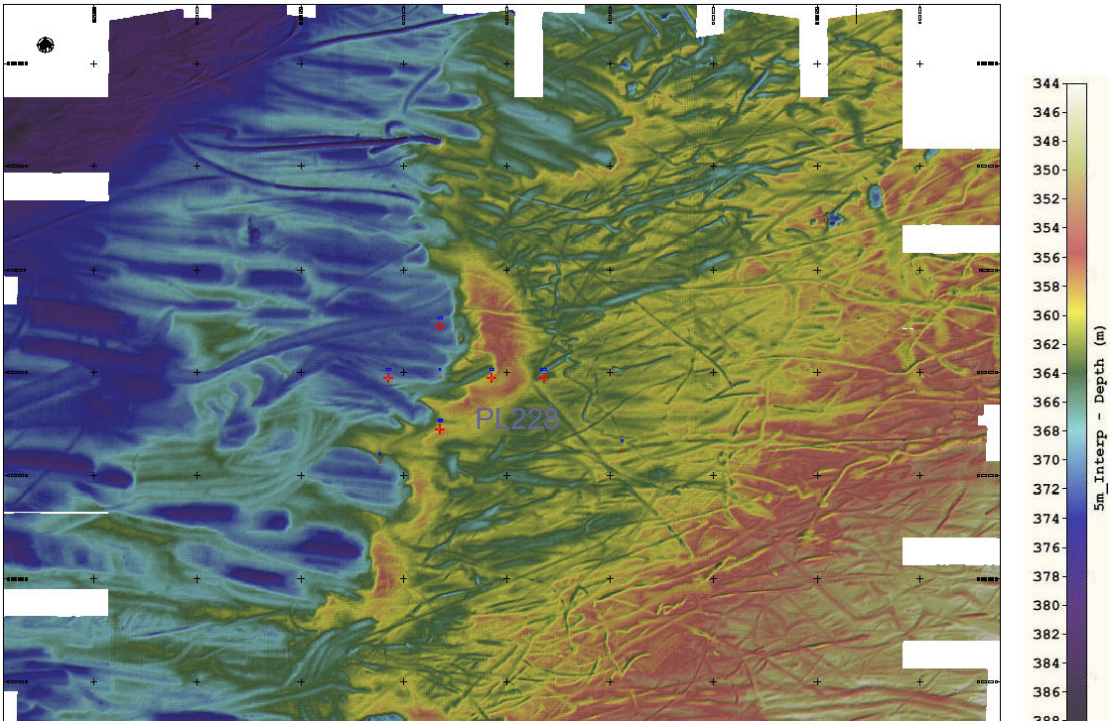
Vedlegg 3

Grunnlagsundersøkelse PL 228

DNV ENERGY

Grunnlagsundersøkelse PL228:

Rapport til Norsk Hydro ASA
Rapport no.: 65217860
Rev 01,
22 mars 2007



MANAGING RISK

Grunnlagsundersøkelse PL228	DET NORSKE VERITAS AS Veritasveien 1 1322 Høvik Tel: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11 Registrert i Norge NO 945 748 931 MVA
for	
Norsk Hydro ASA Drammensveien 264 0283 OSLO NORWAY	
Kontaktperson: Jon Rytter Hasle	

Rapport nr.:	65217860	Emnegruppe:	Miljøovervåking
Indekseringstermer:	Grunnlagsundersøkelse; bløtbunnsfauna		
Sammendrag:	Rapporten presenterer resultater fra grunnlagsundersøkelse på PL228. Sedimenter fra 5 stasjoner ble analysert for hydrokarboner, metaller og biologiske parametere. Sedimentet på PL228 domineres av silt og leire. Det var lavt innhold av hydrokarboner, og de konsentrasjonene som ble funnet representerer et bak-grunnsnivå på feltet. Bløtbunnssamfunnet fremstår som uforstyrret med høy biodiversitet.		
Utarbeidet av:	*Navn og stilling* Tor Jensen, Head of Section Siri Mordal Bakke, Senior Spesialist	*Signatur*	
Verifisert av:	*Navn og stilling* Sam A. Nøland, Principal Consultant	*Signatur*	
Godkjent av:	*Navn og stilling* Ole Aslpholm, Head of Section	*Signatur*	
Utstedelsesdato:	22 mars 2007		
Prosjekt nr:	65217860		

