



DET NORSKE VERITAS


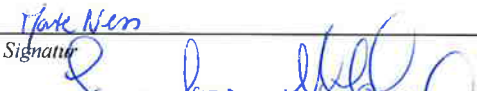

Teknisk Rapport Helhetlig forvaltningsplan Norskehavet. Andre miljøkonsekvenser

Olje- og energidepartementet

Rapport nr. 2008-0227/DNV ref nr: 11Y9MTZ-3
Rev 01, 31/03/2008



Andre miljøkonsekvenser. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet	DET NORSKE VERITAS AS Veritasveien 1 1322Høvik, Norway Tel: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. No: NO 945 748 931 MVA
For: Olje- og energidepartementet Postboks 8129, Dep 0032 OSLO Norway	
Kunde ref: 7070238B-Andre miljøkonsekvenser	

Dato for første utgivelse:	31/03/2008	Prosjekt nr.:	65235536
Rapport Nr.:	2008-0227	Org. Enhet:	DNV Energy
Rev. Nr.:	01	Emnegruppe:	Konsekvensutredning
Sammendrag:	Denne delutredningen utgjør en del av Olje- og Energidepartementets utredning av konsekvenser for helhetlig forvaltning av Norskehavet, for sektor petroleum og energi. Emner som dekkes i delutredningen er avfall fra petroleumsindustrien både i drift og avviking, konsekvenser av seismisk aktivitet og påvirkning fra andre støykilder, konsekvenser av fysiske inngrep på havbunn, samt introduksjon av fremmede arter via skrog (ikke ballastvann). En beskrivelse og status for miljøovervåking i utredningsområdet blir også gitt. For vurdering av konsekvenser er det lagt til grunn en oversikt over områdets naturressurser og kjent og tilgjengelig kunnskap om effekter. Konsekvenser er vurdert ut ifra en beskrivelse av dagens aktivitetsnivå, samt et fremtidsbilde for 2025.		
Utført av:	Navn og stilling Kristin Nåvik, Senior konsulent Egil Dragsund, Principal konsulent Siri Bergseth, konsulent Øyvind Tvedten, Senior konsulent Marte Ness, Senior konsulent	Signatur	
Verifisert av:	Navn og stilling Tor Jensen, Head of Section	Signatur	
Godkjent av:	Navn og stilling Tor Jensen, Head of Section	Signatur	

<input checked="" type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet (fri distribusjon innen DNV etter 3 år)	Indekseringstermer	
<input type="checkbox"/>	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet	Nøkkelord	Miljøkonsekvenser Norskehavet, avfall, seismikk fysiske påvirkninger, miljøovervåking, introduserte arter
<input type="checkbox"/>	Strengt konfidensiell	Service Area	SHE
<input type="checkbox"/>	Fri distribusjon	Market Segment	

Rev. Nr / Dato:	Årsak til utgivelse:	Utført av:	Verifisert av:	Godkjent av:

© 2002 Det Norske Veritas AS
 All rights reserved. This publication or parts thereof may not be reproduced or transmitted in any form or by any means, including photocopying or recording, without the prior written consent of Det Norske Veritas AS.

Innholdsfortegnelse

1	SAMMENDRAG	5
2	INNLEDNING	7
2.1	FORUTSETNINGER OG TILNÆRMELSE.....	7
2.1.1	<i>Utredningstemaer</i>	8
2.2	GEOGRAFISK BEGRENSNING.....	9
2.3	AKTIVITETSBESKRIVELSE.....	10
2.3.1	<i>Dagens aktivitetsnivå</i>	10
2.3.2	<i>Forventet aktivitetsnivå i 2025</i>	11
3	FORKORTELSER	12
4	AVFALL	13
4.1	VANLIG AVFALL OG FARLIG AVFALL.....	13
4.1.1	<i>Krav og retningslinjer knyttet til avfallsproduksjon og håndtering av avfall</i>	13
4.1.2	<i>Rutiner for avfallsbehandling av vanlig avfall og farlig avfall</i>	14
4.1.3	<i>Avfallssituasjonen i Norskehavet i dag</i>	16
4.1.4	<i>Avfallsprognose</i>	19
4.1.5	<i>Konsekvenser av avfall</i>	21
4.2	AVVIKLING AV FELT OG VURDERING AV ETTERLATT MATERIALE.....	21
4.2.1	<i>Krav og retningslinjer knyttet til disponering av utrangerte installasjoner</i>	22
4.2.2	<i>Rutiner behandling ved offshore avvikling</i>	23
4.2.3	<i>Avfallssituasjonen fra offshore avvikling nå og fremtiden</i>	24
4.2.4	<i>Konsekvenser av feltavvikling</i>	27
4.3	LAVRADIOAKTIVT AVFALL (LRA).....	27
4.3.1	<i>Krav og retningslinjer knyttet til LRA</i>	28
4.3.2	<i>Rutiner ved behandling av LRA</i>	28
4.3.3	<i>Dagens og fremtidig avfallssituasjon av LRA</i>	29
4.3.4	<i>Konsekvenser av LRA</i>	31
4.4	KUNNSKAPSBEHOV.....	31
5	SEISMIKK OG ANNEN STØY	32
5.1	GENERELT OM SEISMIKK.....	32
5.2	METODER FOR KARTLEGGING.....	33
5.2.1	<i>To-dimensjonal seismikk (2D)</i>	33
5.2.2	<i>Tre-dimensjonal seismikk (3D)</i>	34
5.2.3	<i>Fire-dimensjonal seismikk (4D)</i>	34
5.2.4	<i>Havbunnsseismikk</i>	35
5.2.5	<i>Elektromagnetisk kartlegging</i>	36
5.3	ANDRE STØYKILDER.....	37
5.3.1	<i>Skipstrafikk</i>	37
5.3.2	<i>Militære sonarer</i>	37
5.3.3	<i>Boring</i>	37
5.4	SEISMISK AKTIVITET I NORSKEHAVET.....	38
5.5	EFFEKTER PÅ PLANKTON, FISKEEGG, LARVER OG YNGEL.....	41
5.5.1	<i>Ressursbeskrivelse</i>	41
5.5.2	<i>Oppsummering: konsekvenser for plankton, fiskeegg, larver og yngel</i>	42
5.6	EFFEKTER PÅ VOKSEN FISK.....	42
5.6.1	<i>Fysiologiske effekter</i>	42
5.6.2	<i>Adferdsmessige effekter</i>	43
5.6.3	<i>Ressursbeskrivelse</i>	43
5.6.4	<i>Oppsummering: konsekvens for fisk</i>	46
5.7	EFFEKTER PÅ FISKEFANGSTER.....	46
5.7.1	<i>Oppsummering: konsekvenser for fiskefangster</i>	47
5.8	EFFEKTER PÅ SJØPATTEDYR.....	47
5.8.1	<i>Fysiologiske og adferdsmessige effekter</i>	47



5.8.2	Ressursbeskrivelse	49
5.8.3	Oppsummering: konsekvenser for sjøpattedyr	50
5.9	LOVER OG REGULERINGER	51
5.10	KUNNSKAPSBEHOV	52
6	FYSISKE INNGREP OG MILJØKONSEKVENSER	53
6.1	RØRLEDNINGER OG ANDRE PETROLEUMSINSTALLASJONER PÅ BUNN	53
6.2	UTSLIPP AV BOREKAKS	57
6.3	EFFEKTER PÅ SJØBUNN OG BUNNDYR	57
6.4	EFFEKTER FOR FISK OG KULTURMINNER	60
6.5	AVBØTENDE TILTAK	60
6.6	KUNNSKAPSBEHOV	61
7	MILJØOVERVÅKING AV PETROLEUMSVIRKSOMHETEN I NORSKEHAVET	61
7.1	SEDIMENTOVERVÅKING	62
7.2	VANNSØYLEOVERVÅKING	64
7.3	RESULTATER OG TRENDER I OVERVÅKINGEN	66
7.3.1	<i>Sedimentovervåking</i>	66
7.3.2	<i>Vannsøyleovervåking</i>	68
8	INTRODUSERTE ARTER	71
9	REFERANSER	73

1 SAMMENDRAG

Denne delutredningen er utarbeidet av DNV på oppdrag av Olje- og Energidepartementet (OED) som en av flere delutredninger til Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet – Sektor Petroleum og Energi.

Delutredningen skal dekke *Andre miljøkonsekvenser*, herunder inngår miljøkonsekvenser fra avfallsgenerering, seismiske undersøkelser og andre støykilder i det marine miljø, fysiske innvirkninger fra petroleumsvirksomheten og potensialet for introduksjon av fremmede arter via skrog til Norskehavet. I tillegg gis det en gjennomgang av resultater fra de siste regionale miljøundersøkelsene i utredningsområdet.

Vurdering av miljøkonsekvensene gjøres opp i mot dagens aktivitetsnivå samt et fremtidig aktivitetsnivå som beskrevet av OD.

Avfallet som genereres fra petroleumsindustrien i Norskehavet vil tas hånd om av allerede eksisterende mottaksordninger, som ivaretar og deponerer avfallet etter gjeldende regelverk. Det er ingen miljøkonsekvenser av betydning fra generering av avfall som følge av drift av installasjoner i Norskehavet.

Avvikling av et felt vil ha forskjellig virkning på miljøet avhengig av disponeringsløsning. Det forventes neglisjerbare miljømessige konsekvenser av utlekking av metaller og stoffer fra etterlatt materiale. Forstyrrelser av bunnen vil være midlertidig og forbigående.

Effektene av LRA (lavradioaktivt avfall) på marint miljø regnes å være helt uten betydning (OLF Temahefte). I tillegg vil produsert LRA lagres forsvarlig på land, og dersom det er teknisk mulig reinjiseres i reservoaret.

Den seismiske aktiviteten i Norskehavet forventes å holde seg på samme nivå som i dag eller å øke i fremtiden. Seismiske undersøkelser blir mer og mer vanlig ikke bare i letefasen etter petroleumsressurser, men også i styringen av eksisterende felt. Dette skyldes bedret teknologi som gir en mer detaljert beskrivelse av undergrunnen.

Skader på og økt dødelighet av plankton og tidlige stadier av fisk som følge av seismisk aktivitet, er påvist ved avstander mindre enn 5 meter fra luftkanonene. Individuer innenfor de nærmeste 2 meterne er mest utsatt, og jo yngre individer jo mer sårbare er de. Dødeligheten er imidlertid så lav at det ikke representerer noen trussel på bestandsnivå.

For voksen fisk er det i den senere tid vært økt fokus på skader på hørselsorganer som følge av påvirkning av ytre støy. Det er imidlertid den adferdsmessige effekten som synes mest betydningsfull. Voksen fisk utviser en fluktreaksjon når de utsettes for uønsket støy. Fluktreaksjonen er registrert i en radius på opptil 30 km fra lydilden. Fluktreaksjoner kan medføre endrede vandringsruter, og for fisk på gytevandring er dette mest kritisk. Dette kan medføre at fisken gyter på nye steder eller at gytingen blir forskjøvet i tid. Dette kan påvirke overlevelsesnivået og i verste fall den årlige reproduksjonen. For å redusere eventuelle effekter av seismisk aktivitet er det innført restriksjoner i form av tidsbegrensninger for seismisk skyting i gyteområder for viktige kommersielle arter og i områder hvor det foregår konsentrert gytevandring.

Fluktreaksjoner er også årsaken til at det er registrert reduserte fiskefangster i områder hvor det drives seismisk aktivitet.

Det er ikke dokumentert dødelighet på sjøpattedyr som følge av seismisk aktivitet. Eksponering på sjøpattedyr er i hovedsak på individnivå, da artene er spredt over store havområder.

Frekvensområdene for seismiske lydsignaler ligger i stor grad innenfor sjøpattedyrs områder for oppfattelse av lyd og kommunikasjon. Dette kan medføre maskeringseffekter som reduserer evnen til å kommunisere med andre individer, finne føde og oppdage predatorer. Effektene er imidlertid av begrenset omfang og varighet.

Alt i alt foreligger det ikke dokumenterte resultater på økt dødelighet eller langvarige skader hos voksen fisk eller sjøpattedyr som følge av seismisk aktivitet.

Det er ikke gjennomført større studier på effekter av elektromagnetiske undersøkelser, men det antas at konsekvenser for marint liv er mindre enn ved konvensjonell seismisk aktivitet. Dette skyldes at man ikke har trykkbølger som sprer seg i vannmassene som ved tradisjonell seismikk.

Skipstrafikk og boreaktiviteter genererer i hovedsak støy i lave frekvensområder (< 1 kHz). Det samme er tilfelle for lavfrekvente militære sonarer. Frekvensområdet er sammenfallende med området som fisk og en del sjøpattedyr oppfatter, men negative effekter på bestandsnivå er lite sannsynlig. Det pågår internasjonal forskning på dette området.

Fysiske påvirkningene begrenser seg til helt lokale forhold, og konsekvenser av fysiske inngrep er derfor generelt vurdert å være ubetydelige. Midlertidige effekter oppstår under installasjonsarbeidet i form av oppvirvling av partikler og forstyrrelse av bunnsstratet. Midlertidige effekter er størst dersom rørledninger graves ned. En regner at et belte på 10-20 m rundt røret blir sterkt påvirket av selve nedgravingen og av sedimentasjon av partikler. Permanente effekter er først og fremst knyttet til endret bunnsstrat. Det er rørløsningsarbeid og rørledninger på bunnen som har størst omfang i Norskehavet og som representerer det største potensialet for miljørisiko.

I Norskehavet er det oppdaget flere verdifulle dypvannskorallrev. Studier viser at koraller har evne til å rense seg for partikler og det er ikke observert skader på rev som følge av nedslamming eller utslipp av borekaks. Fiske med bunnslepne fiskeredskaper representerer en større risiko for korallene og det er innført forbud mot bruk av den type redskaper for de største revene (Sularevet, Iverryggen, Røstrevet, Tisler og Fjellknausene).

Miljøundersøkelser deles i sedimentovervåking og i vannsøyleovervåking. Det er så langt gjennomført sedimentovervåking i to regioner i utredningsområdet; Møreområdet og Haltenbanken. Grunnlagsundersøkelsene som er gjennomført i Møreområdet viste ingen tegn til forurensning i bunnen og artssamfunnet var relativt artsrikt ved siste undersøkelse som var i 2004. På Haltenbanken karakteriseres bunndyrsamfunnet som sunt og uforstyrret, med lite påvirket bunnsfaunaareal. Den kjemiske forurensningen i form forhøyede hydrokarbon (THC)- og bariumpkonsentrasjoner er mer utbredt enn de biologiske effektene, men påvirket areal er lite i forhold til undersøkt areal. THC-kontaminert areal har økt i regionen fra undersøkelsen i 2003 til undersøkelsen i 2006, hovedsakelig på grunn større aktivitet i regionen. Forhøyede THC nivåer er først og fremst registrert innenfor 300m fra installasjonene. Det er ikke gjennomført effektundersøkelser i vannsøylen i Norskehavet ennå. Tilstandsovervåking kartlegger i hovedsak innholdet av miljøgifter i naturlig viltlevende fisk og i noen grad effektene av enkelte hydrokarboner. Det er funnet lite effekter av utslipp av produsert vann, men tegn på DNA-skader i fiskelever er observert på Tampen.

Miljøovervåking er ikke så langt blitt gjennomført i Nordlandsområdet og området rundt Jan Mayen.

Introduserte arter til Norskehavet fra skrog på rigger og produksjonsinnretninger anses å representere neglisjerbar miljørisiko. Dette skyldes dels at det er lite sannsynlig at begroingsorganismer følger med nyankomne innretninger til Norskehavet, da de fleste er innom



norske verft langs kysten før de installeres i Norskehavet, og dels at artene som følger med er bentiske arter som ikke vil ha naturgrunnlag for vekst i åpent hav. Trafikken av nye innretninger til sokkelen er dessuten liten. Det samme forventes i fremtidsbildet. Det er hittil registrert relativt få introduserte arter i norske farvann. De fleste av disse er sekundærintroduksjoner, dvs. artene har spredd seg naturlig med kyststrømmer fra våre naboland og da primært til de sørligste områdene (Oslofjorden, Skagerakkysten, Nordsjøkysten). Det finne i dag ingen gode antibegroingsmidler for langsomtgående skip/rigger som erstatter de utfasede organo-tinnforbindelsene. Sannsynligheten for overførsel av fremmede arter med skrog har derfor økt noe, inntil nye antibegroingsmidler er på markedet.

2 INNLEDNING

Foreliggende arbeid er utført av DNV som en del av Olje- og energidepartementets utredningsprosess for "Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet – sektor petroleum og energi". Arbeidet fokuserer på mulige miljøkonsekvenser som følge av:

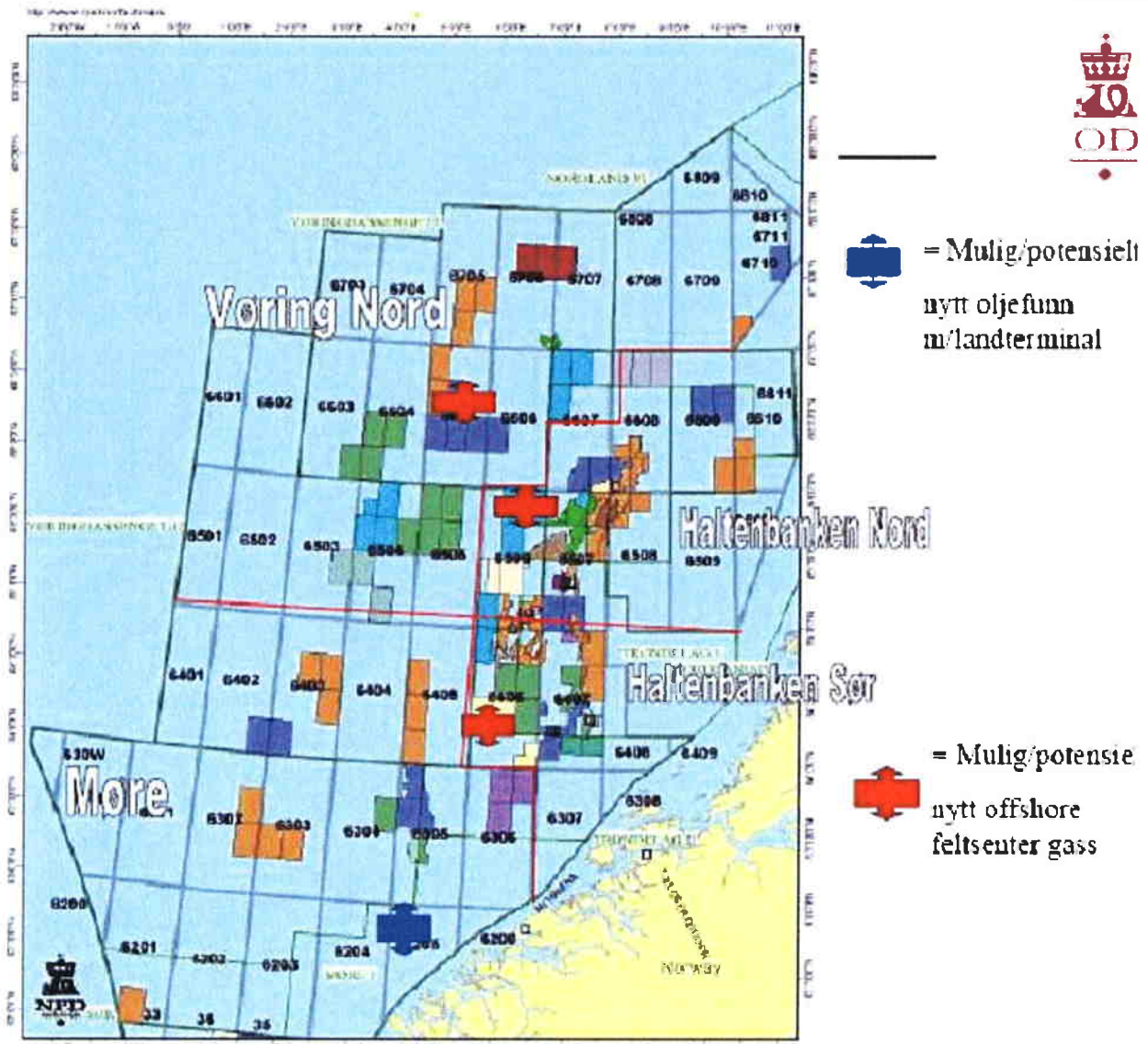
- avfall som genereres i forbindelse med petroleumsaktiviteter
- seismisk aktivitet og andre kilder til støy i det marine miljø
- fysisk påvirkning av sjøbunn
- fremmede arter som introduseres via skrog på rigger og flytende produksjonsskip

I tillegg er det en oppsummering av de miljøundersøkelsene som er gjennomført innen utredningsområdet.

2.1 Forutsetninger og tilnærming

Utgangspunkt for vurderingene er et spesifisert bilde av petroleumsvirksomhetens nåtilstand dvs. 2007 og i 2025.

Det er i dag ni felt i drift i det aktuelle området: Draugen, Njord, Åsgard, Heidrun, Norne, Kristin, Mikkell, Urd og Ormen Lange. Videre er Tyrihans og Alve under bygging, samt Skarv/Idun under planlegging. Det har også blitt gjort ytterligere funn i området, blant annet Trestakk, Marulk og Morvin. Disse funnene er i en tidlig planleggingsfase. En vurdering av mulig realistisk fremtidsbilde for 2025 omfatter et mulig nytt oljefelt kystnært på Møre (Figur 2-1), samt leteaktivitet sørvest av Jan Mayen.



Figur 2-1 Petroleumsaktivitet i Norskehavet (2007) samt indikasjon av mulige nye gass (rød) og oljefelt (blå) i 2025 (OD 2007b)

2.1.1 Utredningstemaer

I programmet for utredning av konsekvenser, generell del, gis det en beskrivelse av den metodiske tilnærmingen som skal ligge til grunn for sektorutredningene under den helhetlige forvaltningsplanen for Norskehavet. Av spesiell viktighet er de felles utredningstema:

- Plankton: Fokus på fiskeegg og fiskelarver.
- Bunnsamfunn: Fokus på koraller.
- Fisk: Fokus på sild, kolmule, makrell, sei og tobis.
- Sjøfugl: Pelagisk dykkende fugl (lomvi, lunde) og bentisk dykkende fugl (ærfugl). Også andre arter skal vurderes hvor dette finnes relevant.
- Sjøpattedyr: Fokus på steinkobbe, men havert og hval vurderes hvor relevant.

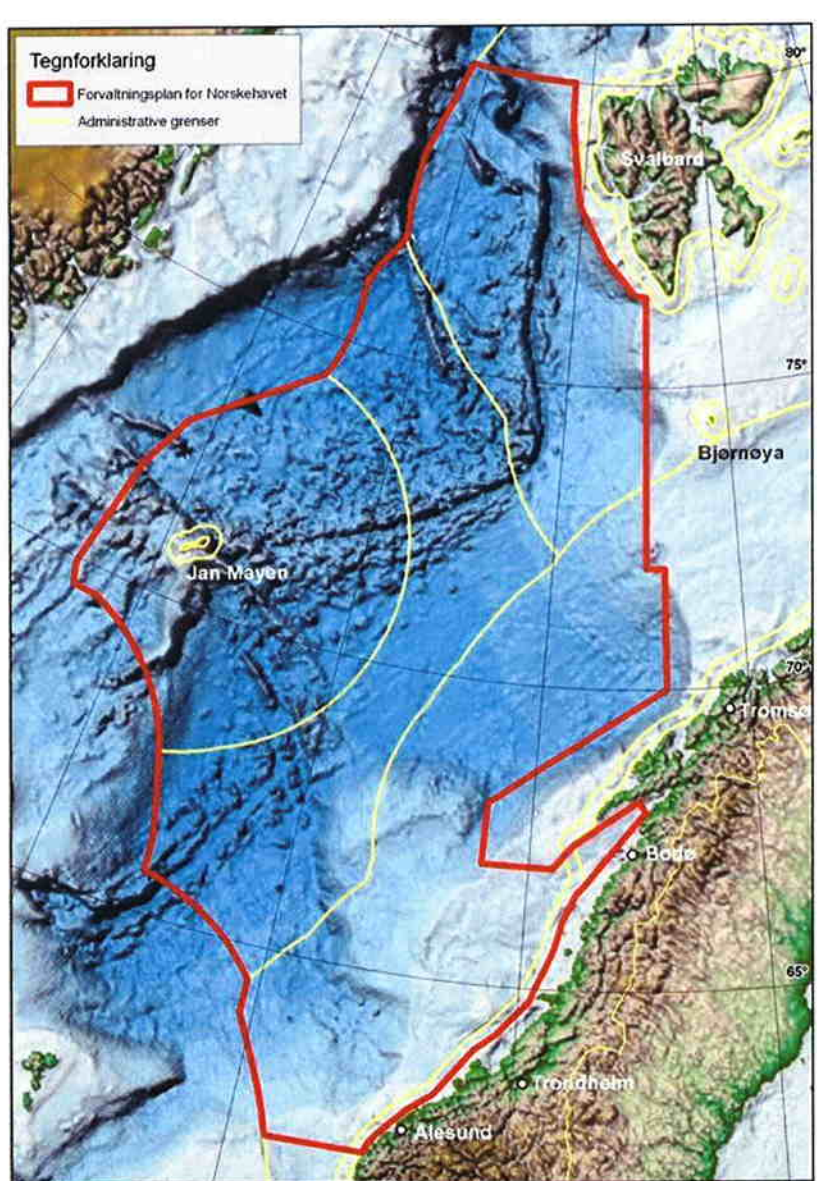
Av disse tema er konsekvenser for fisk, plankton, bunnsamfunn og sjøpattedyr omfattet av denne rapporten. Sjøfugl omfattes av en egen utredning utført av Norsk institutt for naturforskning

(NINA), og er heller ikke særlig relevant for de påvirkningsfaktorer som belyses i denne rapporten.

Under ledelse av Havforskningsinstituttet og Direktoratet for naturforvaltning er det, som en grunnlagsrapport til Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet, utarbeidet en "Arealrapport med miljø- og ressursbeskrivelse" for utredningsområdet (HI/DN 2007). Denne rapporten inneholder viktig basisinformasjon om naturressurser og fysiske miljøforhold for delutredningen.

2.2 Geografisk begrensning

Forvaltningsplanen for Norskehavet skal dekke et område som strekker seg fra utenfor grunnlinjen i norsk økonomisk sone fra 62°N til 80°N, inkludert dypvannsområder i norsk økonomisk sone vest for Barentshavet og i fiskevernsonen ved Svalbard (vest for Svalbard), og i tillegg fiskerisonen ved Jan Mayen og "Smuthullet". Også området i Vestfjorden inkluderes i utredningsområdet. Det geografiske området er vist i Figur 2-2.



Figur 2-2 Geografisk avgrensning for forvaltningsplanen for Norskehavet.

2.3 Aktivitetsbeskrivelse

Det produseres både olje, gass og kondensat fra feltene i Norskehavet. Av de totale forekomstene antas det en fordeling 40/60 mellom olje/kondensat og gass.

Olje- og kondensat-transporten fra Norskehavet skjer med tankskip. Gass fra Åsgard, Kristin, Mikkell, Norne og Draugen blir transportert i Åsgard Transport til Kårstø. Gass fra Heidrun blir transportert i Haltenpipe til Tjeldbergodden. Gass fra Ormen Lange blir tatt inn til landanlegg på Aukra i rørledning og derfra transportert via rørledningen Langeled til Easington i Storbritannia.

2.3.1 Dagens aktivitetsnivå

Det er 11 felt i området i dag. 9 av disse er i produksjon. Dagens felt og felt under planlegging er oppsummert i Tabell 2-1.

Feltene Alve og Tyrihans forventes å komme i drift i hhv. 2008 og 2009. Begge er havbunnsutbygginger med brønnrammer som knyttes opp til hhv. Norneskipet og Kristin-plattformen. Marulk blir sannsynligvis også en havbunnsutbygging med oppknytning til Åsgård. Marulk representerer det 5. største gassfunnet på norsk sokkel de siste 5 årene. Funnet Morvin planlegges utbygd som et havbunnsystem med tilknytning til Åsgard B. Tiden fra et funn gjøres til et felt er i drift ligger på mellom 7-10 år. Fram til oktober 2007 er det blitt boret 147 undersøkelsesbrønner i Norskehavet, hvorav 16 er lokalisert i dypvannsområder (OD 2007b).

Tabell 2-1 Felt i produksjon og under planlegging i Norskehavet (OD 2007, www.npd.no)

Felt	Produksjon	Type installasjon	Produksjons-periode
Draugen	Olje Assosiert gass	Bunnfast betonginnretning	1993-2020
Heidrun	Olje Gass (til Tjeldbergodden)	Strekstaginginnretning av betong	1995-2030
Kristin	Gass og kondensat	Halvt nedsenkbar produksjonsplattform	2005-2025
Åsgard		Åsgard A er FPSO. Åsgard B er halvt nedsenkbar innretning. Åsgard C er lagerskip.	1999-2025
Mikkell	Gass og kondensat	2 brønnrammer knyttet opp mot Åsgard B	2003-2025
Njord	Olje	Halvt nedsenkbar produksjonsplattform og et lagerskip (Njord B)	1997-2015
Norne	Olje	Produksjons- og lagerskip (FPSO)	1997-2020
Urd	Olje og assosiert gass	Brønnrammer knyttet opp til Norneskipet	2005-2015
Ormen Lange	Gass, noe kondensat	Brønnrammer med flerfase rørledning inn til landanlegg på Aukra	2007-2035
Tyrihans	Kondensat	Brønnrammer	2009-2025
Alve	Gass og kondensat	Brønnrammer	2008-2020
Skarv-Idun	Olje og kondensat	Produksjons- og lagerskip (FPSO)	2010
Trestakk	Olje og gass		
Marulk	Olje og gass		
Møre	Olje og gass		
Jan Mayen	Olje og gass		

2.3.2 Forventet aktivitetsnivå i 2025

Fremtidsbildet som er presentert av OD (OD 2007b) er basert på følgende forutsetninger:

- Representativt for det geografiske utredningsområdet hvor det enten er åpnet for petroleumsvirksomhet eller det vurderes som et potensial for funn innen planperioden (2009-2025).
- Dekker funn eller områder med forventning om funn
- Inkluderer områder som vurderes som potensielle konfliktområder med fiskeri- og miljøinteresser der det kan være muligheter for funn av petroleum.

Plan for utbygging og drift (PUD) og plan for installasjon og drift av rørledninger (PAD) for Skarv/Idun-feltet ble levert inn til myndighetene i juni 2007. Feltet planlegges utbygd med et produksjons- og lagerskip (FPSO) på Skarv og brønnrammer fra Idun som knyttes opp mot FPSOen. Produksjonsstart forventes i løpet av 2010.

Påviste funn som er i planleggingsfasen er Trestakk og Marulk. Begge feltene ligger på Haltenterrassen, og en samordnet utbygging kan være aktuelt. Det er ennå ikke avgjort om funnene vil bli bygd ut med selvstendige løsninger eller om de knyttes opp mot eksisterende infrastruktur.

