

---

---

---

DNV·GL

NORSK STEIN VISUELL KARTLEGGING SANDSFJORDEN

# Visuell overvåking koraller Sandsfjorden

Norsk Stein AS

**Rapportnr.:** 2019-0652, Rev. 0

**Dokumentnr.:** 450074

**Dato:** 2019-06-19



Prosjektnavn: Norsk Stein Visuell kartlegging Sandsfjorden DNV GL AS Region Norway  
Rapporttittel: Visuell overvåking koraller Sandsfjorden 5373,Region Norway  
Oppdragsgiver: Norsk Stein AS, Jelsavegen 512, 4234, JELSA, Norway P.O. Box 300,,  
Kontaktperson: Odd Hotvedt Tel: [+00 000 000 000]  
Dato: 2019-06-19 CNORDNV11  
Prosjektnr.: 10150562  
Org. enhet: Environmental Monitoring  
Rapportnr.: 2019-0652, Rev. 0  
Dokumentnr.: 450074

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er): Avtale 1-16EY60Z-2. DNV GL gir Norsk Stein AS tillatelse til distribusjon av rapporten.

#### Oppdragsbeskrivelse:

Kartlegging koraller Sandsfjorden

Utført av:



Rune Roland Hansen  
Consultant

Verifisert av:

Fjukmoen,  
Øyvind

Digitally signed by Fjukmoen,  
Øyvind  
Date: 2019.06.20 08:08:49 +02'00'

Øyvind Fjukmoen  
Principal Consultant

Godkjent av:

Jensen, Tor

Digitally signed by  
Jensen, Tor  
Date: 2019.06.20  
08:54:01 +02'00'

Tor Jensen  
Vice President - Head of Section

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

[Name]  
[title]

Beskyttet etter lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven) © DNV GL 2019. Alle rettigheter forbeholdes DNV GL. Med mindre annet er skriftlig avtalt, gjelder følgende: (i) Det er ikke tillatt å kopiere, gjengi eller videreformidle hele eller deler av dokumentet på noen måte, hverken digitalt, elektronisk eller på annet vis; (ii) Innholdet av dokumentet er fortrolig og skal holdes konfidensielt av kunden, (iii) Dokumentet er ikke ment som en garanti overfor tredjeparter, og disse kan ikke bygge en rett basert på dokumentets innhold; og (iv) DNV GL påtar seg ingen aktsomhetsplikt overfor tredjeparter. Det er ikke tillatt å referere fra dokumentet på en slik måte at det kan føre til feiltolkning. DNV GL og Horizon Graphic er varemerker som eies av DNV GL AS.

DNV GL distribusjon:

- ÅPEN. Fri distribusjon, intent og eksternt.  
 INTERN. Fri distribusjon internt i DNV GL.  
 KONFIDENSIELL. Distribusjon som angitt i distribusjonsliste. Distribution within DNV GL according to applicable contract.\*  
 HEMMELIG. Kun autorisert tilgang.

Nøkkelord:

koraller, sjøfjær, overvåkning, steinbrudd  
coral, sea pen, monitoring, quarry

\*Distribusjonsliste:

Rev.nr.	Dato	Årsak for utgivelser	Utført av	Verifisert av	Godkjent av
0	2019-06-19	First issue			



## Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG.....	1
2	INTRODUKSJON OG FORMÅL.....	2
2.1	Om aktivitet til Norsk Stein AS	2
2.2	Tidligere miljøundersøkelser	2
3	METODE .....	3
4	RESULTATER.....	4
4.1	Generelt	4
4.2	Fauna	4
4.3	Registrering av nedslamming	6
5	DISKUSJON .....	11
5.1	Fauna	11
5.2	Nedslamming og partikler i vannet	12
5.3	Effekter av nedslamming på fauna	12
6	KONKLUSJON .....	13
7	REFERANSER .....	14

## 1 SAMMENDRAG

DNV GL har på vegne av Norsk Stein AS gjennomført oppfølgende visuelle undersøkelser med ROV (Remotely Operated Vehicle) i områder i Sandsfjorden med kaldtvannskoraller identifisert i 2014, samt i nærområdet til bedriften for å dokumentere nedslamming.

Generelle funn:

- De kartlagte områdene med koraller fra 2014 ble gjenfunnet med unntak av *D. pertusum* i område 5. Det ble registrert rødlistede koraller i område 4 og 8, hhv. Øst av Kviteholmen og Midtsundet sør. Tilstanden på korallene var god, og korallregistreringene stemte generelt godt overens med tidligere undersøkelser.
- På bløtbunn i områdene, 2 og 3, hhv. Nord av Tjørnanesgrunnen (flyttet nord fra undersøkelsen i 2014) og Nordvest av Kvernavika, ble det registrert ansamlinger av stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*) og sjøfjær (*Pennatula phosphorea*). Disse kan klassifiseres som OSPAR habitat «sjøfjær og gravende megafauna», og «sjøfjærbunn» iht. MEREANO. Tilstanden til organismene var generelt god, med unntak av enkelte individer av stor piperenser som tilsynelatende manglet polypper på deler av stengelen.
- Det ble observert et tydelig lag av sedimentering (slam) på havbunnen i område 3, mens dette var mer diffust og flekkvis fordelt i område 2.
- Det ble ikke observert noe åpenbart påslag av slam hverken på koraller eller på sjøfjærsamfunnene i nærheten av Norsk Stein.

