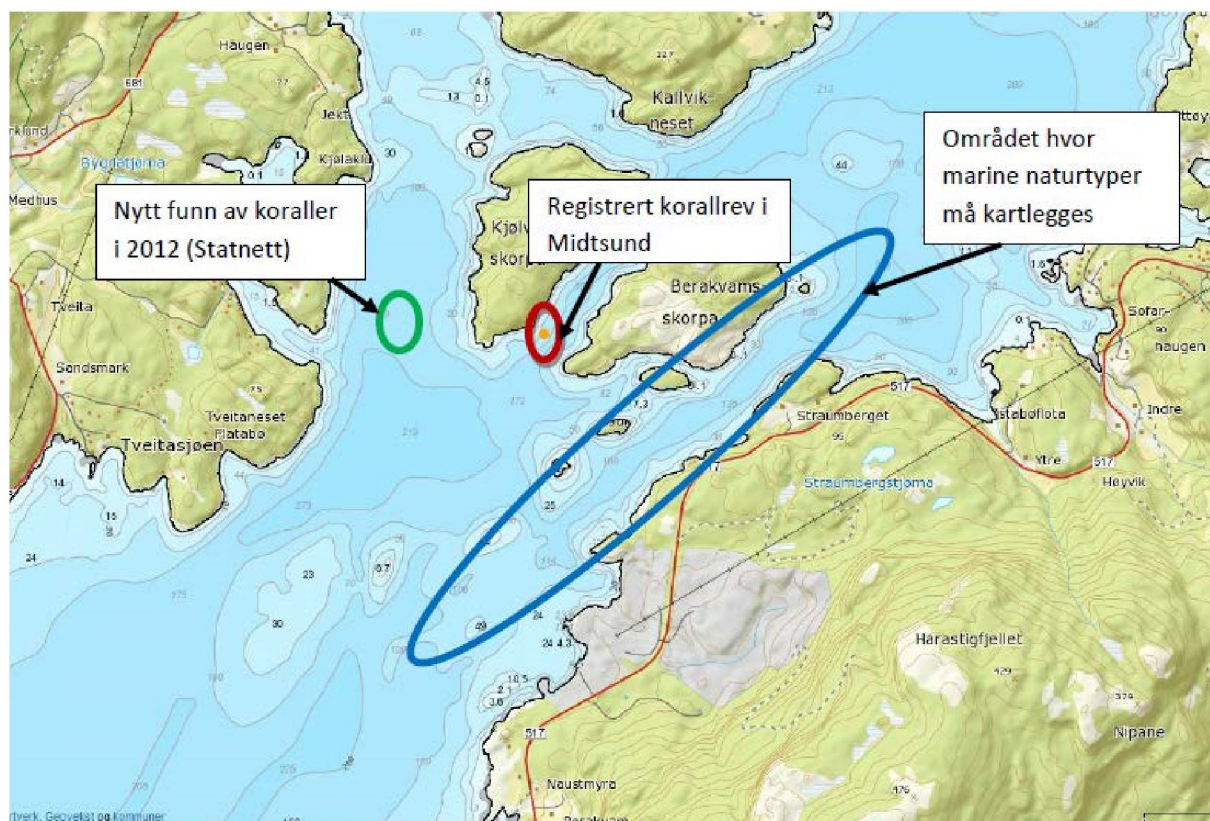
I Sandsfjorden er det tidligere registrert koraller i Midtsundet samt ved Bjørnavågen. I vilkår for utslippstillatelse har Fylkesmannen i Rogaland satt frem krav om at det skal utføres en kartlegging av dagens tilstand på sjøbunnen i nærområdet til Norsk Stein, med særlig fokus på koraller (se Figur 2-2). Tidligere resipientundersøkelser og modellering av partikkelspredning utført av NIVA har konkludert at det ikke kan sannsynliggjøres at turbiditet, som følge av utslipp fra Norsk Stein as, kan påvirke korallene i Midtsundet. I følge Fylkesmannen i Rogaland bør

korallforekomster i Midtsundet fungerer som et referanseområde for et eventuelt korallrev i Straumbergundet. Det er ønskelig at en visuell undersøkelse identifiserer om det foregår en nedslamming av korallene med mineralsk materiale. Målsettingen ved kartlegging bør være både ut fra taksonomisk kunnskap å identifisere hvilke arter som befinner seg i sundene i Sandsfjorden og kunne ut fra kjennskap til deres økologi si noe om hvor følsomme de er for partikkelpåvirkning.

DNV GL utførte en visuell undersøkelse av utvalgte lokaliteter i Sandsfjorden, med fokus på koraller i februar 2014. Funn fra undersøkelsen er presentert i denne rapporten.