Gassleveransene utgjør stadig en større andel av petroleumsløseveransene. Det er forventet at gass vil utgjøre 40 % av Norges petroleumseksport i 2010.

Flere påviste funn vil bli bygget ut innenfor planperioden.

Det forventes 5 letebrønner (undersøkelses- og avgrensingsbrønner) hvert år fremover i de åpne områdene i Norskehavet (OD 2007b).

Det er også lagt inn et funn ved Jan Mayen og et oljefunn nær kysten av Møre for å illustrere eventuelle konsekvenser av petroleumsvirksomhet i disse områdene.

Området rundt Jan Mayen er stengt for petroleumaktivitet. Islandske myndigheter forventes å åpne opp for petroleumaktivitet på Islands side av Jan Mayen i løpet av 2008. Gitt en åpning av området på norsk sektor antas det boring av 5 letebrønner i perioden 2015 til 2025. Statistisk sett vil det gjøres ett petroleumsfunn.

I Norskehavet ser man for seg utbygging av 3 nye gass-feltsentre. Ett antas lokalisert i Vøringbassenget, ett på Haltenbanken nord og ett på Haltenbanken sør. Utbyggingsløsningen for disse antas å være produksjonsskip og undervannsutbygginger. Det forventes også at det blir utbygd en ny rørledning fra Norskehavet inn til Kollsnes. På Kollsnes forventes en utbygging av et nytt NGL-prosessanlegg.

Uoppdagede gassressurser i Norskehavet antas å bli faset inn først *etter* 2025. Uoppdagede olje/kondensat-ressurser antas å kunne bli faset inn til eksisterende infrastruktur. Dette innebærer installasjon av brønnrammer og oppknytning med rørledninger til eksisterende installasjoner. Utbyggingsløsning for et eventuelt oljefunn i Mørebassenget antas å være et landanlegg.

Prognosene viser at oljeproduksjonen vil være på topp rundt år 2013. Gassproduksjonen vil øke frem mot år 2021.

3 FORKORTELSER

DREAM	Dose-related Risk and Effects Assessment Model
EIF	Environmental Impact Factor
EW	Environmental Web
FPSO	Floating Production, Storage and Offloading
GBS	Gravity Based Structure
Geofon	Lyttekabler i seismiske undersøkelser som ligger på havbunnen
Hydrofon	Lyttekabler i seismiske undersøkelser som ligger i vannet eller havoverflaten
IMO	International Maritime Organization
KU	Konsekvensutredning
LRA	Lavradioaktivt avfall
LSC	Level of Significant Contamination
NGL	Natural Gas Liquids
OD	Oljedirektoratet
OED	Olje- og Energidepartementet
OLF	Oljeindustriens Landsforening
OSPAR	Oslo Paris konvensjonen
PFOS	Perfluoroktansulfonat; gruppe kjemiske stoff som bl.a brukes i brannskum
ROV	Fjernstyrt undervannsfarkost (Remotely Operated Vehicle)
SSB	Statistisk Sentralbyrå
SFT	Statens Forurensingstilsyn
THC	Total Hydrocarbon

4 AVFALL

Kapittelet angir kilder til og nivå av ulike typer avfall produsert fra petroleumsindustrien i Norskehavet. Dette omfatter også en vurdering av eventuelt etterlatt materiale knyttet til offshore installasjoner. I tillegg omtales behandling av lavradioaktivt avfall. Det gis også en beskrivelse av dagens regelverk og rutiner innen avfallshåndtering. Mulig forsøpling til marint miljø vil bli vurdert, med basis i regler, retningslinjer og rutiner for avfallshåndtering offshore.

Relevant bakgrunnsinformasjon er gitt i kapittel 2.

4.1 Vanlig avfall og farlig avfall

4.1.1 Krav og retningslinjer knyttet til avfallsproduksjon og håndtering av avfall

Stortingsmelding nr. 26 (2006-2007) omtaler regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand. Meldingen inneholder regjeringens miljøpolitiske mål og ambisjoner med utgangspunkt i Soria Moria – erklæringen. Overordnede nasjonale resultatmål er følgende:

- Redusere avfallmengder
- Økt gjenvinning
- Trygg håndtering av farlig avfall

Stortingsmelding nr. 21 (2004-2005) omtaler også regjeringens miljøpolitikk og rikets tilstand. Strategisk målsetning for denne perioden var å sørge for at skader fra avfall på mennesker og naturmiljø blir så små som mulig. Nasjonale resultatmål var følgende:

- Utviklingen i generert mengde avfall skal være vesentlig lavere enn den økonomiske veksten
- Det tas sikte på at mengden avfall til gjenvinning skal være om lag 75 prosent i 2010 med en videre opptrapping til 80 prosent, basert på at mengden avfall til gjenvinning skal økes i tråd med hva som er et samfunnsøkonomisk og miljømessig fornuftig nivå
- Praktisk talt alt farlig avfall skal tas forsvarlig hånd om, og enten gå til gjenvinning eller være sikret tilstrekkelig nasjonal behandlingskapasitet

Forurensingsloven, kapittel 5, §27-37 omhandler myndighetenes krav vedrørende håndtering av avfall og farlig avfall. Forurensingsloven legger føringer for alle aktiviteter offshore når det gjelder lagring/oppbevaring, håndtering, klassifisering, merking og transport av avfall (inkludert farlig avfall). I tillegg gir *styringsforskriften, aktivetsforskriften og opplysningspliktforskriften* føringer for å etterleve myndighetskrav knyttet til sikkerhet, arbeidsmiljø og vern av ytre miljø i petroleumsvirksomheten.

Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), 2004-06-01 nr 930, omhandler avfall nærmere. Forskriften gir føringer for leveringsplikt, håndtering, deklareringsplikt og merking av avfall.

Føringene gitt i Forurensingsloven og Avfallsforskriften er hjemlet i norsk lov blant annet gjennom vilkårene satt i utslippstillatelsen gitt av Statens Forurensingstilsyn (SFT) og samtykke fra Oljedirektoratet (OD).

4.1.2 Rutiner for avfallsbehandling av vanlig avfall og farlig avfall

OLFs ”Anbefalte retningslinjer for avfallstyring i offshore virksomhet” (OLF 2004), er en veileder som møter industriens behov for en felles standard for avfallstyring. Vanligvis vil denne veilederen legges til grunn for utarbeidelse av avfallsplaner for det enkelte felt/boreoperasjon. Med bakgrunn i denne veiledningen blir avfall fra installasjonene behandlet i samsvar med gjeldende lovverk.

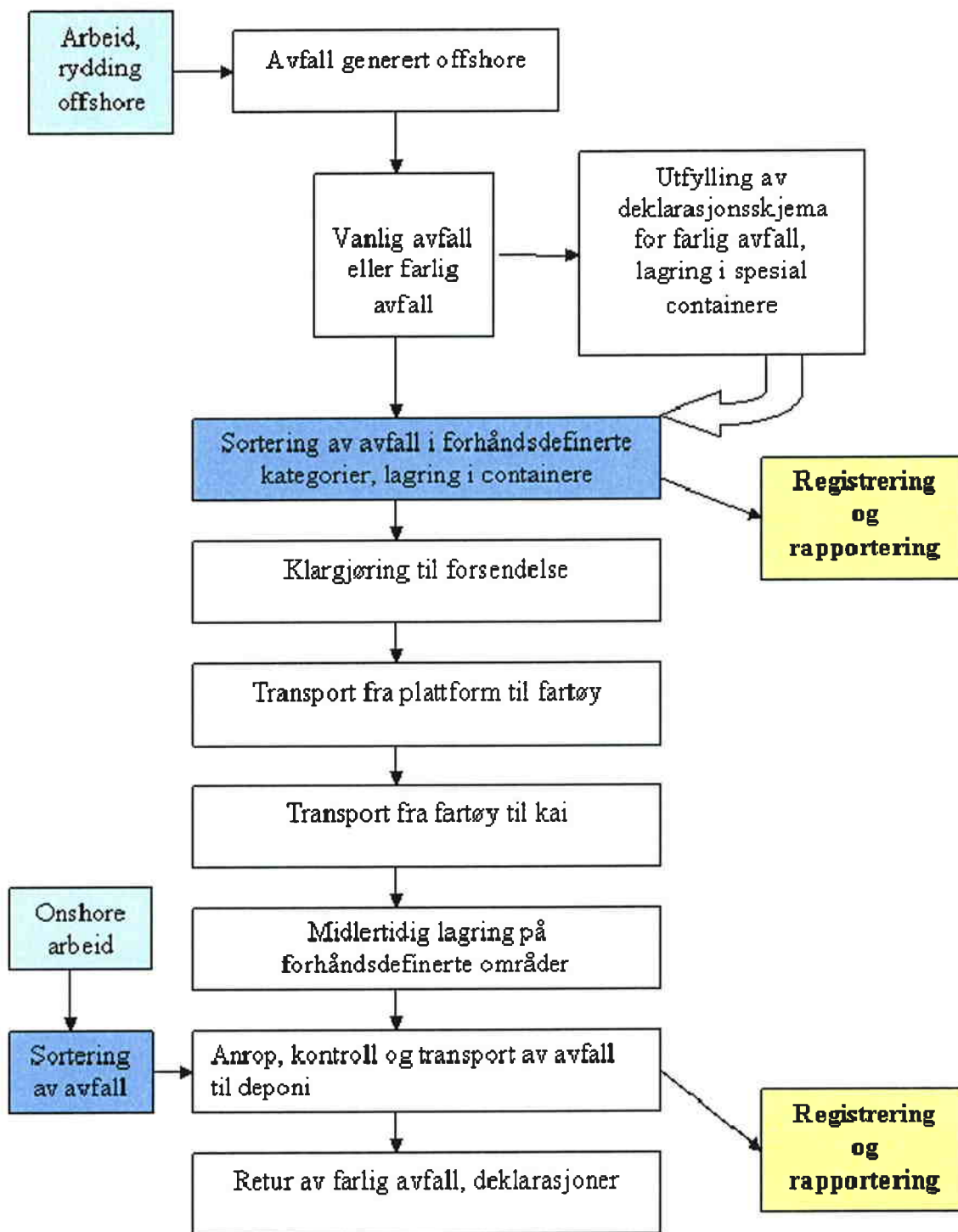
Videre fastsetter selskapene egne interne retningslinjer for avfallshåndtering, der det som regel legges opp til en prioritering i følgende rekkefølge:

- 1) Hindre at avfall oppstår
- 2) Minske bruken av farlige stoffer
- 3) Gjenbruk
- 4) Materiale gjenvinning
- 5) Energi gjenvinning
- 6) Deponering

Ved hvert enkelt felt/borekampanje/rigg utarbeider operatøren en plan for avfallshåndtering. Formålet med planene er blant annet å redusere den totale avfallsmengden, spesielt avfall som ikke er egnet for gjenvinning. Veiledningen dekker ikke hvordan avfall håndteres videre etter mottaker mottar avfallet.

Generelt deles avfallet inn i og sorteres etter om det er definert som vanlig avfall eller farlig avfall. Både kildesortert vanlig avfall og farlig avfall blir videre merket og transportert til land for hvor det sorteres etter avfallets fysiske og kjemiske egenskaper. Fylkesmannens miljøvernnavdeling regulerer hvem som kan motta og mellomlagre avfall fra olje- og gassvirksomheten. Vanlig avfall behandles sammen med det kommunale avfallet. Indikasjoner fra SFT er at det fra sommeren 2009 blir forbudt å deponere biologisk nedbrytbart avfall som papir, treverk, tekstiler og matrester. Farlig avfall blir sendt videre til godkjente behandlingsanlegg. Ilandført borekaks blir i dag behandlet av fire aktører som har en spesiell tillatelse fra Statens Forurensningstilsyn (SFT) til behandling av denne typen farlig avfall.

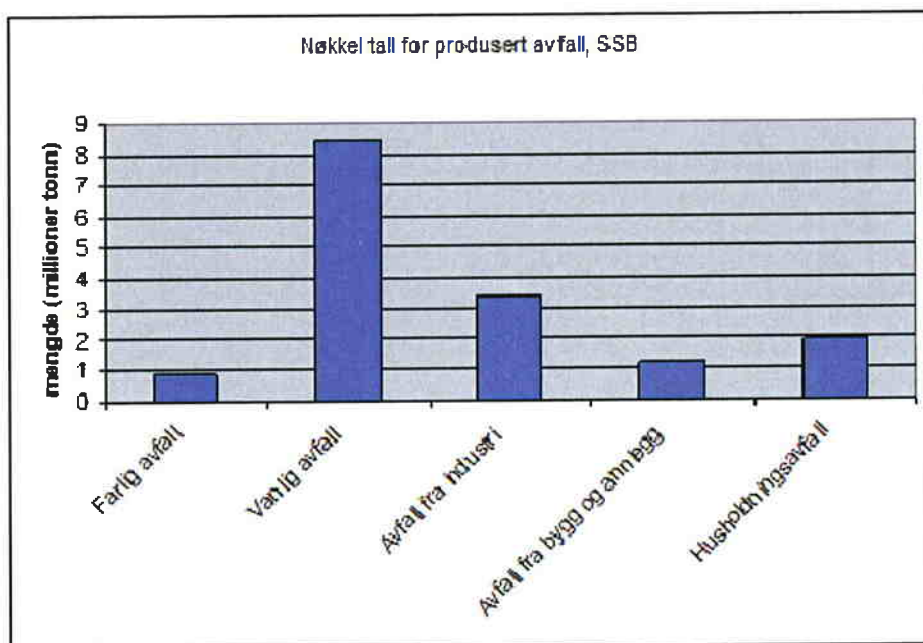
Avfallshåndteringen knyttet til hvert felt/borekampanje/rigg følges videre opp gjennom vilkår som settes i utslippstillatelsen. Videre vil myndighetene følge opp ved at hvert felt rapporterer mengde og type avfall i en årlig rapport som inneholder oversikt over feltets totale utslipp til sjø og luft (deriblant også avfall). I denne redegjøres det også for eventuelle endringer og tiltak som bidrar til å redusere produksjon av avfall. Figur 4-1 viser typisk avfallsflyt av avfall som produseres offshore og behandling frem til deponering.



Figur 4-1 Oversikt over typisk avfallsflyt fra installasjon til deponering på land.

4.1.3 Avfallssituasjonen i Norskehavet i dag

Estimater fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) (Figur 4-2) viser at det i løpet av ett år blir produsert totalt 9,4 millioner tonn avfall i Norge. Av dette utgjør vanlig avfall 8,4 millioner tonn og farlig avfall 0,9 millioner tonn. Til sammenlikning har det i fra 1997 til 2006 blitt rapportert inn til sammen 23 784 tonn vanlig avfall og 696 234 tonn farlig avfall totalt fra norsk sektor (OLF 2006). For de aktuelle feltene i Norskehavet ble det i 2006 rapportert inn 2 543 tonn vanlig avfall og 34 363 tonn farlig avfall (se Tabell 4-1). Dette viser at avfall produsert fra feltene i Norskehavet utgjør en svært liten andel av den totale avfallsproduksjonen i Norge.



Figur 4-2 Oversikt over nøkkeltall for totalt produsert avfall fra SSB.

Kildesortert avfall og farlig avfall produseres i ulik grad og mengde ved ulike typer installasjoner, og vil variere avhengig av størrelse og type installasjon. Avfallet behandles etter bestemte regler avhengig av hvor miljøfarlig det er. Alle operatører på sokkelen har gode rutiner for avfallshåndtering. Avfall produsert blir delt i to typer; vanlig avfall og farlig avfall.

Vanlig avfall fordeles videre i følgende grupper; matbefengt avfall, våt organisk avfall, papir, brunt papir/papp, trevirke, glass, plast, elektronikkavfall, metall, restavfall og avvik. Figur 4-3 viser en oversikt over fordeling av avfall, hvor 37 % utgjør metall og 26 % er registrert som restavfall. Tallene er hentet fra årsrapportene for gjeldene felt i Norskehavet for 2006 (Environmental Web). Enkelte typer avfall kan normalt slippes ut i sjøen. Dette gjelder for eksempel kloakk og borekaks med vannbasert borevæske. Annet avfall må tas til land for videre behandling.



MANAGING RISK

Tabell 4-1 Mengder kildesortert vanlig avfall og farlig avfall for 2006 (tonn) fordelt på ulike avfallsgrupper for utbygge felt i Norskehavet.

Type avfall	Draugen	Njord	Åsgård	Heidrun	Norne	Kristin	Mikkel	Urd	Ormen	Totalt
Kildesortert avfall (tonn)										
Matbefengt avfall	0	40	52	66	19	41	0	6	1	225
Våtorganisk avfall	51	0	0	0	4	1	0	2	10	68
Papir	5	8	35	39	12	25	0	3	5	132
Papp	11	11	1	0	10	3	0	4	9	50
Trevirke	37	17	59	43	47	29	0	20	31	282
Glass	1	1	5	4	2	3	0	0	1	17
Plast	3	6	8	9	4	8	0	1	4	43
EE- avfall	8	7	9	21	9	5	0	1	4	64
Metall	52	86	191	192	115	133	0	46	109	923
Restavfall	75	50	122	122	90	83	0	38	80	660
Annet	0	0	47	8	3	1	0	0	21	81
Totalt kildesorter	243	226	528	506	315	332	0	120	274	2 543
Annet	0	0	151	50	47	203	0	15	957	1 423
Farlig avfall (tonn)										
Batterier	0	2	4	3	1	1	0	0	3	13
Maling	0	1	26	3	4	12	0	1	0	47
Spraybokser	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Lysrør og pærer	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Oljeholdig avfall	6	22	53	29	46	142	0	2	354	654
Kjemikalier (rene)	3	0	137	27	38	1	0	3	0	208
Kjemikalie blandinger	0	1	797	238	658	1 310	0	556	0	3 560
Boreavfall	0	12 251	4 195	446	2 724	4 115	0	3 435	96	27 262
Oljeholdig kaks	0	1 156	0	0	0	0	0	0	0	1 156
Organisk avfall	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33
Blåesand	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Risikoavfall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totalte mengder	10	13 465	5 365	797	3 518	5 786	0	4 013	1 410	34 363

Det meste av det produserte avfall vil gjenvinnes eller sendes til land for videre behandling. I Norge er det i dag 86 ordinære søppelfyllinger og 18 forbrenningsanlegg. Avfallet fra Norskehavet sendes til landmottak gitt i Tabell 4-2. Avfall fra felt i Norskehavet har allerede opprettet infrastruktur og mottaksbaser, samt har veletablerte rutiner.

Tabell 4-2 Oversikt over baser hvor avfall produsert i Norskehavet sendes per i dag.

Felt	Håndteres av		Base
Draugen	Veolia Miljø	Vestbase	Kristiansund
Njord	Mongstad base	Hovedkontraktør, Koordinering og tilrettelegging	Mongstad
	Veolia Miljø	Underleverandør næringsavfall (vanlig avfall)	Kristiansund
	Wergeland Halsvik	Underleverandør- produksjonsavfall (farlig avfall)	Mongstad
Åsgård	SAR	Alle aspekter ved avfallshåndteringen tas hånd om av SAR	Kristiansund
Heidrun	SAR	Alle aspekter ved avfallshåndteringen tas hånd om av SAR	Kristiansund
Norne	SAR	Alt avfallet sendes til land og håndteres på basen i Sandnessjøen. Avfallet fra Norneskipet og Transocean Arctic håndteres av SAR, Spesialavfall Rogaland AS, mens Stena Don har hatt avtale om avfallshåndtering med firma Østbø AS i Mo i Rana.	Sandnessjøen og Mo i Rana
Kristin	SAR	Alle aspekter ved avfallshåndteringen tas hånd om av SAR	Kristiansund
Urd	SAR	Alle aspekter ved avfallshåndteringen tas hånd om av SAR	Kristiansund
Ormen Lange	Veolia Miljø	Vestbase	Kristiansund

4.1.4 Avfallsprognose

Estimatene på fremtidige avfallsmengder er basert på innrapporterte avfallstall for 2006. Som basis for tallene blir det lagt til grunn avfallsmengder rapportert for en typisk borerigg (letefeller Statoil 2006), en FPSO (Norne), en sjøbunnsutbygging (Ormen Lange) og for en installasjon (Åsgård). Estimatene kommer frem med utgangspunkt i å multiplisere opp med typer installasjoner som er forventet å finne i området (se Tabell 4-3).

Tabell 4-3 Oversikt over antall fremtidige petroleumsinstallasjoner i Norskehavet frem til 2025.

Årstall	Funn	Antall nye subsea løsninger	Antall borerigger	Antall FPSO	Antall plattform
2007	1	0	5	5	5
2008	1	0	5	5	5
2009	1	0	5	5	5
2010	1	0	5	5	5
2011	1	0	5	5	5
2012	1	0	5	5	5
2013	1	0	5	5	5
2014	1	1 ^B	5	5	5
2015	1	1	5	4 ^C	4 ^C
2016	1	1	5	3 ^D	3 ^D
2017	1	1	5	3	3
2018	1	1	5	3	3
2019	2 ^A	1	5	3	3
2020	1	2	5	3	3
2021	1	1	5	3	3
2022	1	1	5	3	3
2023	1	1	5	3	3
2024	1	1	5	3	3
2025	1	1	5	3	3

^A Antatt funn ved Jan Mayen

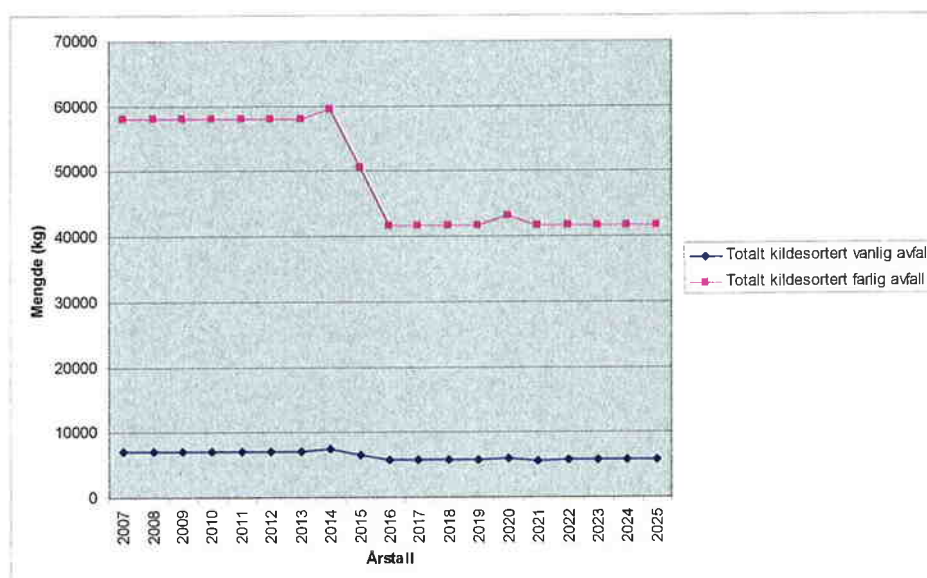
^B Antatt 7 år fra funn til produksjon

^C Antatt at Njord stenger ned

^D Antatt at Norne og Draugen stenger ned

Videre antas det at det ved havbunnsutbygninger kun produseres avfall det året den installeres.

De små oppgangene i avfallsprognosene (Figur 4-5) er som følge av potensielle sjøbunnsutbygninger og antall leteboringer. Det antas at Njord, Draugen og Norne stenger ned i perioden. Nye utbygninger er representert som havbunnsutbygninger knyttet til allerede eksisterende infrastruktur.



Figur 4-5 Fremtidsprognose for produsert vanlig avfall i Norskehavet for perioden 2007 til 2025.

4.1.5 Konsekvenser av avfall

Det er ingen direkte konsekvenser av generering av avfall på marint miljø som følge av drift av installasjoner i Norskehavet. Årsaken til dette er at avfallet i hende tas av strenge rutiner basert på norsk regelverk og sendes til land. Til sammenlikning har skip lov til å kaste avfall over bord etter gitte kriterier, men dette er ikke tilfelle for avfall generert på offshore installasjoner som er strengt regulert. Likevel vil avfallsproduksjonen kunne påvirke via konsekvenser knyttet til energiforbruk, håndtering og sortering av avfall.

Det forventes heller ingen problem knyttet til utbygning og drift av planlagte innretninger.

Avfallet som genereres fra petroleumsindustrien i området vil tas hånd om av allerede eksisterende mottaksordninger, som ivaretar og deponerer avfallet etter gjeldende regelverk. Det er ikke kjent hvordan mottakssystemene på Jan Mayen fungerer, og dette kan potensielt være et problem i forbindelse med åpning av petroleumsvirksomhet i disse områdene.

4.2 Avvikling av felt og vurdering av etterlatt materiale

De første 10 årene av oljealderen i Norge var det lite fokus på avvikling av offshore installasjoner. Men etter hvert som flere felt avvikles har det blitt behov for å planlegge å utvikle disponeringsløsninger. Den store variasjonen i type innretninger på sokkelen gjør det vanskelig å finne en felles løsning for disponering av offshore installasjoner.

Norske myndigheter forholder seg til internasjonale konvensjoner og retningslinjer fra OSPAR og IMO. OSPAR-kommisjonen fattet i 1998 et vedtak som fastsetter et generelt forbud mot disponering av installasjoner til havs (OSPAR Decision 98/3).

Ifølge OSPAR 98/3 blir det satt følgende krav ved fjerning av offshore installasjoner:

- Topside delen av installasjonen skal fjernes og tas til land
- Alle stålkonstruksjoner som veier mindre enn 10.000 tonn må fjernes og gå til gjenbruk, resirkulering eller deponering på land

- For stålkonstruksjoner over 10.000 tonn kan det vurderes om det er gunstig å etterlate bunnstrukturene
- For betongkonstruksjoner skal det vurderes om de skal etterlates hele eller delvis
- Alle installasjoner som er plassert etter 09.02.1999 skal være mulig å fjerne

Norske myndigheter anser det som viktig at hensynet til miljøet og andre brukere av havet blir ivaretatt i disponerings saker, og som en hovedregel i tråd med OSPAR- beslutningen vil ilandføring av installasjonene bidra til at de aktuelle havområdene i størst mulig grad kan bli tilbakeført til sin opprinnelige tilstand. Videre er det ifølge OSPAR- konvensjonen ikke forbud mot disponering til havs av rørledninger og kabler. Sjødisponering kan imidlertid bare finne sted etter at tillatelse er gitt. Tillatelse skal ikke gis hvis rørledningen eller kabelen inneholder stoffer som kan medføre fare for menneskelig helse eller skade på miljøet.

IMO utarbeidet i 1989 retningslinjer for fjerning av offshore innretninger. Disse retningslinjene er ikke formelt bindende, men anses som anbefalinger. Generelt anbefales det at installasjoner og strukturer skal fjernes, unntaksvis dersom installasjonen ikke fjernes burde utviklingen følge IMO's standarder og veiledninger. IMO anbefaler videre at innretninger plassert på dyp inntil 75 m og som har en understellvekt på under 4000 tonn fjernes. Alle forlatte installasjoner eller strukturer som er plassert på havbunnen etter 1998 og veier under 4000 tonn kan mulig etterlates på dyp på 100 m. Videre blir det anbefalt at dekk og overstell fjernes helt. Dersom innretninger fjernes delvis anbefales det en fri vannsøyle på 55 meter over den etterlatte delen.

4.2.1 Krav og retningslinjer knyttet til disponering av utrangerte installasjoner

Stortingsproposisjon nr. 51 (2001-2002) omhandler anbefaling om disponering av Ekofisk-tanken med beskyttelsesvegg, hvor departementet anbefaler at Ekofisk-tanken samt en tilhørende beskyttelsesvegg etterlates på stedet. Det anbefales også at to integrerte dekkstrukturer, som er montert over tanken, tillates etterlatt for å stabilisere tankstrukturen og sikre ankomst med helikopter ved fremtidige inspeksjoner.

Stortingsproposisjon nr. 1 (2000-01) gir Stortinget Regjeringen fullmakt til å beslutte fjerning av undervannsinstallasjoner, flytende og små faste stålinstallasjoner, samt øverste del av store faste stålinstallasjoner og plattformdekk på betonginstallasjoner, uten at saken fremlegges for Stortinget. Saker som omhandler disponering av betonginstallasjoner og nederste del av store faste stålinstallasjoner skal imidlertid legges frem for Stortinget. I medhold av Regjeringens fullmakt ble det den 21. desember 2001 besluttet at 14 stålplattformer, samt Ekofisk-tankens overbygning skal fjernes fra sine lokasjoner offshore og tas til land. Tilsvarende skal skrot på havbunnen fjernes.

Stortingsmelding nr. 47 (1999-2000) omtaler disponering av utrangerte rørledninger og kabler på norsk kontinentalsokkel, og er relevant i forhold til utvikling av offshore installasjoner og disponering av rør. Som en generell regel anbefales det at rør og kabler etterlates etter å ha blitt rengjort og dersom det ikke utgjør en sikkerhetsmessig risiko for bunnfiske.

Stortingsproposisjon nr. 47 (1999-00), omhandler anbefaling om disponering av utrangerte rørledninger og kabler i Ekofisk-området. Rørledningene og kablene i Ekofisk-området er tildekket eller nedgravd, og Olje- og energidepartementet har, i samsvar med Stortingets innstilling, vedtatt at disse kan etterlates på stedet.

Petroleumsloven § 5 omhandler avslutningsplaner ved nedstegning av felt. Ifølge petroleumsloven skal en beslutning om endelig disponering fattes på grunnlag av en bred

vurdering av tekniske, sikkerhetsmessige, miljømessige og økonomiske forhold. I tillegg skal hensynet til andre brukere av havet ivaretas.

Forurensingsloven med tilhørende forskrifter er aktuell i forbindelse med rengjøring, eventuell sjødeponering, avfallshåndtering og disponering.

Havne- og farvannsloven med tilhørende forskrifter er aktuell i forbindelse med tauing og midlertidig oppankring av slep til indre farvann.

Sjødyktighetsloven med tilhørende forskrifter er aktuell i forbindelse med sjødeponering i indre farvann.

Plan- og bygningsloven kommer indirekte til anvendelse ved opphugging, og kan være relevant for sluttdisponering på land.

Fjerningstilskuddsloven med den særskilte tilskudds ordning til fjerning av innretninger på kontinentalsokkelen ble opphevet av Stortinget 20.06.03. Etter dette skal fjerningsutgifter behandles innenfor det ordinære petroleumsskattesystemet på linje med øvrige driftsutgifter i petroleumsvirksomheten.

4.2.2 Rutiner behandling ved offshore avvikling

Ved avvikling av plattformer, utrangerte rørledninger og kabler er hensyn til miljø, sikkerhet og økonomi viktige beslutningspunkter, som ses i forhold til den spesifikke installasjon. Valg av disponeringsalternativ må avgjøres i hvert enkelt tilfelle på bakgrunn av en bred vurdering der kostnader ses i forhold til konsekvensene for miljøet, fiskeriene og andre brukere av havet, og hensyn tas til blant annet internasjonale vedtak og retningslinjer.