Det kan ikke utelukkes at enkeltindivider av stor piperenser har blitt påvirket negativt av utslipp. Likevel fremstår den generelle tilstanden til sjøfjærsamfunnene som god. Tidligere registreringer av «flekkvise tettheter» antyder at forekomstene av sjøfjærbunn ikke var betydelig større i 2014, og gir en viss indikasjon på at det ikke har forekommet store endringer.

Registreringene av rødlistede koraller (*D. pertusum* og *P. arborea*) harmonerte generelt med kartleggingen i 2014. Tilstanden til korallene ble ansett som god og det ble ikke observert koraller i dårlig forfatning eller (nylig) døde, hvilket tyder på at det ikke har forekommet noen vesentlige endringer. Basert på helsetilstanden til koraller observert i Sandsfjorden, og deres avstand fra utslippspunkt samt utslippshistorikk er det lite sannsynlig at overlevelse av de observerte korallene har blitt påvirket av utslipp fra Norsk Stein.

## 2 INTRODUKSJON OG FORMÅL

### 2.1 Om aktivitet til Norsk Stein AS

Norsk Stein AS er en av Europas største leverandører av bygningsmaterialer og har flere steinbrudd i Norge. Steinbruddet Jelsa ved Berakvam i Suldal 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.

### 2.2 Tidligere miljøundersøkelser

I Sandsfjorden er det tidligere registrert koraller i Midtsundet og ved Bjørnavågen. 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.

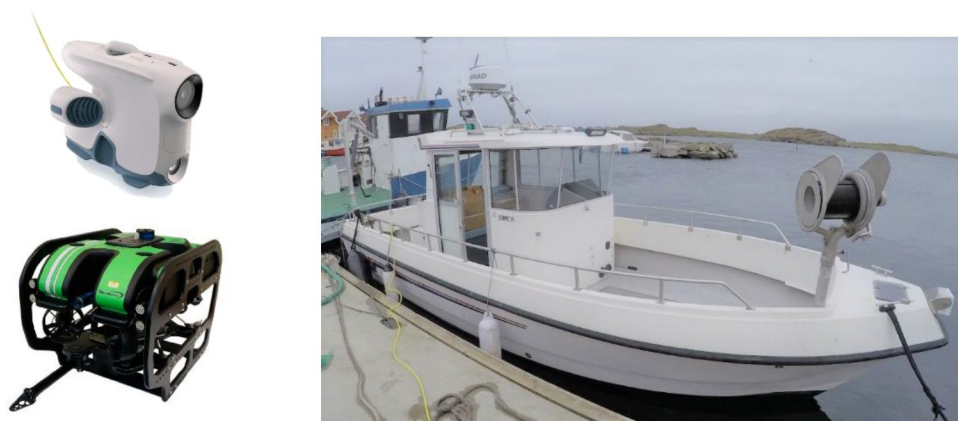
I henhold til vilkårene for utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Rogaland gjennomførte DNV GL i 2014 en kartlegging av havbunnen i nærområdet til Norsk Stein, med særlig fokus på koraller. Målsettingen var å identifisere hvilke arter som befinner seg i sundene i Sandsfjorden, samt å avdekke eventuell nedslamming av korallene med mineralsk materiale. Hovedfunnene fra kartleggingen gjengitt fra DNV GL rapporten fra 2014 (DNV, 2014):

- Det ble registrert rødlistede koraller på 4 av 10 lokaliteter undersøkt. I Midtsundet besto funnene av små rev formasjoner med *Desmophyllum pertusum* (tidligere navngitt, *Lophelia pertusa*) og *Paragorgia arborea*. På de tre andre lokasjonene dreide funnene seg om enkeltindivider av henholdsvis *D. pertusum*, *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.

