



RF – Rogalandforskning. <http://www.rf.no>

Eriksen, V., Ø. Tvedten, A. Skadsheim

Konsekvenser av fysiske inngrep på havbunnen – RKU Norskehavet.

Rapport RF – 2002/157

Prosjektnummer: 7156002
Prosjektets tittel: RKU Norskehavet – Konsekvenser av fysiske inngrep
Kvalitetssikrer: Grethe Kjeilen
Oppdragsgiver(e): Statoil
Gradering: Konfidensiell

Forord

Denne rapporten er utarbeidet som et underlag for ”Regional konsekvensutredning for Norskehavet” (RKU-Norskehavet).

RKU – Norskehavet er gjennomført i regi av OLF (Oljeindustriens landsforening), og er finansiert av oljeselskaper som i år 2002 var eiere av felt og funn innenfor ressursklassene 1-4 på norsk sokkel, mellom 62° N og 69° N. Statoil har på vegne av de andre selskapene hatt sekretariatsfunksjonen og ledet arbeidet.

Hensikten med regionale konsekvensutredninger er å gi en bedre oversikt over konsekvensene av petroleumsaktiviteten på sokkelen enn det enkeltstående feltvise konsekvensutredninger gir, samt forenkle arbeidet med konsekvensutredninger både for selskapene og myndighetene. Den regionale konsekvensutredningen vil bli benyttet som referansedokument for framtidige feltspesifikke konsekvensutredninger.

Rapporten omhandler konsekvenser av fysiske inngrep på havbunnen, og vil sammen med andre underlagsrapporter danne utgangspunktet for en sluttrapport som belyser de samlede konsekvensene av petroleumsvirksomheten innenfor det aktuelle området.

Rapporten er utarbeidet av Øyvind Tvedten, Arnfinn Skadsheim og undertegnede. Grethe Kjeilen har vært kvalitetssikrer.

Stavanger 12. juni 2002

Veslemøy Eriksen, prosjektleder

Innhold

Sammendrag	4
1 INNLEDNING	6
1.1 Rørlegging	6
1.2 Fauna i region Norskehavet	10
2 MARINE RESSURSER I SEDIMENTET, REGION NORSKEHAVET	10
2.1 Norne	11
2.2 Åsgard	11
2.3 Heidrun / Heidrun Nordflanken	11
2.4 Draugen	12
2.5 Njord	12
2.6 Bunnfauna region Norskehavet - oppsummering	12
3 KONSEKVENSER AV FYSISKE INNGREP PÅ HAVBUNNEN	12
3.1 Effekter på bunnlevende organismer	13
4 SPESIELLE ØKOSYSTEMER - COLD SEEPS & DARWIN MOUNDS	16
5 KONKLUSJONER	19
6 REFERANSER	19

Sammendrag

Norskehavet er for oljevirkksomheten sin del definert til området vest av kystlinjen, mellom 62° N og 69° N. Ved høringen av forslaget til utredningsprogram for Regional konsekvensutredning for Norskehavet (RKU-Norskehavet) ble det pekt på at konsekvenser av fysiske inngrep (grøfting og steindumping) på havbunnen bør kartlegges nærmere. I denne rapporten gis en vurdering av miljøeffekter ved grønning og steindumping på havbunnen i forbindelse med aktiviteter i Norskehavet.

Økosystemet i Norskehavet er komplekst og består av fisk, plankton og bunnlevende organismer. I tillegg er det også funnet betydelige områder med korallrev dannet av korallen *Lophelia pertusa*. Mesteparten av overflatesedimentet i region Norskehavet kan karakteriseres som silt/leire med forskjellig innslag av sand, grus og i enkelte tilfeller større steiner. Bunnfaunen i området domineres derfor av bløtbunnsfauna som hovedsakelig er lite mobil, og lever i det samme området i hele sin livssyklus, bortsett fra et planktonisk larvestadium. Fiskefaunaen er tidligere beskrevet som mindre rik i region Norskehavet sammenlignet med omkringliggende områder som er hovedgyteområder for sild og sei (fra Møre og opp til Haltenbanken). Området i region Norskehavet har imidlertid en unik betydning som oppvekstområde for silde- og seilarver og seiyngel. Egg, larver og yngel befinner seg i området fra januar til juli. Fiskearter som dominerer på sokkelen inkluderer vassild og øyepål, samt pelagiske ressurser som sild og makrell som vandrer gjennom området på leting etter næring. Ved eventuelle inngrep på havbunnen vil fisken i motsetning til bunnfaunaen også kunne forflytte seg fra området. Vurderingene i denne rapporten er det derfor konsentrert rundt marin bunnfauna. I tillegg er også spesielt sårbare og verneverdige økosystemer som Darwinian Mounds og Cold Seeps vurdert.

I forhold til arealet som feltene og rørledningene går igjennom, selv om det er snakk om flere 100 km med rør som er lagt eller planlagt lagt i området, er det et meget lite areal som blir direkte berørt av rørleggingen. Rørleggingen vil midlertidig utrydde dyrelivet i bunnen i et 10-20 m bredt belte rundt røret. En bredere sone rundt røret vil påvirkes i form av økt sedimentasjon i anleggsperioden og eventuelt endrete strømforhold i ettertid. Konsekvenser av rørleggingsoperasjoner og steindumping for å beskytte rørledninger etter legging er i stor grad antatt å være ubetydelige. Størst negative effekter kan forventes hvis rørledningene legges gjennom spesielt sårbare og verneverdige økosystemer, som Darwinian Mounds, Cold Seeps etc. Det er imidlertid lite som tyder på at disse er spesielt utbredt i regionen og langs rør-traséene. Kartlegging av spesielle marine biotoper i traséen må eventuelt gjøres før legging dersom en skal unngå at slike blir berørt. Dette kan gjøres ved visuell inspeksjon og evt. analyser av hydrokarboner i vann.