Figur 2-1: Norsk Stein AS på Berakvam.



Figur 2-2: Kart over resipienten som viser registrert korallrev i Midsund og et område der kartlegging av marine naturtyper (med fokus på Korall) er ønsket (katt fra omhulstekt/fiskeridirektoratets kartverktøy).

3 METODE

Feltarbeidet i Sandsfjorden ble utført i perioden 25-27/2 2014. Arbeidet ble utført fra fartøyet «Scallop» (Kvitsøy Sjøtjenester). Personell som var med var:

Tormod Glette, DNV GL – Prosjektleder

Øyvind Fjukmoen, DNV GL – ROV pilot/biolog

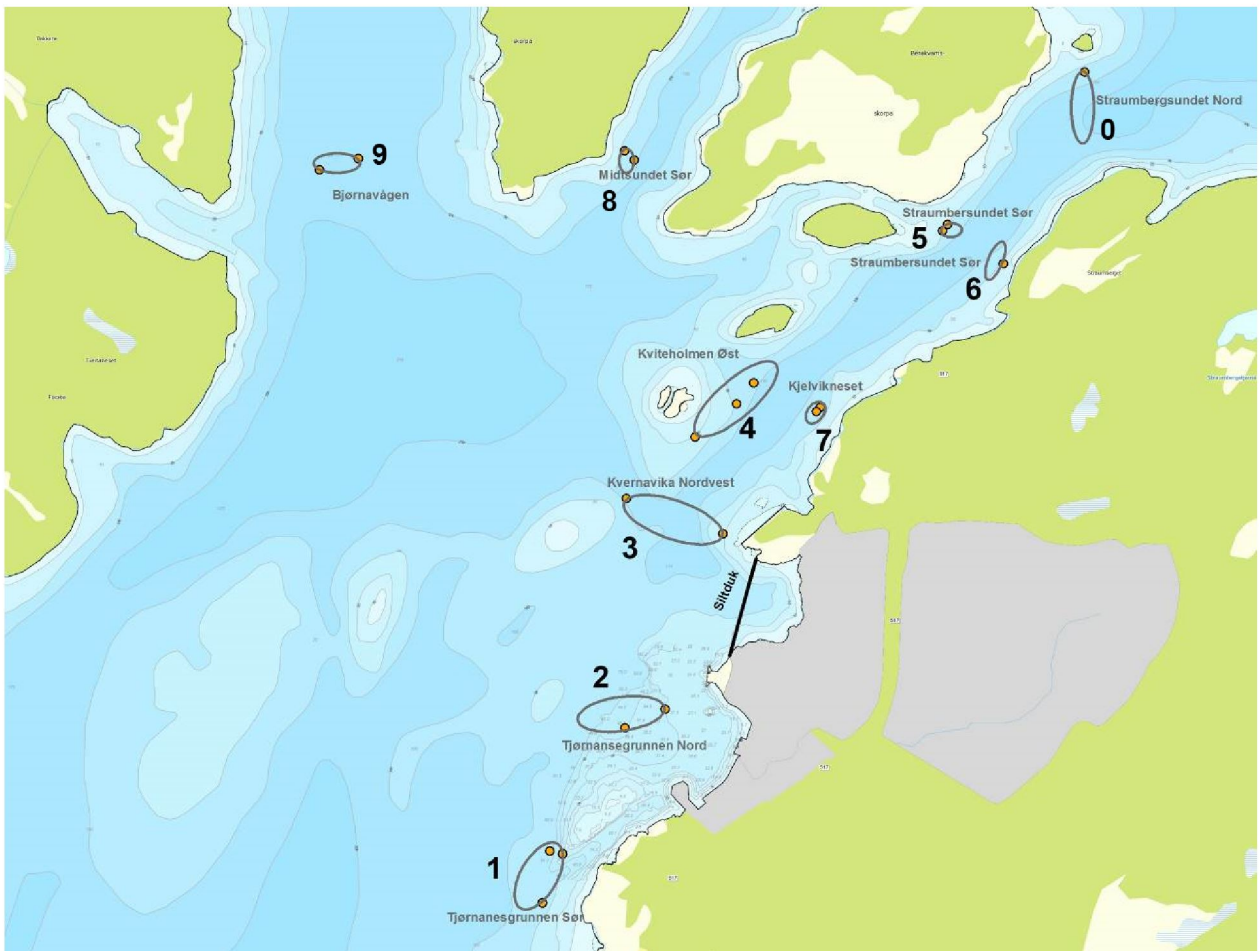
Tom Roger Børvik, Kvitsøy Sjøtjenester, båtfører

ROV (Remotely Operated Vehicle) som ble benyttet under kartleggingen var av typen Seabotix vLVB300. Omtrentlig posisjonsangivelse til undervannsfarkost ble registrert basert på beregninger fra overflatefartøys GPS posisjon i OLEX kartplotter.