** Vennligst bruk Prosjekt nr som referanse i all korrespondanse med DNV*

☑	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet (forøvrig, fri distribusjon for internt bruk innen DNV etter 3 år)
☐	Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet
☐	Strengt konfidensiell
☐	Fri distribusjon

Alle opphavsrettigheter tilhører Det Norske Veritas AS. Det er ikke tillatt å reprodusere eller overføre denne publikasjonen eller deler av denne i noen form eller på noen måte, inkludert kopiering, nedtegning og opptak, uten at man på forhånd har fått skriftlig samtykke fra Det Norske Veritas AS.

contents

1.0 Resumé 3

2.0 Sammendrag/Summary 4
2.1 Sammendrag 4
2.2 Summary 6

3.0 Innledning 8

4.0 Materiale og metoder 9
4.1 Feltarbeid 9
4.2 Biologiske analyser 13
4.2.1 Sortering og artsbestemmelse 14
4.2.2 Kvalitetssikring 15
4.3 Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering 16
4.3.1 Oversikt over analyseparametrene 16
4.3.2 Sedimentkarakterisering 16
4.3.3 Kjemiske analyser 18
4.3.4 Kvalitetssikring 22
4.4 Avvik fra Aktivitetsforskriften 23

5.0 Resultater og diskusjon 24
5.1 Sedimentkarakterisering 24
5.1.1 Kornstørrelsesfordeling 24
5.1.2 Totalt organisk materiale (TOM) 24
5.2 Kjemisk analyse 25
5.2.1 Hydrokarboner 25
5.2.2 Metaller 27
5.2.3 Konklusjoner 28
5.3 Bløtbunnsanalyser på PL228 29
5.3.1 Diversitet og dominans 29
5.3.2 Multivariate analyser 31
5.4 Visuell kartlegging 32
5.5 Konklusjon 32

6.0 Konklusjon 34

7.0 Referanser 35

Appendix I – Prøvetakingslogg 1

Appendix II – Kjemi analyser 1

Appendix III – Prøvingsrapport/ artsliste 1

Forord

Grunnlagsundersøkelsen på PL228 er utført av Det Norske Veritas med MOLAB som underleverandør for de kjemiske analysene. Oppdragsgiver er Norsk Hydro og kontaktperson har vært Jon Rytter Hasle.

Rapporten beskriver resultatene av de kjemiske/fysiske analysene av sjøbunnsedimentene samt analyser av bløtbunnssamfunnet på PL228..

Medarbeidere

Feltarbeid:	Tor Jensen og Amund Ulfsnes
Analyser:	
Kornstørrelsefordeling:	Stein-Tore Bogen, Terje Kolberg, Eli Ellingsen
Totalt organisk materiale:	Gaute Botten, Håkon E. Larsen
Metaller:	Andreas Parslow, Karina E. Ødegård, Håkon E. Larsen
THC:	Mariam Bouzga, Gaute Botten, Frøydis Oreld, Tove Kristin Dokka Torstensen
Utvalgte hydrokarbon analyser:	Tove Kristin Dokka Torstensen
PCB Analyser:	Tove Kristin Dokka Torstensen

De kjemiske analysene er utført hos Molab AS, avdeling i Oslo. Kornstørrelsesfordelingen er analysert hos Molab AS, avdeling Glomfjord.