I tillegg til å planlegge hvordan fjerning av konstruksjonene skal utføres må det utføres en miljørettet konsekvensutredning. DNV har i 2001 på vegne av OLF utarbeidet dokumentet "Håndbok i konsekvensutredning ved offshore avvikling". Håndboken vil gi føringer for konsekvensene ved en offshore avvikling, og at det gjennom en slik analyse av materialer, type fartøy/installasjon, og forventet varighet kan stadfestes om det er mer miljømessig hensiktsmessig å etterlate/deponere på havbunnen eller om det vil føre til større inngrep ved å fjerne for eksempel en installasjon. Det blir anbefalt å utarbeide inventar liste over potensielle forurensning og forsøplingskilder fra avviklingen. Oversikten over inventaret skal også inneholde informasjon over strukturelt materiale og mengder.

God utnyttelse av ressurser med gjenbruk og gjenvinning blir vurdert som den mest gunstige løsningen for håndtering av avfall fra offshore avvikling. Materiale som innretningen består av må vurderes for mulighet for gjenbruk og gjenvinning, samt for å kvantifisere mengder av stoffer som må deponeres som avfall.

Håndboken identifiserer følgende materialer som fokusområder på bakgrunn av at de representerer de største mengdene og i forhold til resirkulering og avfallshåndtering:

- Stål
- Rustfritt stål
- Kobber
- Aluminium
- Betong
- Plastikk
- Isolasjonsstoffer
- Bygningsmateriale

- Bygningsmaterialer/brannbeskyttelse
- Elektronisk utstyr
- Marin begroing

I tillegg til disse materialene burde det legges fokus på materialer som kan betraktes som farlig avfall (asbest, HG- avleiringer, PCB, batterier osv). Det blir videre anbefalt å gjennomføre en inventar- studie.

4.2.3 Avfallsituasjonen fra offshore avvikling nå og fremtiden

Mulige avviklingsmuligheter for offshore installasjoner kan være å etterlate heler eller deler av installasjonen, total fjerning, deponi på havbunn eller ilandføring. Hver enkelt installasjon vil også vurderes i forhold til opphugging eller gjenbruk. Det er 3 felt som i perioden frem til 2025 potensielt kan bli avviklet i Norskehavet. Generell informasjon om avviklingsplanene for hvert felt er hentet fra hvert felts respektive konsekvensutredning, men er usikkert inntil de mer konkrete planene for avvikling legges frem 2-5 år før planlagt avvikling.

Tabell 4-4 Oversikt over installasjoner som forventes stengt ned i løpet av perioden frem til 2025.

Felt	Havdyp (m)	Nedstegning	Installasjon	Antall bunnrammer	Vekt bunnrammer (tonn)	Vekt overbygg (tonn)	Vekt understell (tonn)
Draugen	270	2012-2020	Betong-plattform	2	800	18 100	[ukjent] ^A
Njord	330	2015	Flyter	[ukjent]	[ukjent]	14 700	10 700
Norne	380	2020	FPSO	5	1 700	1 200	29 300

* Tallene er hentet fra OLFs tekniske rapport utarbeidet av DVN i 2002.

^A Draugen i sin helhet består av 85 000 m³ betong

Draugen er en bunnfast betonginnretning som forventes å stenge ned i perioden frem til 2025. I tillegg blir olje lagret i tanker, og dette er også strukturer som må vurderes fjernet. To satellitter (Garn Vest og Rogn Sør) med i alt 5 brønner er knyttet til innretningen. I tillegg har feltet 6 vanninjeksjonsbrønner. To rørledninger binder innretningen sammen med en flytende lastebøye. Feltet har 6 havbunnskompletterte vanninjeksjonsbrønner. Gass fra Draugen transporteres via Åsgård transport til Kårstø. Det knyttes mest usikkerhet til fjerning av betongunderstellet på feltet Draugen. Fjerning av denne type installasjoner blir vurdert fra sak til sak, men generelt er det slik at plattformdekk med utstyr fjernes, mens betongunderstellet kan unntas mot forbudet mot sjødisponering. Ifølge KU har feltet en forventet levetid til 2016, mens i OD sitt fremtidsbilde er en avvikling forventet innen 2025.

I tillegg er feltet **Njord** en mulig kandidat for nedstegning. Dette er derimot et felt som er bygd ut med en halvt nedsenkbar bolig og produksjonsinnretning i stål og ett lagerskip (Njord B). Innretningen er plassert over havbunnskompletterte brønner som er knyttet til innretningen med fleksible stigerør. Oljen lastes over på lagerskip. Ifølge feltets KU skal det meste av installasjonen bli fjernet. Plattformen vil sannsynligvis tas til land for å klargjøres til gjenbruk eller for å skrotes. Kabler og stigerør blir planlagt å fjernes. I tillegg vurderes det at undervannstrukturer

skal tas til land. Feltet har ifølge KU en forventet levetid til 2014, mens i OD sitt fremtidsbilde er en avvikling forventet innen 2025.

Norne feltet utvinnes med FPSO knyttet til 6 brønnrammer på havbunnen. Skipet dreier om en sylinderformet dreieskive som er festet til bunn. Brønnstrømmen føres opp til skipet gjennom fleksible stigerør. Feltene Svale og Stær er knyttet til Norne. I følge KU har feltet en forventet levetid til 2016, men at denne sannsynligvis blir utvidet dersom flere satellitter kobles til. Nedstengnings tidspunkt er derfor usikkert. Ved nedstengning blir det planlagt at skipet, brønnrammer og rør som ikke er gravd ned vil bli fjernet.

Nye felt som i området blir planlagt å bygges ut med bunnstrukturer knyttet til FPSO eller allerede eksisterende felt. Tabell 4-5 oppsummerer alle feltene i Norskehavet med beskrivelse av type installasjon, havbunnsløsninger, koblinger til andre felt og rør-traseer. Det har tidligere blitt vurdert at norsk verkstedkapasitet for mottak og opphugging av utrangerte offshore installasjoner innehar en betydelig kapasitet og kompetanse til å utføre opphugging av utrangerte installasjoner (DNV 2002). Flere slike virksomheter er etablert og utfører denne typen aktivitet (blant annet på Stord, Vats, Hanøytangen, Merkjarvik og Lyngdal).

Følgende problemstillinger blir identifisert som potensielle konsekvensområder som bør vurderes ved avstengning av det enkelte felt:

- Forstyrrelse av sedimenter/borekakshauger
- Forstyrrelse av borekaks avsetninger på havbunnen
- Utslipp til luft
- Avfallsgenerering
- Konsekvenser for fiskeri av etterlatt materiale
- Rengjøring og nedgraving/tildekking

OSPAR beslutningen om forbud mot deponering til sjøs gjelder ikke rørledninger og kabler. Eksisterende eksportørledninger i utredningsområdet er Åsgård transport som går til Kårstø, Norne gasstransportknyttet videre mot Åsgård, Draugen gasseskport til Åsgård, Haltenpipe fra Heidrun til Tjeldbergodden, Kristin rør transport til Åsgård, og Ormen Lange til Nyhamna. Alle disse hovedtraseene har lang levetid, opptil 50 år.

I tillegg er det lokale rørsystem knyttet til hvert felt. Feltrørledningene skilles gjerne i to hovedtyper; stål- og fleksible rørledninger. Feltrørledningene har brukstid på om lag 15 år, men det er muligheter for å forlenge denne levetiden ved behov. Rørledningene blir som oftest delvis nedgravd eller ligger på sjøbunnen. Dette avhenger av rør dimensjon, bunnforhold, fiskeri og øvrige miljøforhold.

Det finnes hovedsakelig 4 mulige disponering alternativer for rørledninger:

- Gjenbruk på stedet
- Fjerning
- Etterlatelse uten tiltak
- Etterlatelse med tiltak (rengjøring og nedgraving)



MANAGING RISK

Tabell 4-5 Oversikt over installasjonene i Norskehavet.

Installasjon	Type	Understell	Lager	Subseabronner	Satellitter/koblet til andre felt	Feltør	Rørtrasee
Draugen	Betonginstallasjon	Bunnfast monosokkel i betong	Subsea lager	6 havbunnskompletter vanninjeksjonsbrønner	5 havbunnsbrønner knyttet til hovedplattform	2 rør forbinder plattformen til lasteboye	Knyttet til Åsgård transport
Njord	Semisub	Nei	Lagerskip	13 havbunnskompletter brønner		Flieksible stigerør	
Åsgård	FPSO og SEMISUB	Nei	Lagerskip for olje og Semi for gass	Havbunnskompletter brønner	Mikkel, Smørbukk, Midgard		
Heidrun	Flytende strekktagsinnretning i betong	Havbunnsramme	Overføres til tankskip på feltet	56 brønnlisser			Til Tjelbergodden og Åsgård transport
Norme	FPSO	Nei	På skipet	6 brønnrammer	Alve skal knyttes inn	Flieksible stigerør	Knyttet til Åsgård transport
Kristin	Semisub	Havbunnsinnretning	Nei, overføres til Åsgård			Åsgård transport	
Mikkel	Havbunnsanlegg, kobles til Åsgård via Midgard.	Havbunnsanlegg med 2 brønnrammer	Nei, overføres til Åsgård			Rør til Åsgård, og Europe II	
Urd	Havbunnsanlegg	Brønnrammer knyttet til Normeskipet	Nei	8 utvinningsbrønner	Mulig tilkobling i fremtiden	Til Norge	Via Norge videre til Åsgård transport
Ormen Lange	4 havbunnsanlegg	Nei	Nei			Til Nyhamna	Til Nyhamna
Tyrhans	Havbunnsanlegg knyttet til Kristin	Nei	Nei			Til Kristin	
Alve	Havbunnsanlegg knyttet til Norge	Nei	Nei	1 brønn		Til Norge	
Skarv	FPSO og Idun er knyttet til Skarv med avbunnsløsning	Nei	Nei				Gasseksport til Åsgård transport
Trestakk/Morvin	NA	Nei	Nei				Åsgård/Kristin
Marulk	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

4.2.4 Konsekvenser av feltavvikling

Avvikling av innretningene vil ha forskjellig virkning på miljøet avhengig av disponeringsløsning. En plattform som etterlates vil påvirke miljøet på en helt annen måte enn det som vil være tilfellet ved opphugging og gjenbruk. Det er imidlertid ikke sikkert at opphugging alltid vil være den miljømessig beste løsningen. Etterlatte stålkonstruksjoner vil på sikt korrodere og bli brutt ned, og det samme gjelder for betongmodulene. Konsekvensene av å etterlate kan blant annet være utlekking av tungmetaller og at innretningene utgjør et hinder for fiskeriene. Forsøplingspotensialet lokalt vil være lite siden alt flytende materiale vil tas bort før endelig avhending.

Det samme gjelder rørledninger og kabler på sjøbunnen. Ved gjenbruk er det ikke forventet noen ytterlige konsekvenser. Dersom rørene fjernes, eller etterlates vil potensielle effekter avhenge av havbunnens topografi og habitatet rørene blir forlatt i. Omfanget av grøfting, overdekking, vanddyb og rørens dimensjon vil ha stor betydning for valg av metode. Ved etterlatelse vil sannsynligvis både nedgravde rørledninger og eksponert rørledning gradvis dekkes til av sediment. Etterlatelse vil kunne føre til en gradvis utlekking av metaller over et meget langt tidsperspektiv, til rørledningen blir helt nedbrutt. For nedgravde rørledninger har det blitt beregnet levetid før fullstendig nedbrytning på mer enn 1000 år (DNV 1999).

Dersom de tas til land er det mulig med gjenbruk, resirkulering eller deponering. Ved fjerning utsettes rørene for strukturelle påkjenninger som kan vanskeliggjøre direkte gjenbruk som ny rørledning. Erfaringer viser imidlertid et potensial for annen type gjenbruk, for eksempel som pæler. Klargjøring og tilrettelegging for resirkulering av materialene har også sine HMS-utfordringer (OED 1999).

Det forventes små miljømessige konsekvenser av utlekking av metaller og stoffer fra rørledninger og kabler, og dette er uavhengig av disponeringsalternativ. Videre har det vist seg ved beregninger av energiforbruk og utslipp til luft av etterlatelse gir de laveste direkte utslippene.

I tillegg vil ulike typer kabler som kontrollkabler, kraftkabler og fiberoptiske kabler være knyttet til feltene. Det meste av kablene (90%) på norsk sokkel er nedgravd eller tildekket, og etterlatelse av kabler har tidligere blitt vurdert til å ha svært små miljøpåvirkninger (DNV 1999).

4.3 Lavradioaktivt avfall (LRA)

Olje- og gassindustrien produserer ikke radioaktivt stoff, men virksomheten fører til avfall som inneholder naturlige forekomster av radioaktive stoffer. Under oljeproduksjonen dannes det avleiringer i rør og annet utstyr som kan inneholde oppkonsentrerte naturlig forekommende radionuklider i konsentrasjoner som gjør at avleiringene blir definert som lavradioaktivt avfall (scale). Dette farlige avfallet betegnes som lavradioaktive avleiringer (LRA). Ståledosen (mengden stråling en person mottar) fra LRA er imidlertid ubetydelig. LRA regnes dersom hovedsakelig å utgjøre et lagringsproblem. Det som avgjør om et stoff er radioaktivt eller ikke avgjøres av målt radioaktivitet i avfallet. Avleiringer med høyere aktivitet enn 10 Bq/g av radium-226 skal i henhold til norske anbefalninger defineres som radioaktivt materiale. Dersom avleiringer, sand, grus, rester eller annet avfall ikke klassifiseres som radioaktivt skal det deponeres som vanlig avfall, alternativt som farlig avfall dersom det inneholder olje. Tilsvarende gjelder for rør, rørkomponenter og andre gjenstander som er kontrollert mht radioaktivitet.

4.3.1 Krav og retningslinjer knyttet til LRA

Stortingsmelding nr. 25 (2002-2003), "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" gir miljøpolitiske målsetninger i forhold til radioaktive stoffer. Nasjonale resultatmål ble satt og definert som følgende:

- Samarbeidet med Russland skal bidra til å redusere risikoen for radioaktiv forurensning av norske land- og sjøområder for å unngå mulige konsekvenser for helse, miljø og næringsvirksomhet.
- Norge skal arbeide for at utslippene av radioaktive stoffer fra re-prosesseringsanlegg i våre nærområder skal reduseres betydelig.
- Utslipp av radioaktive stoffer fra nasjonale kilder skal begrenses til nivåer som ikke påvirker naturmiljøet.

Forskrift om strålevern og bruk av stråling (Strålevernforskriften) kapittel 5, §23-25, omhandler regulering av utslipp, pålegg om undersøkelser og mottiltak samt krav til behandling, lagring og endelig forvaring av radioaktivt avfall.

Forhold relatert til lavradioaktivt avfall (LRA) ligger under Statens Stråleverns forvaltningsområde. Ifølge Strålevernforskriften kapittel 5, §23-25 skal virksomheter som forårsaker utslipp av radioaktive stoffer inneha en godkjenning fra Statens strålevern.

4.3.2 Rutiner ved behandling av LRA

LRA avsettes som forsteininger og slagg i prosess- og produksjonsutstyr og er uønsket av produksjonsmessige årsaker. Rør og annet utstyr som kommer i kontakt med formasjonsvæsken vil etter hvert bli forurenset av lavradioaktive stoffer. For å opprettholde produksjonen må rørene rengjøres og skiftes. Rengjøring ved hjelp av høytrykkspyling skjer enten på plattformen eller ved rørene blir fraktet til land. Avfallstoffene vil bli samlet opp og deponeres midlertidig på plattformen til det eventuelt fraktes til land for lagring.

OLFs retningslinje "Arbeid med lavradioaktive avleiringer og kontaminerte gjenstander" (OLF 1997) har som hensikt til å sikre at:

- radioaktive avleiringer blir identifisert og kontrollert slik at skader på mennesker og miljø forhindres
- arbeid med materialer og utstyr som har radioaktive avleiringer kan foregå på en betryggende måte
- stråledosene til personer holdes så lave som praktisk mulig

Retningslinjene omfatter oppdagelse og måling, samt håndtering, lagring og transport, i tillegg til rør og gjenstander som er kontaminert med LRA.

Relevante arbeidsoperasjoner på tanker og rørsystem som kan føre til kontaminering av LRA er følgende:

- 1) Fjerning av juletre
- 2) Trekking av produksjonsrør
- 3) Fjerning av belegg i produksjonsrør
- 4) Kveilerørsoperasjoner

Dersom det påvises radioaktivt avfall vil LRA avfallet fylles i merkede tette beholdere for midlertidig lagring. LRA som blir samlet opp på plattformen kan etter avtale reinjiseres med oppmalt borekaks. Dersom dette ikke er aktuelt kan transport til land foregå i merkede spesialcontainere som deklarerer i SFTs skjema for farlig avfall. Avfallet har til nå vært lagret midlertidig ved anlegg langs kysten. Strålevernet har per mars 2008 godkjent 8 slike midlertidige anlegg. I påvente av permanent deponeringsalternativ ble det lagret om lag 400 tonn LRA avfall. Per i dag gis det ikke tillatelse til å transportere landlagret LRA tilbake til rigg for re- injeksjon, selv om industrien mener at re- injeksjon med boreavfall er den beste løsningen på å håndtere permanent lagring av LRA.

Deponering av radioaktivt avfall kan kun skje på deponier som er spesielt tiltenkt for dette formålet (Veileder for deponiforskriften). Den 5. mars 2008 godkjente Statens strålevern deponiet på Gulen kommune i Sogn og Fjordane som lager for lavradioaktivt avfall fra petroleumsvirksomhet. Godkjenningen gjelder mottak av radioaktivt avfall som frem til i dag har vært lagret på de midlertidige anleggene langs kysten. Godkjenningen gjelder også avfall som genereres fortløpende i forbindelse med olje- og gassproduksjon. Statens strålevern (Strålevernet) har, med hjemmel i lov 12. mai 2000 nr. 36 om strålevern og bruk av stråling og forskrift 21. november 2003 nr. 1362 om strålevern og bruk av stråling, gitt Wergeland-Halsvik AS godkjenning til drift av deponiet. Statens Forurensningstilsyn har også godkjent anlegget med hjemmel i forurensningsloven. Anlegget er konsekvensutredet etter Plan og bygningsloven.

Deponiet er i sin helhet plassert i tunneler inne i fjell og består av en behandlingseenhet for enkel forbehandling, og to tunneler for innstøping av avfall. Deponiet har kapasitet til å lagre 6000 tonn avfall, med mulighet til ytterligere utvidelse. Avfallet inneholder oppkonsentrerte naturlige forekommende radioaktive stoffer i hovedsak mellom 10 og 100 Bq/g. Deponiet vil ikke medføre økt stråling til omgivelsene. Som en del av godkjenningen stiller Statens strålevern omfattende krav til årlig miljøovervåkning og rapportering av aktivitetsnivåer i miljøet rundt deponiet.

4.3.3 Dagens og fremtidig avfallsituasjon av LRA

Hovedmengden produsert LRA kommer fra installasjoner som allerede er i drift, og stammer hovedsakelig fra rengjøring av produksjonsutstyr. Det dannes kontinuerlig radioaktivt avfall fra petroleumsvirksomheten, men mengden forventes å øke på grunn av fremtidig avvikling av installasjoner. Man antar at det i et 30 års perspektiv vil være behov for å deponere om lag 3000 tonn (NRPA 2008).

Estimater viser at oljeproduserende land rundt Nordsjøen årlig genererer omkring 104 tonn fast farlig avfall med et forhøyet innhold av LRA. Tabell 4-6 viser fremtidig estimat av brutto mengder produsert LRA fra ulike operatører på norsk sokkel. Med utgangspunkt i %-sats for oljeproduksjon fra Norskehavet kan det antas at om lag 17 % produsert LRA årlig på landsbasis stammer fra Norskehavet, og vil utgjøre om lag 18 tonn LRA årlig.

Tabell 4-6 Oversikt over brutto mengder LRA i forbindelse med produksjon av petroleumsprodukter på offshore installasjoner (Ref: Brev til Statens strålevern 2006. Stangeneset LRA deponi- besvarelse til anmodning om begrunnelse for dimensjonering av deponiet).

Operatørselskap	Årlig mengde	30- års perspektiv	50 års perspektiv
Statoil	40	1200	2000
Hydro	1	20	20
ConocoPhillips	1	20	30
Total	1	1	1
Talisman	5	150	250
Norske Shell	1	1	1
BP	15	450	750
Gassco	40	1200	2000
Totalt	104	3042	5052

Tabell 4-7 viser at avvikling av installasjoner produserer om lag 2 tonn LRA per installasjon. I Norskehavet operer man med at det i perioden frem til 2025 vil potensielt kunne avvikles 4 felt i perioden frem til 2025. Et brutto estimat av produsert LRA fra avviklede installasjoner i Norskehavet vil da utgjøre 8 tonn. Brutto mengder LRA er produsert LRA mottatt ved landanleggene, og hvor komponenter som ikke er radioaktive har blitt fjernet.

Tabell 4-7 Oversikt over brutto mengde LRA i forbindelse med avvikling av offshore topside installasjoner (Ref: Brev til Statens strålevern 2006. Stangeneset LRA deponi- besvarelse til anmodning om begrunnelse for dimensjonering av deponiet).

Installasjon	Netto	Brutto mengde LRA (tonn)
Brent Spar	30	12
Maureen Alpha	NA	4 (britisk)
Frøy	NA	4
Frigg – (3 inst)	NA	0,5 (totalt for 3 inst.)
Ekofisk (10 inst)	NA	6,8 (maks anslag for alle 10 til sammen)
Totalt 27,3	NA	1,7 per installasjon
Totalt (- Brent Spar)		14,9 (1,0 per installasjon)

Faktorer som er med på å påvirke produserte LRA mengder:

- Reduksjon av fri-klassergrensen (10 Bq/g av radium-226)
- Økt andel eldre felt
- Forbud mot re- injeksjon
- Økt andel rengjøring av produksjonsutstyr på land
- Innstallsjoner fra andre land som føres til Norge for avvikling

Faktorer som kan bidra til å redusere mengden LRA til deponi:

- Bruk av sulfatfri trykkstøtte under produksjon
- Økt bruk av re- injeksjon
- Rengjøring av produksjonsutstyr offshore

Hvordan disse faktorene vil bidra til fremtidsprognosen for LRA er vanskelig å anslå. Tabell 4-8 viser en prognose for produsert LRA fra norsk sokkel. Estimatenes har lagt til grunn en årlig produksjon på 1 tonn LRA fra hver installasjon. Videre anslås det at netto mengde LRA etter at ikke radioaktive komponenter vil ligge mellom 50-100 %. Estimert LRA vil derfor ligge på mellom 2 792 og 11 168 tonn.

Tabell 4-8 Oversikt over deponeringsbehov for LRA i forbindelse med produksjon av olje og gass på norsk sokkel. Tallene er gitt som brutto mengde LRA (tonn) (Ref: Brev til Statens strålevern 2006. Stangeneset LRA deponi- besvarelse til anmodning om begrunnelse for dimensjonering av deponiet).

Type	Bruttomengde LRA (tonn)
Eksisterende LRA	332
Fra felt avvikling (1 tonn per installasjon)	200
Produksjonstill	5 052
Totalt estimert	5 584
Prognose (med halvering eller dobling av anslaget)	2 792-11 168
Antall maksimal mengde brutto LRA	11 168

4.3.4 Konsekvenser av LRA

LRA lagres forsvarlig på land, og LRA kan også reinjiseres i reservoaret regnes det ikke at produsert LRA vil føre til noen negative konsekvenser på miljøet.

4.4 Kunnskapsbehov

Avfall

- Kartlegge behov og infrastruktur ved Jan Mayen

Utrangerte installasjoner

- Oppdatere og estimere forventet mengde produsert avfall fra utrangerte installasjoner
- Kartlegging av stoffer med betenkelige miljøegenskaper og avfallskategorisering forut for fjerning

LRA

- Estimerer av mer eksakte LRA mengder
- Avklaring i forhold til nasjonalt deponi

5 SEISMIKK OG ANNEN STØY

Seismiske undersøkelser er oljeindustriens verktøy for å vurdere potensialet for forekomster av petroleumsressurser. Kartleggingen av geologien i havbunnen gjøres ved hjelp av lydsignaler. Lydsignalet er generert av et lufttrykk og det er støyen fra denne aktiviteten i form av trykkbølger eller partikkelbevegelser i vannet som er omdiskutert og kan medføre uønskede effekter i det marine miljø.

Konsekvenser av seismisk aktivitet og annen støy forutsetter en overlapp mellom berørt areal og tilstedeværelse av marine ressurser som plankton, fisk og sjøpattedyr. Havforskningsinstituttet og Direktoratet for naturforvaltning har laget en underlagsrapport for Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet (HI/DN 2007). Rapporten gir en beskrivelse av naturressurser i utredningsområdet, og dette danner grunnlag for å vurdere effekter og konsekvens av seismisk aktivitet og annen støy.

Dette kapittelet skal forsøke å belyse problemstillingen ut fra berørte naturressurser, dagens kunnskapsstatus og omfanget av seismiske undersøkelser i det aktuelle området.

Mulige konsekvenser for fisk, fiskeri, plankton og sjøpattedyr vil bli diskutert. Det er ikke blitt observert effekter på sjøfugl som følge av seismisk aktivitet, og dette vil derfor heller ikke belyses i denne delutredningen.

Støy fra skipspropeller, militære sonarer og borevirksomhet har også vært diskutert som mulige kilder som kan ha negativ konsekvens, først og fremst for marine pattedyr. Dette diskuteres ut fra dagens kunnskapsstatus.

5.1 Generelt om seismikk

Ordet seismikk er avledet fra det greske ordet "seismos" som betyr jordskjelv eller rystelse.

Seismiske undersøkelser til sjøs skjer fra spesialbygde seismiske fartøy som har mulighet til både å sende, motta og behandle signaler fra undergrunnen.

Signalene som sendes ned i sjøbunnen er genereres av luftkanoner som sender ut trykkluftbaserte sterke lydbølger (pulser) med jevne mellomrom, typisk for hver 25. meter fartøyet beveger seg. Luft med 140 atmosfæres trykk ledes inn i et kammer i hver luftkanon. Når luften frigjøres til vannet via kanonportalene, dannes det en bobler, eller en trykkbølge, i vannet. Disse boblene, eller trykkbølgen gir fra seg en sterk lyd som forplanter seg nedover i undergrunnen. Energien i lydbølgen har en frekvens som ligger i området 10-200 Hz. Lyd er trykkforandringer og disse måles i Pascal (Pa). Lydtrykk blir imidlertid angitt i en omformet faktor; desibel (dB). Lydtrykk i vann måles mot en annen referanseverdi enn i luft. I vann blir lydtrykket gitt benevnelsen dB re 1 μ Pa. Nivået av lydtrykket som genereres er avhengig av volumet på luftkanonen; stort volum gir høye lydtrykk. Lydtrykket fra seismiske luftkanoner kan være opptil 260 dB re 1 μ Pa.

Lydbølgene går gjennom vannet og ned i sjøbunnen, men reflekteres tilbake når de treffer overgangene mellom geologiske formasjoner. De reflekterte signalene registreres av hydrofoner som henger i kabler etter det seismiske fartøyet. Kablene kan være fra 3 til 8 km lange. Hydrofonene omdanner den akustiske energien til elektrisk energi (signaler) som blir prosessert om bord på det seismiske fartøyet til bilder som kan tolkes av geologer.

Ofte blir flere luftkanoner satt sammen til "arrays" med et titalls kanoner sammen. Luftkanonene ligger gjerne 5-10 m under havoverflaten. Formålet med dette er å generere et seismisk signal

som har en mer loddrett retning med i vannet og som kan trenge dypere ned i berggrunnen. Men det vil også være en radiell spredning av lydsignalet. Det er registrert lydsignaler flere titalls kilometer horisontalt ut fra seismiske kilder.

Både frekvensspekteret og styrken av frekvensen som oppleves som lyd varierer fra art til art. Lyd er dessuten dualistisk og kan være både trykksvingninger og partikkelsvingninger. Marine pattedyr er sensitive ovenfor lydtrykk, mens alle vannlevende virvelløse dyr som kan oppfatte lyd, er sensitive for partikkelbevegelse.

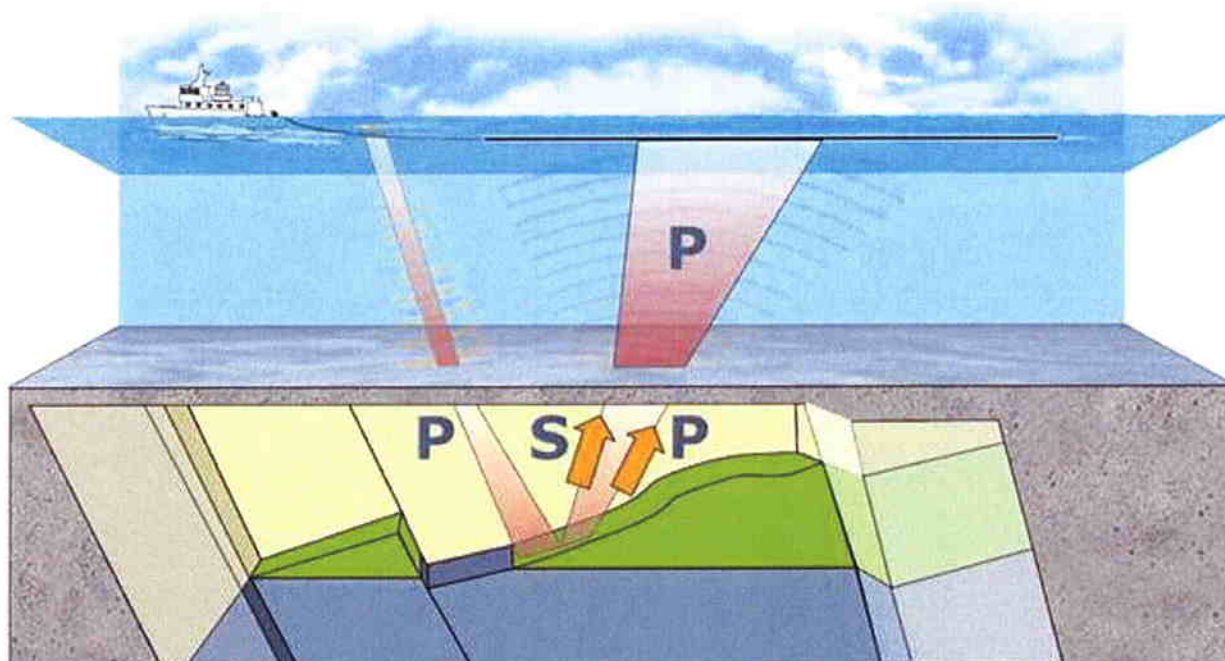
5.2 Metoder for kartlegging

Det er i dag 5 forskjellige måter å kartlegge havbunnen på: 2-dimensjonal seismikk (2D), 3-dimensjonal seismikk (3D), 4-dimensjonal seismikk (4D), havbunnsseismikk (4C) og elektromagnetisk kartlegging. De ulike metodene er beskrevet grundigere under.