Til sammen ble 10 ulike områder i Sandsfjorden undersøkt visuelt med ROV (se Figur 3-2 og Tabell 3-1). Videomateriale fra hvert sted ble samlet inn og er lagret i DNV GL's arkiver. På hvert undersøkelsesområde ble havbunnen langs hele dybdeintervallet som fantes filmet. Fjellvegger ble undersøkt vertikalt og horisontalt for å sjekke om det kunne være korallforekomster. Funn av svamp og andre faunagrupper ble og registrert. Mengde sedimentering/nedslamming på de ulike lokaliteter ble undersøkt.



Figur 3-1: Fartøy og ROV type brukt under kartlegging i Sandsfjorden februar 2014.



Figur 3-2: Kart over undersøkte områder i Sandsfjorden.

Tabell 3-1: Tabell over posisjoner for utsetting og opptak ROV.



Survey#	Område	ROV ned	ROV opp
0	Strømbergsundet Nord	59*23.336 Nord, 006*03.660 Øst	-
1	Sør av Tjørnanesgrunnen	59*22.141 Nord, 006*02.208 Øst	59*22.064 Nord, 006*02.194 Øst
2	Nord av Tjørnanesgrunnen	59*22.360 Nord, 006*02.525 Øst	59*22.329 Nord, 006*02.410 Øst
3	Nordvest av Kvernavika	59*22.625 Nord, 006*02.669 Øst	59*22.671 Nord, 006*02.385 Øst
4	Øst av Kviteholmen	59*22.767 Nord, 006*02.576 Øst	59*22.819 Nord, 006*02.693 Øst
5	Strømbergsundet Sør, Vestside	59*23.009 Nord, 006*03.449 Øst	59*23.009 Nord, 006*03.449 Øst
6	Strømbergsundet Sør, Østside	59*23.090 Nord, 006*03.267 Øst	59*23.100 Nord, 006*03.281 Øst
7	Kjelvikneset	59*22.819 Nord, 006*02.935 Øst	59*22.813 Nord, 006*02.926 Øst
8	Midtsundet sør	59*23.188 Nord, 006*02.335 Øst	59*23.175 Nord, 006*02.364 Øst
9	Nordøst av Bjørnavågen	59*23.159 Nord, 006*01.563 Øst	59*23.140 Nord, 006*01.452 Øst

4 RESULTATER

4.1 Generelt

Undersøkelsen omfattet områder fra sublittoralen (under tidevannssonen) ned til flat sjøbunn i de dypeste deler av Sandsfjorden. Det undersøkte substratet varierte fra grus/ sand til blokker og fjellvegger og sjøbunn dominert av mudder. Det ble registrert et generelt rikt dyreliv på bunnen av Sandsfjorden. Faunatyper varierte fra sted til sted avhengig av dyp og strømeksponeering samt tilgjengelig substrat.

4.2 Fauna

Det ble registrert rødlistede koraller på 4 av de undersøkte lokalitetene (rødlistede i kategori NT-nær truet i henhold til Norsk Rødliste for arter, Kolås, Viken et. al., 2010). Funn av koraller er presentert i Tabell 4-1 og Figur 4-1. De største funn av koraller ble gjort i område 5. Her var det lokalt avgrensede forekomster av *Lophelia* med kolonier som bredte seg utover områder på henholdsvis <math><15\text{ m}^2</math> og $15\text{-}25\text{ m}^2$ totalt sett. Det største området hadde omtrent 30 cm revstruktur under de levende *Lophelia* koloniene som sammen dannet et tynt rev på bergveggen. Koraller ble funnet langs bergvegger på 70-95 meters dyp, det er tydelig at vannmasser på dette dypet hadde vanntemperaturer og strømeksponeering som var foretrukket av koraller. De fleste koraller ble funnet på bergvegger 1-2 meter over flat havbunn og oftest på utstikkere av bergvegger hvor strøm gjerne forsterkes. Korallenes preferanse for disse områdene kan trolig forklares av at det vil være gunstig tilgang på fødepartikler som korallene livnærer seg av her. Korallene i Sandsfjorden virket å være friske. Sjøtreet ved område 4 kan være interessant å overvåke med tanke på nedslamming.