Biologiske analyser:	Siri M. Bakke (børstemark, varia) Øystein Stokland, Marine Bunndyr (børstemark, varia) Thomas Møskeland (krepsdyr) Amund Ulfsnes (pigghuder, bløtdyr) Per-Bie Wikander, Molltax (bløtdyr) Øyvind Fjukmoen (børstemark, varia) Mikkel Petersen (børstemark, varia)

Sortering er utført på DNVs Biolaboratorium på Høvik. Karen Marie Brinchmann og Mikkel Petersen har vært ansvarlig for sortering av biologiske prøver.

Univariate analyser:	Thomas Møskeland, Siri M. Bakke
Multivariate analyser:	Siri M. Bakke

Utarbeidelse av rapport:

Kjemi:	Tove Kristin D. Torstensen, Karina Ødegård, Håkon Larsen
Biologi:	Siri M. Bakke, Karen Marie Brinchmann, Tor Jensen
Hovedrapport:	Tor Jensen
Verifikasjon:	Sam-Arne Nøland
Prosjektleder:	Tor Jensen

NORWEGIAN ACCREDITATION No. TEST 032	Molab AS er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediteringsnummer Test 032. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025. Akkrediteringen inkluderer metoder for bestemmelse av totalt innhold av hydrokarboner (THC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), polyklorerte bifenyler (PCB), utvalgte hydrokarboner (NPD), metaller og totalt organisk materiale (TOM).
NORSK AKKREDITERING TEST 083	De biologiske analysene er utført ved DNVs Bioloboratorium, DNV Consulting. Biolaboratoriet er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre prøvetaking av marine sedimenter og analyser av bløtbunnssamfunn i henhold til Aktivitetsforskriften under akkreditering nr. TEST 083. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

1.0 Resumé

Denne rapporten presenterer resultatene fra en enkel grunnlagsundersøkelse på PL228 13-14. august 2006. Det Norske Veritas gjennomførte undersøkelsen med Molab som underleverandør for Norsk Hydro.

Undersøkelsen som omfatter prøvetaking av sedimenter fra seks stasjoner samt en foto dokumentasjon (rapportert for seg) har vist følgende:

- Sedimentene fra PL228 består primært av silt og leire, sand utgjør resten.
- Innholdet av totalt organisk materiale ligger rundt 4 %.
- Verdiene for hydrokarboner og metaller varierer lite mellom stasjonene.
- Det er ingen forskjell i konsentrasjon av hydrokarboner eller metaller nedover i sjiktprøvene som er tatt.
- Det må antas at verdiene som er funnet representerer uforurenset bakgrunnsnivå for feltet.
- Det er funnet generell høy biodiversitet av bløtbunnsfauna på feltet og faunaen fremstår som uforstyrret, med en naturlig flekkvis fordelt fauna.
- Fotodokumentasjon viste generell dominans av løsmasser, med innslag av enkelte svamp, anemoner, krepsdyr og sjøstjerner. Ingen koraller ble påvist.

2.0 Sammendrag/Summary

2.1 Sammendrag

Hovedresultatene fra grunnlagsundersøkelsen på PL228 13-14. august 2006 er presentert nedenfor.

Det har ikke blitt påvist forurensninger av hydrokarboner, barium eller tungmetaller i sedimentprøvene som ble tatt. Prøvene har blitt analysert som angitt i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. *Oversikt over kjemiske analyser og fysisk karakterisering.*

Analyse		Parameter
Sedimentkarakterisering		
• Kornstørrelsefordeling	-	Fordeling av pelit (< 63 µm) og sand (> 63 µm)
	-	Kumulativ vekt% fordeling fra 63-2000 µm
	-	Median partikkeldiameter (Mdϕ), standard avvik (SDϕ), skjevhet (Skϕ) og kurtosis (Kϕ)
• Totalt organisk materiale	-	% TOM i sedimentet
Kjemiske analyser		
• Hydrokarboner	-	THC, sum C_{12}-C_{35}
	-	NPD, naftalen, fenantren/antracen og dibenzotiofen og deres C_{1-3} alkylhomologe. Sum og enkeltforbindelser.
	-	PAH, 16 EPA forbindelser. Sum og enkeltforbindelser.
	-	Dekaliner, sum av C_5-C_8 alkyldekaliner
• Metaller	-	Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn

En oversikt over resultatene er gitt i Tabell 2-2. Variasjonen mellom stasjonene er liten. Sedimentene består i hovedsak av silt og leire, med en gjennomsnittlig median partikkeldiameter på 5,07.