5.2.1 To-dimensjonal seismikk (2D)

2-dimensjonal (2D) seismikk er en relativt billig undersøkelsesmetode hvor man gjør en grov kartlegging over store områder. Denne metoden brukes ofte tidlig i en letefase etter hydrokarboner.

Det seismiske fartøyet går med en seismisk kabel langs parallelle linjer eller i et rutenett hvor det er relativt langt mellom linjene; 1 km eller mer. Det sendes ut ett lydsignalet med ca. 10 sekunders mellomrom, tilsvarende ca. hver 25 meter ved 5 knops fart.



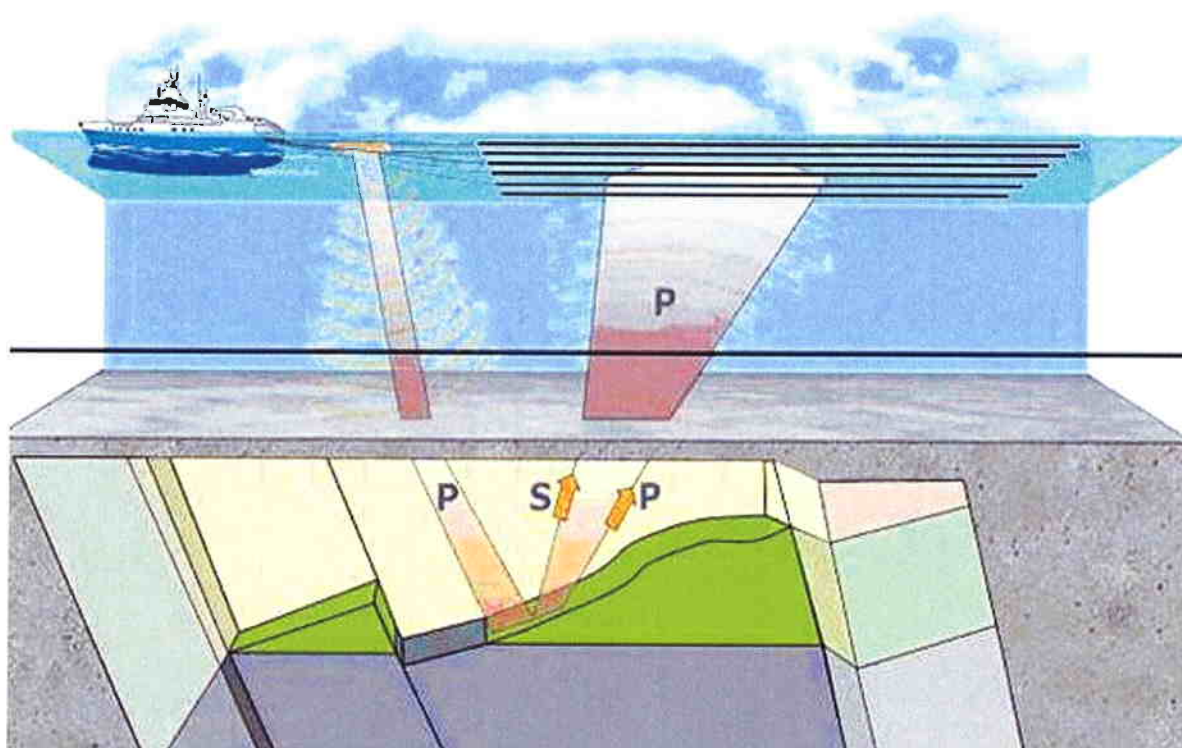
Figur 5-1 Prinsippskisse for 2D seismikk. P: trykkbølger, S: skjærbølger (Figur © Statoilhydro ASA).

5.2.2 Tre-dimensjonal seismikk (3D)

3-dimensjonal (3D) seismikk gir et mer detaljert bilde av undergrunnen enn 2D seismikk og anvendes ved en mer detaljert kartlegging av havbunnen i forbindelse med potensielle olje- og gassfelt.

Det seismiske fartøyet har flere seismiske kabler (hydrofoner) hengende parallelt etter seg (4-10 stk) og det avfyres ofte to signaler samtidig.

Avstanden mellom kablene er som regel 50 eller 100m. Denne tette avstanden gjør at dataene som samles inn kan fremstilles som 3-dimensjonale bilder. Skipet går langs rette linjer med en avstand på 100-500 m mellom linjene. Det avfyres skudd med ca. 10 s mellomrom, eller for hver 25. meter (dersom skipet går med 5 knops fart).



Figur 5-2 Prinsippskisse for 3D-seismikk. P: trykkbølger, S: skjærbølger (Figur © Statoilhydro ASA).

5.2.3 Fire-dimensjonal seismikk (4D)

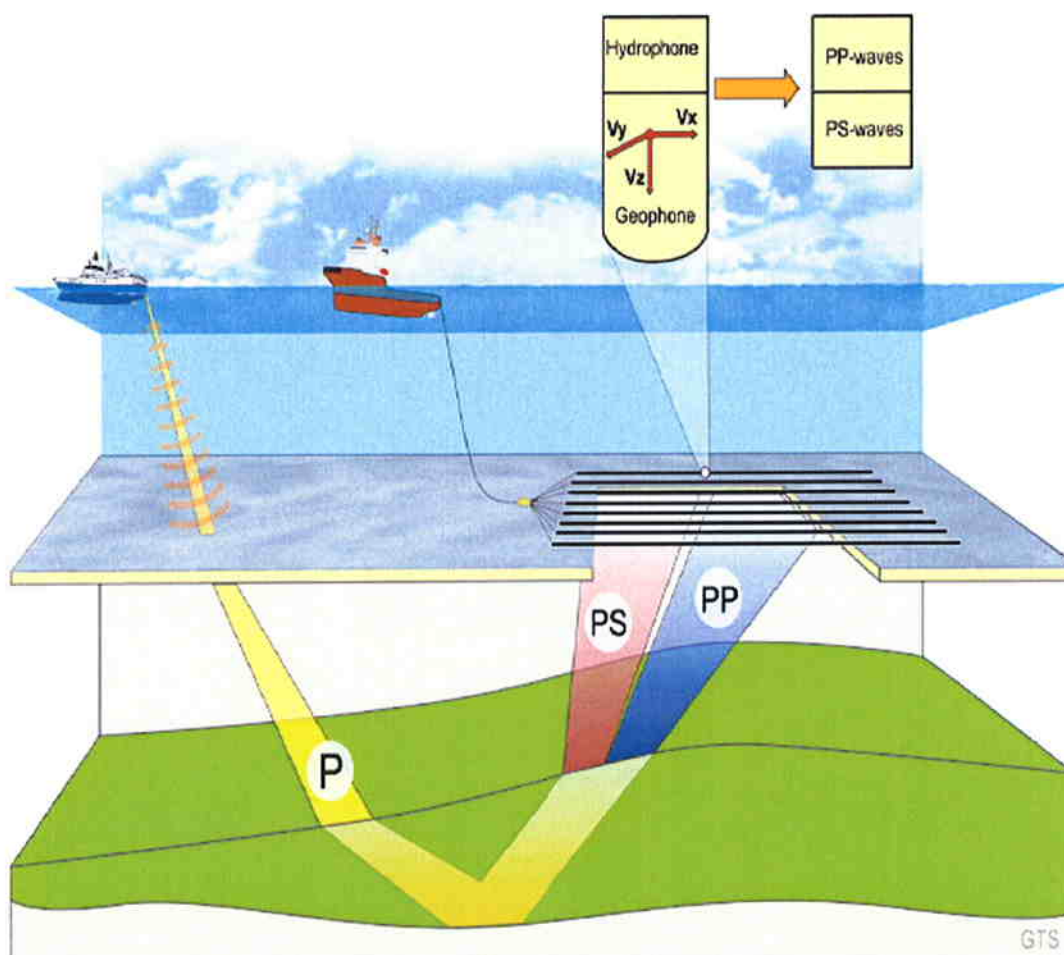
4-dimensjonal (4D) seismikk er gjentatte 3-dimensjonale seismiske undersøkelser over tid (måneders og års mellomrom) over nøyaktig det samme området (time laps survey). Dette er mulig når man kan posisjonere fartøyet etter de samme rutene som ved tidligere undersøkelser og styre kablene med stor nøyaktighet. Metoden er altså akkurat den samme som for 3D seismikk, men her er *tiden* den fjerde dimensjonen. Dette gir et enda mer detaljert bilde av sjøbunnen enn 3D-seismikk. Metoden brukes bl.a for å se utviklingen av reservoarene over tid og for å se hvordan feltene blir drenert. Metodikken kan brukes i hele feltets levetid og kan gi verdifull informasjon om hvor man mest optimalt bør bore avgrensingsbrønner og injeksjonsbrønner, og dermed oppnå bedre styring av produksjonen. Slik kan feltets levetid forlenges og mengden utvinnbare ressurser økes.

5.2.4 Havbunnseismikk

Havbunnseismikk, eller 4C-seismikk (4 komponenter) er en ny type kartlegging. Skytingen av seismikk skjer på samme måte som beskrevet over, men lyttekablene eller geofonene (mottakere) er plassert ut på havbunnen i stedet for at de slepes etter et fartøy i havoverflaten. Fordelen med denne metoden fremfor 3D-seismikk er at man fanger opp en fjerde komponent, skjærbølger, ved å legge lyttekablene på havbunnen. Skjærbølger forplanter seg i faste materialer men ikke i vann, og dermed mistes informasjonen som ligger i disse refleksjonene når lyttekablene ligger oppe i havflaten.

Skjærbølger går gjennom hydrokarbonførende lag, og reflektere ikke tilbake slik trykkbølger gjør. Det betyr at sammen med data om refleksjoner av trykkbølger, kan man gjøre en sikrere tolkning av om det er hydrokarboner tilstede i strukturene. I tillegg kan metodikken brukes til å gi et bedre bilde av reservoaret ettersom skjærbølgene går gjennom gass-soner som gjerne ligger på toppen av reservoaret.

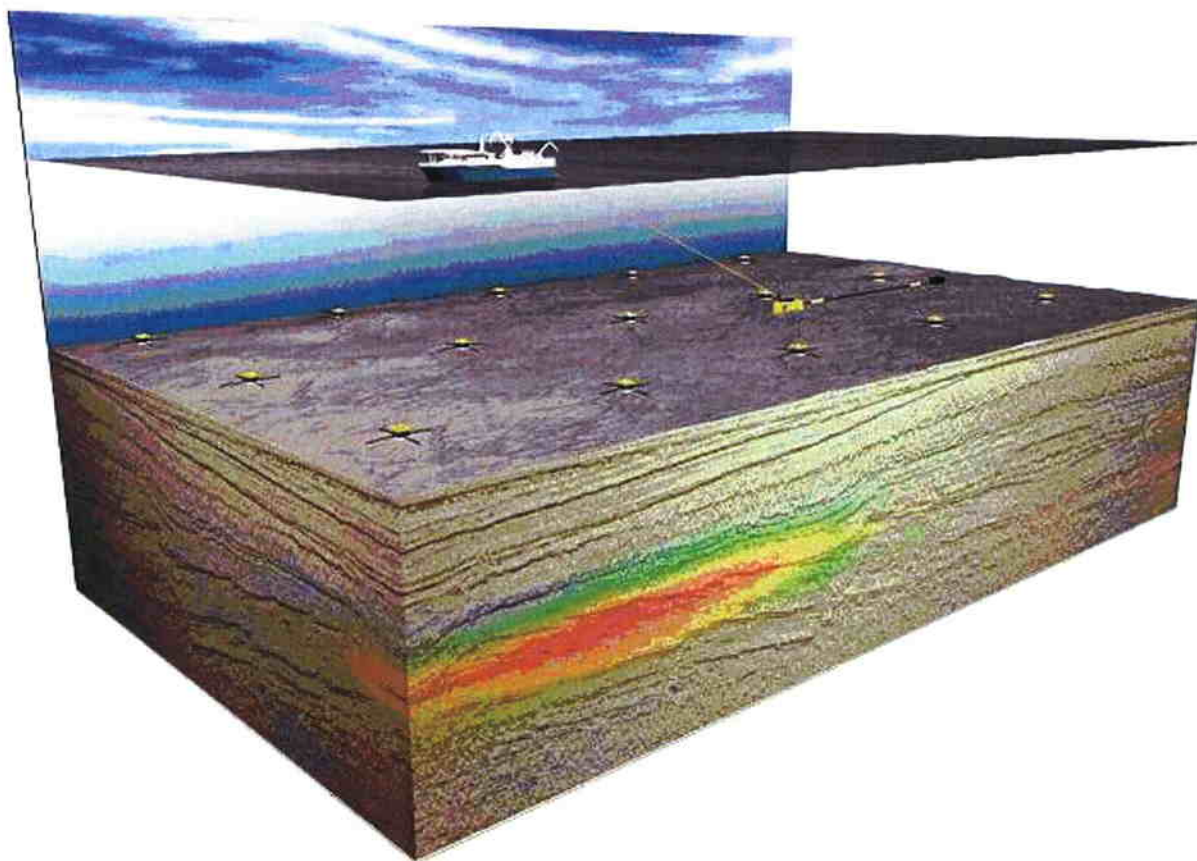
Metoden benyttes ofte i sammenheng med 4D seismikk.



Figur 5-3 Prinsippskisse for 4C seismikk. P: trykkbølger, S: skjærbølger (Figur © Statoilhydro ASA)

5.2.5 Elektromagnetisk kartlegging

Elektromagnetisk kartlegging (Seabed Logging, SBL) er en relativt nyutviklet metode for kartlegging av havbunnen. Dette er en geofysisk kartleggingsmetode. Metoden baserer seg på at et fartøy sleper en lavfrekvent elektromagnetisk kilde/sonde på dypt vann. Sonden sender ut signaler med frekvenser mellom 0,05-10 Hz, tilpasset undersøkelsen som skal gjøres (EMGS 2008). Elektromagnetiske mottakere plassert ut på havbunnen fanger opp reflekterte signaler. Mottakerene er plassert på linjer med ca. 1 km mellomrom. Metoden utnytter den elektromagnetiske ledningsevnen til væsker i reservoaret, og kan skille mellom vann og olje i et reservoar. Det forventes at metoden på bakgrunn av dette øker datagrunnlaget og øker funnsannsynligheten. Metoden kan benyttes på havdyp fra 100 m og dypere, men hydrokarbonforekomstene bør ikke ligge dypere enn 2000m ned i havbunnen. Metoden er illustrert i Figur 5-4.



Figur 5-4 Prinsippskisse for elektromagnetiske undersøkelser. (Figur © Statoilhydro ASA)

5.3 Andre støykilder

5.3.1 Skipstrafikk

Skipstrafikk er den mest dominante kilden til støy i det marine miljø, når man ser bort fra seismisk aktivitet som er mer begrenset både i tid og areal. Støyen fra skipstrafikken genereres av propeller, maskiner og skipets brytende bevegelse gjennom vannet (kavitasjon). Generelt kan man si at større skip genererer mer støy enn mindre skip, og eldre skip genererer mer støy enn nyere skip. De fleste skip genererer støy i lavere frekvensområder, dvs. lavere enn 1 kHz (http://www.mwg.utvinternet.com/iss_ship_impacts.html#noi). Hovedfrekvensområdet er mellom 20 til 300 Hz (IFAW/NRDC 2004). Lydstyrken ligger i hovedsak i intervallet 160-190 dB re 1 μ Pa (Simmonds *et al*, 2004).

Det er i hovedsak langs større transportruter og større havner at støy fra skipstrafikken har potensiale for negative effekter.

Skipstrafikk representerer en kontinuerlig lyd, og ikke pulsl lyd slik de andre omdiskuterte lydildene representerer.

5.3.2 Militære sonarer

Militære sonarer er støykilder som i likhet med seismiske undersøkelser og skipstrafikk kan bidra til støypåvikning på marine organismer. Militære sonarer ligger utenfor utredningstema for denne grunnlagsrapporten, men omtales kort da undersøkelser av effekter av slik aktivitet kan gi nyttig informasjon.

Militære sonarer brukes av Forsvaret for å overvåke norsk sjøterritorium og oppdage ubåter i nasjonale farvann. Aktive sonarer sender ut en kort lydbølge, ofte kalt en ping, og registrerer ekkoene som sendes tilbake. Passive sonarer registrerer kun lyd som andre støykilder, som f.eks andre skip, gir fra seg.

Norge er i innfasing av nye fregatter, Nansenklassen. Disse fregattene har moderne sonarer om bord (LFAS: Low Frequency Active Sonar) som sender ut lydbølger med lavere frekvens enn de tradisjonelle sonarene. De nye sonarene har frekvenser ned til 1 kHz, og har dermed større rekkevidde enn de gamle sonarene (FFI 2006). Støynivået til disse sonarene ligger på 230 dB re 1 μ Pa (Simmonds *et al*, 2004).

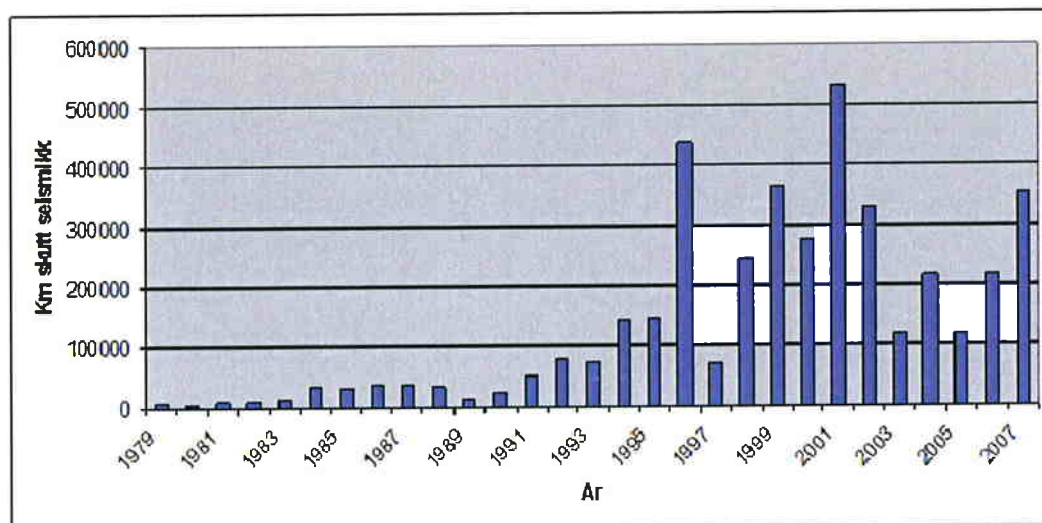
5.3.3 Boring

Støy fra oljeplattformer og borerigger vil i hovedsak representere en kontinuerlig støykilde innenfor det tidsrommet de er tilstede. Ulike typer innretning vil gi ulik forplantning av støy. Generelt gjelder det at jo større flate av petroleumsinnretningen som berører vannet, jo mer lyd forplantes i vannmassene. Støykilder fra boreplattformer er maskineri og generatorer, vibrasjoner fra strukturen på innretningen, og vibrasjoner fra borestreng og foringsrør. På FPSOer bidrar i tillegg propellstøy og trustere dersom fartøyet går på dynamisk posisjonering. For dynamisk posisjonerte fartøyer ligger støynivået på rundt 190 dB (ved full kraft).

Frekvensnivåene fra denne kategorien støy er lavfrekvent. For en oppjekkbar borerigg under boring er det registrert frekvenser i intervallet 0,005-1,2 kHz. Lydnivået ligger under 60 dB re 1 μ Pa (Simmonds *et al*, 2004).

5.4 Seismisk aktivitet i Norskehavet

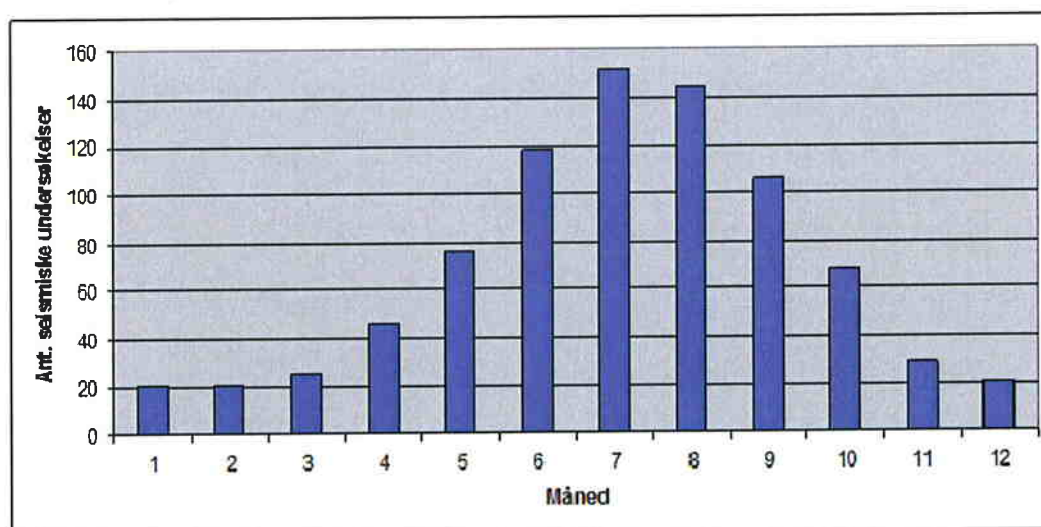
Seismisk kartlegging av norsk sokkel startet allerede tidlig på 1960-tallet. Aktiviteten var i hovedsak i Nordsjøen, men flyttet seg etter hvert nordover. Figur 5-5 viser hvordan den seismiske aktiviteten i Norskehavet har utviklet seg fra 1979 frem til og med 2007. Figuren viser antall skutte kilometer med to-dimensjonal og tre-dimensjonal seismikk. Aktiviteten tok seg opp fra midten av 1990-tallet og hadde en topp i antall skutte kilometer i 2001 (i overkant av 530.000 km).



Figur 5-5 Seismisk aktivitet i Norskehavet i perioden 1979-2007 (2D og 3D seismikk) (OD 2008).

I Norskehavet er det totalt skutt i overkant av 3,5 mill km seismikk (OD 2008). Omtrent 11% av dette er to-dimensjonal seismikk, resten er tre-dimensjonal seismikk. Fire-dimensjonal seismikk, havbunnslogging og elektromagnetisk kartlegging inngår ikke i dette tallgrunnlaget.

Som vist i Figur 5-6 er det størst seismisk aktivitet i sommermånedene.



Figur 5-6 Seismisk aktivitet (2D og 3D) i Norskehavet fordelt på måneder. Data fra OD (2008) for årene 1979-2007.

Området på norsk sokkel ved Jan Mayen er det til sammen skutt i underkant av 7000 km to-dimensjonal seismikk. Det er Oljedirektoratet (OD) og noen andre selskaper som tidligere har gjort kartlegginger i dette området. Den første kartleggingen ble foretatt allerede i 1979 av Oljedirektoratet. Senere har det vært kartlegginger i 1985, 1986, 1988, 1998 og 2001 (OD 2008).

Området er ikke åpnet for petroleumsaktivitet i dag. Det har derfor vært liten aktivitet i området til nå, og området er lite kartlagt. I fremtidsbildet forventes det imidlertid at det åpnes for noe petroleumsrelatert aktivitet, og dette medfører flere seismiske undersøkelser her. Mest sannsynlig vil det utføres både 2D, 3D og 4D seismikk. Mest sannsynlig vil det da bli gjennomført kartlegginger av flere interessenter, slik at det samme området blir undersøkt flere ganger.

Tidligere ble det gjennomført seismiske undersøkelser kun i en *innledende fase* av petroleumsletingen, dvs. for å kartlegge om det kunne være petroleumsforekomster som det var lønnsomt å undersøke nærmere med boring. Utvikling i teknologien har gjort at man i de senere år også gjennomfører seismiske undersøkelser av et felt i en *utvinningsfase*, for å kartlegge dreneringen av reservoarene og slik optimalisere driften av eksisterende felt.

Figur 5-7 og Figur 5-8 viser hvor det er skutt seismikk i Norskehavet i årene 2001-2007.

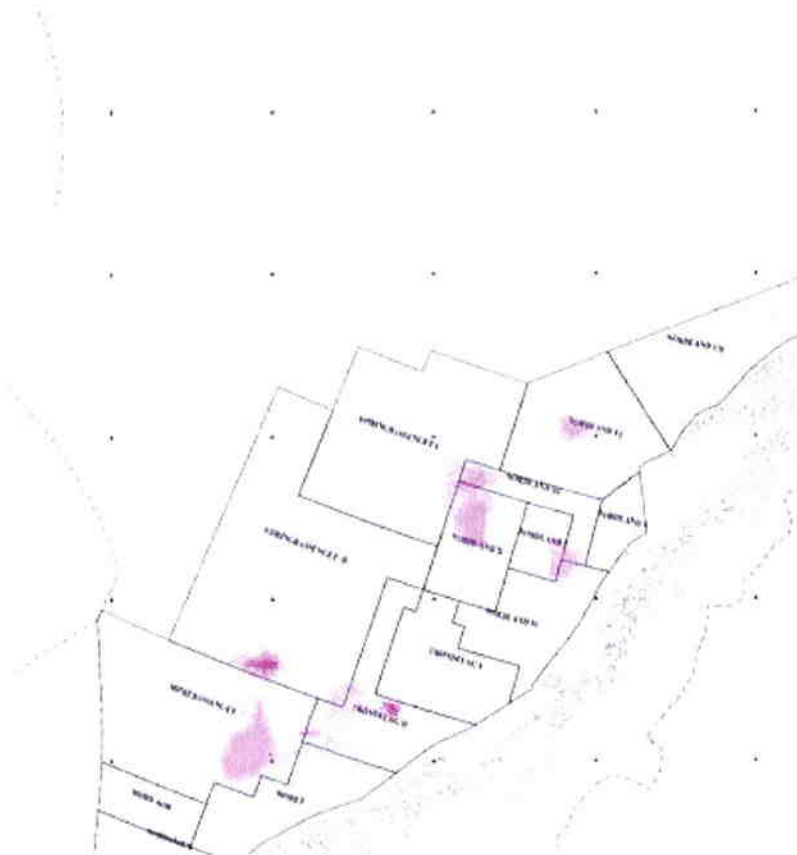
Det foreligger ikke prognoser for hvordan den seismiske aktiviteten vil utvikle seg, men tendensen er at den 3-dimensjonale seismikken vil øke på bekostning av 2-dimensjonal seismikk. Det er videre blitt mer og mer vanlig å bruke 4-dimensjonal seismikk for reservoarovervåkning for felt i produksjon og hvor det er ønske om å optimalisere driften av feltene. Havbunnsseismikk (4C) kan også bli aktuelt for reservoarovervåkning.

OD har i forbindelse med forvaltningsplan for Barentshavet (OD, udatert) estimert hvor store areal som forventes kartlagt per felt i fremtiden:

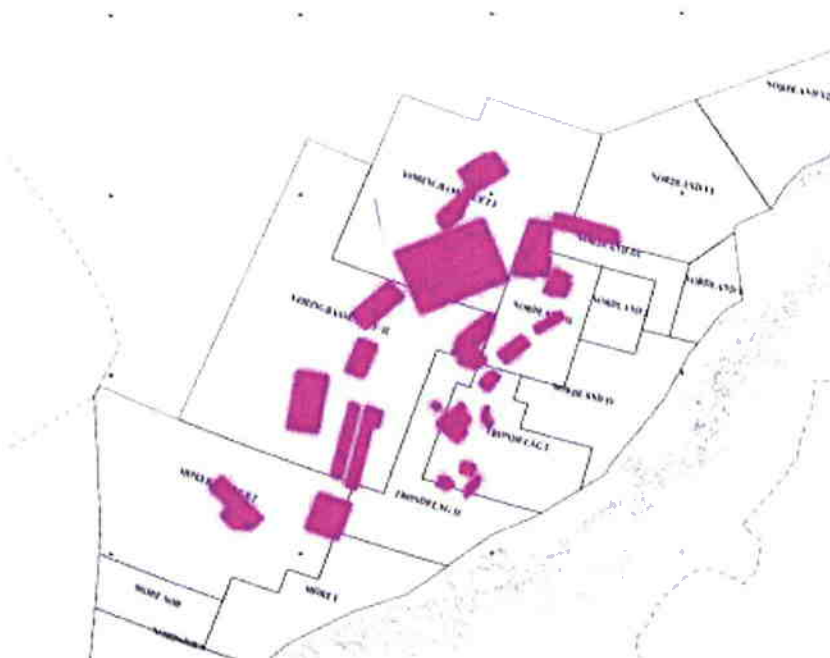
- 3D innsamling på ca. 500-2000 km² per område for ikke kartlagte områder.
- Re-skyting av felt med 3D eller 4D for reservoarstyring: ca. 300-500 km² per felt hvert 5-10 år.

Det antas at disse anslagene også er representative for Norskehavet.

Re-skyting av felt som tidligere er undersøkt er også blitt aktuelt, ettersom teknologien er utviklet og gir mulighet for bedre tolkninger av dataene.



Figur 5-7 Oversikt over 2D seismikk i Norskehavet i tidsrommet 2001-2007 (OD 2008)



Figur 5-8 Oversikt over 3D seismikk i Norskehavet i tidsrommet 2001-2007 (OD 2008)

5.5 Effekter på plankton, fiskeegg, larver og yngel

I den senere tid har det blitt reist spørsmål rundt hvordan planktonorganismer, fiskeegg, larver og yngel påvirkes av seismisk aktivitet. Felles for disse organismene og stadiene av organismer er at de ikke er i stand til å flykte unna ytre påvirkninger, men driver passivt med kyst- og havstrømmer.

Det er gjennomført lite forskning på dyreplankton. Kosheleva (1992) gjorde forsøk med ulike dyreplankton. Bare forsøkene med tanglopper og skjell var vellykket og her ble det ikke registrert signifikante skadelige effekter utover 0,5 meters avstand fra luftkanonen.

Ved seismisk skyting med luftkanoner dannes det luftbobler som stiger opp fra kanonoppsettet. I denne oppstigende strømmen vil larver og yngel som er rett over kanonene rives med og raskt føres til overflaten. Dette kan medføre at svømmeblæren til individene ødelegges.

En annen effekt av oppstigende luftbobler er at det oppstår en endring i likevekten mellom larver/yngel og vannmassene, som medfører at larver/yngel flyter opp til havoverflaten hvor de er et lett bytte for sjøfugl.