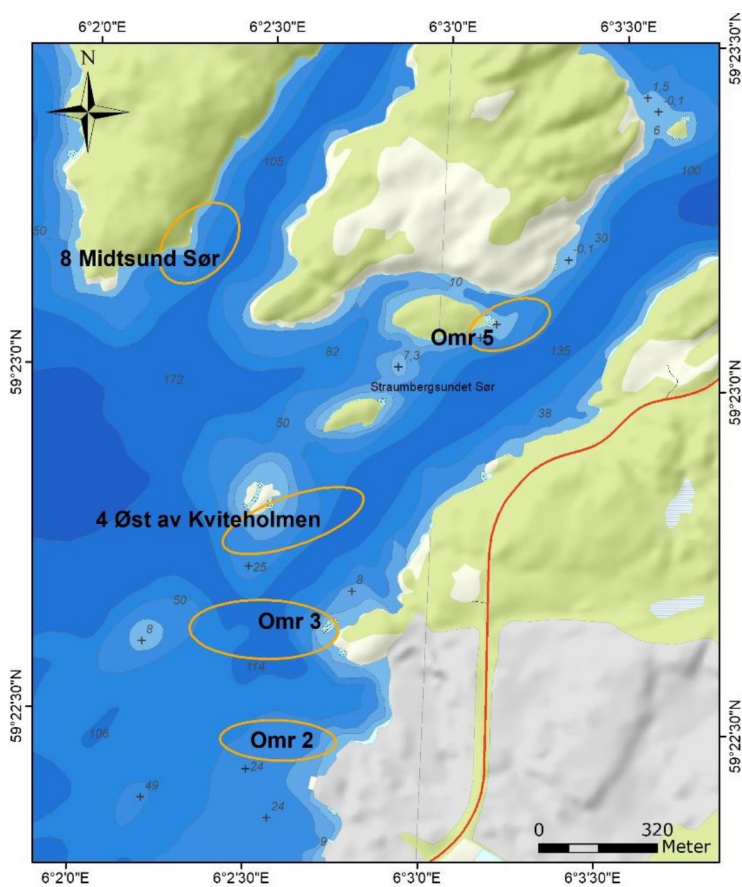
### 3 METODE

Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 8. – 9. mai 2019 av marinbiologene, Øyvind Fjukmoen (toktleder) og Lars Ulvestad. Det ble benyttet to typer ROV (Remotely Operated Vehicle); Seabotix vLBV 900 og BlueyeExplorer til å undersøke havbunnen visuelt, og arbeidet ble utført fra fartøyet, Scallop sampler, innleid fra Kvitsøy Sjøtjenester (Figur 3-1).

Visuelle undersøkelser ble utført på fem områder, utvalgt på bakgrunn av korallfunn i 2014 og nærhet til bedriften (Tabell 3-1; Figur 3-2).



**Figur 3-1 ROV'er benyttet til visuelle undersøker; BlueyeExplorer (nederst), Seabotix vLBV 900 og fartøyet, Scallop sampler, fra Kvitsøy Sjøtjenester (under).**



**Figur 3-2 Kart over undersøkte områder i Sandefjorden i 2019.**

**Tabell 3-1 Områder som ble undersøkt visuelt 2019.**

Visuell undersøkelse	Start/stopp	Dyp maks. (m)	Strøm	ROV
<b>Omr. 2, Nord av Tjørnanesgrunnen</b> – transektet ble flyttet nord jmf. 2014. Start: 51°22. 498, 6°02.720 på grunn av oppankret båt	08.05.19 17:50	50		Blueye
<b>Omr. 3, Nordvest av Kvernavika</b> – fra land (siltgardin) og utover	08.05.19 17:10	80		Blueye
<b>Omr. 4, Øst av Kviteholmen</b> – langs nordvestlig vegg av øya, 90 – 95m	08.05.19 11:02	95	Sørlig kraftig	Sebotix
<b>Omr. 5, Straumbegsundet sør</b> – <i>D. pertusum</i> rev ble ikke lokalisert. Komplisert topografi	08.05.19 14:20 – 17:00	95		Blueye
<b>Omr. 8, Midtsundet sør</b> – undersøkte først <i>D. pertusum</i> rev på 70 – 80 m dyp i nord, så <i>D. pertusum</i> rev i sør på 75 – 80 m dyp	08.05.19 12:20 – 13:50	80	Sørlig minkende	Blue eye

## 4 RESULTATER

### 4.1 Generelt

Undersøkelsen omfattet områder fra sublittoralen (under tidevannssonen) ned til moderat hellende og flat sjøbunn. 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. Fauna typer varierte fra sted til sted avhengig av dyp og strømeksposering samt tilgjengelig substrat.

Eksempelbilder fra hvert undersøkelsesområde er gitt i Figur 4-1, Figur 4-2, Figur 4-3, Figur 4-4 og Figur 4-5.

### 4.2 Fauna

Faunaregistreringer for de fem ulike områdene er gitt i tabell (4-1).