Verdiene for hydrokarboner og metaller er lave og i samme størrelsesorden som de som ble funnet på region IX i 1998 og 2000.

Tabell 2-2. *Oversikt over sedimentkarakterisering og kjemiske analyser på PL228 (eksklusiv referansestasjonen), 2006.*

Analyse	Parameter	Variasjon på PL228		
Sedimentkarakterisering				
• Kornstørrelsesfordeling	Silt og leire (%):	62,1	-	80,7
	Sand (%):	19,3	-	37,8
	Grus (%):	0,0	-	0,8
	Median partikkeldiameter (ϕ):	4,78	-	5,52
• Totalt organisk materiale (%)	TOM:	3,9	-	4,3
Kjemisk analyse				
• Hydrokarboner (mg/kg)	THC:	9	-	12
	NPD:	0,54	-	0,54
	PAH:	0,185	-	0,185
	Dekaliner:	Ikke detektert		
• Metaller (mg/kg)	Ba:	86	-	106
	Cd:	0,04	-	0,06
	Cr:	24,7	-	30,9
	Cu:	9,2	-	11,9
	Hg:	0,03	-	0,03
	Pb:	13,3	-	16,2
	Zn:	41	-	52
Biologiske analyser				
• Diversitetsindeks	H'	5,6	-	6,1

Det er funnet generell høy biodiversitet av bløtbunnsfauna på feltet og faunaen fremstår som uforstyrret, med en naturlig flekkvis fordelt fauna, se Tabell 2-3.

Fotodokumentasjon viste generelt dominans av løsmasser, med innslag av enkelte svamp, anemoner, krepsdyr og sjøstjerner. Ingen koraller ble påvist.

Tabell 2-3. *Antall arter (S), antall individer (N) per 0,5m^2, Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Pielous jevnhetsindeks (J), og forventet artsantall per 100 individer (Hurlbert ES_{100}) for hver stasjon på PL228, 2006, eks. juv.*

Stasjon	Retn. (°)	Avst. (m)	Dyp (m)	S	N	H'	J	ES_{100}
I-1	0	500	373	121	761	5,7	0,8	46
I-2	90	500	359	146	758	5,9	0,8	50
I-3	90	1000	364	114	718	5,9	0,9	49
I-4	180	500	362	110	393	6,1	0,9	54
I-5	270	500	370	108	764	5,6	0,8	45

2.2 Summary

The main results of the environmental baseline survey at PL228 13-14. August 2006 are presented below.

It has not been found any signs of pollution of hydrocarbons, barium or heavy metals in the sediments samples taken from PL228 in 2006. The sediments have been analyzed as described in Table 2-1.

Table 2-1. *Analytical methods and physical characterization.*

Analytical method	Parameter
Sediment characterization	
• Grain size distribution	- Distribution of pelit (< 63 µm) and sand (> 63 µm) - Cumulative weight% distribution 63-2000 µm - Median particle diameter (Mdϕ), deviation (SDϕ), skewness (Skϕ) and kurtosis (Kϕ)
• Total organic matter	- % TOM in the sediment
Chemical analysis	
• Hydrocarbons	- THC, sum C_{12}-C_{35} - NPD, naphtalene, phenanthrene/anthracene and dibenzothiophene and their C_1-C_3 alkylated derivatives. Sum and single compounds. - PAH, 16 EPA compounds. Sum and single compounds. - Decalins, sum of C_5-C_8 alkyl decalins
• Metals	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn

An overview of the results is presented in Table 2-2. There is little variation between the stations. The sediments consist mainly of silt and clay, and the average median particle diameter is 5.07.