Tidlig på 1990-tallet gjennomførte Havforskningsinstituttet forsøk med ulike stadier av fisk som var representative for norske forhold og studerte effekter etter skyting med luftkanoner som tilsvarte 3D-seismiske undersøkelser. Resultatene ble gruppert og presentert i forhold til utviklingsstadium av den aktuelle arten og dette uttrykker også alder. Resultater og beregnede resultater over dødelighet fra denne undersøkelsen er publisert av Booman *et al.* (1996). Undersøkelsen konkluderer med at seismiske undersøkelser maksimalt dreper 0,45% av en larvepopulasjon under ugunstige forhold. En mer realistisk forventet dødelighet er 0,3 % av larvepopulasjonen (Sætre og Ona, 1996). Dødelighet kan altså skje på individnivå uten at det vil ha betydning for rekrutteringen til bestanden. Videre ble det undersøkt hvordan plommesekkklarver (stadiet mellom egg og larver) ble påvirket. Her var dødeligheten på 40-50% innenfor en radius på 2-3 meter fra luftkanonene. Piggvarlarver så ut til å være mest sårbar.

Hovedtyngden av skadeeffekter oppstår i en radius på 2 m fra luftkanonen for yngel og larver. Økt dødelighet på fiskeegg ble påvist ut til 5 m fra luftkanonene (Booman *et al.* 1996). Det ble også observert endringer i evne til å unngå predatorer, og den generelle kondisjonen hos larvene ble påvirket og dermed deres evne til å overleve.

5.5.1 Ressursbeskrivelse

Ressursbeskrivelsen er hentet fra HI/DN 2007; Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Arealrapport med miljø- og naturbeskrivelse. Fisken og Havet Nr. 6, 2007

Haltenbanken er et høyproduktivt område for drivende fiskeegg- og larver hvor de pga. virvelstrømninger har en tendens til å oppholde seg over lengre tid.

Ved Jan Mayen møtes den nordgående Atlanterhavsstrømmen en sidegren til den sørgående Øst-Grønlandsstrømmen. Ved slike fronter vil det alltid være høy produksjon av plante- og dyreplankton (DN&HI 2007).

Avhengig av hvilket stadium larvene er på, vil de fordele seg vertikalt forskjellig i vannmassene. Sildeyngel vil ligge i de øverste 10 meterne i vannmassene, mens sildelarver i hovedsak befinner seg lenger nede. Tilsvarende er tilfelle for torskeyngel.

5.5.2 Oppsummering: konsekvenser for plankton, fiskeegg, larver og yngel

Effekter på plankton er lite kjent og forskning må gjennomføres for å se på potensielle konsekvenser. Effekter på bestandsnivå er imidlertid ikke forventet.

De grunne bankene, som på Haltenbanken hvor det dannes stasjonære virvler, er retensjonsområder for organismer som driver med strømmen. Seismisk aktivitet eller andre støyende aktiviteter i tidsrom hvor det er stor ansamling av f.eks fiskeegg og yngel på disse bankene, kan medføre økt dødelighet. Undersøkelser viser imidlertid at det er bare i nærheten til luftkanonene at dødelighet på individnivå opptrer.

Sårbarheten hos individene er større jo yngre de er. Eksponering fra seismisk aktivitet er størst i de øvre vannmasser, og vil i hovedsak berøre yngel som er mindre sårbar enn egg og larver.

Den seismiske aktiviteten vil som regel berøre bare en liten del av gyteområdene til fisk, og påvirkninger som kan skade populasjonene antas å være svært liten.

For å begrense konflikter mellom fiskerinæring og oljeindustrien som oppdragsgiver for seismiske undersøkelser, er det innført visse reguleringer i form av hvor og når man kan gjennomføre seismiske undersøkelser. Formålet med reguleringene er å hindre at seismisk aktivitet blir gjennomført i tidsrom hvor naturressursene kan være ekstra sårbare, for eksempel under gytevandring eller gyting. Slike reguleringer er knyttet til enkelte lisenser i Norskehavet.

5.6 Effekter på voksen fisk

5.6.1 Fysiologiske effekter

Hos voksen fisk er det påvist at støy kan skade hørselsorganer, da det indre øret er følsomt for partikkelbevegelse. Som for mennesker har øret hos fisk sensoriske hårceller som fanger opp mekaniske svingninger ved ulike frekvenser og omformer disse til nerveimpulser i øret. Ulike arter fisk har ulik sensitivitet for lyder, og sensitiviteten er relatert til hvor nærme det indre øret og svømmeblæren er hverandre. Dette skyldes at svømmeblæren som er gassfylt, lett responderer på trykkendringer, som lydimpulser, i vannet og det dannes svingninger i svømmeblæren. Når svømmeblæren er nær det indre øret overføres disse svingningene direkte og sensitiviteten øker. Sild er en art som har høy sensitivitet for støy og kan høre i frekvensområdene opp til 180 kHz, men hovedområdet for oppfattelse av lyd er opp til 5 kHz. Arter som ikke har svømmeblære eller hvor det er stor avstand mellom svømmeblæren og det indre øret, ser ut til å ha lavere sensitivitet for støy (<http://www.dosits.org/animals/produce/2f.htm>). Disse artene hører generelt i frekvensområder opp til 1 kHz.

Skader på hørselssensorceller er en faktor av både frekvensområde og lydnivå. Forsøk av Hastings and Popper (2005) har i tillegg vist at fisk som utsettes for høye frekvenser etablerer en forhøyet grense for hvilke støynivåer de oppfatter (nedsatt hørsel). Det antas at denne effekten er av forbigående karakter. Det er til nå gjennomført få studier på hvordan fiskens hørsel og hørselsorganer påvirkes av støy. Effekten fra kortvarige, høye støypulser (for eksempel seismiske undersøkelser) kan være annerledes enn effekten av langvarig påvirkning av støy med lavere energi (for eksempel skipstrafikk).

Det er frekvensområder som overlapper med fiskens egne frekvensområder som har størst betydning og relevans. Fisk kan høre og er mest sensitiv for lyder i frekvensområdet under 1 kHz. Dette sammenfaller med frekvensområdet for seismiske luftkanoner.

Lydtrykk, eller trykkbølger fra seismisk skyting med luftkanoner kan medføre sammentrykking av organer hos fisk. I den påfølgende negative trykkfasen av pulsen hvor trykket er lavere enn omgivelsestrykket, vil organene utvides. Dersom trykkforskjellen er stor kan organene revne og fisken kan dø. Svømmeblæren hos fisk er spesielt utsatt (Booman *et al.* 1996). Sildefisk og torskefisk er arter med svømmeblære, mens flyndre og makrell er fisk uten svømmeblære og er ufølsomme for lydtrykk.

Undersøkelser gjennomført av Havforskningsinstituttet i 1991-92 (Booman *et al.* 1996) bekreftet tidligere undersøkelser som viste en større hyppighet av og alvorligere skader på fisk ut til 1,5m fra støykilden.

For voksen fisk er det imidlertid den adferdsmessige effekten som synes å være mest betydningsfull.

5.6.2 Adferdsmessige effekter

Voksen fisk har evne til å unngå og flykte når den utsettes for uønskede påvirkninger som støy fra seismiske undersøkelser og andre støykilder. Det er dokumentert at fisk skremmes av lydbølgene og at pelagisk fisk er mest følsom.

Skremmeeffekten hos fisk viser seg ved at fisken setter i gang en alarmreaksjon, en "C-start"-respons, idet fiskens kropp former en C og kroppen peker bort fra lydkilden. Felteksperiment har demonstrert at lydenergi utsendt fra luftkanoner setter i gang denne type respons hos torskefisk (Wardle *et al.*, 2001), uerarter (Pearson *et al.*, 1987; 1992), europeisk sjøabbor (Santulli *et al.*, 1999) og tobis (Hassel *et al.*, 2004).

Forsøk har også vist at fisken kan endre dybdefordeling i vannmassene og utviser en økt aktivitet med påvirkning av forhøyde lydnivået (Slotte *et al.* 2004 og Chapman and Hawkins, 1969). Adferdsendringene ble mer markante jo mer lydnivået økte (Pearson *et al.* 1992).

Tobis er en art som graver seg ned om natta og som står høyt i vannsøylen om dagen. Havforskningsinstituttet har gjennomført forsøk for å se effekter av seismikk på dette bevegelsesmønsteret (Hassel *et al.* 2004). Forsøkene viste moderat skremmeeffekt på tobisen, men ingen flukt mot bunn. Det ble heller ikke påvist dødelighet eller skade pga. påvirkning fra seismisk aktivitet.

Forsøk har også vist at fisk reagerer mer effektivt på lavfrekvente lyder (under 20 Hz), noe som kan skyldes at fisk hører infralyd godt. Dette frekvensspekteret sammenfaller til en stor grad med frekvensspekteret fra seismisk luftkanonskyting.

Gyteklar fisk på vandring mot gyteområder kan endre sin retning ved ytre stimuli og dermed endre områder som benyttes som gyteområde, eller at gytetidspunkt endres, slik at gyteforhold blir mindre gunstige. Dette kan påvirke overlevelsessevnen og i verste fall påvirke den årlige reproduksjonen (DNV 2007b).

Foreløpige resultat fra FFI (FFI 2006) viser at sild ikke prøver å rømme fra områder hvor det blir sendt ut signaler fra militære sonarer. Silda utviste derimot sterke reaksjoner på lyder som representerte lyder fra spekkhoggere som er en naturlig fiende.

5.6.3 Ressursbeskrivelse

Ressursbeskrivelsen er hentet fra HI/DN 2007; Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Arealrapport med miljø- og naturbeskrivelse. Fisken og Havet Nr. 6, 2007



Økologisk og kommersielt viktige arter som er beskrevet er sild, kolmul, nordøstarktisk sei, makrell og tobis. Alle disse er pelagiske arter.

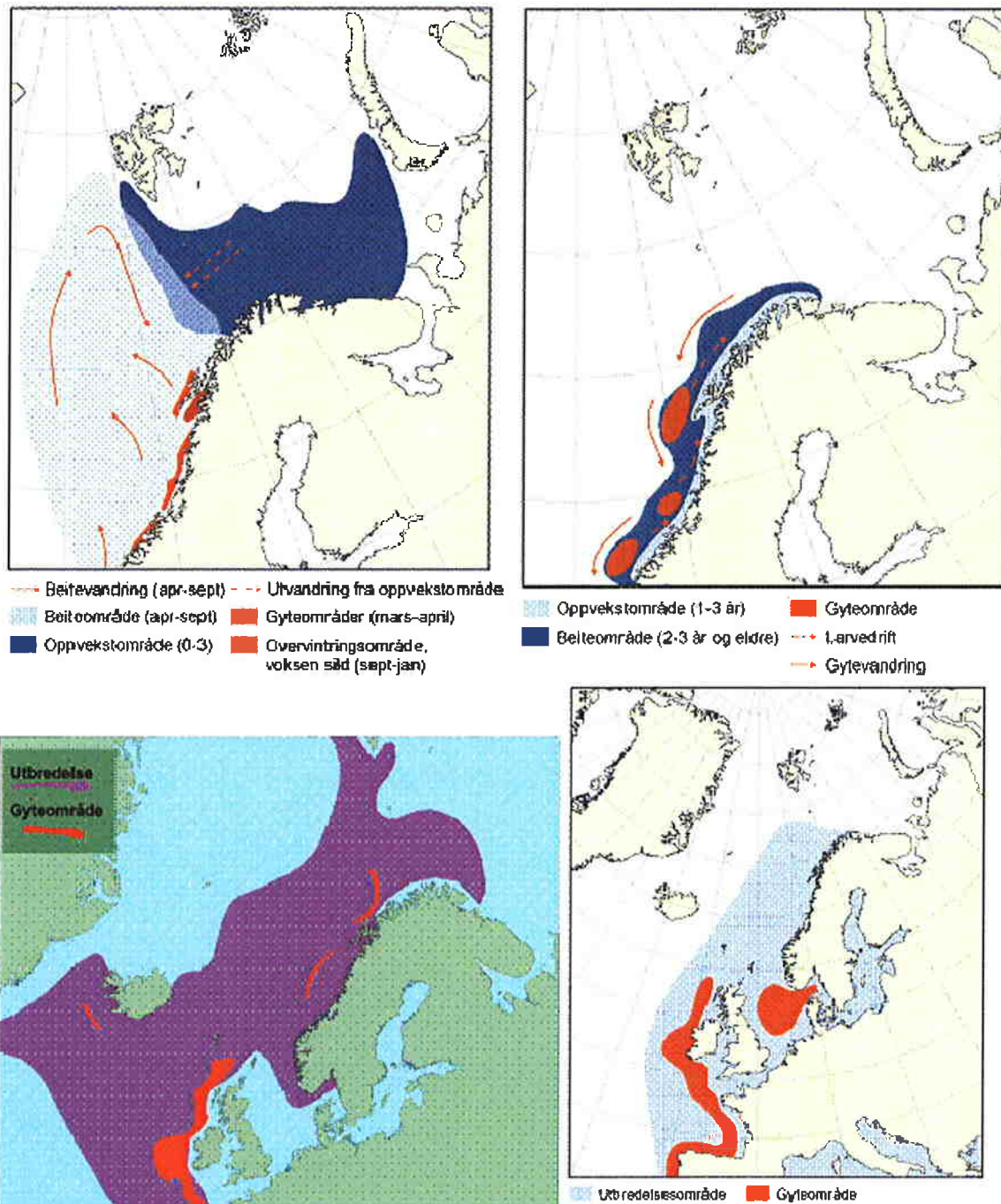
Norsk vårgytende sild (*Clupea harengus L.*) er verdens største sildebestand. Sild er en stimfisk og en utpreget vandrer. Den svømmer i de frie vannmasser. Mørebankene og Haltenbanken er viktige gyte- og tidlig oppvekstområde for norsk vårgytende sild. Gytingen foregår som regel nær bunnen på 40-150 m dyp. Beitingen foregår i store deler av utredningsområdet. Den voksne bestanden overvintrer i havet fra Vesterålen og nordover langs kysten til 72. breddegrad.

Kolmule (*Micromesistius poutassou*) er en liten torskefisk som typisk svømmer i stim litt nede i de frie vannmassene. Fisken er mest vanlig på 100-600 m dyp, men kan også svømme nær overflaten. Kolmule har utbredelsesområde i hele utredningsområdet (se Figur 5-9) og er en tallrik art. Arten gyter sør for utbredelsesområdet men det kan også forekomme tette konsentrasjoner av gytende kolmule i Norskehavet i februar-april. Kolmule har hovedbeiteområde i Norskehavet gjennom hele sommeren og høsten.

Nordøstarktisk sei (*Pollachius virens*) finnes bare i Nord-Atlanteren og har utbredelsesområde og gyteområder som vist i Figur 5-9. Mørebankene og Haltenbanken er viktige gyte- og tidlig oppvekstområde også for sei. Gytingen foregår om vinteren med topp i februar. Yngelen blir ført nordover med kyststrømmer. Det første året holder den seg stort sett i kystnære områder og i fjorder. Større individer vandrer utover til ytre deler av kysten og bankene utenfor.

Nordøstatlantisk makrell (*Scomber scombrus*) er også en pelagisk stimfisk som beiter i Norskehavet. Fisken oppholder seg i Norskehavet i høst- og vintersesongen. Den har gyte- og oppvekstområder sør for utredningsområdet.

Tobis, eller havsil (*Ammodytes marinus*) er en viktig art i økosystemet og er en svært viktig næringsemne for en rekke fiskearter og sjøfugl. Tobis er utbredt i hele det nordøstlige Atlanterhavet. Den er en pelagisk stimfisk. Arten er registrert som en nær truet art på Rødlista.



Figur 5-9 Utbredelse norsk vårgytende sild (øverst til venstre), sei (øverst til høyre), kolmule (nederst til venstre) og makrell (nederst til høyre). (Figurer hentet fra HI/DN 2007)

5.6.4 Oppsummering: konsekvens for fisk

Det er manglende kunnskap om hvordan støy i det marine miljø påvirker hørselen til fisk. Adferdsmessige endringer er påvist hos fisk som eksponeres for støy. Dette viser seg som fluktreaksjoner, og fisken vil fjerne seg fra støykilden. Dette reduserer faren for støyskader.

Seismisk aktivitet vil normalt foregå over et begrenset område, men kan forstyrre gytevandring til fisk som i neste rekke kan påvirke den årlige reproduksjonen. Det er derfor innført tidsbegrensninger for skyting av seismikk i områder som overlapper med gyteområder for viktige kommersielle arter og i områder hvor det foregår konsentrerte gytevandring.

Lavfrekvente militære sonarer har frekvenser ned til 1 KHz, og dette frekvensområdet ligger således over det området som er mest sensitivt for de fleste fiskearter. Sild hører derimot opp til 5 KHz og kan bli påvirket. Dette er imidlertid ikke påvist i forsøk gjennomført av FFI.

5.7 Effekter på fiskefangster

Seismiske undersøkelser i et område kan strekke seg over flere uker, avhengig av hvor stort område som skal kartlegges. For fiskerinæringen kan seismisk aktivitet føre til arealbeslag som hindrer fiske, samt at det er undersøkelser som viser at fisk kan bli skremt vekk fra områder hvor seismisk aktivitet pågår, noe som resulterer i reduserte fangster.

Flere undersøkelser og forsøk har bekreftet fluktreaksjoner hos fisk som blir utsatt for støypåvirkning. Dette har medført midlertidige reduksjoner i fiskefangsten, sammenlignet med fangstraten før skytingen begynte. Det er imidlertid ikke påvist økt dødelighet som følge av seismisk aktivitet, og fangstene vil ta seg opp igjen når skytingen er avsluttet. Pelagiske arter som sild og brisling har bedre hørsel enn torsk og hyse, og antas å ha en mer markant fluktreaksjon.

En av de mer storskala undersøkelsene som er gjennomført, ble gjort av Engås *et.al* i 1993. Det ble skutt 3D seismikk i et område på 3 x 10 nautiske mil over en 5 dagers periode. Trålefangstene av torsk og hyse og linefangstene av hyse ble redusert med ca. 50% i et område på 40 x 40 nautiske mil rundt skyteområdet under skytingen. Reduksjonen i trålefangsten var størst sentralt i skyteområdet der reduksjonen var 70% under skytingen. Fangstratene avtok innenfor et område på minst 18 nautiske mil fra skytingen, og dette vedvarte i minst 5 dager etter avsluttet skyting.

Gjennomgang og analyse av fangstdata fra loggbøker til fiskefartøy, sammenholdt med tidspunkt for seismiske undersøkelser er gjort flere ganger (Løkkeborg 1991, Løkkeborg og Soldal 1993, Jakupstovu *et al*, 2001). Resultatene fra slike analyser kan synes å være usikre, da kvaliteten på opplysningene i loggbøkene er varierende og til dels mangelfulle. Denne type undersøkelser indikerer likevel at det kan være en sammenheng mellom reduserte fangstrater og seismisk aktivitet. Fangstratene økte imidlertid med økende avstand fra seismikkområdet.

Nedgangen i fangstratene ser ut til å variere noe mellom fangstmetodene.

Det er også gjort forsøk som viser at matsøkingen hos fisk som utsettes for støypulser reduseres.

Fiske av norsk vårgytende sild foregår stort sett gjennom hele året unntatt om sommeren. På grunn av endrede adferdsmønstre hos silda de senere år forventes det at fremtidig fiske vil skje ute i havet, enten på gytefeltene eller i de nye overvintringsområdene. Fiske etter kolmule med ringnotsnurpere skjer hovedsakelig langs eggakanten og på bankene sør for utredningsområdet. Industritrålere fisker kolmule gjennom hele året i Norskehavet og langs eggakanten nordover.

Interessekonflikter med fiskere etter de største kommersielle artene i Norskehavet kan til en viss grad unngås ved å foreta de seismiske undersøkelsene i sommermånedene, da hovedvekten av fiske skjer gjennom høst-, vinter- og vår-sesongene.

5.7.1 Oppsummering: konsekvenser for fiskefangster

Seismisk aktivitet kan medføre reduserte fiskefangster i tidsrommet aktiviteten pågår og i en kortere påfølgende periode. Dette anses imidlertid som temporære effekter da fisken vil returnere tilbake til området. Fisk som unnviker fra det seismiske undersøkelsesområdet kan opptre som økte bifangster i omkringliggende områder.

5.8 Effekter på sjøpattedyr

Sjøpattedyr er avhengige av lyder for å kommunisere seg i mellom, for å finne føde, oppdage predatorer og for å navigere. Antropogene lyder kan forstyrre oppfattelsen av disse naturlige lydene, slik at sjøpattedyr endrer adferden sin. Fysiologiske effekter kan også oppstå hos sjøpattedyr.

5.8.1 Fysiologiske og adferdsmessige effekter

De ulike artene oppfatter lyder innen ulike frekvensområder, og effekter anses å være størst når de eksponeres for støy innen det frekvensområdet de selv oppfatter og kommuniserer med. Intensiteten på lyden (lydtrykket) er også en viktig faktor. Terskelgrenser for skade og type skader er imidlertid lite kjent, spesielt for større sjøpattedyr. Dette skyldes at det er vanskelig å gjennomføre kontrollerte forsøk med stor dyr som ikke kan holdes innesperret i bur under forsøk.

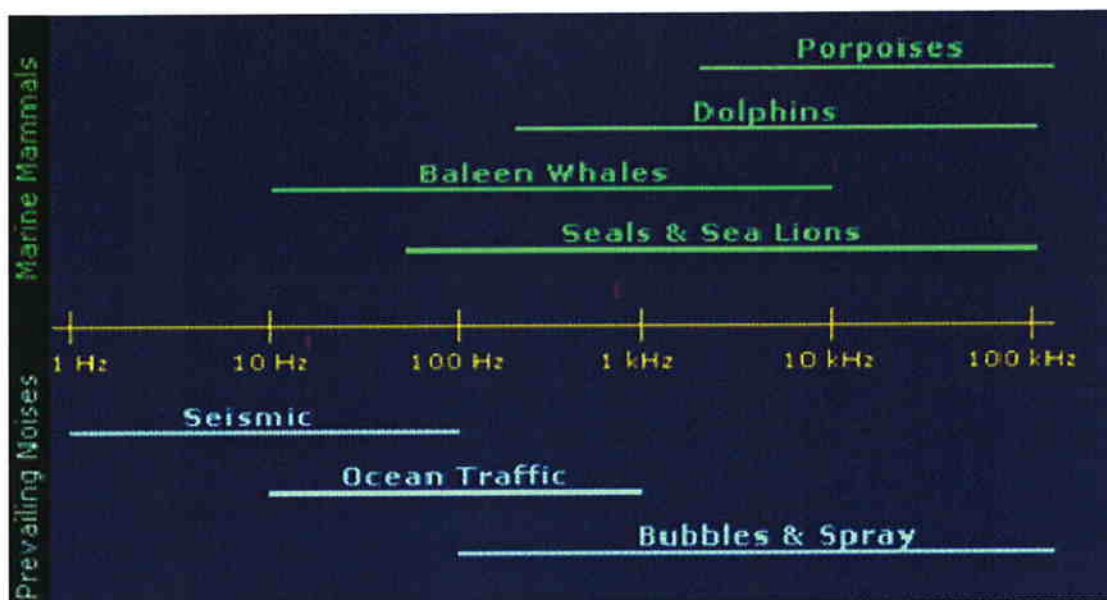
Skader på hørselsorganer er avhengig av intensiteten, frekvensen og varigheten av lyden. Som hos mennesker kan man anta at også sjøpattedyr kan få temporære eller permanente skader på hørselsorganene.

Den adferdsmessige responsen til antropogen lyd varierer fra art til art og er avhengig av dyrets hørsels sensitivitet, toleransen for lyd, om det har vært utsatt for tilsvarende lyd tidligere, på dyrets alder, kjønn og gruppesammensetning. Forsøk med grønlandshval viste at den reagerte med å svømme unna seismiske luftkanonskytinger (Ljungblad *et al.* 1988). I tillegg ble dykketiden redusert, samtidig som tiden på overflaten ble redusert. Andre arter (som hvithval) har reagert med å svømme langt unna lydkilden og ikke returnere tilbake til beiteområdene før etter flere dager. Det kan se om som reaksjonene er mest markant når den antropogene lyden er lik lyden fra naturlige predatorer.

Stressreaksjoner som økt svømmeaktivitet og økt energiforbruk er også blitt registret.

Maskeringseffekter får en når lyd overdøver en annen lyd i lydnivå, eller frekvensspekteret overlapper hverandre, og dette forstyrrer dyrs oppfattelse av naturlige biologiske lyder som kommunikasjon og paringsrop. Figur 5-10 viser frekvensområder for kommunikasjon hos noen grupper av sjøpattedyr. Frekvensområdene er sammenstilt med typiske frekvensområder for ulik menneskeskapt støy. Figuren viser at det er noe overlapp mellom frekvensområdene.

Ut fra figuren kan det ses at delfiner og niser kommuniserer og oppfatter lyder i et frekvensområde som ligger høyere enn frekvensområdet for seismisk aktivitet. Bardehvaler, som vågehval, blåhval og finnhval, benytter mer lavfrekvente lyder i sin kommunikasjon, og disse artene kan kommunisere over store havområder.



Figur 5-10 Tilnærmet frekvensområdet for kommunikasjon hos sjøpattedyr ("marine mammals") - øvre figurdel, og forekommende bakgrunnsstøy i havet ("prevailing noises") - nedre figurdel. Porpoises: niser, Dolphins: delfiner, Baleen Whales: bardehvaler, Seals & Sea Lions: sel og sjøløver, Seismic: seismikk, Ocean Traffic: sjøtrafikk, Bubbles & Spray: bobler og sjøsprøyt. Fra www.dosit.org/animals/effects/e1a-b.htm

Tannhvalene har utviklet sanseapparat som bruker ekkolokalisering (biosonar). De sender ut høyfrekvent lyd (opptil 30 kHz) som reflekteres av objekter i omgivelsene og slik kan de lettere orientere seg, finne bytte og lokalisere predatorer som de vil unngå. Frekvensområdet for ekkolokalisering ligger generelt over frekvensområdet som brukes for kommunikasjon. Tannhvaler vil derfor ikke være spesielt sensitive for seismisk støy og støy fra skipstrafikk.

Sel produserer i begrenset grad lyder under vann. Lyden er i stor grad i form av bjeffing eller knepping, hovedsaklig i frekvensområdet 1-4 kHz.

Forsøk med spekkhoggere i Vestfjorden (FFI 2006) viste at når militære sonarer med lave frekvenser ble slått på, skjedde ingen adferdsmessige endringer. Derimot ved signaler med middels frekvens (6-7 kHz) sluttet spekkhoggeren å spise av sildestimen de hadde mesket seg i. Det kan også tyde på at dyrene endret dykkemønster.

Etter flere massestrandinger av hval i områder hvor det har foregått militære øvelser med militære sonarer, er det reist spørsmål om det kan være en sammenheng. Etter patologiske undersøkelser etter stranding av hval på Kanariøyene i 2002, ble det fremsatt to teorier som kunne forklare strandingen (Jepson *et al*, 2003):

- Dyrene ble skremt av de lavfrekvente sonarene under dykking og gikk for raskt til overflaten
- Sonarenes lydbølger forårsaket utvidelse av mikroskopiske gassbobler i blodet og skadet organene.

Undersøkelser etter strandinger andre steder har imidlertid ikke vist tilsvarende skader. Etter massestranding av nebbhval i Middelhavet i 1996 ble det ikke funnet indikasjoner på noe unormalt (http://www.pelagosinstitute.gr/en/pelagos/pdfs/Mass_stranding.pdf). Etter stranding

av nebbhval på Bahamas i 2000 ble det funnet kraftige blødninger i hulrom i hodeskallen (Balcomb and Claridge 2001).

Effekter av militær aktivitet er utenfor omfanget av denne grunnlagsrapporten, men oppsummert er det foreløpig ingen klare årsakssammenhenger mellom militære øvelser og skader på og massestranding av hval.

5.8.2 Ressursbeskrivelse

Ressursbeskrivelsen er hentet fra H/DN 2007; Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Arealrapport med miljø- og naturbeskrivelse. Fisken og Havet Nr. 6, 2007

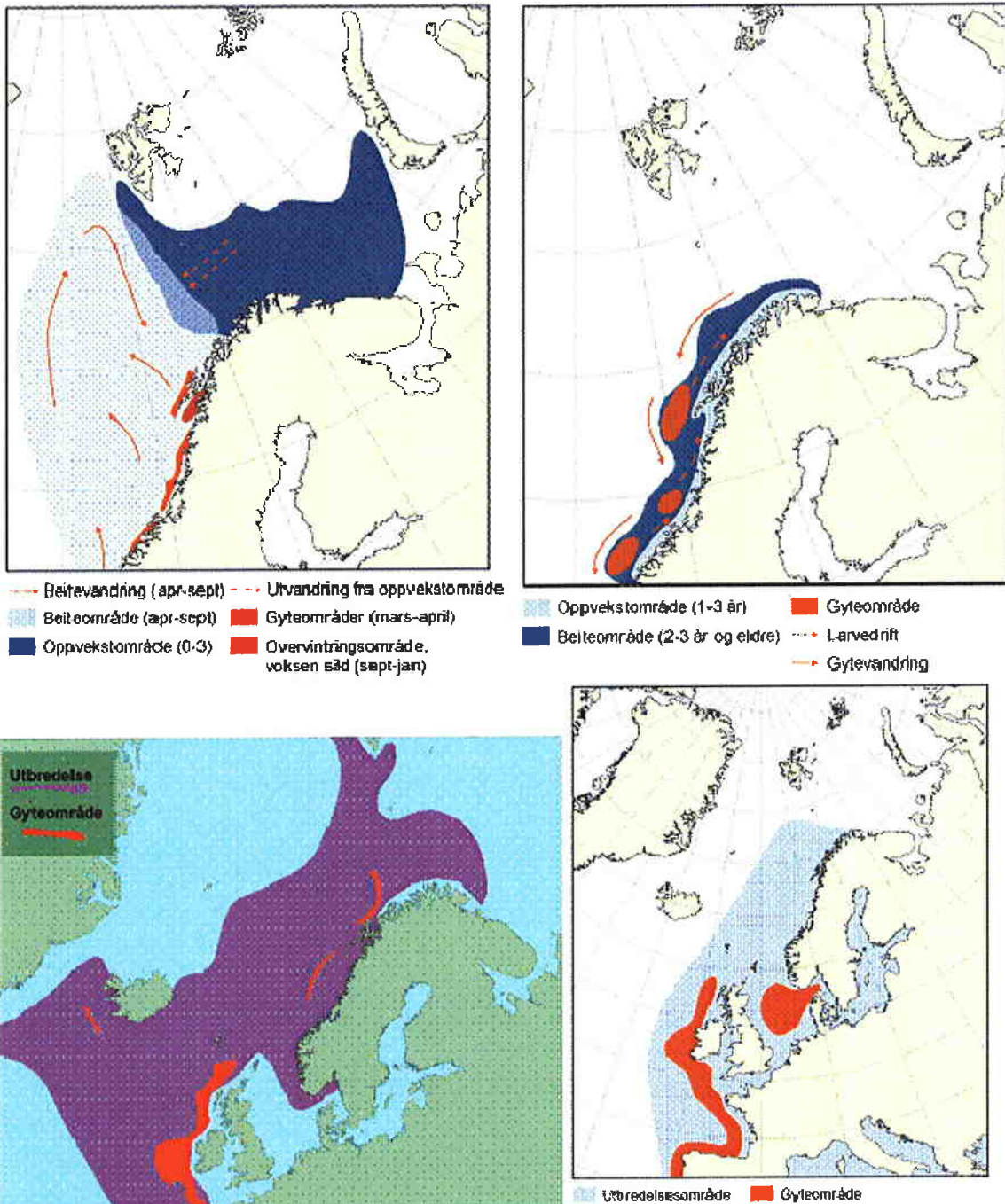
Norskehavet med området rundt Jan Mayen er beiteområde og yngleområde for flere sjøpattedyr.