Det ble registrert rødlistede koraller i område 4 og 8, hhv. Øst av Kviteholmen og Midtsundet sør (rødlistede i kategori NT-nær truet iht. Norsk Rødliste for arter, Artsdatabanken, 2015). Funn av koraller er presentert i tabell 4-1 og figur 4-1. De største korallforekomstene var i område 8. I den nordlige delen av området ble det registrert én, mer eller mindre, sammenhengende koloni av *D. pertusum* på om lag 10 m<sup>2</sup>. I sør ble det registrert mange tettstående *D. pertusum* kolonier (0.2 - 3 m<sup>2</sup>) i et område <30 m<sup>2</sup>. I område 4 ble det registrert forekomster av koralltrær og -busker av artene, *P. arborea* og *S. pallida*. I 2014 ble det registrert én *D. pertusum* revstruktur i område 5, men denne lot seg ikke lokalisere i 2019. Utover dette stemte korallregistreringene godt overens med tidligere undersøkelser. Tilstanden til alle korallene ble karakterisert som god.

På bløtbunn i områdene, 2 og 3, hhv. Nord av Tjørnanesgrunnen (flyttet nord fra undersøkelsen i 2014) og Nordvest av Kvernavika, ble det registrert ansamlinger av stor piperenser (*Funiculina quadrangularis*) og sjøfjær (*Pennatula phosphorea*). I område 3 var det sannsynligvis også innslag av arten *V. mirabilis*. Imidlertid var artsidentifisering problematisk å verifisere grunnet suboptimal kvalitet på videoene, som følge av vanskelige strømforhold under ROV-flyvningen. Denne typen bløtbunnsfauna kan potensielt klassifiseres som OSPAR-habitatet, «Seapen and burrowing megafauna» (OSPAR, 2010), eller «sjøfjærbunn» (MAREANO). De nevnte artene er vurdert som «livskraftig» i Norge (Artsdatabanken, 2015).

**Tabell 4-1 Områder som ble undersøkt visuelt med ROV.**

Visuell undersøkelse	Korallregistreringer
<p><b>Område 2:</b>  <b>Nord av Tjørnanesgrunnen</b>            – transektet ble flyttet nord jmf. 2014. Start: 51°22. 498, 6°02.720 på grunn av oppankeret båt</p>	<p>Bløtbunn med forekomster av koralldyrene, <i>F. quadrangularis</i> (generelt i tettheter av 5 – 10 individer per 25 m<sup>2</sup>, og på enkelte plasser &lt; 15 individer per 25 m<sup>2</sup>) og enkeltindivider av <i>P. phosphorea</i>. Tilstanden på dyrene virket generelt god, med unntak av enkelte <i>F. quadrangularis</i>, som tilsynelatende manglet polypper på deler av stammen mot toppen. Begge artene er vurdert som livskraftig på Norsk Rødliste for arter (Artsdatabanken, 2015). De plassene med høyest tetthet av <i>F. quadrangularis</i> kan potensielt defineres som en særegen og sårbar havbunnsfauna og naturtype; hhv. «sjøfjær og gravende megafauna samfunn» (OSPAR, 2010) og «sjøfjærbunn» (MAREANO).</p>
<p><b>Område 3:</b>  <b>Nordvest av Kvernavika</b>            – fra land (siltgardin) og utover</p>	<p>Bløtbunn med forekomster av <i>F. quadrangularis</i> (tettheter &lt; 15 per 25 m<sup>2</sup> på flere plasser), potensielle individer av <i>V. mirabilis</i>, samt enkeltindivider av <i>P. phosphorea</i>. Tilstanden til dyrene virket generelt god, men også her ble det observert individer av <i>F. quadrangularis</i> som manglet polypper på deler av stammen. <i>F. quadrangularis</i> var den klart dominerende arten, med innslag av «potensielle» <i>V. mirabilis</i>. Verifisering av denne arten var problematisk grunnet suboptimal videokvalitet, forårsaket av vanskelige strømforhold for ROV-flyvningen. Plassene med de største forekomstene virker naturlig å klassifisere som «sjøfjær og gravende megafauna samfunn» (OSPAR, 2010) og sjøfjærbunn (MAREANO).</p>
<p><b>Område 4:</b>  <b>Øst av Kviteholmen</b>            – langs nordvestlig vegg av øya, 90 – 95m</p>	<p>Flere koralltrær og busker av artene, <i>P. arborea</i> og <i>S. pallida</i>, registrert på den bratte steinveggen. Tilstanden til korallene var god og tettheten generelt lav; &lt; 5 individer per 25 m<sup>2</sup>, klassifisert som «poor» iht. DNV (2013). <i>P. arborea</i> er vurdert som «nær truet», og for <i>S. pallida</i> er angitt «data mangel» i Rødsten for arter (Artsdatabanken, 2015).</p>
<p><b>Område 5:</b>  <b>Straumbersundet sør</b>            – <i>D. pertusum</i> rev ble ikke lokalisert. Komplisert topografi</p>	<p>Ingen rødlistede korallarter ble registrert. Kolonien av <i>D. pertusum</i> som ble registrert i 2014 ble ikke gjenfunnet. Høyst sannsynlig skyldes dette den kompliserte og uoversiktlige topografien i området, som gjorde det utfordrende å finne tilbake til nøyaktig samme plass. Ingen døde revstrukturer ble registrert.</p>
<p><b>Område 8:</b>  <b>Midtsundet sør</b>            – undersøkte først <i>D. pertusum</i> rev på 70 – 80 m dyp i nord, så <i>D. pertusum</i> rev i sør på 75 – 80 m dyp</p>	<p>I den nordlige delen av bergveggen ble det registrert én mer eller mindre sammenhengende koloni av <i>D. pertusum</i> på om lag 10 m<sup>2</sup>. I sør; et større område (&lt;30 m<sup>2</sup>) med mindre enkeltstående kolonier (om lag 1 - 3 m<sup>2</sup>) av <i>D. pertusum</i> som vokste tett. Alle koloniene var i god tilstand og klassifiseres som «excellent» iht. DNV (2013). <i>D. pertusum</i> er vurdert som «nær truet» på Rødsten over arter og</p>