Observasjonene sannsynliggjør at det finnes flere *Lophelia* og *Paragorgia* samt spredte forekomster av *Swiftia pallida* på utstikkende bergvegger rundt 70-100 meters dyp. Det ble ikke registrert koraller ved Bjørnavågen i denne undersøkelsen, selv om det ble gjort funn av koraller

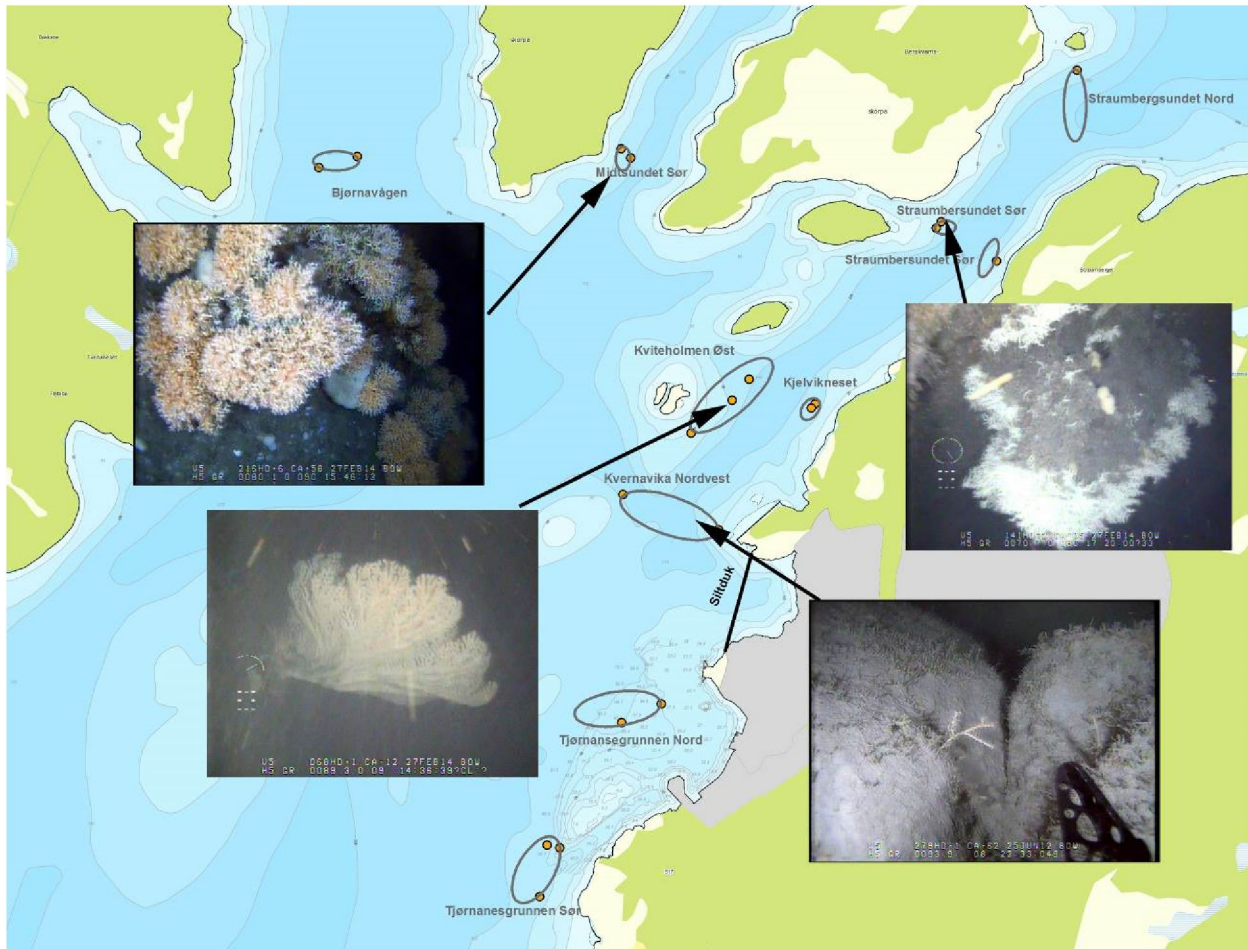


her av Statnett i 2012. Da DNV GL undersøkte lokaliteten ble det funnet enkelte oppstikkende strukturer av berggrunn med påvekster av viftesvamp (*Phakellia*) og *Antho dichotoma* svamp som kan likne noe på forgrenede koraller. Det bør verifiseres hva de tidligere korallfunnene i dette området består av.

Tabell 4-1: Registreringer av rødlistede koraller på undersøkte lokaliteter i Sandsfjorden.