Vågehval, grønlandshval, blåhval og finnhval er alle bardehvaler som beiter ved iskanten og polarfronten, mens spermhval og nebbhval beiter langs sokkelskråningen. Vågehvalen finnes i alle havområder på den nordlige halvkule. Vandingen mellom forplantningsområder på lavere breddegrader og beiteområder i kaldere farvann går gjerne langs kystene, men kan også gå i dyphav, som Norskehavet. Det er to bestander av vågehval i utredningsområdet; den sentralatlantiske i Norskehavet og den nordøstatlantiske som holder til i Nordsjøen, langs norskekysten og opp til Barentshavet og ved Svalbard. Vågehvalen er den eneste som beskattes i Norge.

Noen hvalarter som spekkhoggere, grindhval og nise foretar ikke sesongvise vandringer, men flytter seg etter hvor de finner mat. For eksempel følger spekkhoggere fiskestimer og fra sen høst til utpå nyåret når sild svømmer inn i Vestfjorden, følger spekkhoggeren etter. Spekkhogger, grindhval og nise har store utbredelsesområder også utenfor Norskehavet.

Drivisområdet (Vesterisen) nord for Jan Mayen er et viktig yngleområde for sjøpattedyr som klappmyss og grønlandssel. I mars samler de kjønnsmodne dyrene seg for å føde og parre seg. Hårfelling skjer også på isen for begge artene, i april måned for grønlandssel og i juni-juli for klappmyss. Klappmyss er en rødliste art pga. markant nedgang i antall fødte unger. Disse artene benytter Norskehavet som beiteområde om sommeren, men kan også ha vandringer utover utredningsområdet. Se Figur 5-11 for utbredelsen av klappmyss og grønlandssel.

Tannhvaler som spermhval og nebbhval er arter som oftes forekommer på sokkelskråningene i utredningsområdet. Nebbhval forekommer bare i Nord-Atlanteren, og er fåtallig i våre farvann pga. tidligere høy beskatning. Spermhval er utbredt i alle verdenshav. Spermhval er en fredet art (siden 1984).



Figur 5-11 Utbredelsen av klappmyss og vågehval (figur fra HI/DN 2007).

Selartene steinkobbe og havert er primåt knyttet til kystnåre områder. Steinkobbe er spesielt f&osls;osm for forstyrrelser i perioden fra f&osls;dselen (juni) til de har utviklet gode sv&osls;merferdigheter. Steinkobbe ble i 2006 klassifisert som sårbar art på Norsk R&osls;dliste. Froan er et viktig kasteplassområde for havert.

5.8.3 Oppsummering: konsekvenser for sj&osls;pattedyr

Det er hittil antatt at seismisk aktivitet ikke har noen negativ fysiologisk effekt på marine pattedyr, men dette er ikke tilstrekkelig dokumentert.

Seismiske signaler ligger delvis innenfor det frekvensområdet mange hvalarter kommuniserer innen, og maskeringseffekter kan oppstå. Dette kan medføre endret adferd hos pattedyrene, hindre de å identifisere og flykte fra predatorer og vanskeliggjøre det å finne bytte.

Sjøpattedyr opptrer som enkeltindivider eller i mindre grupper, og er spredt over store havområder, også utenfor Norskehavet. Konsekvenser antas derfor å være begrenset til individnivå, og vil ikke påvirke bestander av sjøpattedyr. Det mest sårbare område innen utredningsområdet vil være i Vesterisen i perioden hvor klappmyss og grønlandshval yngler. De fleste andre arter av sjøpattedyr har beiteområdene sine i utredningsområdet, men yngler i andre farvann.

Hovedaktiviteten av seismiske undersøkelser foregår i dypere vann og vil med liten sannsynlighet påvirke de kystnære selartene.

Kommersiell skipstrafikk er en kilde til bakgrunnsstøy i havet. Flere hvalarter kommuniserer innenfor det samme frekvensspekteret som denne skipstrafikken representerer. Det er usikkert om dette kan ha langtidsvirkninger på populasjonsnivå for disse artene.

5.9 Lover og reguleringer

På norsk kontinentalsokkel er seismisk aktivitet forvaltet gjennom Petroleumsloven, og videre i Petroleumsforskriften, Ressursforskriften og Saltvannsfiskekloven. Utover dette er det av Fiskeridirektoratet utarbeidet en veiledning for fiskerikyndig personell som er med seismiske fartøyer.

Petroleumsforskriften §6 ("Meddelelse av opplysninger i forbindelse med undersøkelser") har som formål å forebygge eventuelle interessekonflikter. Det skal senest 5 uker før en undersøkelse planlegges startet opp, sendes opplysninger om bl.a. omfang og tidsrom for aktiviteten til Oljedirektoratet, Fiskeridirektoratet og Forsvarsdepartementet.

De samme kravene til meddelelse av opplysninger er beskrevet i Rammeforskriftens kapittel 2 "Undersøkellesaktivitet" med paragrafene 4, 5, 6 og 7 omhandler reguleringer for seismisk aktivitet.

I Ressursforskriften §5 er det gitt en beskrivelse av hvordan det seismiske fartøyet skal forholde seg ovenfor fiskerivirksomhet i området det opererer, samt beskriver bruk av fiskerikyndig person om bord:

"Fartøy som foretar seismisk undersøkelse, skal holde forsvarlig avstand til fartøy som driver fiske og fra faststående og flytende fiskeredskap. Særlig aktsomhet skal utvises når større ansamlinger av fiskefartøy observeres.

Fartøy som foretar seismiske undersøkelser, skal ha fiskerikyndig person om bord når det er nødvendig av hensyn til fiskerivirksomheten i området. I tvilstilfeller har Oljedirektoratet avgjørende myndighet.

Valg av fiskerikyndig person for den enkelte undersøkelsen skal klareres med Fiskeridirektoratets regionkontor "

Fra Saltvannsfiskekloven §14 fremgår det at man skal vise aktsomhet og det står bl.a: *"Fartøy må ikke manøvrere eller plasseres slik at fangstredskaper skades eller unødig utsettes for fare eller at fangstmuligheter unødig hemmes. Denne aktsomhetsplikt gjelder også under setting, sleping eller trekking av redskaper"* og *"Det er forbudt å hindre eller ødelegge fangstmuligheter ved skyting, støy o.l."*



Oljedirektoratet gir tillatelse til hvor det kan skytes seismikk. Fiskeridirektoratet er høringsinstans og gir tilrådninger til tillatelsen. Tillatelsen bygger på historiske fiskeri- og fangstdata for det aktuelle området i det tidsrommet det er planlagt aktivitet. For enkelte lisenser i Norskehavet og Barentshavet er det reguleringer for når seismiske undersøkelser kan gjennomføres, basert på gyteperioder og omfattende fiskeriaktivitet.

Selv om Oljedirektoratet gir tillatelser ut ifra ønske om å unngå konflikt med fiskere, har det vært flere tilfeller der fiskere og seismisk aktivitet har vært i konflikt.

5.10 Kunnskapsbehov

Ulike studier har kommet frem til ulike konklusjoner når det gjelder fiskens påvirkning av menneskeskapt støy som seismisk aktivitet, militære sonarer og propellstøy. Det er økende fokus på hvordan høyere bakgrunnsstøy påvirker fisken, og også hvordan fisken fysiologisk og adferdsmessig reagerer på de ulike frekvensspektrene støy kan representere. Divergerende konklusjoner mellom forskjellige studier tyder på at det er mangelfull kunnskap om hvilke fysiologiske skader som kan oppstå, hvordan adferden påvirkes, hvilke konsekvenser dette kan ha på individnivå og bestandsnivå. Responsen én fiskeart viser er ikke nødvendigvis representativ for alle fiskearter. Videre er det ikke klart hvordan langtidspåvirkning av seismisk aktivitet (uker og måneder) i form av pulsslyder påvirker fisk, herunder også sensitiviteten fisken viser for denne type lydpuiser.

Det er påvist fluktreaksjoner hos fisk i områder hvor det foregår seismisk skyting. Det er imidlertid ikke kjent hvor stort influensområdet for skytingen er og hvor lang tid det vil ta før fisken returnerer til lokasjonen og forholdene normaliseres.

Langtidsvirkninger på sjøpattedyr er lite kjent. Dette skyldes blant annet at det er vanskelig å utføre kontrollerte eksperimenter med sjøpattedyr, spesielt med de største hvalartene.

Videre er det i litteraturen funnet ulike oppfatninger om sammenhengen mellom massestranding av hvaler / sjøpattedyr og bruk av militære sonarer. Det bør undersøkes nærmere om det er noen årsakssammenheng her, og hva en eventuell årsak kan være. Det har vært hevdet at militære marineøvelser kan skade indre organer på sjøpattedyr, og at dette kan være årsaken til massestranding.

Heller ikke påvirkning på fisk som følge av militære sonarer er godt kjent, og det skyldes i hovedsak at det er sett lite på konsekvenser for fisk som følge av slike aktiviteter.

International Association of Oil and Gas Producers (OGP) har initiert et samarbeidsprosjekt (JIP) hvor 8 medlemmer innen olje- og gassindustrien deltar. Programmet "E&P Sound and Marine Life Programme" (<http://www.soundandmarinelife.org/>) er treårig og ble initiert i 2006. Formålet med programmet er å finansiere forskning som skal gi en utstrakt forståelse av kilder og potensielle risiko for det marine miljø fra aktiviteter fra olje- og gassindustri, og i neste rekke informere og gi tilstrekkelig kunnskap til å regulere aktiviteten og eventuelt foreslå konsekvensreducerende tiltak.

Konsekvenser av elektromagnetiske målinger er lite undersøkt. Det forventes liten effekt av denne type aktivitet, men arter med innebygd elektromagnetiske organer som hos bruskfisk (haier og rokker) som er spesielt følsomme for elektriske felt, kan muligens påvirkes.

6 FYSISKE INNGREP OG MILJØKONSEKVENSER

Fysiske inngrep på og i sjøbunnen omfatter mekanisk arbeid i sjøbunnen og etablering av nye strukturer med tilhørende endringer av de fysiske forholdene. Et nærliggende eksempel er utlegging av et rør i eller på en sjøbunn som består av mudder. Dette vil føre til omrøring og forflyttelse av sediment i leggefasesen og tilføring av en ny type substrat i området, samt mulighet for endring av strømforholdene nær ledningen. Utslipp av borekaks (ikke oljebasert) kan også karakteriseres som fysisk påvirkning ved at det er berggrunnspartikler som slippes ut på bunnen. Partiklene i seg selv har liten gifteffekt, men kan påvirke fødeopptak og begrave organsimer på og i sjøbunnen.

Generelt kan en si at fysiske påvirkninger begrenser seg til helt lokale forhold nær inngrepet og det skiller seg fra kjemiske utslipp som kan spres med vannstrøm og ha en mye videre utbredelse.

6.1 Rørledninger og andre petroleumsinstallasjoner på bunn

Beskrivelsene og vurderingene i dette kapitlet er blant annet basert på delutredning gjort i forbindelse med RKU Norskehavet 2003 (RF 2003), RKU for Nordsjøen 2006 (RKU 2006) samt utredning gjort av DNV i forbindelse med Nærings- og energidepartementets utredning om disponering av utrangerte rørledninger og kabler (DNV 1999). Beskrivelse av de biologiske og fysiske forholdene i Norskehavet er gjort i HI/DN 2007 og brukes her som bakgrunnsinformasjon om hvilke biologiske ressurser ved bunnen som kan påvirkes av fysiske inngrep. Oljedirektoratets rapport om status for petroleumsvirksomhet i Norskehavet (OD 2007) gir informasjon om eksisterende felt og planer i Norskehavet. Rapporten viser også at det så langt er lite rørledninger i Norskehavet sammenlignet med Nordsjøen (Figur 6-1). Avstand til land eller til eksisterende felt er av stor betydning for om produksjonen for nye felt vil transporteres i rør eller med skip. Det er sannsynlig at nye utbygginger i Norskehavet i liten grad vil bestå av store faststående installasjoner, på grunn av det store vanddypet, men heller av flytende produksjonsskip/rigger og tilhørende bunnrammer (sjøbunnssatellitter) (Figur 6-3). Bunnrammene kobles sammen mot produksjonsskipet ved hjelp av kabler og rørledninger. Nye eksportørledninger i Norskehavet og oppkobling mot eksisterende felt vil trolig etableres i Norskehavet. OD 2007 gir en oversikt over eksisterende og planlagte rørledninger i Norskehavet.

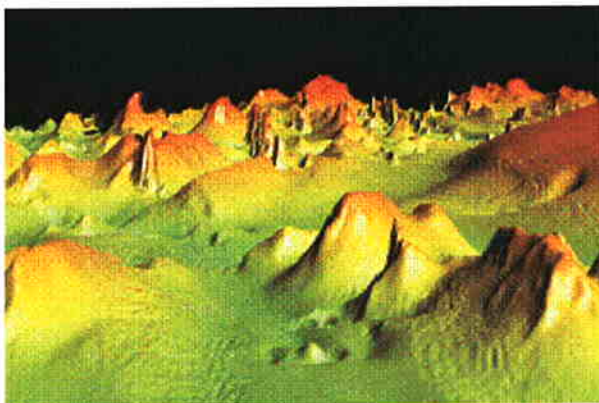
Fysiske inngrep i sjøbunnen er arealmessig først og fremst knyttet til legging av rørledninger og kabler. Utplassering og oppankring av bunnrammer, ventilhoder og faste installasjoner vil ha tilsvarende effekter som legging av rør, men har mye mindre arealmessig omfang. Nedenfor omtales derfor i alt vesentlig effekter av fysiske inngrep i forbindelse med rørledninger.

Rørledninger har stor betydning for transport av ulike petroleumsprodukter, fra gass til olje. I tillegg benyttes rør til transport av vann og gass for injeksjon. Rør eller kabler blir også lagt for å overføre produksjonsstrøm fra reservoaret, ledninger for gassløft, vanninjeksjon, elektrisitet og signaler i forbindelse med styring og kontroll av undervannsinstallasjoner, for transport av hydraulikkvæske og for injeksjon av kjemikalier i brønner. Rørdimensjonene, materialer og leggeteknikk i disse forbindelseslinjene har tilsvarende spenn som variasjonen i bruken, fra betongdekte tykke transportrør med 1 m i diameter, til 10 cm tykke kontrollkabler.

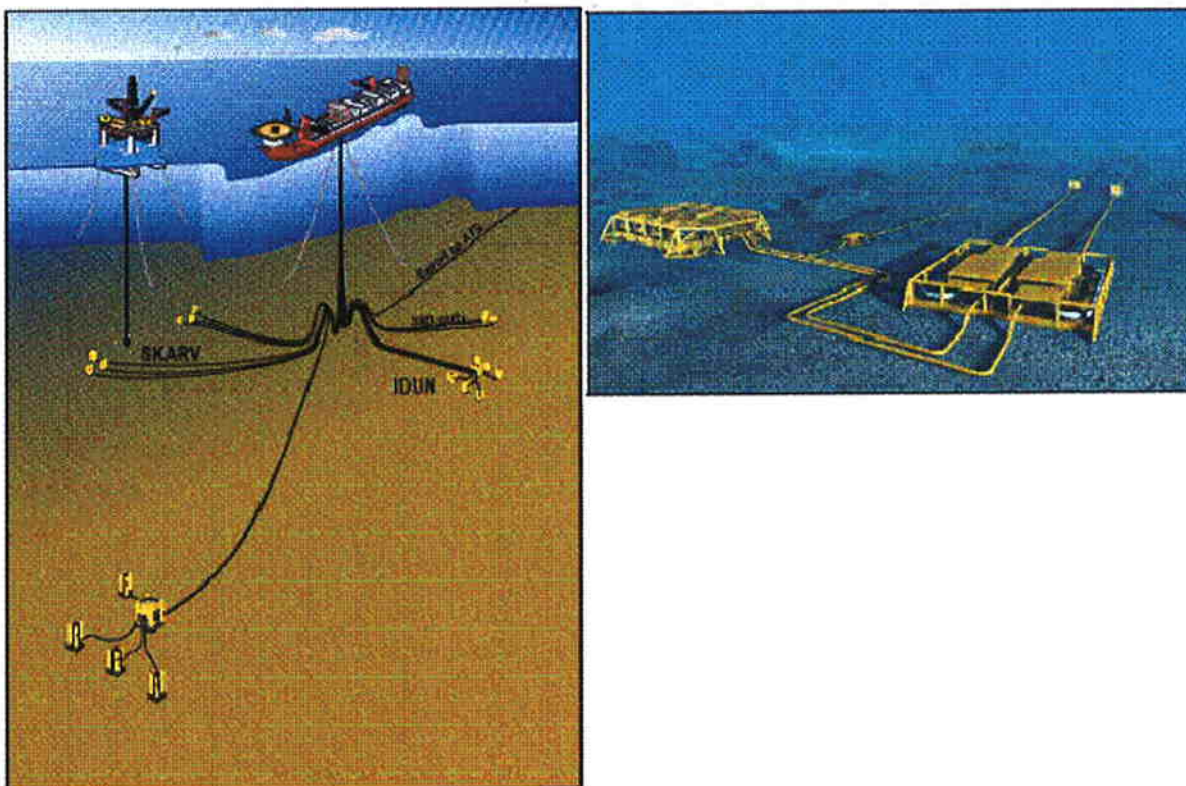


Figur 6-1 Eksisterende og planlagte gassrørledninger i Norskehavet nord for 62° (og Nordsjøen) fra OD (OD 2007). Kartet er ikke helt oppdatert, blant annet er nå rørledningene fra Ormen Lange og Langeled ferdig installert. Det dekker ikke nordområdene hvor det er etablert rørforbindelse fra Snøhvitfeltet til Melkøya.

Noen steder er sjøbunnen meget kupert og variert, akkurat som landskapet er på land (se Figur 6-2 fra Ormen Lange trasé). I tillegg kan bunnen variere fra bløtt mudder til hard leire og fjell (som myr og fjell på land). Dette stiller høye krav til planlegging og kartlegging av rørledningstraséer før røret legges, samt teknikker for at røret ligger stabilt og beskyttet. Frie spenn og sterk vannstrøm kan være ødeleggende for rørledninger.



Figur 6-2 Illustrasjon fra Ormen Lange (<http://www4.hydro.com/ormenlange/no/>) som viser område med kupert sjøbunn i rørledningstraseen (målestokk på aksene er ikke oppgitt). Toppene på bildet kan være 40-60 m høye og er dannet i forbindelse av undersjøisk ras (Storegga-raset).



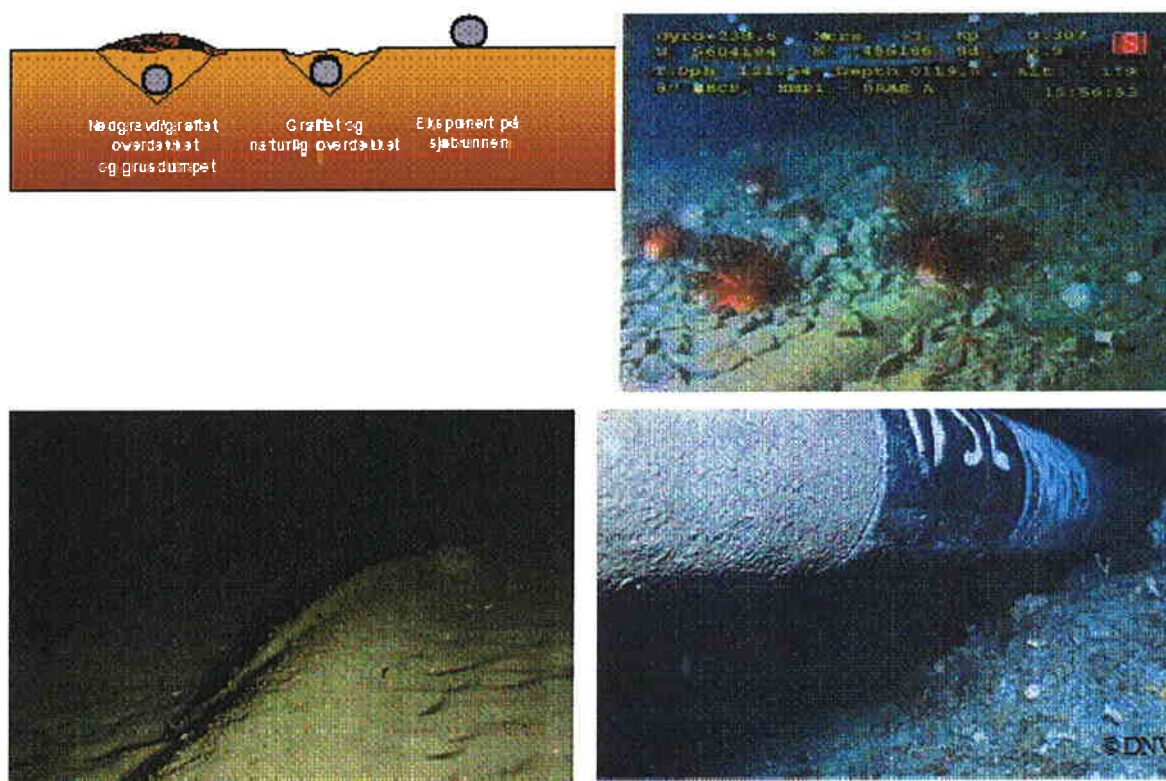
Figur 6-3 Eksempel på utbyggingsløsning med bunnrammer tilknyttet brønnhoder og et flytende lager og produksjonsskip, samt eksportgassrørledning til Åsgard Transport (KU program Skarv-Idun, BP 2005). Til høyre illustreres Ormen Lange som bygges ut med bunnrammer som vil koble sammen 24 brønner og eksportere gass til Nyhamna i Aukra kommune (OD 2007).

Rørledningene legges på bunnen eller graves helt eller delvis ned i sedimentet. Det er vanlig at deler av røret dekkes til med stein eller betongmatt, for beskyttelse eller for stabilisering (Figur 6-4). Det brukes også steinfylling under rørledninger for å unngå frie spenn (områder hvor røret ikke er i berøring av bunnen), og i krysningspunkt med andre ledninger. Alle rørledninger og

bunnstrukturer skal være overtrålbare og det betyr at rørledningene i stor grad dekkes til eller graves ned, samt at selve røret kan dekkes med beskyttende lag (betong m.m.) for å tåle ytre påvirkning. Nedgraving i sjøbunnen gir dermed beskyttelse, samt at det gir isolasjon og stabilitet rundt rørledningen. Bunnrammene konstrueres slik at trålene kan bli slept over.

Temperaturendringer i rørledningene vil føre til at de beveger seg (utvidelse ved varme og krymping ved avkjøling) og de kan da endre posisjon. Trykkendringer kan også føre til slike bevegelser. Det er vanlig å legge inn seksjoner av rørledningen med S-form eller én bukt for å ta opp disse bevegelser. Bevegelser har likevel ført til at rørledning blir frigjort fra sedimentet og står opp i vannmassene eller har frie spenn. Det samme kan også skje dersom vannstrøm fører til at sedimentet under rørledningen blir transportert bort. Fare for ledningsbrudd og skader av anker og fiskeredskaper vil da øke. Det er faste rutiner for å overvåke rørledninger for å se etter skader og å kontrollere at de ligger som de skal i eller på bunnen.

Nedgraving av rørledninger kan gjøres med vannjetsystem som spylor bort sedimentet slik at det lages en grøft for røret, eller det benyttes plogsystem som pløyer ned røret og deretter eventuelt etterfyller plogfuren og dekker røret med sediment. Det kan også benyttes vannspyling for å gjøre sedimentet bløtt, slik at røret synker ned av egenvekten. Rør som legges på overflaten vil avhengig av tykkelse, vekt og sjøbunnsens beskaffenhet, bli liggende på toppen eller synke ned i bunnen. På sandholdig bunn i Nordsjøen blir det antatt at slik nedsynking tar 0-5 år.



Figur 6-4 Illustrasjon av plassering av rørledninger i forhold til havbunnen. Steindumpet, men delvis synlig, eksponert rørledning (øverst til høyre) og naturlig overdekket rørledning med en kryssende kabel (nederst til venstre) (fra DNV 1999). Rørledning i fritt spenn (nederst til høyre) ©DNV.

6.2 Utslipp av borekaks

Teknisk sett er det vanskelig å samle opp borekaksen fra boring av topphullseksjonene fordi det ikke er stigerør mellom riggen og sjøbunn. Stigerør etableres etter boring av topphullseksjonen(e) (normalt 36" og 26" i diameter). Retur av borekaks til riggen skjer i hulrommet mellom stigerør og borestreng. Det finnes imidlertid systemer for å samle opp borekaksen fra topphullseksjonene. Det er ikke lov å slippe ut oljeholdig borekaks, det vil si borekaks fra seksjoner hvor det er benyttet oljebasert borevæske under boringen. Borekaks renses før utslipp men vil likevel inneholde rester av ulike kjemikalier i boreslammet og komponenter fra reservoaret. I topphullseksjonene benyttes derfor vannbaserte borevæsker (konsentrert saltlake og andre kjemikalier) som kan slippes ut til sjøen. Topp hullseksjonene kan være fra 60 m til flere hundre meter lange. Dermed vil utslippsmengden av kaks og boreslam variere tilsvarende. SFTs topphullrapport (SFT 2006) angir et intervall på 60-140 m³ (~120-280 tonn). Utslippet av borekaks fra topphullet sedimenterer rundt borehullet, hvor området innenfor 50 m (maksimalt 100 m) i radius blir sterkest berørt, og det kan dannes et 0,5-1,0 m tykt lag med borekaks helt nærmest boringen (StatoilHydro 2007). Vannstrøm kan spre borekaksen yterligere. Ved gjentatte boringer fra faststående installasjoner kan det dannes flere meter tykke hauger med borekaks under installasjonen/boreriggen. Dersom borekaksen tas opp på boredekket og renses før den slippes ut under havoverflaten via nedløpsrør, vil den spres med vannstrøm over mye større områder før den synker ned til bunnen.

6.3 Effekter på sjøbunn og bunndyr

Effekter kan deles inn i midlertidige og permanente effekter. De midlertidige effektene oppstår under installasjonsarbeidet. De permanente effektene vil vare så lenge røret og tilknyttede installasjoner ikke fjernes eller at det dekkes helt av et tykt lag med opprinnelig sjøbunn.

De midlertidige effektene vil bli størst dersom røret graves ned. Slik nedgraving medfører størst forstyrrelse av sjøbunnen og oppvirvling av sediment som re-sedimenterer i nærområdet. Hvor mye partikler som virvles opp og distansen de spres, er avhengig av partikkelstørrelse, egenvekt og strømhastighet. Små partikler (leire) og stor strømhastighet gir størst spredning, men normalt vil høy naturlig strømhastighet, tilsi at det er grove partikler på bunnen. En kan regne med at et 10-20 m bredt belte rundt røret blir sterkt påvirket av selve nedgravingen og av sedimentasjon av partikler. I nærområdet kan bunnfauna i stor grad bli utryddet for en kort periode. Utenfor nærområdet avtar sedimentasjonsmengden og effektene. Det er flere parametre som påvirker omfanget av påvirkning, så som tykkelse på rør og installasjonsteknikk, og hvor sårbare de påvirkede organsimene er overfor partikkelbelastning. Tabell 6-1 oppsummerer noen antatte effekter av rørlegging- og nedgravingsoperasjoner.

Tabell 6-1 Mulige effekter av rørleggingsoperasjoner (RF 2003). Basert på Jacobsen m.fl. 1998 som refererer til AURIS 1995.

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

De permanente effektene er først og fremst knyttet til endret bunns substrat som følge av rørleggingen. Det kan være røret i seg selv, eller tildekkingsmaterialet som er ulik opprinnelig sjøbunn. I et område med bløtbunn vil hardbunn gi grobunn for en helt annen type fauna enn den opprinnelige. Rørledninger som ligger delvis oppå sedimentet vil også endre strømførholdene helt lokalt. Visuelt blir det ofte observert mye fisk langs rørledninger og det kan være mye organismer som gror på strukturene.

Bunndyr er i stor grad tilpasset en viss sedimentasjon av partikler, og det er der nedslammingen er mest intens at bunndyrssamfunnet blir mest påvirket. Stormer og episoder med økt strømhastighet vil naturlig kunne gi høy sedimentkonsentrasjon i vannet. Bunndyrene er i stor grad flerårige, til dels mobile, har vanligvis et frittsvømmende (planktonisk) larvestadium og har dermed stor evne til å spre seg og rekolonisere sjøbunnen. Dyp, temperatur, bunns substrat og naturlig forekommende arter, påvirker tiden det tar å etablere et samfunn på nytt. Noen arter har svært god evne til å rekolonisere et område, mens andre behøver lenger tid (Pearson & Rosenberg 1978). Bløtbunnsfauna kan etableres gradvis i løpet av ett til to år i grunne områder med sandbunn, mens det kan ta ti år på dypt og kaldere vann. Det vil skje en gradvis endring av artssammensetningen, inntil den er tilpasset de lokale miljøforholdene. Undersøkelser som er gjort i forbindelse med deponering av restmateriale fra bergverksindustri har vist at en rekolinsering skjer raskt, allerede 1 år etter at sjøbunnen er dekt med flere cm tykt sediment vil det etableres et sunt bunndyrssamfunn. Koraller er meget seintvoksende og trenger betydelig tid for å vokse ut på nytt etter skader.

Generelt domineres havbunnen i Norskehavet av finkornet sediment som inneholder mange arter av virvelløse dyr. Dette er dyr som ikke har ryggrad og som er større enn 1 mm (makrofauna). Børstemarkere er den mest artsrike gruppen, og dominerer også vanligvis i antall individer i grabbprøver fra sjøbunnen. Ellers er bløtdyr (muslinger og snegl), pigghuder (sjøstjerner og



kråkeboller), krepsdyr og pølseormer vanlige dyregrupper. I grabbprøver på Haltenbanken er det vanlig å finne 80-120 arter og 500-1700 individer per stasjon (0,5 m² prøveareal) (DNV 2007a).