For å begrense mulige negative effekter på miljøet som et resultat av rørledningsoperasjoner er det viktig å velge en teknisk gjennomføringsmåte som forstyrrer og virvler opp minst mulig av sjøbunnen. I tillegg er det viktig å velge en trasé som endrer bunnforholdene minst mulig (dvs. det er ønskelig å redusere steindumping til et minimum). Mengden larver og egg i sjøen vil variere med årstidene.

Skadeomfanget på frittlevende organismer kan reduseres ved at slike perioder med mest larver i sjøen unngås.

1 Innledning

Norskehavet er for oljevirkosomheten sin del definert til området vest av kystlinjen, mellom 62° N og 69° N. Ved høringen av forslaget til utredningsprogram for Regional konsekvensutredning for Norskehavet (RKU-Norskehavet) ble det pekt på at konsekvenser av fysiske inngrep (grøfting og steindumping) på havbunnen bør kartlegges nærmere. I denne rapporten gis en vurdering av miljøeffekter ved grønfting og steindumping på havbunnen i forbindelse med rørlegging i region Norskehavet.

1.1 Rørlegging

Rørledninger legges dels oppå, dels nedgravd i sjøbunnen. Dette avhenger blant annet av rørdimensjon, miljøforhold og sjøbunnens beskaffenhet, samt om det er andre brukerinteresser i området. For utbygger er det viktig at røret blir lagt på en slik måte at det sikres mot brudd og feil, og på en teknisk og økonomisk gunstig måte. I landfallsområder kreves ofte spesielle teknikker og utforming av rørtraséen.

Eksisterende og planlagte eksportørledninger i region Norskehavet og felt i regionen er presentert i tabell 1 og figur 1 (forutsetninger for RKU- Norskehavet, Statoil). Planlagte felt-interne rørledninger som p.t. ikke er lagt er summert i tabell 2.

For rørledninger som skal ned i bunnen lages det vanligvis en grønft, dersom ikke bunnen er meget myk. Grøften kan lages med spyling, graving, suging eller plogredskap. Rørledningen kan dekkes med naturlig sediment eller ved tilførsel av sand og stein fra overflaten. Noen steder kan det være aktuelt å legge fyllinger i kløfter og lignende for å sikre tilstrekkelig støtte og fundament til røret.

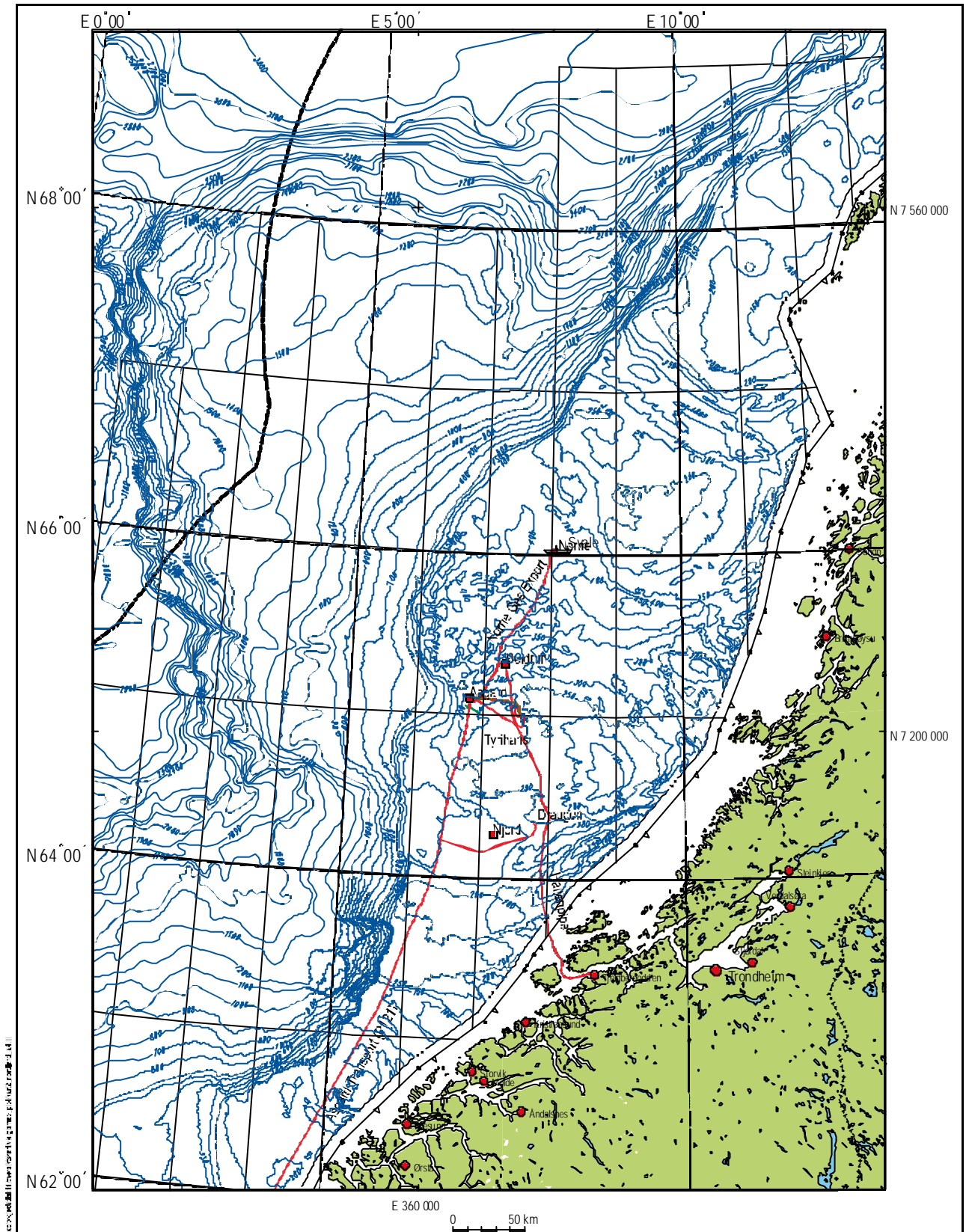
Ved rørlegging forstyrres sjøbunnen i traséen og noen meter på hver side. I tillegg blir det oppvirvling av sedimentpartikler og disse kan påvirke et større område. Fartøy som er med i arbeidet kan påvirke bunnen med anker håndtering. Etter endt arbeid kan bunnen/rørtraséen ha en annen utforming og endret struktur enn det den hadde før.