	naturtypen «korallrev» er vurdert som nær truet på Norsk rødliste for naturtyper (Artsdatabanken, 2015; 2018)
--	---

### 4.3 Registrering av nedslamming

Kun i undersøkelsesområdene nærmest Norsk Stein AS; område 2 og 3, ble det på enkelte plasser registrert noen nevneverdig grad av antatt nedslamming. I område 3 ble dette tydeligst observert; et relativt distinkt lag av sediment (potensielt slam) dekket overflaten på en stor del av steinblokkene (Figur 4-2). Nedslamming på bløtbunn er imidlertid problematisk å skille i farge og tekstur fra naturlig sediment.



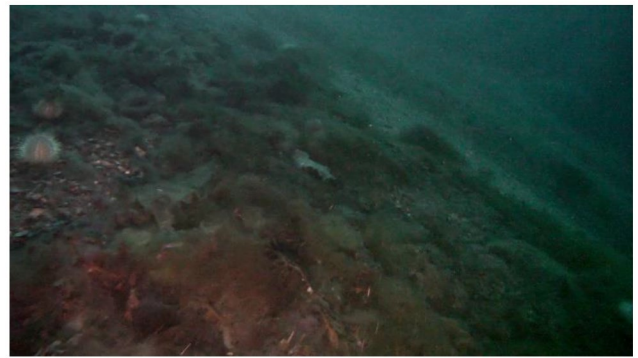
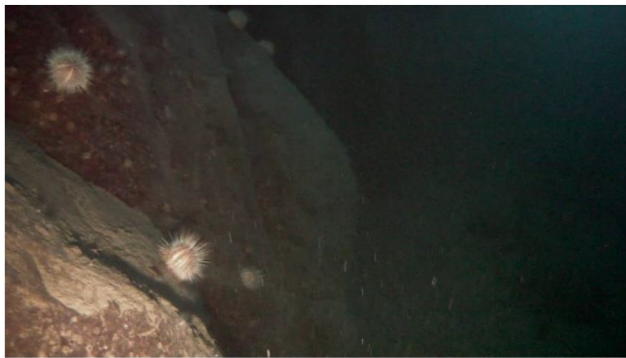
**Figur 4-1** Område 2 Nord av Tjørnanesgrunnen – undersøkelsesområde flyttet nord fra område i 2014. Start: 51°22. 498, 6°02.720 Skråningen ut fra land besto av fra småstein, pukk og kampestein og gikk over i sand og bløtbunn der helningsgraden avtok. Noe nedslamming ble registrert på enkelt plasser i steinpartiet. I nedre del av området var det bløtbunn med eng av stor piperenser, *F. quadrangularis*, og enkelte sjøfær (*P. phosphorea*).



**Figur 4-2** Område 3 Nordvest av Kvernavika – fra land (siltgardin) og utover. Skråningen ut fra land besto for det meste av fjell og steinblokker som i varierende grad fremsto som nedslammet. I partier med bløtbunn ble det observert fortetninger av *F. quadrangularis*, potensielle *V. mirabilis*, og enkelte sjøfjær, *P. phosphorea*.



**Figur 4-3** Område 4 Øst av Kviteholmen – langs nordvestlig vegg av øya, 90 – 95m. Bratt steinvegg med spredte forekomster av viftesvamp (*Phakellia*), koralltrær (*P. arborea*) og sjøbusker (*Swiftia pallida*). Et betydelig antall av medusahoder (*Gorgonocephalus*) ble observert på sjøtrær, svamp eller bergutspring.