I den senere tid har oppdagelsen av dypvannskorallrev ført til økt fokus på disse habitatene og kartlegging av skader som følge av fiskeriaktivitet er gjennomført (Fosså m.fl. 2002). Sammen med svamper danner korallene viktige oppvekstområder og skjul for en rekke andre arter og fisk (HI/DN 2007). På grunn av at korallområdene har begrenset utstrekning i forhold til andre habitat, og det at de vokser meget seint, gjør at de er definert som en begrenset og sårbar ressurs med en høy økologisk verdi. Korallene lever i strømrrike områder hvor de filtrerer ut og spiser partikler fra vannet. Korallrevenes sårbarhet overfor partikler og nedslamming fra borekaksutslipp er blant annet undersøkt i Mortensen & Lepland (2007) og Gass (2006). Det ble vist at korallene hadde tatt opp partikler fra utslippet, men det ble ikke observert tydelige skader på revet. Det er vist at koraller har evne til å rense seg for partikler, men for stor belastning er dødelig. Det er også gjort forsøk med partikkelbelastning på koraller under forsøksprogrammet CORAMM (CORAMM 2008), men de faglige resultatene fra dette er så langt ikke gjort offentlig tilgjengelig.

I et litteraturstudium er effekter på svamp av borekaksutslipp og andre aktiviteter av petroleumsindustrien beskrevet (DNV 2007). Det ble konkludert med at påvirkningen var størst innenfor 50-100 m fra borelokasjon og at kjemiske komponenter kunne ha effekter på larver og rekolonisering av enkelte arter ut til 300-500 m.

I tillegg til bunndyr er det verdt å nevne at det i noen områder er observert gass- eller væskeutstrømming fra havbunnen. Det kan dannes "pock marks", "pingoes", "cold seeps" og "Darwinian Mounds" i slike områder. Dette er områder hvor det kan oppstå små og større groper (kratere) og/eller forhøyninger hvor bakteriematter og et særmerkt dyreliv kan være etablert (Hovland og Svendsen 2006). Områdene blir ofte først registrert ved hjelp av detaljerte ekkoloddundersøkelser og nærmere undersøkt ved hjelp av ROV (fjernstyrt miniubåt) og bunnprøver. Kartleggingen av norske havområder i MAREANO programmet (MAREANO 2008) har avdekket flere slike områder, sammen med svamp- og korallforekomster. Generelt er store deler av bunnen i Norskehavet lite undersøkt. Ved en god kartlegging av sjøbunnen før petroleumsvirksomhet i et område kan skader på slike naturtyper unngås. Det har så langt ikke vært noen betydelig konflikter mellom feltutbygginger og disse naturtypene.

Bunntråling er den menneskeskapte fysiske påvirkningen som berører størst areal på sjøbunnen (Tabell 6-2). I 1996 var det 4000 km med lange transportledninger på norsk sektor i Nordsjøen og i tillegg et høyt antall ledninger for transport innen eller mellom felt. I 2008 var det totalt 8640 km med eksportørledninger på norsk sokkel og 3240 km med feltinterne rørledninger (Norsk Oljemuseum 2008). Selv om datagrunnlaget er gammelt (Tabell 6-2), viser undersøkelsen at fiske var den desidert største bidragsyteren til fysiske forstyrrelser, mens rørledninger og kabler var blant de største av de øvrige aktivitetene. Legging av rørledninger er en engangsoperasjon, mens påvirkning fra bunntråling vil skje flere ganger over tid. Tilsvarende oversikt over påvirkning for Norskehavet mangler, men det er sannsynlig at bunntråling dominerer fysisk forstyrrelse av sjøbunnen. Det er gjort en del undersøkelser av effekter av bunntråling, men en oversikt over samlet påvirket areal i Norskehavet foreligger ikke.

I forbindelse med skader av korallrev er det nå innført forbud mot bunnslepne fiskeredskaper (bunntrål og snurrevad) ved fem korallrevsområder. Det er Sularevet (978 km²) Iverryggen (620 km²) og Røstrevet (303 km²), HI/DN 2007, samt områdene Tisler og Fjellknausene (Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen, 2005). Forbudet om fiske i disse fem områdene ble innført i 2003. I forskriften står det også at særlig aktsomhet skal utøves i nærheten av områder hvor det er påvist

korallrev og at bevisst ødeleggelse av korallrev er forbudt. Skader på korallrev fra fiske med line og garn er også påvist og rester av fiskeredskaper er funnet på korallene.

Tabell 6-2 Fysisk forstyrrelse av sjøbunnen i Nordsjøen i 1986 (omarbeidet fra: de Groot, 1996). Fra RF 2003.

Kilde til forstyrrelse	Fysisk forstyrret areal (km ²)	% av totalt Nordsjø-areal
Fiske	309 204*	54
Rørledninger	8374	1,5
Kabler	7322	1,27
Plattformer	313	0,05
Brønnhoder	300	0,05
Vrak	284	0,05
Opphenting av sedimenter	180*	0,03
Dumping av mudret masse	72*	0,01
Dumping av slam	5,5*	0,001
Dumping av avfall	5,5*	0,001
Utslipp av boreslam.	0,5*	0,0001

* Årlig forstyrrede arealer

Steindumping vil øke arealet som påvirkes av rørleggingen. Dette skyldes både at et større areal tildekkes, og at bunnstrukturen endres. Stein på sand eller leirebunn vil gi muligheter for etablering av en helt annen fauna enn den som naturlig finnes i området. Andre faste overflater vil kunne ha en tilsvarende effekt (rørledninger, havbunnsrammer, andre konstruksjoner på havbunnen).

En annen form for fysisk påvirkning er ankergrøper som dannes av ankere til rørleggingsfartøy (og ved oppankring av rigger). Fartøyer som ikke har dynamisk posisjonering (DP) basert på satelittnavigasjon, bruker ankere til å holde og endre posisjon. Når ankerene trekkes kan de etterlate seg grøper som er flere meter i omkrets, lange furer på bunnen, og 0,5-1,0 m høye sedimenthauger. Ankergrøpene kan finnes langt ut (200-3000 m) fra selve fartøyet/riggen og kan være synlig flere år etter at de ble laget (Continental Shelf Associates, Inc 2006). Effekter for bunndyrene blir som for rørlegging, men omfanget i form av areal er mindre.

6.4 Effekter for fisk og kulturminner

Fisk vil normalt unngå ugunstig miljø og kan forlate områder som har for høy partikkelkonsentrasjon i vannet. Skadeomfanget på plankton i forbindelse med oppvirvling av sediment regnes som ubetydelige, forutsatt at sedimentene ikke er forurenset med skadelige stoffer. Sjøbunnsoperasjoner kan også føre til at bunndyr blir lett tilgjengelig som føde for fisk. Som nevnt er det noen steder påvist mye fisk i nærheten av rørledninger og andre installasjoner på bunnen.

Fysiske inngrep i sjøbunnen kan skade kulturminner og dette kan bare unngås ved å kartlegge området for slike funn før arbeidet iverksettes.

6.5 Avbøtende tiltak

Det mangler god kartlegging av bunnforholdene og utbredelse av økologiske habitater i Norskehavet. Det viktigste avbøtende tiltaket ved fysisk arbeid på bunn er dermed å kartlegge området som skal berøres av aktiviteten før arbeidet starter. Dermed kan skader på sårbare

naturressurser, som korallrev og ”pockmarks” unngås, samt eventuelle påviste kulturminner bevares og konflikt med eksisterende fiskeriaktivitet reduseres til et minimum. I tillegg vil en god kartlegging kunne føre til at behovet for og omfanget av steindumping for underlagsstøtte og stabilisering reduseres.

I områder hvor det er spesielle sårbare ressurser knyttet til ulike årstider bør en planlegge slik at rørlegging ikke kommer i konflikt med og skader ressursene.

Videre vil rørleggingsteknikk, om rørledningen graves ned eller ikke og årstid influere på mengde sediment som blir berørt og skadepotensialet. Slike forhold bør dermed vurderes i forbindelse med rørleggingsarbeid.

6.6 Kunnskapsbehov

Generelt er fysisk forstyrrelse og miljøeffekter av rørlegging på sjøbunnen i Norskehavet lite undersøkt. Miljøvurderingene blir dermed litt grove og anslagsvis og basert på resultater fra andre havområder. Oppdaterte undersøkelser av effekter fra dagens rørleggingsteknikker i Norskehavet vil gi en mer detaljert forståelse av miljøeffektene. Det er også ønskelig med en bedre kartlegging av sjøbunnen i området, slik som MAREANO er på vei til å gjøre for en del av havområdet utenfor Troms og Finnmark. Slik informasjon bør lagres og gjøres offentlig tilgjengelig via en database, tilsvarende som for eksempel OLFs MOD base (hvor all informasjon fra sediment miljøovervåking i forbindelse med petroleumsvirksomheten offshore lagres).

7 MILJØOVERVÅKING AV PETROLEUMSVIRKSOMHETEN I NORSKEHAVET

Miljøovervåking i forbindelse med petroleumsvirksomheten er regulert og beskrevet i Aktivitetsforskriften. Det skilles mellom sediment- og vannsøyleovervåking. I tillegg deles vannovervåkingen inn i effekt- og tilstandsovervåking. Overvåkingen rundt offshoreinstallasjoner kommer i tillegg og er et supplement til annen miljøovervåking i norske hav- og kystområder. På grunn av et stort omfang av undersøkelser over lang tid er resultatene verdifulle for nasjonal forvaltning av havområdene. Overvåkingen er koordinert av OLF og kostnadene dekkes av operatørselskapene.

Sedimentovervåkingen har en lang tradisjon og tar utgangspunkt i kjent metodikk fra marin forskning innen bløtbunnsfunn (bløtbunnsfauna er dyr som lever i eller på bunnsedimenter) og vurderer dette samfunnet i forhold til kjemiske komponenter i sedimentene. Undersøkelsene rundt installasjonene startet i 1973 med feltutbygging i Nordsjøen og har pågått mer regulært i ca 25 år. Særlig i fra begynnelsen av 1990-tallet er undersøkelsene satt i system og standardisert. Utviklingen har blant annet skjedd på området innen matematisk behandling av data, hvor en nå kan analysere forskjeller mellom prøver og sammenheng mellom fauna og miljøparametre i store datamengder. Den lange historien til bunnundersøkelser av forurensning gjør at de gjerne omtales som tradisjonell overvåking.

Frem til 1996 ble det gjennomført undersøkelser for hvert felt for seg. Man så etter hvert verdien av å samle undersøkelsene i større prosjekter, både for å redusere kostnadene, men først og fremst for å se på resultatene og endring i miljøforholdene over et større område. De regionale undersøkelsene ble dermed innført.

I de senere årene har det vært økende fokus på utslipp av produsert vann, og dette har også medført økt innsats på miljøovervåking av produsert vann utslipp og hvilke effekter dette kan ha på organismene i vannsøylen. For flere felt vil utslipp av produsert vann øke ettersom reservoaret



tømmes for utvinnbar olje. I 2006 ble det satt strengere krav til oljeinnhold i utslipp av produsert vann.

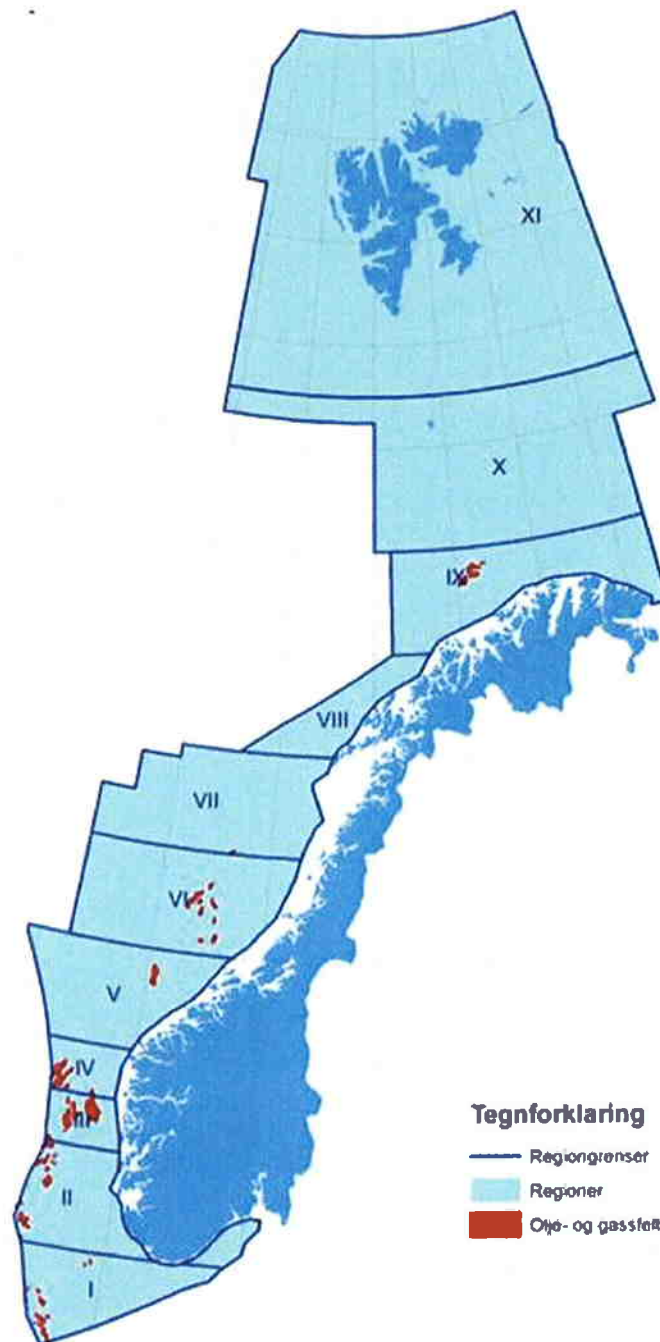
Vannsøyleovervåkingen har en kortere historie, og metodikken er fortsatt under utvikling, men det er nærmer seg etablering av mer standardiserte analyser og program. Den første vannsøyleovervåkingen startet i 1993. Effektmålinger er følsomme for lave konsentrasjoner av forurensningskomponenter, og vil kunne avdekke påvirkninger på en organisme på et tidlig tidspunkt. Slike undersøkelser kan dermed gi et varsel om effekter, lenge før konsentrasjonene og skadene blir dødelige. Tilstandsovervåkingen undersøker innholdet av miljøgifter i naturlig villlevende fisk og i noen grad effektene av enkelte hydrokarboner.

Omfang og krav til miljøovervåkingen er beskrevet i Vedlegg 1 til Aktivitetsforskriften. Operatørene utarbeider hvert år et program for neste undersøkelse som diskuteres og godkjennes av SFT. Rapportene utarbeides av konsulentselskaper og gjennomgås av operatørene og SFT, samt en oppnevnt ekspertgruppe.

Dette kapittelet beskriver litt om metodene som blir benyttet og deretter litt om resultatene og trender i overvåkingen.

7.1 Sedimentovervåking

Norsk sokkel er inndelt i elleve regioner for sedimentovervåking. Tre av regionene ligger i området for forvaltningsplanen for Norskehavet, og avgrensningen av disse er vist i Figur 7-1. Det er bare i Region V og VI det så langt er utført undersøkelser som er ferdig rapportert.



Figur 7-1 Overvåkingsregioner i Nordsjøen, Norskehavet og nord til Svalbard (fra http://www.sft.no/artikkel_40146.aspx). De tre overvåkingsregionene som inngår i forvaltningsplanen for Norskehavet er: V - Møreområdet, VI - Trøndelagsområdet og VII - Nordlandområdet. Regionene (I-XI) må ikke forveksles med den statlige forvaltningens inndeling i petroleumsregioner.

De første sedimentundersøkelsene på et felt (grunnlagsundersøkelsene) gjennomføres før produksjonsboringen har startet. I områder hvor det kan forventes å finne særlig verdifulle økologiske habitater skal grunnlagsundersøkelse også gjennomføres før leteboring. Deretter skjer oppfølgende undersøkelser som en del av de regionale undersøkelsene hvert tredje år. Undersøkelsene er omfattende og kan inneholde rundt 200 stasjoner (1000 biologiprøver og 600

kjemiprøver) fra 15 felt innen en region. Resultatene fra undersøkelsene lagres i en database (MOD, Miljøovervåkingsdatabase) som eies av OLF.

SFT bruker to indikatorer for å estimere omfanget av areal som er påvirket av petroleumsaktiviteten rundt installasjonene:

- Hydrokarboner: indikerer forurensning av oljebaserte borevæsker
- Forstyrret bunnfaunasammensetning: indikerer generell påvirkning av sedimentlevende samfunn.

I tillegg indikerer Barium, som ikke er påviselig skadelig, spredning av borevæsker og borekaks ettersom bariumsulfat (baritt) normalt benyttes til å øke tettheten på borevæsken.

Marine bløtbunnfaunasamfunn er normalt artsrike og nokså likeartede over store områder.

7.2 Vannsøyleovervåking

I vannsøyleovervåkingen skilles det mellom effekt- og tilstandsovervåking. Undersøkelsene skal analysere effekter av forurensningen og måle konsentrasjoner av komponenter (forurensning). Resultatene skal også brukes for å vise utviklingstrekk i forurensningsnivået. Effektene måles ved hjelp av biomarkører. Dette er analyser som blant annet viser endringer i enzymaktivitet, vevsendringer (histologi) og DNA-skader hos organismene.

Vannsøyleovervåkingen er konsentrert om effektene av utslipp til vannsøylen, først og fremst av produsert vann. Effektundersøkelsene er dermed hovedsakelig utført i områder med store utslipp av produsert vann, særlig Ekkofisk og Tampen og så langt er det ikke gjort effektundersøkelser i Norskehavet, men tilstandsovervåkingen omfatter Norskehavet. Produsert vann er vann som kommer opp fra reservoaret sammen med hydrokarbonene (først og fremst fra oljebrønner og i mye mindre grad fra gass og kondensat) og det vil naturlig inneholde hydrokarboner og en rekke kjemiske forbindelser fra reservoaret. I tillegg kan kjemikalier som brukes for utvinning av reservoaret komme tilbake til overflaten sammen med produsert vann. Produsert vann renses før det slippes ut til sjø og grensen for oljeinnhold er nå 30 mg/l vann (fra 1.1.2007). I Norge har gjennomsnittsinholdet av olje i produsert vann utslipp ligget rundt halvparten (16,9 mg/l) i 2006 (OLF 2006).

Det er utviklet modellverktøy* for å beregne konsentrasjoner og effekter av skadelige komponenter i produsert vann. Disse blir brukt til å tallfeste risiko for miljøskade av produsert vann utslipp i en gradient ut fra kilden og kan brukes til å vurdere effekter av eventuell rensing av utslippet, samt for å modellere utslipp fra produsert vann, eksponering, opptak og utskillelse av stoffene i organismer, og kobles sammen med stoffenes skadepotensiale slik at effekter kan modelleres. Det finnes tilsvarende modell for utslipp av borekaks og boreslam.

Alternativer til å slippe produsert vann til havet er å injisere det i reservoar for trykkstøtte eller å deponere det i berggrunnen. Både rensing og injeksjon er energikrevende, og særlig injeksjon innebærer også bruk av kjemikalier for å behandle vannet slik at det ikke fører til korrosjon eller negative effekter for utvinning av reservoaret.

Effektovervåkingen skal i utgangspunktet gjennomføres årlig, men noen år er det gjennomført laboratorieeksperiment i stedet for feltforsøk, og skal avdekke hvilke effekter forurensningsnivået har på dyrelivet i vannet. Undersøkelsene har vært gjort ved at det plasseres ut fisk (torsk) og

* (som for eksempel EIF (Environmental Impact Factor) og DREAM (Dose-related Risk and Effects Assessment Model).

blåskjell i bur i ulike avstander ut fra installasjonen og på referansesteder. Utplasseringen baseres på måling og modellering av strømforhold og konsentrasjoner, slik at burene blir plassert i en konsentrasjonsgradient for produsert vann utslipp. I tillegg blir det benyttet andre metoder (passive prøvesamlere, membraner) for å måle faktisk eksponeringsgrad av komponenter. I 2006 ble det inkludert strømmålinger på riggene med bur og dette gav informasjon om strømretning og spredning av produsert vann utslipp i perioden forsøket pågikk. Etter at organismene har vært utplassert i området i noen uker, og i følge hensikten eksponert for produsert vann, blir de samlet inn og analysert for biologiske effekter samt innhold av kjemiske komponenter. I 2008 foreligger program for å gjøre effektmålinger på Ekofiskfeltet, etter at det er tatt i bruk nytt renseutstyr (C-tour) for produsert vann på Ekofisk.

Tabell 7-1 Kort oppsummering av effektovervåkingsprogrammet så langt (basert på OLF 2006).

År	Region	Type overvåking
1997	Tampen/Troll/Oseberg	Kjemiske analyser, metodetesting, PEC* validering
1999	Ekofisk	Kjemiske analyser, PEC* validering
2000	Sleipner	Kjemiske analyser, PEC* validering
2001-02	Tampen + Nordsjøen	BECPELAG, biologiske responser, metodeutvikling og testing, kjemiske analyser
2003	Troll	Biologiske responser, kjemiske analyser
2004	Tampen Statfjord B	Biologiske responser, kjemiske analyser
2005	-	Laboratorieforsøk. Validering av metoder for biologiske responser
2006	Ekofisk	Biologiske responser, kjemiske analyser, strømmålinger
2007	-	Noen laboratorieforsøk.
2008	Ekofisk	Måle effekter av ny renseenhet av produsert vann.

*PEC: Predicted Environmental Concentration. Grenseverdier for konsentrasjoner av miljøskadelige komponenter.

Det er utviklet en rekke biomarkører som kan brukes til miljøovervåking (Hylland m.fl. 2006) og som kan inngå i effektovervåkingen. Meget kort og enkelt kan de beskrives som metoder for å:

- Analysere avgiftningsenzymaktivitet hos organsimer som er utsatt for en forurensning
- Analysere nedbrytningsprodukter av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner, tjærestoffer) i galle
- Endring i celler/vev (histologi) og cellemembranstabilitet som følge av forurensning
- Skader på gen-materialet hos organismen
- Undersøkelser for å påvise hormonhermende effekter av kjemikalier

I tillegg til feltundersøkelsene er det gjort omfattende laboratorieforsøk for å utvikle og validere effektmålingene som blir brukt offshore. Dette arbeidet pågår fortsatt, men etter hvert er flere av metodene så godt testet at de vil inngå i et mer standardisert opplegg for offshore-undersøkelsene. Det gjøres også laboratorieforsøk med andre typer marine organismer (skjell, pigghuder og krepsdyr) og på ulike livsstadier (egg, larver, voksne) for å få et sammensatt bilde av de biologiske effektene.



Tilstandsovervåkingen skal gjelde fisk og foregår hvert tredje år. Den skal dokumentere om fisk i norske havområder er påvirket av utslipp fra petroleumsvirksomheten. Undersøkelsene er konsentrert om å rapportere konsentrasjoner av kjemiske komponenter (petroleumsrelaterte) i frittlevende fisk fra ulike deler av Nordsjøen og Norskehavet samt effekter av utslipp fra petroleumsutvinningen (HI 2007). Egersundbanken og Barentshavet er referanseområder for undersøkelsen. Prøveinnsamling har foregått om høsten etter at gyteperiodene er over. Neste tilstandsovervåking skal gjennomføres i 2008.

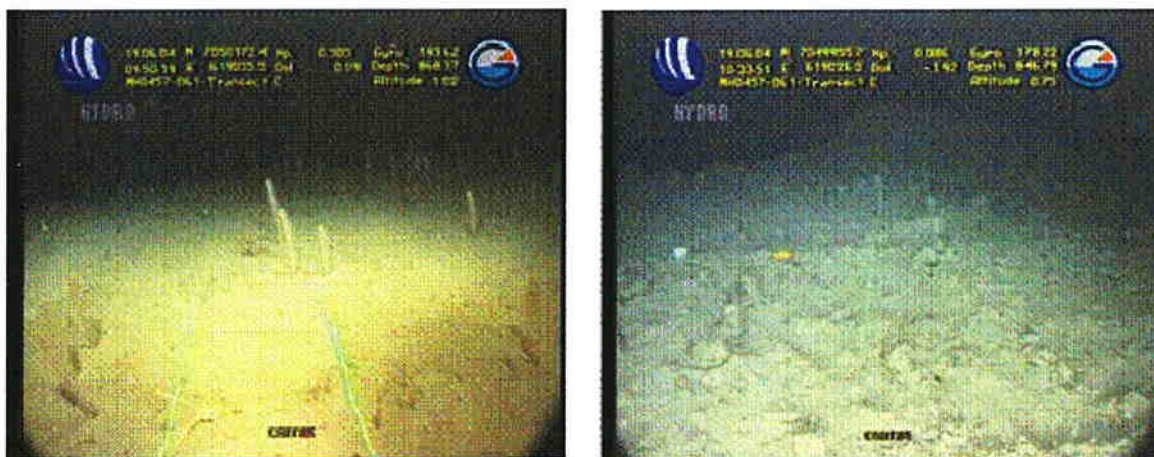
7.3 Resultater og trender i overvåkingen

7.3.1 Sedimentovervåking

Det er gjennomført miljøundersøkelser i Region V og VI.

I Region V, Møreområdet, er det gjennomført to undersøkelser i dypområdet på Vøring (500-2000 m) i 1998 og 2005, samt en grunnlagsundersøkelse på Ormen Lange (800-900m) i 2004 (DNV 2005). Foruten tradisjonell sedimentovervåking inkluderte også undersøkelsen på Ormen Lange en visuell kartlegging.

Resultatene på Ormen Lange viste at bunnen i området var uforurenset og hadde bakgrunnsnivå av forurensningskomponenter. Bunndyrsamfunnet var relativt artsrikt og det var lite dyr under de øverste 10-12 cm i sedimentet. ROV-undersøkelsen var nyttig til å gi en utfyllende oversikt i området som hadde svært varierende bunn. Sedimentstasjonene ble plassert på steder med mye bløt bunn, men i området er det skrenter og kanter i fra undersjøiske sedimentras hvor bruk av ROV og video var det beste alternativet. ROV-kartlegging gir i mindre grad detaljerte opplysninger om bunndyrene og gir ikke i samme grad et kvantitativt resultat over forholdene. Figur 7-2 illustrerer litt av variasjonen på bunnen i området.

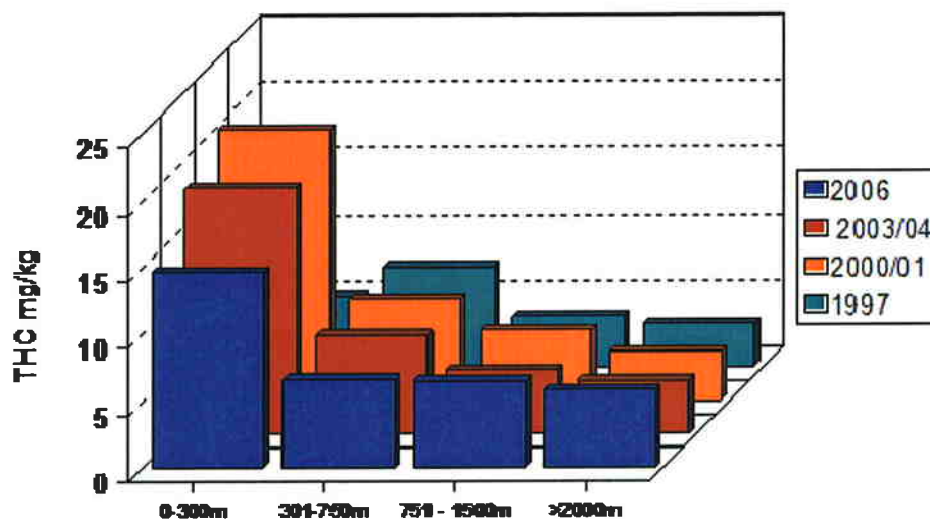


Figur 7-2 Foto av sjøbunnen på Ormen Lange i 2004 (DNV 2005). Til venstre er bilde av jevn silt- og leireholdig bunn med sjøfjær og til høyre vises et område med rasavsetninger.

I Region VI, Haltenbanken, ble det sist gjennomført undersøkelse i 2006 (DNV 2007a). Undersøkelsen omfattet 15 felt (Alve, Draugen, Garn Central, Garn West, Hans, Heidrun, Kristin, Mikkel, Njord, Norne, Rogn Sør, Skarv, Tyrihans, Urd og Åsgard), Figur 7-5. Vanddypet var mellom ca. 300-450 m og det ble tatt prøver fra 272 stasjoner. Den første regionale undersøkelsen i regionen ble foretatt i 1997.

Resultatene viste at bunndyrssamfunnet i regionen kan generelt betraktes som sunt og uforstyrret. Totalt ble det anslått at ca 15 km² av bunnen hadde en påvirket bunnfauna i 2006. Dette tallet ble vurdert som et sannsynlig overestimert siden stasjonsplassering og stasjonsomfang ikke alltid gav et godt tallgrunnlag for beregningen. Påvirket bunnfaunaareal var tilsvarende det som ble funnet i 2003 (10-11,7 km²).

Kjemisk påvirkning i form av forhøyet THC- og bariumkonsentrasjon er imidlertid mye mer utbredt enn de biologiske effektene. I 2000 og 2003 ble THC-kontaminert areal beregnet til henholdsvis 20 og 25 km². I 2006 var arealet 80 km², men som for bunndyrene er det en del usikkerhet rundt denne beregningen. Likevel ser det ut til at THC kontaminert areal har økt i regionen. Generelt lavt nivå av THC gjør at resultatene på mange av stasjonene nå ligger like over eller rundt det som er beregnet som bakgrunnsverdi. Det var en klar økning i THC nivået fra 1997 til 2000 i nærområdene rundt installasjonene (vist som 0-300m i Figur 7-3). Deretter har det vært en svak nedgang i THC nivået frem til 2006 undersøkelsen. Det er en klar gradient med hensyn til THC konsentrasjonen fra senter av installasjonene og utover (dvs. at forurensning fra installasjonene er svært lokale, og vanskelig å spore utenfor 300m).



Figur 7-3 Konsentrasjon av THC på alle stasjoner på Haltenbanken med avstand fra installasjonene

Utenfor Mørkekysten er det også registrert flere korallrev. I forbindelse med utvinning i nye områder blir det lagt vekt på kartlegging av områder med potensiale for korallforekomster. Hensikten er å kartlegge ressurser som en bør ta spesielt hensyn til i utvinning i et område. Det er gjennomført flere slike undersøkelser mot slutten av 2007, men resultatene er ennå ikke publisert.



Figur 7-4 Koraller på Haltenbanken.

I Region VII, Nordlandsområdet, og i området rundt Jan Mayen har det så langt ikke blitt utført noen sedimentundersøkelser i forbindelse med petroleumsaktivitet.



Figur 7-5 Oversikt over feltene på Haltenbanken i 2006 (DNV 2007a). På feltene Skarv, Hans, Tyrhans og Alve ble det gjort grunnlagsundersøkelser (før utbyggingen er satt i gang).