Tabell 1. Eksisterende og planlagte eksport-rørledninger (se også figur 1).

(1) Eksisterende eksportørledninger						
1	Åsgard Transport	Åsgard - Kårstø	42"	730 km	gass	Eksist.
2	Norne Gass Eksport	Norne – Åsgard-Transport	16"	130 km	gass	Eksist.
3	Heidrun Gass Eksport	Heidrun – Åsgard Transport	16"	37 km	gass	Eksist.
4	Draugen Gass Eksport	Draugen – Åsgard Transport	16"	75 km	gass	Eksist.
5	Haltenpipe	Heidrun – Tjeldbergodden	16"	245 km	gass	Eksist.
(2) Planlagte nye eksportørledninger						
6	Kristin Gass Eksport	Kristin – Åsgard Transport	18"	27 km (rørsløyfe)	gass	
7	Kristin Kondensat Eksport	Kristin – Åsgard C	12"	22 km	kondensat	
(3) Mulige framtidige eksportørledninger						
8	Eventuelt rikgassrør	Fra FF1 til land ?	?	Ca 200 km ?	Rik-gass	Trasé ikke kjent
9	Ormen Lange	Ormen Lange – land ?	?	Ca 150 km ?	Tørr-gass	Trasé ikke kjent

Tabell 2. Planlagte rørledninger og installasjoner i region Norskehavet.

Felt	Strekning	Diameter rør	Lengde rør	Type rør	Antall brønner, ferdig utbygd			
					Prod	Gassinj.	Vanninj.	Tot
Planlagte utbygginger (PUD innlevert)								
Kristin	Halvt nedsenkbar flytende produksjonsenhet, 4 havbunnsbrønnrammer. Lagerskip (Åsgard C) 22 km fra plattformen. Alternativt rørledning til land.							
	Brønner				12			12
	Brønnrammer - Kristin Semi	10"	6 x ca 6 km	brønnstrøm				
Mikkel	2 brønnrammer knyttet opp til Åsgard B via Midgard							
	Brønner				4			4
	Mikkel - Midgard	18"	37 km	brønnstrøm				
	Kontrollkabel/injeksjon sledning Åsgard B - Mikkel	3,5"	70 km	kontroll				
Svale	2 – 5 brønnrammer knyttet opp til Norne produksjonsskip							
	Brønner				4		2	6
	Svale - Norne	12"?	2 x 10km	brønnstrøm				
	Svale - Norne	14"?	10 km	Vanninj.				
	Svale - Norne	10"?	10 km	Gassløft				



Figur 1. Eksisterende rørledninger og installasjoner i Norskehavet (fra utredningsprogrammet).

1.2 Fauna i region Norskehavet

Økosystemet i Norskehavet er komplekst og består av fisk, plankton og bunnlevende organismer. I tillegg er det også funnet betydelige områder med korallrev dannet av korallen *Lophelia pertusa*. For de kommersielle fiskeriinteressene, er området i region Norskehavet mest av betydning som oppvekstområde for silde- og seil larver og seiyngel (Moe m. fl. 2002). I perioden januar til juni er det derfor store forekomster av egg, larver og yngel.

Moe m. fl. 2002 beskriver fiskefaunaen som mindre rik på i region Norskehavet sammenlignet med omkringliggende områder som er hovedgyteområder for sild og sei (fra Møre og opp til Haltenbanken). Området i region Norskehavet har imidlertid en unik betydning som oppvekstområde for silde- og seil larver og seiyngel. Egg, larver og yngel befinner seg i området fra januar til juli. Fiskearter som dominerer på sokkelen inkluderer vassild og øyepål, samt pelagiske ressurser som sild og makrell som vandrer gjennom området på leting etter næring. Ved eventuelle inngrep på havbunnen vil fisken i motsetning til bunnfaunaen også kunne forflytte seg fra området. I vurderingene i denne rapporten er det derfor ikke gjort en nærmere beskrivelse av fiskefaunaen.