Område	Korallregistreringer	Andre kommentarer
Midtsundet Sør	Flere kolonier <i>Lophelia pertusa</i> , hvit og orange fargetype ved 80 meters dyp. Generelt god helsetilstand. 2 hovedområder langs bergveggen. Område A (mot øst): 5 <i>Paragorgia</i> individer, 3 frittstående <i>Lophelia</i> kolonier (0,25-0,5m ²) samt 15-25 m ² område/rev med flere mindre kolonier. Underliggende rev struktur ca 30 cm høy. Område B (10 meter vest for område A): 2 <i>Paragorgia</i> individer samt sammenhengende område med ~15 små kolonier (25*25*25cm) <i>Lophelia</i> på bergveggen. Ikke underliggende eldre rev-struktur.	Relativt kraftig strøm ved ustikkende bergvegg, her var korallene tettest.
Strømbergsundet Sør, Østside (omr 5)	<i>Lophelia pertusa</i> koloni (~0,5*1,0m), hvit type, god kondisjon på fjellvegg ca 70 meters dyp.	-
Øst av Kviteholmen (omr. 4)	Sjøtre, <i>Paragorgia arborea</i> på bergvegg 90 m dyp.	Posisjon sjøtre: 59*22.852 Nord, 006*02.740 Øst
Nordvest av Kvernavika (omr 3)	Individer av korallen <i>Swiftia pallida</i> på berg, 90 m dyp.	Omtrent 160 meter fra utside av siltgardin, tydelig mer nedslammet bergvegg enn andre lokaliteter.

Steinblokker og fjellvegger på de undersøkte lokalitetene hadde generelt spredte forekomster av hardbunnssvamper (*Phakellia*, *Axinella*, *Hymedesmia*, *Mycale*, og *Antho dichotoma*) samt crinoider (sjøliljer). På havbunnen generelt ble det registrert spredte til høye forekomster av sjøpølse (*Parastichopus tremulus*) bløtbunnmuddersjøroser (*Bolocera tuedidae*) og reker (*Pandalus* spp.). På bløtbunnsområder generelt var det flekkvise tettheter av sjøfjær (*Virgularia mirabilis* og *Funiculina quadrangularis*).



Figur 4-1: Kart som viser korallfunn på undersøkte lokaliteter i Sandsfjorden 2014.

4.3 Registreringer av nedslamming

Det ble observert noe mer nedslamming i områdene i nærheten av Norsk Stein, da spesielt i områdene 2, 3 og 7, enn på stasjoner lenger bort fra anlegget. Mengde sedimentering på de ulike steder avhenger av helningsgrad på terrenget og småskala variasjoner i strømstyrke. Figur 4-2 viser noenlunde sammenlignbare horisontale flater fra de ulike områdene.



Strøbergundet Nord



Omr. 01



Omr. 02



Omr. 03



Omr. 04



Omr. 05



Omr. 06



Omr. 07



Midtsund



Bjørnavågen 170 m



Straumbergsundet Nord

Figur 4-2: Bilder av horisontale bergflater tatt på ulike lokaliteter, 50-65 meters dyp. Nederste to bilder viser sedimentering på svamp ved de ytre stasjoner Straumbergsundet Nord og Bjørnavågen (170 meter dyp).