The levels of hydrocarbons are low and in the same ratio as the results of the surveys at region IX in 1998 and 2000.

Table 2-2. *Summary of the chemical analyses and physical characterization, PL228, 2006.*

Analytical method	Parameter	Variation at PL228
Sediment characterization		
• Grain size distribution	Silt and clay (%):	62.1 - 80.7
	Sand (%):	19.3 - 37.8
	Gravel (%):	0.0 - 0.8
	Median particle diameter (ϕ):	4.78 - 5.52
• Total organic matter (%)	TOM:	3.9 - 4.3
Chemical analysis		
• Hydrocarbons (mg/kg)	THC:	9 - 12
	NPD:	0.54 - 0.54
	PAH:	0.185 - 0.185
	Decalins:	Not detected
• Metals (mg/kg)	Ba:	86 - 106
	Cd:	0.04 - 0.06
	Cr:	24.7 - 30.9
	Cu:	9.2 - 11.9
	Hg:	0.03 - 0.03
	Pb:	13.3 - 16.2
	Zn:	41 - 52
Biological analyses		
• Biodiversity	H'	5.6 - 6.1

Generally the biodiversity of the macrofauna is high on the field. The fauna is unpolluted, with normal patchy distributed fauna, see Table 2-4.

The photo documentation demonstrates the dominance of silty sea bottom. At the sea bottom sponges, anemones, crustaceans and sea stars dominated the fauna:

Table 2-4. *Number of species (S), number of individuals (N) per 0,5m^2, Shannon-Wieners diversity index (H'), Pielous eveness (J), and Hurlbert ES_{100} for all station at PL228, 2006, exl. juv***.**

Stasjon	Retn. (°)	Avst. (m)	Dyp (m)	S	N	H'	J	ES_{100}
I-1	0	500	373	121	761	5,7	0,8	46
I-2	90	500	359	146	758	5,9	0,8	50
I-3	90	1000	364	114	718	5,9	0,9	49
I-4	180	500	362	110	393	6,1	0,9	54
I-5	270	500	370	108	764	5,6	0,8	45

3.0 Innledning

På vegne av Norsk Hydro har DNV gjennomført innsamling av sedimenter i Barentshavet på Well Site 7222/6-1, PL228 (NH0686). Innsamlingen ble gjennomført før leteboring på PL228.

Generelt er det ikke krav om grunnlagsundersøkelse for en letebrønn, men iht. Aktivitetsforskriften skal det gjennomføres grunnlagsundersøkelse før:

- leteboring i nye områder med ukjente naturtyper eller hvor det er påvist særlige sårbare miljøressurser i tilknytning til sedimentene
- i øvrige områder før produksjonsboring og utbygging begynner på de enkelte feltene.

I forbindelse med at det ble gjennomført boresteds- og bunnhabitatskartlegging ble det tatt prøver av bunnsedimentet. Fordelen med å kunne gjennomføre en kombinert bunnhabitatskartlegging og en sediment grunnlagsundersøkelse er at en får verdifull innsikt i hvor det er en sannsynlighet for å kunne finne korall-, svamp- og hardbunnssamfunn, og at en kan tilpasse et stasjonsnett ut i fra dette.

Hensikten med undersøkelsen er å kartlegge det aktuelle område mht utbredelse av sårbare arter, samt å gi status for det aktuelle området med hensyn på innhold av hydrokarboner, metaller, sedimenttyper og bløtbunnsfauna i henhold til Aktivitetsforskriften. Habitat-kartleggingen ble gjennomført av Gardline.

Denne rapporten presenterer først og fremt resultatene fra sedimentundersøkelsen. Feltarbeidet er gjennomført iht. Aktivitetsforskriften og DNVs akkrediterte metode for denne type arbeid (P083). Rapporten innholder også noen bilder fra kartleggingen.