Bunnfauna brukes ofte til å vurdere effekter av påvirkning/forurensning i marine områder. Siden faunaen betraktes som stasjonær, vil en kunne si noe om endret belastning over tid og ikke bare tilstanden i øyeblikket. Undersøkelser av marin bunnfauna brukes blant annet som et verktøy i den omfattende miljøovervåkingen som foregår offshore, for å kartlegge effekter offshorevirksomhet har på miljøet. I forbindelse med undersøkelse av marin bunnfauna er det også vanlig å analysere for kjemiske (eks. organisk materiale, hydrokarboner og metaller) og fysiske (partikkelsammensetning i sedimentet) parametere. Dette gir et mer helhetlig bilde av sedimentforholdene og tilstanden er i det aktuelle området.

Faunaen i sedimentet består av mange ulike grupper, de mest vanlige er børstemark, bløtdyr (muslinger og snegler), krepsdyr og pigghuder. Børstemark er vanligvis den dominerende gruppen. Dyrene deles ofte inn etter måten de inntar føde på, de mest vanlige gruppene er filterspisere, bunnfallspisere og rovdyr. Innhold av organisk materiale og kornstørrelse er med å bestemme hvilke fødegrupper som dominerer sedimentet.

2 Marine ressurser i sedimentet, region Norskehavet

Mesteparten av overflatesedimentet i region Norskehavet kan karakteriseres som silt/leire med forskjellig innslag av sand, grus og i enkelte tilfeller større steiner. Bunnfaunen i området domineres derfor av bløtbunnsfauna som hovedsakelig er lite mobil, og lever i det samme området i hele sin livssyklus, bortsett fra et planktonisk larvestadium.

I forbindelse med miljøovervåkingen på norsk sektor, har Haltenbanken vært undersøkt flere ganger. Nedenfor er det gitt en oppsummering av bunnfaunaen på aktuelle felt, dataene er hentet fra undersøkelsen som ble gjennomført på Haltenbanken Region VI i 2000 (Bakke m. fl. 200). Innsamling av bunnfauna er gjort med en 0,1 m² van Veen grabb. Dybdene varierer fra 240 m ved Draugen til ca 400 m i de nordligste områdene ved Norne. Noe ekstra data er tatt med .

2.1 Norne

Det er totalt utført tre miljøundersøkelser på Norne som har inkludert innsamling og analyser av bunnfauna. I forbindelse med undersøkelsen i 2000 ble det totalt funnet 14 057 individ representert med 212 arter. Børstemark utgjorde 40 % av individene, krepsdyr og bløtdyr 24 % hver. Arter som dominerte faunaen var børstemarkene *Spiophanes spp*, *Chaetozone setosa*, *Prionospio cirrifera*, *Paramphinome jeffreysii* og *Lumbrineris spp*, pølseormen *Golfingia spp* og muslingene *Abra longicallus* og *Limopsis cristata*.

Faunaen på Norne i 2000 domineres av bunnfallspisende fauna, som utnytter fint sediment med relativt høyt innhold av organisk materiale. I tillegg ble det observert en del krepsdyr og muslinger blant de dominerende artene, noe som indikerer en del grovt materiale i sedimentet. Sammenlignet med tidligere undersøkelser ble det observert en økning i bunnfallspisende fauna, noe som tyder på økt tilførsel av organisk materiale til området. Det ble også funnet flere arter som er kjent for å forekomme i høyt antall ved høy organisk belastning. Samlet sett viste undersøkelsen i 2000 at noen stasjoner på Norne anses som påvirket av aktiviteten i området.

2.2 Åsgard

I 2000 ble det samlet inn prøver fra 28 stasjoner på Åsgard, og det ble funnet 9865 individ fordelt på 281 arter. Det er totalt gjennomført fire bunnfaunaundersøkelser på Åsgard. Børstemark dominerer faunamaterialet, med rovdyr og bunnfallspisende arter. Eksempel på bunfallspisere er *Chaetozone setosa*, *Spiophanes spp* og *Paradoneis lyra*. Dominerende rovdyr er *Nephtys hystricis/incisa*, *Paradiopatra quadricuspis/fiordica* og *Lumbrineris spp*. Sedimentet er heterogent og består av grove partikler, noe som reflekterer strømninger og god sirkulasjon i vannmassene. Faunaen karakteriseres som divers og frisk. Undersøkelsen i 2000 viste dog at det kan ha vært noe tilførsel av organisk materiale.

2.3 Heidrun / Heidrun Nordflanken

Det er totalt gjennomført fire undersøkelser i dette området. I 2000 ble det samlet inn prøver fra 15 stasjoner på Heidrun og 12 stasjoner på Heidrun Nordflanken. Børstemark dominerer faunaen på begge feltene, og faunaen består av en blanding av rovdyr og bunnfallspisende arter. Det ble ikke observert dominans av enkelt arter, og funnene tyder på en divers og frisk fauna. Dominerende arter var børstemarkene *Chaetozone*

setosa, *Paramphinome jeffreysii* og *Lumbrineris spp.* Sammenlignet med undersøkelsen i 1997 ble det beregnet en økt diversitet, noe som tyder på en forbedring i miljøforhold.