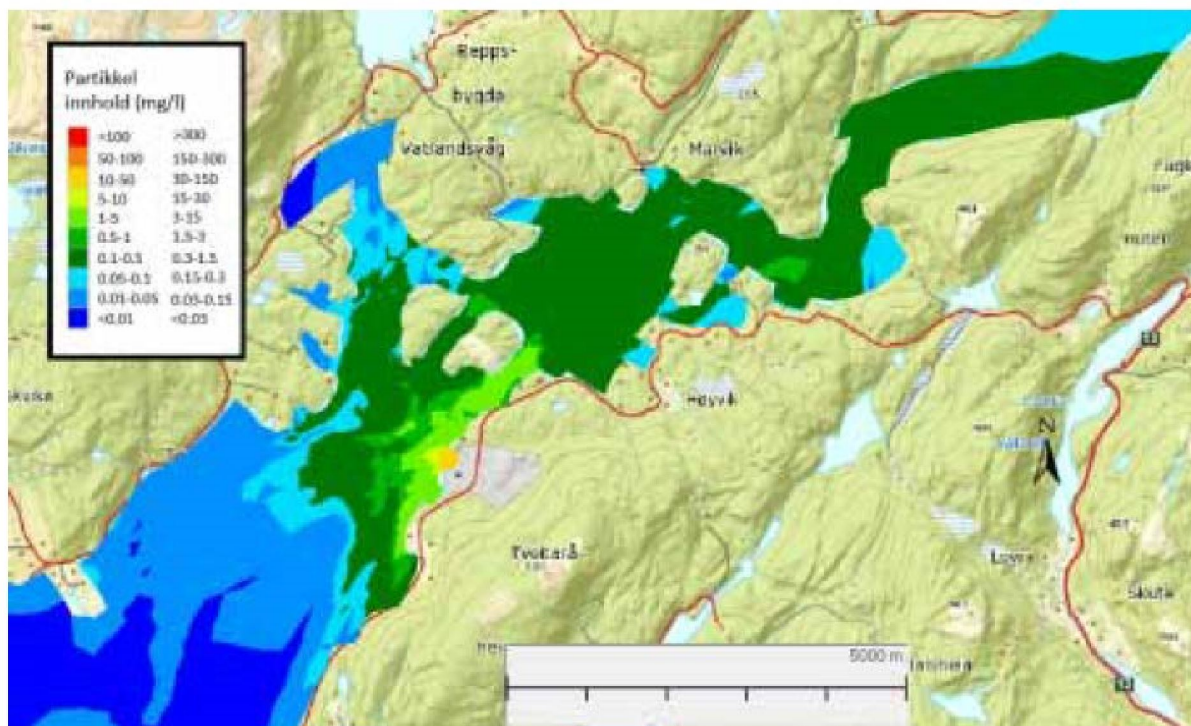
Det er vanskelig å gjøre nøyaktige sammenligninger av mengde sedimentering/nedslamming på de ulike lokalitetene basert på videomaterialet samlet inn under denne kartleggingen. Å skille naturlig sedimentering fra eventuell påvirkning fra Norsk Stein er også problematisk da fargen på materialet som sedimenteres ligner på det som kan forventes av naturlig sedimentering. Områdene 2, 3 og spesielt 7 hadde bergvegger med belegg av mer gråfarget materiale sammenlignet med de andre stasjoner, mens fargen på sedimenteringen virket å være noe mer brunfarget på de ytre stasjoner. En interessant observasjon var at det ble registrert svært få hardbunnssvamp (som for eksempel viftesvamp, *Phakellia*) på stasjonen rett utenfor siltgardinen (område 3). Svamp filtrerer vannmassene og vil kunne være sårbare ovenfor nedslamming. Det er forventet å se effekter på bunnen så nært som 160 meter fra utslippspunktet som område 3 var. Bilder av svamp i Figur 4-2 viser sedimentering på svamp fra de ytre stasjoner. Det er tydelig at det forekommer en del nedslamming i Sandsfjorden, hvor mye av dette som er naturlig og hvor mye som stammer fra Norsk Stein sin virksomhet er imidlertid vanskelig å slå fast basert på funn i denne undersøkelsen. Det forventes generelt ganske høy rate av naturlig sedimentering i fjorder.

5 DISKUSJON

5.1 Nedslamming og mengde partikler i vannet

NIVA (2013) har gjort en studie av partikkelspredning fra Norsk Stein sitt anlegg. I studien ble det modellert spredning av sediment samt gjort *In situ* målinger av turbiditet. Det ble også gjort analyser av bløtbunnnsfauna. Hovedkonklusjoner fra studien var at man kan forvente partikler fra virksomheten over et betydelig område, men at høyere partikkelkonsentrasjoner (~10 mg/l) kun forekommer i nærheten av anlegget. Opp mot 1 km ut fra anlegget på tvers av fjorden og opp mot 2 km oppover i Straumbergsundet. Resultat fra modelleringen er presentert i Figur 5-1. Da DNVGL filmet med ROV ble det ikke registrert tydelig forhøyede mengder partikler i vannet på noen av lokalitetene. Utstrekning av tydelig nedslammet sjøbunn (spesielt område 3 i nærheten av siltgardin) virker sammenfalle godt med modellert partikkelinnhold som vist i Figur 5-1.

Metoder for å finne ut mer om sedimenteringen i Sandsfjorden kan omfatte sedimentfeller og analyser av for eksempel mengde organisk materiale eller elektronmikroskopering av partikler (utsprengte partikler vil være annerledes enn naturlige partikler). For å finne ut hvor langt partikler kan spres fra anlegget kan det tilsettes såkalte tracere i utslippsrør. Dette er partikler med særegne egenskaper som vil gjenkjennes i prøvemateriale.