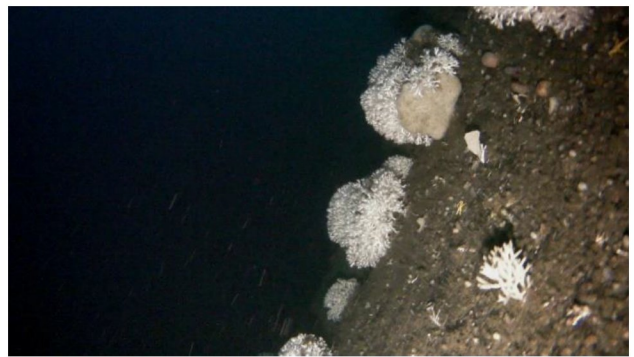
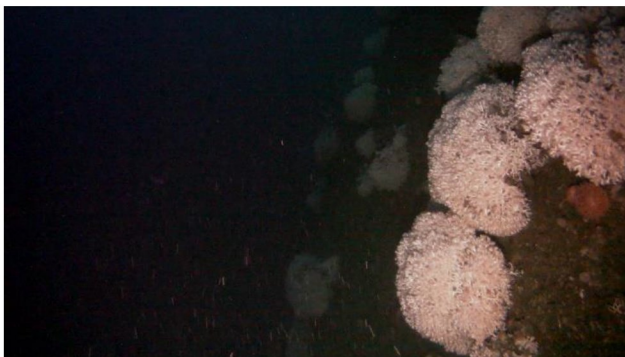


**Figur 4-4** Område 5 *Straumbersundet sør* – *D. pertusum* rev ble ikke lokalisert. Komplisert topografi Hovedsakelig nakne fjell og steinpartier av variert bunntopografi. Spredte forekomster av kråkeboller og sjøanemoner.

*D. pertusum* koloni på om lag 10 m<sup>2</sup> i nord



Enkeltstående *D. pertusum* kolonier (1 - 3 m<sup>2</sup>), over et område større enn 30 m<sup>2</sup>.



**Figur 4-5** Område 8 *Midtsundet sør* – identifiserte først *D. pertusum* rev på 70 – 80 m dyp i nord, så *D. pertusum* rev i sør på 75 – 80 m dyp

## 5 DISKUSJON

### 5.1 Fauna

#### 5.1.1

De kartlagte områdene med koraller fra 2014 ble gjenfunnet med unntak av *D. pertusum* i område 5. Det ble gjennomført søk med ROV i om lag fire timer for å gjenfinne den om lag 0.5 m<sup>2</sup> revstrukturen. Dette var ved vendepunktet for strøm, men likevel var det svært utfordrende å navigere grunnet drag i vannet og kompleks undervannstopografi. Tilstanden på de øvrige korallene var god, og korallregistreringene stemte generelt godt overens med tidligere undersøkelser.

ROV-transektet i område 2 ble flyttet noe nærmere siltduken grunnet et fartøy som lå i veien for det opprinnelige transektet fra 2014. Både i området 2 og 3 ble det observert relativt store mengder av stor piperenser og spredte sjøfjær. Det ble også gjort mulige observasjoner av liten piperenser, men dette kunne ikke verifiseres da videoene var av variabel kvalitet som følge av utfordrende strømforhold for ROV-flyvning.

#### 5.1.2 Bevaringsverdi

Det ble registrert rødlistede koraller i Sandsfjorden ved område 4 og 5, hhv. Øst av Kvitheholmen og Straumbergsundet sør de. Tilstedeværelse av rødlistede arter brukes ofte i forvaltningssammenheng til å si noe om et områdes bevaringsverdi. Norske rødlister for arter og naturtyper forholder seg til Den internasjonale naturvernorganisasjonen (IUCN) sine retningslinjer for rødlisting, hvor arter klassifiseres 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, og tilsvarende er naturtypen, korallrev, er vurdert som «Nær Truet» i Nors Rødliste for Naturtyper (Artsdatabanken, 2015; 2018). Rødlisting av fauna sier imidlertid 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). Artene, *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis* og *Pennatula phosphorea*, er vurdert som «Livskraftige» i Norsk Rødliste for arter (Artsdatabanken, 2015). Imidlertid er det fortsatt usikkert hvorvidt habitattypen bør gjelde på samme måte som habitattyper oppført i Norsk rødliste for naturtyper da sjøfjær samfunn er ikke nevnt i denne. I DNV GL's erfaring er havbunn med sjøfjær relativt vanlig i fjorder med mudderbunn.

Miljødirektoratets veileder, Miljøovervåkning av petroleumsvirksomheten til havs, angir en semikvantitativ fordeling for kartlegging sjøfjærsamfunn:

- 1-5 individer per 25 m<sup>2</sup>
- 5-10 individer per 25 m<sup>2</sup>
- 10-15 individer per 25 m<sup>2</sup>
- >15 individer per 25 m<sup>2</sup>

I begge områdene, 2 og 3, varierte tetthetene av *F. quadrangularis* fra enkelte spredte individer til plasser med høy tetthet (<15 per 25m<sup>2</sup>). *P. phosphorea* ble observert som spredte enkeltindivider innimellom *F. quadrangularis*. Disse områdene ligger forøvrig i umiddelbar nærhet til Norsk Stein og siltgardenen.