2.4 Draugen

I 2000 ble 12 stasjoner undersøkt på Draugen, og totalt er det gjennomført fire miljøundersøkelser på dette feltet. Faunaen domineres også her av børstemark, og det ble funnet 5778 individ fordelt på tilsammen 250 arter. Rovdyr og bunnfallspisende arter dominerer faunamaterialet. Dominerende rovdyr er børstemarkene *Paramphinome jeffreysii*, *Nephtys hystericis/incisa*, *Paradiopatra quadricuspis/fiordica* og nesledyret *Cerianthus lloydii*. Dominerende bunnfallspisere er børstemarkene *Chaetozone setosa*, *Euchone incolor* og *Paradoneis lyra* og pølseormene *Golfingia spp* og *Onchnesoma stenstrupi*. Sedimentet på Draugen karakteriseres som sandig, med en divers fauna.

2.5 Njord

Sedimentet på Njord består av en blanding av silt/leire og veldig fin sand. Det er til sammen utført tre miljøundersøkelser på Njord, og i 2000 ble 17 stasjoner undersøkt. Det ble funnet 7844 individ og 264 arter. Den bunnfallspisende børstemarken *Chaetozone setosa* dominerer faunaen på flere av stasjonene, noe som indikerer god tilgang på organisk materiale i sedimentet. Faunen er sammensatt av en blanding rovdyr og bunnfallspisere. Konklusjonen fra undersøkelsen i 2000 er at flere stasjoner er påvirket i mindre eller større grad av aktivitetene i området.

2.6 Bunnfauna region Norskehavet - oppsummering

Generelt er faunaen ved feltene i region Norskehavet lite påvirket og fremstår som sunn. Regionen har høy fauna diversitet, men diversiteten varierer med andel finstoff i sedimentet. Diversiteten er generelt lavere i nord hvor finstoffandelen er høyest og sedimentet er mer homogent. I sør er sedimentet mer heterogent med større andel grovt materiale, faunaen har her flere nisjer og diversiteten er høyere.

Det er påvist effekt av virksomheten på faunaen på noen av feltene, denne er tydeligst på Njord.

3 Konsekvenser av fysiske inngrep på havbunnen

Effektene av rørlegging kan deles inn i midlertidige og varige endringer. De midlertidige oppstår under selve leggearbeidet, mens de varige er en følge av det arbeidet som er gjort. Dersom rørledning og eventuelle dekkmasser fjernes på et senere tidspunkt, vil sjøbunn og fauna etter hvert kunne få sin opprinnelige tilstand.

Konsekvensene av rørleggingen kan også deles inn i en nærsone og en fjernsone. Nærsonen berøres direkte av anleggsarbeidet, mens fjernsonen berøres av

sedimenterende partikler og eventuelt endret strømbilde. Utbredelsen av sonene vil være avhengig av teknikk, sedimentkvalitet, strømforhold og så videre. Nærsonen vil ofte bare være et smalt spor på under 20 meter bredde og fjernsonen rundt 100 m. I nærsonen med bløtbunn kan en regne at ca 10-20 m³ sediment blir berørt pr meter rørlegging (Dicks 1982). Fjernsonen har størst utbredelse nedstrøms rørledningen.

Ved rørlegging vil bruk av ankerbaserte leggefartøy føre til fysisk påvirkning av havbunnen på begge sider av rørtraseen som følge av utlegging og trekking av ankere. Dette unngås ved bruk av fartøyer med dynamisk posisjonering (DP).

3.1 Effekter på bunnlevende organismer

I selve rørtraséen vil de eksisterende bunndyr bli helt utryddet. Lenger borte fra rørledningen kan sedimentering og endret strømbilde føre til en endret bunnsamfunnstype. Noen arter har god evne til å tåle å bli begravet og andre ikke. I de fleste tilfeller er det små evertebrater (børstemark, skjell, krepsdyr, pigghuder osv.) som har en forholdsvis vid utbredelse som finnes i rørtrasé områder. For å unngå at eventuelle sjeldne habitater og tilhørende bunndyr blir påvirket av rørlegging, må dyrelivet i traséen kartlegges før arbeidet gjennomføres. En kan ut fra erfaring og eksisterende undersøkelser til en viss grad sannsynliggjøre om det finnes sjeldne habitater i det aktuelle område eller ikke. Dette vil i stor grad være avhengig av hvor godt en kjenner til det marine liv i området. Kapittel 2 oppsummerer hvilke undersøkelser som er gjort i området. Resultat fra disse undersøkelsene viser at det er lite sannsynlig at særegne biotoper blir berørt.

3.1.1 Re-kolonisering

Bunndyr har ulik evne til å kolonisere et område. Noen er rasktvoksende og er spesialister til å kolonisere nye områder, mens andre spres sent og har lang generasjonstid (Person & Rosenberg 1978). De første koloniserende artene vil kreve en viss stabilitet i miljøforholdene og tilgang på føde. Det kan for eksempel være bakterier som tilføres fra vannsøylen. Normalt vil det være flere arter for hurtig kolonisering i områder med naturlig meget vekslende miljøforhold. Dette betyr at på havbunn på store dyp og med stabil vannkvalitet vil koloniseringen gå senere. Normalt snakker man da om 1-2 år før sedimentet blir kolonisert og rundt 10 år før det nyetablerte samfunnet ligner det naturlige for området. Det finnes også biotoper som krever betydelig lengre tid for å re-etableres, f.eks. korallrev, som vokser meget sent.