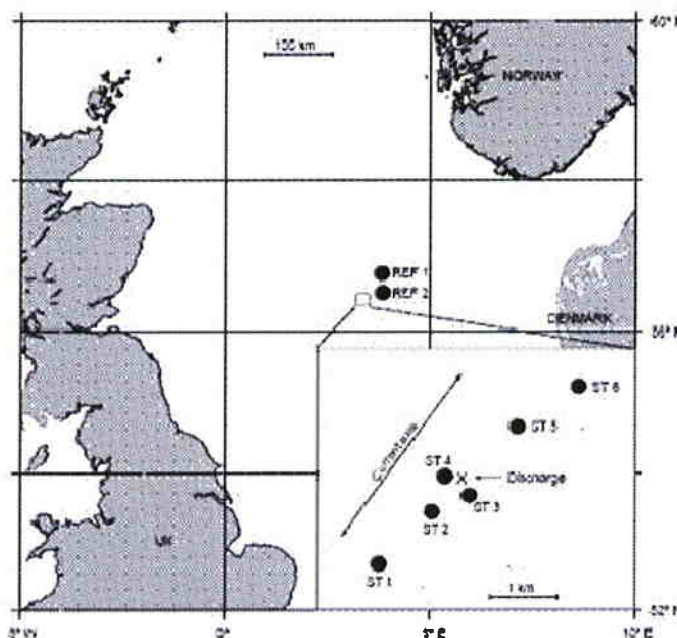
Miljøovervåkingen av petroleumsvirksomheten har gjennomgått en god del forandringer siden oppstarten på 1970-tallet og de systematiserte undersøkelsene fra 1990-tallet. Endringer i krav og retningslinjer for sedimentovervåking blir trolig gjort gjeldende fra 2009. Endringene av undersøkelsesomfanget kan ses i sammenheng med en avtagende miljøbelastning i forbindelse med at det siden 1992 ikke lenger er tillatt å slippe ut oljeholdig borekaks. Arealet hvor det blir påvist effekter av forurensning rundt plattformene har generelt avtatt.

7.3.2 Vannsøyleovervåking

Den siste effektmålingen offshore ble utført på Ekofisk i april-mai i 2006 (IRIS & NIVA 2006). Det ble satt ut flere bur med torsk og blåskjell i en gradient ut fra utslippet (fra plattform 2/4 J) og på to referansestasjoner (Figur 7-6). Etter seks uker ble dyrene deretter analysert for innhold (bioakkumulering) av komponenter i produsert vann og effekter i form av biomarkøranalyser. Til sammen ble det benyttet 13 ulike analysemetoder. Den foregående undersøkelsen med å sette ut

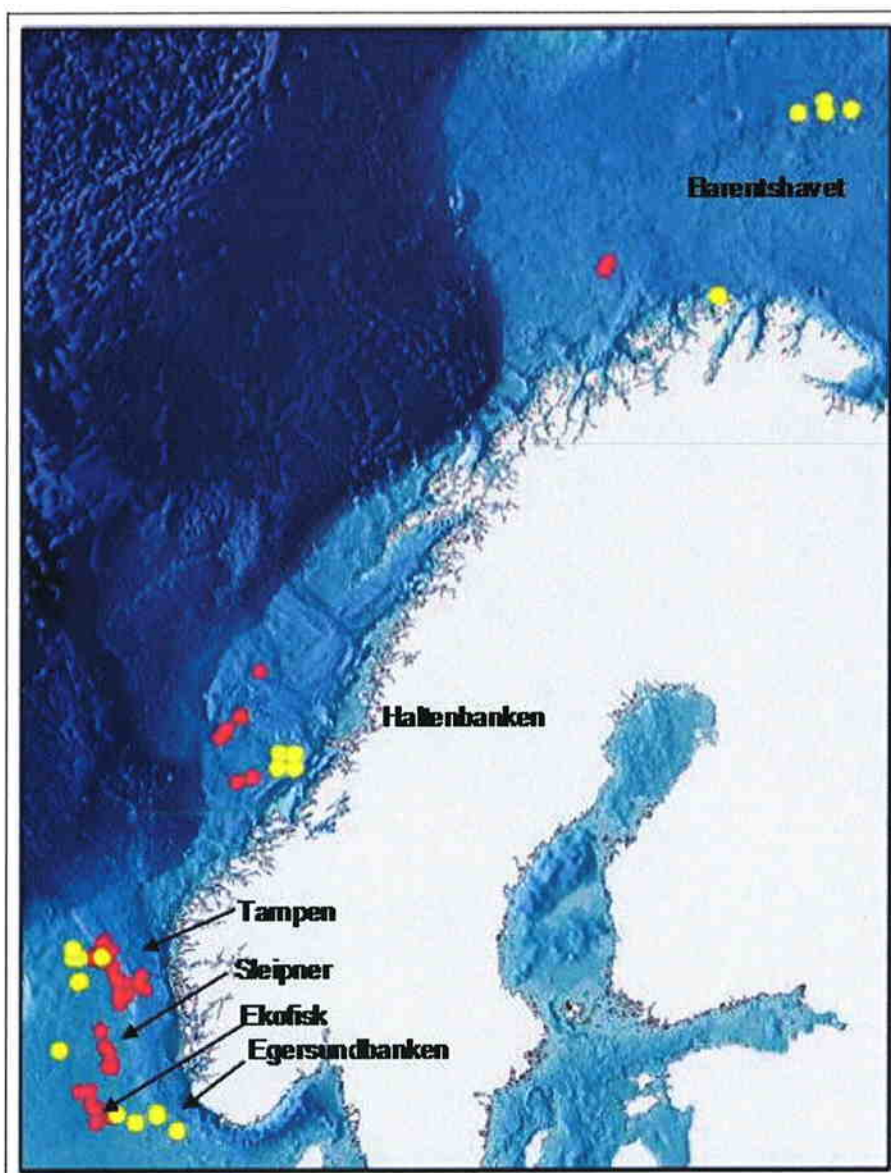
bur offshore ble gjort på Tampen i 2004 (NIVA 2005). Generelt ble det funnet meget små effekter av produsert vann utslipp og det skyldes hovedsakelig at organismene ikke hadde blitt tilstrekkelig eksponert for utslippet. Resultater og trekk fra tidligere effektundersøkelser i vannsøylen (1997-2004) er oppsummert i en OLF-rapport (OLF 2005) og nedenfor beskrives resultater fra den nyeste undersøkelsen. Som nevnt over, er det ikke gjort effektundersøkelser på Haltenbanken.

Resultatene fra Ekofisk i 2006 viste at burene nærmest utslippet hadde vært mest eksponert for produsert vann, slik som hensikten var. Det var moderat forhøyede verdier av PAH- og AP-metabolitter (PAH, polysykliske aromatiske hydrokarboner og AP, alkylfenoler) i torskegallen. Gallen er et nedbrytningsorgan for disse stoffene. Det ble også funnet respons av flere biomarkører på stasjonene nærmest utslippet og det ble påvist forskjeller mellom burene nærmest utslippet og lenger borte. De helsemessige effektene i form av påvirkning av overlevelse og reproduksjon de påviste biomarkørresponsene har for organismene, er ikke fastslått. Det er dermed vanskelig å trekke ut en konklusjon om hvilke økologiske konsekvenser utslippet har på organismene i vannsøylen.



Figur 7-6 Stasjonsplassering for effektovervåkingen i 2006 ved Ekofisk 2/4 J. Til venstre vises et bur med torsk som skal settes ut. Fra IRIS & NIVA 2006.

Den siste tilstandsovervåkingen ble gjort i 2005 (HI 2007). Torsk og hyse ble hovedsakelig brukt som analysefisk, men også sei og sild. Det ble målt innhold av NPD/PAH (naftalener, fenatrener og dibenzotiofener / polysykliske aromatiske hydrokarboner, tjærestoffer) i fiskemuskel fra Tampen og Haltenbanken og resultatene ble sammenlignet med referanseområdene ved Egersundbanken og Barentshavet (Figur 7-7). Innholdet av nedbrytningsprodukter av NPD/PAH i fiskegalle fra Tampen og referanseområde ble analysert. Det ble gjort undersøkelse av genskader (DNA addukter) hos fisk på Tampen i forhold til referanseområde og om alkylfenoler i produsert vann på Tampen førte til hormonhermende effekter (østrogen) i fisk. Laboratorieforsøk har vist at alkylfenoler kan ha skadelige effekter på fisk.



Figur 7-7 Lokalisering av gjennomført og pågående tilstandsovervåking og effektovervåking i vannsøylen (modifisert fra HI 2007). Gule ringer er stasjoner for tilstandsovervåking og de røde angir petroleumsfelt. Egersundbanken og Barentshavet benyttes som referanseområder i tilstandsovervåking.

Resultatene fra tilstandsovervåkingen viste at innholdet av PAH i fiskemuskel var under kvantifiseringsgrense i alle områdene. I gallen ble det funnet nedbrytningsprodukter av PAH som tyder på økt belastning nær petroleumsinstallasjonene, og dette var særlig tydelig for hyse. DNA-skader i prøver av fiskelever var mest fremtredende for hyse. For denne arten var det også høyere DNA-skadefrekvens ved Tampen enn ved Egersundbanken. Innholdet av alkylfenoler i torskelerver, hyselerver og sildemuskel var under deteksjonsgrensen på alle stasjoner. Dette var tilsvarende det som ble observert i 2002. Dette tyder på at det er liten risiko for at utslipp av alkylfenoler i produsert vann gir østrogenhermende- og reproduksjonseffekter i fisk. Det ble heller ikke observert reproduksjonseffekter (vitellogenin konsentrasjon, eggeplommeutvikling) i

plasma hos torsk fra Tampen og Egersundbanken noe som laboratorieforsøk har vist at alkylfenoler kan føre til. Generelt tyder tilstandsovervåkingen på lite markerte effekter av hydrokarbonutslippene i produsert vann. Som for biomarkører er det vanskelig å tallfeste eventuelle effekter som utslippene kan ha på bestandsnivå.

Vannsøyleovervåkingen (særlig effektmålingene) har gjennomgått en prøve- og feileperiode, og nærmer seg en mye mer fastlagt struktur og prosedyrer som kan brukes til å påvise effekter av produsert vann utslipp. Detaljerte og godkjente analysemetodebeskrivelser er en del av dette samt bruk av metoder som gir ønsket sensitivitet og presisjon. Parallelt arbeides det videre med metodeevaluering og utvikling av nye effektmålinger.

Mange av biomarkørene er nå vel etablerte og brukt i flere land i ulike sammenhenger og områder. Det blir arbeidet videre med å utvikle nye effektmålinger (biomarkører) og ytterligere godkjenning av de eksisterende metoder. Sammenhenger mellom laboratorieforsøk, feltutprøvningsresultater og modellberegninger for miljørisiko vil være viktige metoder for å utvikle effektovervåkingen videre. Forskningsprogrammet "Havet og Kysten" (2006-2015) og delprogrammet PROOFNy vil gi økt kunnskap om langtidseffekter fra produsert vann utslipp. PROOFNy er en forlengelse av forskningsprogrammet "Langtidsvirkninger av utslipp til sjø fra petroleumsvirksomheten" (PROOF) som varte fra 2002 til 2005. PROOFNy har som målsetning å gi mer kunnskap om effekter i vannsøylen av produsert vann, akutte utslipp og borevæsker, kobling mellom forskning og overvåking, spesielle forskningsoppgaver i arktiske områder, pågående utslipp fra borekaks, og langtidseffekter av akutte utslipp i kyst- og strandsone.

Petroleumsvirksomhet på dypt vann og i nordområdene krever videre justering og utvikling av de etablerte overvåkingsmetoder, både for vannsøyle og sedimenter, for å gi svar på hvordan utslipp påvirker miljøforholdene i nærområdet til installasjonene.

8 INTRODUSERTE ARTER

Ballastvann og begroing av skipsskrog er vurdert å være blant de viktigste hovedkildene til introduksjon av fremmede marine arter. Overførsel av organismer med ballastvann har fått betydelig fokus den senere tid, men i mange områder er begroingsorganismer på skipsskrog vurdert å være en viktigere faktor. Krepsdyr, skjell og alger festet til skroget kan utkonkurrere lokale arter og dermed true det biologiske mangfoldet eller føre til andre uønskede konsekvenser.

Potensialet for overførsel av marine organismer med kommersielle skip er relativt godt undersøkt og dokumentert, men også produksjons- og boreinnretninger i olje- og gassnæringen kan transportere marine organismer. For å vurdere hva slags rolle borerigger kan ha for introduksjon av arter til Norskehavet, ser vi på hva som kjennetegner riggtrafikken i Norge med hensyn på omfang av trafikken av rigger inn til norsk sokkel, og hvor rigger kommer fra. Dernest ser vi på sannsynligheten for overførsel av marine organismer med rigger, basert på kunnskap om skipstrafikken sin betydning for introduksjon av marine arter i Norge.

I Norskehavet antas det at fem letebrønner bores hver år fremover i de åpne områdene. Dersom området rundt Jan Mayen åpnes for petroleumaktivitet, er omfang av leteboring i dette området antatt å bli fem brønner i løpet av 2015-2025. Riggene som vil bli benyttet til denne aktiviteten, vil antagelig hentes både fra utland og fra andre deler av norsk sokkel. For å møte behovene i dagens stramme riggmarked bygges det nye rigger som skal bore på norsk sokkel. Skrog til nye rigger bygges ofte i Asia for ferdigstilling på andre verft i Asia eller andre deler av verden. Det



kan i tiden fremover også komme rigger til norsk sokkel som har operert på dypere vann i Vest-Afrika, Brasil og Mexico-gulften; områder der oljeselskaper for tiden øker sine investeringer.

Sammenliknet med skip i kommersiell trafikk, vil rigger på norsk sokkel generelt innebære et lavere potensiale for spredning av begroingsorganismer, både målt i utsluppet ballastvolum og i antall ankomster til norsk område. Dette gjelder også for produksjonsskip. Få ankomster skyldes at rigger er i langt mindre trafikk mellom ulike deler av verden, noe som reduserer sannsynligheten for overførslar sammenliknet med skipstrafikk. Rigger på norsk sokkel blir generelt sett værende på norsk sokkel i lengre perioder (i størrelsesorden flere år). Dette er delvis et resultat av den store etterspørselen etter rigger på norsk sokkel som forventes å holde seg i noen år fremover (Oljedirektoratet, 2007), men også et resultat av det norske regelverket; rigger må godkjennes av Petroleumstilsynet før de kan benyttes til leteboring på norsk sokkel. Når en rigg først er godkjent, vil den ofte bli værende på norsk sektor i lengre perioder.

Risiko for at borerigger skal overføre marine arter antas å være størst langs kysten og spesielt rundt verft. Riggene må som oftest først inntre et norsk eller europeisk verft for ulike oppgraderinger for å bli godkjent av Petroleumstilsynet. Under opphold på norsk verft kan bentiske (havbunnslevende) organismer festet til skroget spres til naturen enten ved at voksne individer etablerer seg eller ved reproduksjon av organismene på skroget. Dersom riggen derimot seiler direkte ut til sokkelen, er det lite sannsynlig at bentiske organismer kan overføres til naturmiljøet.

Sammenlignet med situasjonen i Europa er det funnet relativt få fremmede arter langs norskekysten. I Europa overstiger tallet i dag 1000 arter (Gollasch, S. 2006), mens ulike kilder angir antall fremmede arter i det norske marine miljø til henholdsvis 61 (Gollasch, S. 2006), 48 (Hopkins, C. C. E. 2001) og 43 (Gederaas, L.; Salvesen, I. og Viken. Å. (red.) 2007). Uavhengig av denne forskjellen er det identifisert flest fremmede arter i Oslofjorden og langs Skagerrakkysten med avtagende registreringer nordover. Denne trenden kan skyldes at de fleste artene er sekundærintroduksjoner, dvs. at artene har spredd seg naturlig med kyststrømmen fra nabolandene og da særlig fra den sørlige Nordsjøen etter først å ha blitt introdusert til havner i dette området. For flere av disse er det mulig at skip også har bidratt til å øke hastigheten i spredningen fra havner i sørlige Nordsjøen og til norske farvann. Dette er også en aktuell problemstilling i forhold til rigger som blir klargjort for norske forhold ved verft beliggende for eksempel i sørlige Nordsjøen.

Miljøovervåkingen som utføres regelmessig ved oljeterminalene Sture og Mongstad har også omfattet fremmede arter. Totalt har det blitt sluppet ut ca. 500 millioner tonn ubehandlet ballastvann her, og årlig antall anløp av skip ligger på vel 2000. Det er foreløpig ikke identifisert arter som man med noen grad av sannsynlighet kan antyde er blitt introdusert med denne trafikken.

Antibegroingsmidler med organo-tinnforbindelser (TBT) er ikke lenger i bruk. De nye begroingshindrende midlene har foreløpig ikke samme effekt som TBT-holdige stoffer og på kort sikt vil dette derfor føre til økt begroing av skip og rigger. Dette har igjen ført til noe større sannsynlighet for overføring av organismer som vokser på skrog. Det vil ta flere år å utvikle effektive antibegroingsmidler spesielt for saktegående skip og mobile rigger som ligger oppankret over lengre perioder. Tiltak som kan redusere risiko for spredning av begroingsorganismer diskuteres i internasjonale fora, blant annet tiltak for å hindre begroing, og rengjøring. Det er uvisst når retningslinjer for tiltak vil innføres og når ny teknologi vil være tilgjengelig.

9 REFERANSER

- AURIS 1995. An assesment of the Environmental Impact of Decommissioning Options for Oil and Gas Installations in The North Sea. AURIS Environmental Ltd. MR 270, 290 s + vedlegg.
- Booman, C., Dalen, J., Leivestad, H., Levsen, A., van der Meeren, T. og Toklum, K. 1996. Effekter av luftkanonskyting på egg, larver og yngel. Undersøkelser ved havforskningsinstituttet og Zoologisk Laboratorium, UiB. Havforskningsinstituttet, bergen. Fisken og Havet nr. 3 (1996).
- BP 2005. Program for konsekvensutredning for Skarv og Idun.
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/norway/norway_norwegian/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/s/program_for_konsekvensutredning_skarv.pdf
- Breuer, E., Stevenson, A. G., Howe, J. A., Carroll, J. & Shimmield, G. B (2004). Drill cutting accumulations in the Northern and central North Sea: a review of environmental interactions and chemical fate. Marine Pollution Bulletin 48 (2004) 12-25.
- Chapman, C.J. and Hawkins, A.D. 1969. The importance of sound in fish behaviour in relation to capture by trawls. FAO Fish. Rep. 62(3): 717-729.
- Continental Shelf Associates, Inc. 2006. Effects of Oil and Gas Exploration and Development at Selected Continental Slope Sites in the Gulf of Mexico. Volume I: Executive Summary. U.S. Department of the Interior Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS study MMS 2006-044. 45 pp.
- CORAMM 2008. Coral Risk Assessment, Monitoring and Modelling (CORAMM)
<http://www.ircm.de/corammm/CORAMMM.htm>
- de Groot, S.J., 1996. The physical impact of marine aggregate extraction in the North Sea. Short communication. ICES J.Mar. Sci., 53: 1051-1053.
- DNV 1999. Konsekvensutredning for habitater på sokkelen. Disponeringsalternativer for rørledninger og kabler. Det Norske Veritas. DNV rapport nr 99-3254. 72 s.
- DNV 2001. Håndbok i konsekvensutredning ved offshore avvikling. Teknisk Rapport for OLF.
- DNV 2002. Mottak og opphugging av utrangerte offshore installasjoner. Vurdering av norsk verkstedkapasitet for perioden 2001-2020. Teknisk Rapport for OLF.
- DNV 2002- CONOCOPHILLIPS NORGE- Characterisation of offshore cutting piles at Ekofisk 2/4- A and monitoring of the surrounding area.
- DNV 2005. Environmental Baseline Survey Ormen Lange 2004. DNV rapport 2005-0104. Rev 1 21 april 2005. 62 s.
- DNV 2007. Litteraturstudium Porifera. Rapport til Norsk Dypvannsprogram (NDP). DNV rapport 2007-1336. 19 s + vedlegg.
- DNV 2007a. Miljøovervåking og grunnlagsundersøkelse I Region VI- Haltenbanken 2006. Hovedrapport. DNV rapport 2007-0025.
- DNV 2007b. Effekter av seismiske undersøkelser på fisk, fiskefangster og sjøpattedyr. Rapport til Samarbeidsgruppe Fiskerinæring og Oljeindustri. DNV-rapport nr. 2006-1921, rev. 02, datert 6. februar 2007. Rapporten er utarbeidet av DNV og Havforskningsinstituttet.
- Engås, A., Løkkeborg, S., Ona, E., og Soldal, A.V. 1993. Effekter av seismisk skyting på fangst og fangsttilgjengelighet av torsk og hyse. Fisken og Havet, nr. 3 – 1993. 111s.
- EMGS 2008. http://www.emgs.com/technology/technology_components/

- Environmental Web, Feltspesifikke årsrapporter.
- FFI 2006. Årsrapport 2006. Forsvarets forskningsinstitutt
http://www.mil.no/multimedia/archive/00095/_rsrapport_2006_95032a.pdf
- Fosså, J.H., P.B. Mortensen & D.M. Furevik, 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia* 471: 1-12, 2002.
- Gass, S.E., 2006. The environmental sensitivity of cold-water corals: *Lophelia pertusa*. PhD thesis. UHI Millennium Institute. Scottish Association of Marine science.
- Gederaas, L.; Salvesen, I. og Viken. Å. (red.) 2007. Norsk svarteliste 2007 – Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. 2007 Norwegian Black List – Ecological Risk Analysis of Alien Species. Artsdatabanken, Norway.
- Gollasch, S. 2006. Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgol Mar Res* 60: 84–89 Gollasch, S. & E. Leppäkoski (eds) 1999. Initial risk assessment of alien species in Nordic coastal waters. - Nordic council of ministers Nord 1999:8 244 pp.
- Hastings, M.C and Popper, A.N., 2005. Effects of sound on fish. Sub consultants to Jones & Stoke under California Department of Transportation Contract No. 43A0139, Task Order 1, datert 28. januar 2005.
- Hassel, A., Knutsen, T., Dalen, J., Skaar, K., Løkkeborg, S., Misund, O.A., Østensen, Ø., Fonn, M., and Haugland, E.K. 2004. Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). *ICES J. Mar. Sci.* 61: 1165-1173.
- HI/DN 2007. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Arealrapport med miljø- og naturbeskrivelse. Fisken og Havet Nr. 6 2007. Havforskningsinstituttet.
- HI 2007. Condition monitoring in the water column 2005: Oil hydrocarbons in fish from Norwegian waters. Rapport fra Havforskningsinstituttet. Nr 2-2007.
- Hovland, M., & Svensen, H. 2006. Submarine pingoes: Indicators of shallow gas hydrates in a pockmark at Nyegga, Norwegian Sea. *Marine Geology* 228 (2006) 15-23.
- Hylland, K. A. Ruus, J.F. Børseth, R. Bechmann, J. Barsiene, M. Grung, K-E. Tollefsen & L-P. Myhre 2006. Biomarkers in monitoring – a review. Norsk Institutt for vannforskning. NIVA rapport 5205-2006.
- Hopkins, C. C. E. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. - Research report for DN. Nr.2001-1. 49pp.
- IFAW/NRDC 2004. Underwater noise. A harmful unregulated form of pollution. Rapport laget til European Marine Strategy møte i Rotterdam, November 2004.
http://www.ifaw.org/ifaw/dfiles/file_500.pdf
- IMO Resolution A672(16). Guidelines and Standard for the removal of offshore installations and structures on the continental shelf and in exclusive economic zone.
- IRIS & NIVA 2006. Water Column Monitoring 2006. Summary report. International Research Institute of Stavanger og Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport, Akvamiljø AM 2006/013.
- 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.
- Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Baker, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herraez, P., Pocknell, A.M., Rodriguez, F., Howie, F.E., Espinosa A., Reid, R.J., Jaber, J.R., Martin, V., Cunningham, A.A., and Fernandez, A. 2003. Was sonar responsible for a spate of whale death after an Atlantic military exercise? *Nature*. 425: 575-576.



- Kosheleva, V. 1992. The impact of air guns used in marine seismic explorations on organisms living in the Barents Sea. Contr.Petro Piscis II 1992 Conference F-5, Bergen, 6-8 April 1992.
- Ljungblad, D.K., Würsig, B., Swartz, S.L. and Keene, J.M. 1988. Observations on the behavioral responses of bowhead whales to active geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. Arctic 41: 183-194.
- MAREANO 2008. <http://www.mareano.no/>
- Mortensen, P.B. & A. Lepland 2007. Ecological consequences of exploration drilling on coral reefs in the Træna deep. Rapport. Bli publisert i Fisken og Havet, Havforskningsinstituttet.
- NIVA 2005. Water Column Monitoring 2004. Summary Report. NIVA rapport 4993-2005. ISBN 82-577-4691-6. 59 s.
- Norsk Oljemuseum 2008, Histos. <http://www.histos.no/oljemuseet/vis.php>. internet januar 2008.
- NRPA 1997 . Strålevern hefte 12. Avlinger av naturlige radioaktive stoffer i olje og gass produksjon, Statens Strålevern.
- NRPA 2008. Stråleverninfo Nr 1- 08. Deponi fra lavradioaktivt avfall fra petroleumsindustrien.
- OD udatert. Notat fra OD "Premisser og råd. Forventet fremtidig seismisk behov". Notat utgitt i forbindelse med utredningsarbeidet for
- OD 2007. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. Statusbeskrivelse for petroleumsvirksomhet i Norskehavet. Oljedirektoratet 1. oktober 2007. 33 s.
- OD 2007b. Helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet (HFNH). Fremtidsbilde petroleum for sektor petroleum og energi (utkast). Datert 15.11.07.
- OD 2008. Mail mottatt fra Bjørn Randeberg, OD, datert 28.01.08.
- OLF. Lavradioaktive avlinger (LRA). Et temahefte utgitt av Oljeindustriens Landsforening.
- OLF 1997. Retningslinjer. Arbeid med lavradioaktive avlinger og kontaminerte gjenstander.
- OLF 2001. Technical Report, DNV. Håndbok i konsekvensutredning ved offshore avvikling. Rapport Nr. 00-4041, Revisjon 00.
- OLF 2002. Radioaktivitet i olje og gassproduksjonen. Temahefte. OLF 2003. Guidelines for characterisation of offshore drill cutting piles. Final report May 2003.
- OLF 2004. anbefalte retningslinjer for avfallstyring i offshorevirksomheten.
- OLF 2005. Water column monitoring. Summary report 2005.
- OLF 2006. Environmental report 2006. Oljeindustriens landsforening.
- Oljedirektoratet, 2007: "Mot bedre letetider". Artikkel datert 20.12.2007 publisert på www.npd.no
- OSPAR Decision 98/3 on the Disposal Offshore Installations, Annex 33.
- OSPAR 2006. OSPAR Recommendation 2006/5 on Management Regime for Offshore Cutting piles.
- 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.
- Pearson, W.H, Skalski, J.R., and Malme, C.I. 1987. Effects of Sounds from a Geophysical Survey Device on Fishing Success. OCS Study MMS-86-0032. Prepared by BBN Laboratories Inc., Cambridge, Mass., og Battelle, Marine Research Laboratory, Washington, contract No. 14-12-0001-30273, to the Department of the Interior, Mineral Management Service, Pacific Outer Continental Shelf Region, Los Angeles, California. 293 s.



- Pearson, W.H., Skalski, J.R. and Malme, C.I. 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on behavior of captive rockfish (*Sebastes* spp). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49(7): 1343-1356.
- RF 2003. Konsekvenser av fysiske inngrep på havbunnen – RKU Norskehavet. Rogalandforskning. Rapport 2002/157. 20 s.
- RKU 2007. Regional konsekvensutredning Nordsjøen 2006. Oppdatering av regional konsekvensutredning for petroleumsvirksomhet i Nordsjøen. Sammenstillingsrapport. Koordinert av OLF og Statoil.
- RKU Norskehavet 2003. Regional konsekvensutredning for Norskehavet.
- Santulli, A., Modica, A., Messina, C., Deffa, L., Curatolo, A., Rivas, G. Fabi, G. and D'Amello, V. 1999. Biochemical responses of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) to the stress induced by offshore experimental seismic prospecting. *Mar. Poll. Bull.* 36(12): 1105-1114.
- SFT 2005. Veileder for risikovurdering av forurenset sediment (TA 2085/2005).
- SFT 2006. Vurdering av topphullsteknologi. Notat SFT 2006. 13 s.
- Simmonds, M. Dolman, S. & Weilgart, L. Oceans of Noise 2004. A WDCS Science Report. Whale and Dolphin Conservation Society.
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., and Ona, E. 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fisheries Research* 67 (2004): 143-150.
- StatoilHydro 2007. Presentasjon av Serpent. Foredrag på Forum for offshoreundersøkelser. 12.11.2007. Lars Petter Myhre, StatoilHydro.
- Strand, T., Lysebo, I., Kristensen, D. & Birovljev, A. 1997. Radioaktive avleiringer i olje og gassproduksjon. StrålevernRapport 1997:1
- Sætre, R. og Ona, E. 1996. Seismiske undersøkelser og skader på fiskeegg og –larver; En vurdering av mulige effekter på bestandsnivå. Havforskningsinstituttet, Fisken og Havet nr. 8 – 1996. 25 s.
- UKOOA Drill Cuttings Initiative Research and Development Programme. Project 2.3: Natural degradation and estimated recovery time-scales RF-1999/310
- Wardle, C.S., Carter, T.J., Urquhart, G.G., Johnstone, A.D.F., Ziolkowski, A.M., Hampson, G. og Mackie, D. 2001. Effects of seismic air guns on marine fish. *Cont. Shelf Res.* 0: 1-23.
- Wergeland- Halsvik. Anlegg for deponering av lavradioaktivt avfall fra oljeindustrien ved Stangeneset fyllplass, Gulen kommune. Teknisk rapport 2005.
- Wergeland- Halsvik. Stangeneset LRA deponi- Besvarelse til anmodning om begrunnelse for dimensjonering av deponiet. Brev til Statens Strålevern 19. mai 2006.

www.ukooa.co.uk

<http://www.dosits.org/>

www.regjeringen.no

<http://www.lovddata.no/>

http://www.npd.no/regelverk/r2002/frame_n.htm

DNV Energy

DNV Energy is a leading professional service provider in safeguarding and improving business performance, assisting energy companies along the entire value chain from concept selection through exploration, production, transportation, refining and distribution. Our broad expertise covers Asset Risk & Operations Management, Enterprise Risk Management; IT Risk Management; Offshore Classification; Safety, Health and Environmental Risk Management; Technology Qualification; and Verification.

DNV Energy Regional Offices:

Americas and West Africa

Det Norske Veritas Ltda
Rua Sete de Setembro
111/12 Floor
20050006 Rio de Janeiro Brazil
Phone: +55 21 2517 7232

Nordic and Eurasia

Det Norske Veritas AS
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00

Asia and Middle East

Det Norske Veritas Sdn Bhd
24th Floor, Menara Weld
Jalan Raja Chulan
50200 Kuala Lumpur
Phone: +603 2050 2888

Offshore Class and Inspection

Det Norske Veritas AS
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00

Europe and North Africa

Det Norske Veritas Ltd
Palace House
3 Cathedral Street
London SE1 9DE
United Kingdom
Phone: +44 20 7357 6080

Cleaner Energy & Utilities

Det Norske Veritas AS
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00