Figur 5-1: Modelleringsresultat fra NIVA (2013) som viser maksimalt partikkelinnhold langs bunn ved utslipp fra Norsk Stein, Sandsfjorden. Fargeskalaen angir partikkelkonsentrasjoni mg/l. Den ene benytter kalibreringsfaktor på 1,7 (venstre skala) og gir nedre grense for konsentrasjonene. Den andre benytter en kalibreringsfaktor på 5 (høyre skala) og gir en øvre grense for konsentrasjonene.

5.2 Rødlistede fauna

Det ble registrert rødlistede koraller i Sandsfjorden ved 4 lokaliteter. Tilstedeværelse av rødlistede arter brukes ofte i forvaltningssammenheng til å si noe om et områdes konservationsverdi. Norske rødlister for arter og naturtyper forholder seg til Den internasjonale naturvernorganisasjonen (IUCN) sine retningslinjer for rødlisting, hvor arter klassifiseres til kategorier basert på en vurdert risiko for utdøing. Artene *Lophelia pertusa*, *Paragorgia arborea* og *Swiftia pallida* som er funnet i Sandsfjorden er alle klassifisert i kategori NT, «Nær Truet» i Norsk Rødliste for arter (Kolås et.al, 2010). Rødlisting av fauna sier ingenting om faunaens toleranse ovenfor for eksempel sedimentering.

Sjøfjær samfunn som ble observert i Sandsfjorden kan regnes å falle inn under det truede OSPAR habitatet «sea pen and burrowing megafauna» (OSPAR, 2010), da spesielt i områder hvor det forekommer mye sjøfjær sammen med sjøkreps (*Nephrops norvegicus*). Det er fortsatt usikkerheter om hvorvidt habitattypen bør gjelde på samme måte som habitattyper oppført i Norsk rødliste for naturtyper (sjøfjær samfunn er ikke nevnt i denne). I DNV GL's erfaring er havbunn med sjøfjær relativt vanlig i fjorder med mudderbunn.

5.3 Effekter av nedslamming på fauna

Det ble i NIVA (2013) konkludert med at bløtbunnssamfunnene på de undersøkte stasjonene (nærmeste ~1 km fra utslipp fra Norsk Stein) var friske og at man ikke kunne se negativ påvirkning fra eventuelt nedslamming av bløtbunnsbunns habitater. For koraller ble det trukket frem at det sannsynligvis kan forventes periodevis høye turbiditetsverdier (over 15 mg/l) i Straumbergundet, men ikke i Midtsundet. Det ble antatt at overlevelse av koraller i Straumbergundet ikke vil bli påvirket av utslippet fra Norsk Stein, men at datagrunnlaget for denne antagelsen var lite.

Det foreligger generelt lite litteratur som beskriver påvirkning på koraller fra bergverksindustri, men nyere studier fra offshore boreoperasjoner gir nyttig informasjon om korallers toleranse for nedslamming. Sedimentering og tildekking av levende koraller polypper og coenosarc (coral hud) regnes som en av de største truslene mot levende korallrev fra boring (Mortensen, et al. 2001; White et al., 2005; Thiem et al., 2006; Kiriakoulakis et al., 2007; Davies et al., 2008). I følge Brooke et al. (2009) vil *Lophelia* koraller kunne få redusert overlevelse dersom de blir utsatt for partikkelkonsentrasjoner over 54 mg/l i 14 dager. Effektstudier har blitt utført på *Lophelia pertusa* toleranse for borekaks (Larsson og Purser, 2011). Dette laboratorieeksperimentet inkluderte nedslamming, coenosarc tap (= tap av hud), dødelighet og vekst. Generelt funnene var som følger:

- Coenosarc tap: Andelen av korallfragmenter som mistet coenosarc var signifikant påvirket av sedimentbelastning.
- Dødeligheten økte med sedimentbelastning (0,5% og 3,7% ved eksponeringsnivåer på 6,5 og 19 mm henholdsvis over en periode på 21 dager).
- Veksten var ikke påvirket av sedimentbelastning på tidsskalaen undersøkelsen varte (21 dager).

Studien trakk frem sedimentbelastning og varighet av utslippet som de viktigste faktorene på coenosarc tap og dødelighet av *Lophelia pertusa*.

I veileder for overvåking av korallsamfunn i forbindelse med boreaktiviteter (OLF, 2012) er grense for forventet «signifikant konsekvens» på koraller fra nedslamming satt til 3-10 mm sedimentasjon. Avhengig av korallens tilstand og sannsynlighet for treff på korallen vil man også kunne regne ut en total miljørisiko for spesifikke korallstrukturer. En ny studie av Allers et al. (2013) hevder at *Lophelia pertusa* trolig er vesentlig mer hardfør med tanke på sedimentasjonsstress i form av eksponering over kort tid, enn man tidligere har antatt. Det foreligger imidlertid ingen studier på langtidseffekter på *Lophelia pertusa* eller *Paragorgia arborea* fra nedslamming. Moderat økt sedimentasjon over lengre perioder på koraller kan muligens forventes å påvirke fekunditet (fruktbarhet) og helsetilstand grunnet økt energiforbruk, men dette foreligger det lite data på.