Dersom miljøet endres etter rørleggingen, f.eks. ved at det kommer steinfylling i et område med finkornet (leire/silt) sjøbunn, vil dette føre til at det etableres en helt annen fauna enn det som var der opprinnelig. Det er vanskelig å se om dette kan ha negative effekter på omkringliggende sjøbunn. Begge typer samfunn har biologisk en verdi, som vanskelig kan settes opp mot hverandre.

Diverse effekter av rørlegging og vurdering av dette er oppsummert i tabell 3 og 4. Selv om det er snakk om flere 100 km med rør som er lagt eller planlagt lagt i området, er det et meget lite areal som blir direkte berørt av rørleggingen. Rørleggingen vil midlertidig

utrydde dyrelivet i bunnen i et 10-20 m bredt belte rundt røret. En bredere sone rundt røret vil påvirkes i for av økt sedimentasjon i anleggsperioden og eventuelt endrete strømforhold i ettertid.

Tabell 3. Mulige effekter av rørleggingsoperasjoner. Hentet fra Jacobsen m. fl. 1998 (referer til AURIS 1995).

Påvirkede miljøparametre	Omfang	Varighet	Vurdering av effekt	Kommentarer
Vannkvalitet	Langs hele rørledningen, < 100 meter på hver side	1 dag - 1 mnd	Ubetydelig	Fra re-suspenderte partikler, rask bedring
Pelagiske organismer	Langs hele rørledningen, < 100 meter på hver side	1 dag - 1 mnd	Ubetydelig	Fra re-suspenderte partikler, rask bedring
Sjøbunn topografi	Langs hele rørledningen, 10-20 meter bredt bånd	1 dag - 10 år	Ubetydelig	Ingen fare for andre brukere. Forstyrret sediment blir rekolonisert
Sedimentkvalitet	Langs hele rørledningen, 10-20 meter bredt bånd	1 mnd. - 1 år	Ubetydelig	Forårsaket bare av forstyrrelser av det naturlige sedimentet.
Bentiske organismer	Langs hele rørledningen, 10-20 meter bredt bånd	1 dag - 10 år	Ubetydelig	Forstyrret sediment vil bli rekolonisert
Fisk	Langs hele rørledningen, < 100 meter på hver side	1 dag - 1 mnd	Ubetydelig	Fisk vil unngå forstyrrelsene

Tabell 4. Mulige effekter av å begrave rørledning ved steindumping. Hentet fra Jacobsen m. fl. 1998 (referer til AURIS 1995).

Påvirkede miljøparametre	Omfang	Varighet	Vurdering effekt	Kommentarer
Vannkvalitet	Langs hele rørledningen, 100 meter til 1 km på hver side	1 mnd. - 1 år	Ubetydelig	Fra re-suspenderte partikler, rask bedring
Pelagiske organsimer	Langs hele rørledningen, 100 meter til 1 km på hver side	1 mnd. - 1 år	Ubetydelig	Fra re-suspenderte partikler, rask bedring
Sjøbunn topografi	Langs hele rørledningen, <100 meter på hver side	> 10 år	Moderat	Dannelse av nye permanente "åsrygger"
Sedimentkvalitet	Langs hele rørledningen, <100 meter på hver side	1 mnd. - 1 år	Ubetydelig	Sedimentering av resuspendert materiale anse som rent.
Bentiske organismer	Langs hele rørledningen, <100 meter på hver side	1 år - 10 år	Ubetydelig	Et mindre antall drept ved utførelsen. Rekoloniserer nye sedimenter.
Fisk	Langs hele rørledningen, <100 meter på hver side	1 dag - 1 år	Ubetydelig	Svømmer vekk for så å returnere

4 Spesielle økosystemer - Cold seeps & Darwin mounds

Cold seeps (kalde utlekkinger eller utsivinger) består av lekkasjer med energirike væsker (både vann og hydrokarboner) ut fra havbunnen. Der de kommer ut i konsentrert form har det en rekke steder i verden utviklet seg spesielle dyresamfunn i næringskjeder basert på bakterier som nyttiggjør seg dette energisubstratet.

Cold seeps omfatter både vannutsivninger og hydrokarbonlekkasjer. Områder med konsentrerte cold seeps kan også ha det som kalles hot vents eller hydrothermal vents der varmt vann, ofte med ekstra energi i form av ioner og eller hydrokarboner, strømmer ut fra grunnen.

Blant annet følgende nettadresser gir en nærmere introduksjon til cold seeps:

http://www.bio.psu.edu/People/Faculty/Fisher/cold_seeps/

<http://bonita.mbnms.nos.noaa.gov/sitechar/cold3.html>

<http://www.wcnurc.uaf.edu:8000/levinseeps.html>

Cold seeps kan anta flere former og de kan være påvirket av flere mekanismer. Cold seeps med vann dannes ved at regnvann trenger ned i grunnen og ut i havet. Dette kan skje i porøse bergarter og/eller i kombinasjon med løsavsetninger fra siste istid. Det siste fenomenet kan være aktuelt særlig i norske fjorder og muligens i noen kystnære strøk (Martin Hovland, Statoil, personlig meddelelse). Cold seeps kan også dannes ved tektoniske prosesser der vann fanget i sedimenter eller bergstrukturer presses ut av grunnen. Cold seeps kan også skyldes at hydrokarboner, med eller uten vann fra grunnen, kommer opp gjennom grunnen og opp til overflaten. Noen former er beskrevet i mer detalj nedenfor.