## 5.2 Nedslamming og 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 bløtbunnsfauna. 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. Da DNVGL filmet med ROV ble det ikke registrert tydelig forhøyede mengder partikler i vannet på noen av lokalitetene.

Registreringer av nedslamming stemte godt overens med undersøkelsen i 2014. Det ble da observert noe nedslamming i områdene i nærheten av Norsk Stein, spesielt i områdene 2, 3 og 7. I 2019 ble det observert et tydelig lag av sedimentering (slam) i område 3, mens dette var mer diffust og flekkvis fordelt i område 2. Generelt var det problematisk å skille naturlig sediment lag, i farge og tekstur, fra et eventuelt lag av slam, ikke minst på bløtbunn. Det ble imidlertid ikke observert noe åpenbart påslag av slam på den sessile bløtbunnsfaunaen i nærområdet.


## 5.3 Effekter av nedslamming på fauna

Det ble i NIVA (2013) konkludert med at bløtbunnsamfunnene 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 bløtbunnsbunnsabitater. For koraller ble det trukket frem at det sannsynligvis kan forventes periodevis høye turbiditetsverdier (over 15 mg/l) i Straumbergsundet, men ikke i Midtsundet. Det ble antatt at overlevelse av koraller i Straumbergsundet 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 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 *Desmophyllum* koraller kunne få redusert overlevelse dersom de blir utsatt for partikkelkonsentrasjoner over 54 mg/l i 14 dager. Effekstudier har blitt utført på *D. pertusum* 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 *D. pertusum*.

Det har også blitt gjennomført relevante studier siden kunnskapsgrunnlaget ble oppsummert i DNV GLs rapport i 2014. I studien av Baussant et al. (2018) ble *D. pertusum* utsatt for opptil 24 og 42 mg/L konsentrasjoner av borekaks under hhv. lang- og korttidseksponeringer (hhv. 12 og 2.5 uker). Forsøkene viste ingen signifikante effekter på vekstrate, slimproduksjon eller fettsyre innhold. Det ble kun registrert en økning i skjellettvekst ved 4 mg/L, og økt partikulært organisk karbon i slimet ved 25 mg/L og ved slutten av eksponeringen. Endringer i korallenes tilstand, uten at det medførte fysiologiske konsekvenser



innenfor tidsrammen av forsøkene, inntraff ved konsentrasjoner over 10 mg/L (Baussant et al., 2018). For larver av *D. pertusum* er det vist at økt nedslamming av borekaks (fra 0.5 – 640 ppm) over en 24 timers periode fører til økt dødelighet (Järnegren et al., 2017). Yngre larver viste seg her å være mer sårbare ved lavere konsentrasjoner sammenlignet med eldre arver, mens eldre larver ble påvirket i relativt større grad ved høye konsentrasjoner (Järnegren et al., 2017). Fem dager gamle larver ble påvirket ved 40 ppm konsentrasjon av borekaks (Järnegren et al., 2017). Det er vist at skarpe partikler av gruveavfall (steinstøv) er mer skadelig enn glatte partikler (glasskuler) når det gjelder nedslamming av to arter Gorgonider (*Primnoa resedaeformis* og *Duva florida*) (Liefmann et al., 2018).

Det foreligger også relativt nye undersøkelser av nedslammingeffekter på svamp. Deriblant er det påvist vesentlige reduksjoner i respirasjon og oksygenforbruk hos *Geodia barretti* ved eksponeringer ned mot 10 – 50 mg/L (Tjensvoll et al., 2013; Kutti et al., 2015). For samme art viste Edge et al. (2016) cellulære effekter (ulike negative effekter på lysosomal aktivitet). I studien av Pineda et al. (2017) ble fem ulike arter svamp utsatt for større konsentrasjoner av naturlig sediment ( $\geq 23$  mg/L) over lengre perioder (28 dager), hvorpå det ble observert blant annet redusert overlevelse og økt celledød.

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. Studien av Allers et al. (2013) indikerer at *D. pertusum* trolig er vesentlig mer hardfør med tanke på sedimentasjonsstress i form av eksponering over kort tid (~12 timer), enn man tidligere har antatt.

## 6 KONKLUSJON


Det ble registrert enkelte individer av stor piperenser, *F. quadrangularis*, i noe redusert forfatning, hvilket potensielt kan være en konsekvens av økt sedimentbelastning. Imidlertid var det ingen åpenbare tegn til nedslamming på organismene, og det er vanskelig å skille disse observasjonene fra mulige naturlige variasjoner. Til forskjell fra sjøfjær, *P. phosphorea*, har ikke stor piperenser evnen til å trekke seg ned i sedimentet, og vil trolig være mer utsatt ved økt sedimentbelastning (MacDonald et al., 1996). Det er således rimelig å anta at eventuelle negative effekter vil gjøre seg gjeldende på stor piperenser før det gir utslag på tilstanden til sjøfjær. Til tross for enkeltindividene av redusert forfatning ble den generelle tilstanden til sjøfjærsamfunnene ansett som god. Tidligere registreringer av «flekkvise tettheter» antyder at forekomstene av sjøfjærbunn ikke var betydelig større i 2014, og gir en viss indikasjon på at det ikke har forekommet store endringer.