Basert på helsetilstand til koraller observert i Sandsfjorden (generelt god), og deres avstand fra utslippspunkt samt utslippshistorikk virker det lite sannsynlig at overlevelse av de observerte korallene i særlig grad vil påvirkes av utslipp fra Norsk Stein. Modellerte sedimentasjonsrater (NIVA, 2013) indikerer lav risiko for nedslamming av korallsamfunn i Sandsfjorden, med unntak av innenfor umiddelbar nærhet av virksomheten. Individet av sjøtre (*Paragorgia*) som ble observert ved Kviteholmen Øst (omr. 4) virket å ha god helsetilstand. Eventuelle langtidseffekter på sjøtreet i dette området kan være interessant å følge opp under eventuelle etterkantundersøkelser.



6 REFERANSER

- Allers et., al, 2013. Resistance of *Lophelia pertusa* to coverage by sediment and petroleum drill cuttings. *Marine Pollution Bulletin* 15;74(1):132-40.
- Davies, A.J., Wisshak, M., Orr, J.C., and Murray Roberts, J., 2008. Predicting suitable habitat for the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleratinia). *Deep-Sea Research I*, 55, 1048-1062.
- DNV. 2012. (For Norsk Olje og Gass). Monitoring of drilling activities in areas with presence of cold water corals. Report no: 2012-1691.
- Erfteimeijer PLA, Riegl B, Hoeksema BW, Todd PA. 2012. Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: A review. *Marine Pollution Bulletin* 64: 1737-1765.
- Kiriakoulakis, K., Freiwald, A., Fisher, E., Wolff, G.A., 2007. Organic matter quality and supply to deepwater coral/mound systems of the NW European Continental Margin. *International Journal of Earth Sciences*, 96 (1), 159–170.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Larsson & Purser, 2011. Sedimentation on the cold-water coral *Lophelia pertusa*: Cleaning efficiency from natural sediments and drill cuttings. *Marine Pollution Bulletin* 62 (2011) 1159-1168.
- Mortensen, P.B., Hovland, M.T., Fosså, J.H., and Furevik, D.M., 2001. Distribution, abundance and size of *Lophelia pertusa* coral reefs in mid-Norway in relation to seabed characteristics. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81, 581-597.
- NIVA. 2013. Resipientundersøkelse i Sandsfjorden i Rogaland og modellering av partikkelspredning fra Norsk Stein sitt anlegg. NIVA rapport nummer 6523-2013.
- OSPAR. 2010. OSPAR Recommendation 2010/11 on furthering the protection and restoration of sea-pen and burrowing megafauna communities in the OSPAR Maritime Area. OSPAR 10/23/1-E, Annex 33
- Thiem, Ø., Ravagnan, E., Fossa, J.H., Berntsen, J., 2006. Food supply mechanisms for cold-water corals along a continental shelf edge. *Journal of Marine Systems* 26, 1481–1495.
- White, M., Mohn, C., de Stigter, H., Mottram, G., 2005. Deep-water coral development as a function of hydrodynamics and surface productivity around the submarine banks of the Rockall Trough, NE Atlantic. In: Freiwald, A., Roberts, J.M. (Eds.), *Cold-Water Corals and Ecosystems*. Springer, Berlin/Heidelberg, pp. 503–514.

Det Norske Veritas:

Det Norske Veritas (DNV) er en ledende, uavhengig leverandør av tjenester for risikostyring, med global virksomhet gjennom et nettverk av 300 kontorer i 100 ulike land. DNVs formål er å arbeide for sikring av liv, verdier og miljø.

DNV bistår sine kunder med risikostyring gjennom tre typer tjenester: klassifisering, sertifisering og konsulentvirksomhet. Siden etableringen som en uavhengig stiftelse i 1864 har DNV blitt en internasjonalt anerkjent leverandør av ledelsestjenester og tekniske konsulent- og rådgivningstjenester, og er et av verdens ledende klassifiseringsselskaper. Dette innebærer kontinuerlig utvikling av ny tilnærming til helse-, miljø- og sikkerhetsledelse, slik at bedrifter kan fungere effektivt under alle forhold.

Global impact for a safe and sustainable future:

Besøk vår internettside for mer informasjon: www.dnv.com