Diffuse utsivninger som kommer opp gjennom harbunn eller moreneavsetninger kan være vanskelige å registrere. Så sant de ikke medfører dannelse av spesielle dyresamfunn som lar seg registrere med de typer prøvetagningsutstyr anvendt i undersøkelsene sitert nedenfor, er de ikke lette å oppdage. Kjemisk karakterisering av mulige cold seeps har vært forsøkt i flere tilfelle uten resultater for *Lophelia* korallrev.

For gasslekkasjer som kan gå raskt gjennom siste del av bunnsstratet tyder de siste undersøkelser på at fortyningen rundt de stigende boblene er så rask at det ikke skjer noen hydratisering som kan etterlate denne type ”håndfaste” spor (Øistein Johansen, SINTEF, personlig meddelelse).

Blant cold seeps og inkludert mulige hydrokarbonlekkasjene finner vi det som kalles pockmarks (koppear) i Norskehavet. Disse opptil 200 m brede og 10 m dype gropene (Hovland & Buhl-Mortensen 1999) er dannet ved utsivning av hydrokarboner på havbunnen, og er funnet å inneholde spesielle dyresamfunn (Hovland & Thomsen 1989). Pockmarks kan også framstå som noe uklare og sirkulære nedsenkninger på bunnen med en diameter på rundt 50 m og en lav relieff, men uten spesielle dyresamfunn (Masson et al. 2002).

Pockmarks forekommer i et betydelig antall også i Nordsjøen på havdyp større enn 120 m. Cold seeps utsivninger kan være noe av grunnlaget for oppbygging av *Lophelia pertusa* korallrev. Hovland & Thomsen (1997) har foreslått at hydrokarbonrike sedimenter kan fremme en bakterieproduksjon som føres opp til overflaten og ut til korallene som direkte eller indirekte næring. Analyser av stabile karbonisotoper har så langt ikke bekreftet dette (Mortensen 2000: Introduksjonen). Hypotesen til Hovland & Thomsen (1997) kan derimot støttes av at rekker med pockmarks faller sammen med en tetthet av korallrev som er høyere enn gjennomsnittet.

Forekomster av pockmarks synes å være markante, men spredt, på regional skala, slik at om noen slike blir berørt ved de fysiske inngrep denne rapporten omhandler, vil dette ikke ha noen innvirkning på denne type fauna generelt, på regional skala. Dette inntrykket forsterkes av at det allerede er innarbeidet rutiner for å unngå større rev (Hovland, personlig meddelelse) og av sammenfall mellom store rev og mye pockmarks, som dermed er med å skåne slike pockmarks også fra større operasjoner.

Det er ellers usikkert i hvilket omfang det forekommer utsivninger i Norskehavet. Grøfting og steindumping vil sannsynligvis ikke blokkere eller ødelegge diffuse utsivninger eller de prosessene som er assosiert til disse (f.eks. spesialtilpassede bakterier og andre organismer som er avhengige av disse utsivningene). Lokale inngrep, som

planlage rørledningsaktiviteter innebærer, synes derfor ikke å utgjøre noen trussel mot eventuelle etablerte populasjoner av spesialtilpassede organismer.

Darwin mounds (hauger) er så langt bare funnet på dypt vann nord-vest av de britiske øyer og i sammenheng med pockmarks (Bett 2002, Masson et al. 2002). Darwin mounds er sandhauger eller haugformede sandavsetninger på sjøbunnen med haleformede forlengelser. (Se også CD: Atlantic margin environmental surveys of the seafloor. 1996 & 1998, Atlantic Frontier Environmental Network, UKOOA 2000, Bett 2001). Mens selve sandhaugene er tilholdssted for *Lophelia*, er halene mye lengre enn diameteren på hodene og blant annet tilholdssted for en opptil 20 cm lang protozo (encellede dyr) (*Syringammina fragilissima*) som forøvrig også finns spredt ellers i Rockall trakten. Sandhaugene kan være fra 5 til 100 m i diameter, mens halene er opptil flere hundre meter lange. Området med pockmarks lå rett sør av Darwin mounds området. Det syntes å være en gradvis overgang mellom de to fenomenene. Det var ingen tegn til aktive cold seeps ble funnet i form av spesielle biologiske samfunn, sedimentkarakteristika som skallrester i sedimentene eller fotografier som kunne ha vist ansamlinger av muslinger eller ”rørormer” = ”vestmentiferer”. (<http://www.soc.soton.ac.uk/GDD/DEEPSEAS/>) (Bett 2002, Masson et al. 2002). Forfatterne forklarer både Darwin mounds og pockmarks med utsivninger av væske fra bunnen. For Darwin mounds sin del har væskestrømmen vært så sterk at den river med seg sandkorn på veien opp og på det viset bygger opp haugene. En gradvis overgang fra sandig til mer mudderaktig sediment, samt hvordan sedimentene styrer utsivningene, kan forklare overgangen fra Darwin mounds til pockmarks. For *Lophelia* og assosiert filterspisende fauna sin del, mener forfatterne sitert ovenfor at Darwin mounds forhøyningene i seg selv utgjør en tilstrekkelig fordel til at dyrene samles og vokser her.