Registreringene av rødlistede koraller (*D. pertusum* og *P. arborea*) harmonerte generelt med kartleggingen i 2014. Tilstanden til korallene ble ansett som god og det ble ikke observert koraller i dårlig forfatning eller (nylig) døde, hvilket tyder på at det ikke har forekommet noen vesentlige endringer. Modellerte sedimentasjonsrater (NIVA, 2013) indikerer lav risiko for nedslamming av korallsamfunn i Sandsfjorden, med unntak av innenfor umiddelbar nærhet av virksomheten. Basert på helsetilstanden til koraller observert i Sandsfjorden, og deres avstand fra utslippspunkt samt utslippshistorikk er det lite sannsynlig at overlevelse av de observerte korallene har blitt påvirket av utslipp fra Norsk Stein.



## 7 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.
- Baussant T, Nilsen N, Ravagnan E, Westerlund S, Ramanand S. 2018. Effects of suspended drill cuttings on the coral *Lophelia pertusa* using pulsed and continuous exposure scenarios. JOURNAL OF TOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL HEALTH, PART A 2018, VOL. 81, NO. 10, 361–382
- 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. 2013. (For Norsk Olje og Gass). Monitoring of drilling activities in areas with presence of cold water corals. Report no: 2012-1691.
- DNV. 2014. Undersøkelser av kaldtvannskoraller i Sandsfjorden. DNV GL. Rapport nr. 2014-0703.
- Järngren, J., S. Brooke, H. Jensen 2017. Effects of drill cuttings on larvae of the cold-water coral *Lophelia*. *Deep-Sea Research II (137)*: 454-462.
- 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.
- Kutti, T., R.J. Bannister, J.H. Fosså, C.M. Krogness, I. Tjensvoll, G. Søvik 2015. Metabolic responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* to suspended bottom sediment, simulated mine tailings and drill cuttings. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 473 (2015): 64-72.
- 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.
- Liefmann, S., J. Järnegren, G. Johnsen, F. Murray 2018. Eco-physiological responses of cold-water soft corals to anthropogenic sedimentation and particle shape. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 504 (2018): 61-71
- MacDonald, D.S., Little, M., Eno, N.C., Hiscock, K., 1996. Disturbance of benthic species by fishing activities: A sensitivity index. Aquat. Conserv.-Mar. Freshwater Ecosyst. 6, 257–268, [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1099-0755\(199612\)6:4<257::aid-aqc19443.3.co;2-z](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1099-0755(199612)6:4<257::aid-aqc19443.3.co;2-z).
- MAREANO. [http://www.mareano.no/tema/naturtyper/naturtyper/sarbare\\_naturtyper](http://www.mareano.no/tema/naturtyper/naturtyper/sarbare_naturtyper)
- Miljødirektoratet (MD), 2015. M-300. Retningslinjer for miljøovervåking av petroleumsvirksomheten til havs. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M300/M300.pdf>
- 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. Background document for Sea Pens and Burrowing megafauna. OSPAR Commission biodiversity series Publication Number: 481/2010. [https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/Species/P00481\\_Seapen\\_and\\_burrowing\\_megafauna.pdf](https://qsr2010.ospar.org/media/assessments/Species/P00481_Seapen_and_burrowing_megafauna.pdf)



Pineda MC, Strehlow B, Sternel M, Duckworth A, Jones R, Webster NS. 2017. Effects of suspended sediments on the sponge holobiont with implications for dredging management. *Scientific reports* 7:4925.

Rødliste for arter, 2015. Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/Rodliste>

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.

Tjensvoll, I., T. Kutti, J. H. Fosså, R. J. Bannister 2013. Rapid respiratory responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* exposed to suspended sediments. *Aquatic Biology* 19 (2013): 65-73.

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.



## Om DNV GL

DNV GL er et internasjonalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering. Siden 1864 har vårt formål vært å sikre liv, verdier og miljøet. Vi bistår våre kunder med å forbedre deres virksomhet på en sikker og bærekraftig måte.

Vi leverer klassifisering, sertifisering, teknisk risiko- og pålitelighetsanalyse sammen med programvare, datahåndtering og uavhengig ekspertrådgivning til maritim sektor, til olje- og gass-sektoren, og til energibedrifter. Med 80,000 bedriftskunder på tvers av alle industrisektorer er vi også verdensledende innen sertifisering av ledelsessystemer.

Med høyt utdannede ansatte i 100 land, jobber vi sammen med våre kunder om å gjøre verden sikrere, smartere og grønnere.