Funnene omtalt i AFEN undersøkelsen gjelder to felter Darwin mounds registrert fra litt mindre enn 1000 m dyp til nær 1100 m dyp i Rockall trakten. Vi har ikke kunnet finne noen holdepunkter som tilsier at slike Darwin mounds forekommer i regionen Norskehavet. Ut fra dette kan det heller ikke forventes noen effekter. Hvis slike Darwin mounds likevel skulle vise seg å være tilstede bør de unngås ved valg av rørtraséer i den grad det er mulig. Vi er heller ikke kjent med at det er funnet konsentrerte cold seeps i norske farvann. Dog bør det vurderes undersøkelser med de typer sonarer og foto/videoutstyr som anvendt i undersøkelsene nevnt ovenfor forut for industriell aktivitet.

For diffuse cold seeps som ikke etterlater seg makro-spor som registreres med de ovennevnte teknikker kan både slede, grabb og kjerneborer prøver vurderes for avgrensede områder dersom det forekommer geologiske og/eller biologiske indikasjoner på cold seeps. Analysene kan/bør inneholde kjemiske karakteriseringer av både metall og hydrokarbon innhold, mikrobiologiske beskrivelser, samt faunistiske (særlig skallrester fra spesialtilpassede dyr) analyser. Disse analysene kan best spisses ved at man systematiserer funn fra de liknende havdyp andre steder.

5 Konklusjoner

Av de mulige effektene av rørleggingsoperasjoner og steindumping for å beskytte rørledninger etter legging som summert i tabellene 3 og 4, er de fleste antatt å være ubetydelige.

Mulige effekter er begrenset til nærområdet rundt rørledningen (10-20 meter bredt belte), og vil for regionen som en helhet kun gjelde et meget begrenset areal.

Størst negative effekter kan forventes hvis rørledningene legges gjennom spesielt sårbare og verneverdige økosystemer, som Darwin mounds, Cold seeps etc. Det er imidlertid lite som tyder på at disse er spesielt utbredt i regionen og langs rør-traséene. Kartlegging av traséen må eventuelt gjøres før legging dersom en skal unngå at slike blir berørt. Aktuelle metoder vil i så fall være sonar- og kamerastøttede inspeksjoner og evt. analyser av fauna, metaller og hydrokarboner i vann og særlig sedimenter.

For å begrense mulige negative effekter på miljøet som et resultat av rørledningsoperasjoner er det viktig å velge en teknisk gjennomføringsmåte som forstyrrer og virvler opp minst mulig. I tillegg er det viktig å velge en trasé som endrer bunnforholdene minst mulig (dvs. det er ønskelig å redusere steindumping til et minimum).

Mengden larver og egg i sjøen vil variere med årstiden og skadeomfanget på frittlevende organismer kan reduseres ved å unngå perioder med høy tetthet av egg og larver (vår/sommer).

6 Referanser

AURIS 1995. *An Assessment of the Environmental Impact of Decommissioning Options for Oil and Gas Installations in the UK North Sea*. AURIS Environmental Ltd. MR 270, 290 s + appendiks.

Bakke, S., N. Gjøs, T. Jensen, F. Oreld, T. Møskeland, S.A. Nøland, L.G. Faksness og T. Øfsti 2001. *Miljøundersøkelse 2000, Region VI – Haltenbanken*. Det Norske Veritas, Rapport Nr. 2001-0376. 244 s.

Bett, B.J. 2002. UK Atlantic Margin Environmental Survey: Introduction and overview of bathyal benthic ecology. *Continental Shelf Research* 21: 917-956.

Bett, B.J. 2001. UK Atlantic Margin Environmental Survey: Introduction and overview of bathyal benthic ecology. *Continental Shelf Research* 21: 917-956.

Dick, B. 1982. Monitoring the biological effects of North Sea platforms. *Marine Pollution Bulletin* 13 (7). 221-227.

Hovland, M., Mortensen, P. B. 1999. *Norske korallrev og prosesser i havbunnen*. John Grieg Forlag, Bergen. 155 sider.

- Hovland, M. & Thomsen, E. 1989. Hydrocarbon-based communities in the North Sea? *Sarsia* 74: 29-42.
- Hovland, M. & Thomsen, E. 1997. Cold-water corals – are they hydrocarbon seep related? *Marine Geology* 137: 159-164.
- Jacobsen, M., L. Egelund, H. Hovland & J.P. Aabel 1998. *Nedbrytning av rørledninger over tid*. Rapport fra: Dames & Moore, JP Kenny og Corresist. Foreløpig versjon 2 datert 03.09.98. 66 s.
- Masson, D.G., B.J. Bett, D.S.M. Billet, C.L. Jacobs, A.J. Wheeler & R.B. Wynn. 2002. A fluid escape origin for deepwater coral-topped mounds in the northern Rockall trough, NE Atlantic. *Marine Geology*: in press.
- Moe, K.A., S.H. Lorentsen, P. Fossum, M. Heide og A.G. Melbye. 2002. *RKU – Norskehavet. Oppdatering av miljøressurser*. Utkast.
- Mortensen, P. B. 2000. *Lophelia pertusa* (Scleractinia) in Norwegian waters. Distribution, growth and associated fauna. Univ. Of Bergen 2000. Dr. scient thesis.
- Pearson, T. H., & Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual review*, 16, 229-311.
- Skadsheim, A., G. Kjeilen, A. Melbye, H. Rye & E. Aas 2002. *Konsekvenser av regulære utslipp til sjø – RKU Norskehavet*. RF – Rogalandforskning, RF – 2002/81. 64 s. *Utkast*.