4.0 Materiale og metoder

4.1 Feltarbeid

Generelt

Feltarbeidet ble gjennomført av DNV fra fartøyet "Tridiens 1", 13 og 14. august, i forbindelse med en sjøbunnskartlegging som ble gjennomført i perioden 7-17. august.

Prøvetaking og analyser er utført i henhold til Aktivitetsforskriften (Ptil, SFT, SHdir, 2005), Vedlegg 1; *Krav til miljøovervåking av petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel* - Teknisk Vedlegg 2; *Sedimentovervåking* samt interne DNV prosedyrer for slikt arbeid. Avvik fra forskriften er beskrevet i et eget kapittel.

Fartøy og feltutstyr

Fartøyet var godt utstyrt for prøvetaking av sedimenter og har følgende spesifikasjoner:

Lengde og bredde:	61m/10m
Dekksplass:	180 m^2
Marsfart:	12 knop
Navigasjon:	Furuno GP GP500 AP Phillips
Ekkolodd:	LAZ 25000 (0-4500m)

Følgende basisutstyr ble benyttet til prøvetaking:

- van Veen grabb, offshore type
- mottaksbord i rustfritt stål
- målesylinder
- vaskebord
- sikter
- vinsj (fastmontert om bord, hastighet ca. 0,5m/sek)

For kjemiske analyser ble 0-1cm av det øverste sedimentlag hentet fra tre forskjellige grabber på hver lokalitet. I tillegg ble det på en stasjon tatt seksjonerte prøver (1-3 og 3-6cm).

For fauna-analysene ble det tatt fem replikate prøver (grabber) fra hver lokalitet. De biologiske prøvene ble tilsatt formalinløsning (bufret med hexamin) med fargestoff (Bengal rosa). Prøvene ble oppbevart i plastspann, og lagret i finérkasser. Sedimentprøver til kjemiske analyser ble oppbevart i rilsanposer eller i plastbegere.

Gjennomføring av toktet

Grunnlagsundersøkelsen var en liten del av en relativt mer omfattende sjøbunns- og habitatsundersøkelse. Selve prøvetakingen ble gjennomført på litt over et døgn, den 13 og 14. august. I Tabell 4-1 er det gitt en oversikt over toktet dag for dag.

Tabell 4-1. *Toktoversikt PL228*

Søndag 6. /Mandag 7. Ankomst Hammerfest kl. 16 Mobilisering	**Torsdag 10. august** Innsamling av dybde og sedimentdata Bra værforhold	**Søndag 13. august** Innsamling av dybde og sedimentdata avsluttet kl. 12. Habitatsundersøkelse fra kl. 12 til 19.	**Onsdag 16. august** Fortsatte med innsamling av dybdedata Noe mer bølger (1,5-2m)
Tirsdag 8. august Gikk til feltet, for dårlig vær for innsamling av dybde data	**Fredag 11. august** Innsamling av dybde og sedimentdata Bra værforhold	**Mandag 14. august** Sedimentinnsamling Ferdig kl. 22:10 Fortsatte med innsamling av dybdedata Bra værforhold	**Torsdag 17. august** Fortsatte med innsamling av dybdedata. Mer bølger og vind
Onsdag 9. august Været ble bedre og innsamling av data fortsatte	**Lørdag 12/Søndag 13. august** Innsamling av dybde og sedimentdata Bra værforhold	**Tirsdag 15. august** Fortsatte med innsamling av dybdedata, deretter habitatskartlegging med undervannsfoto Kjerneprøvetaking Stille pent vær	**Fredag 18. august** Ankom Hammerfest kl. 09.00 Demobilisering, avsluttet kl. 11:00

Prøvetaking

Før prøvetaking av sedimenter ble det planlagte stasjonsnettet vurdert opp i mot resultatene fra borestedsundersøkelsen (som ble prosessert om bord). Totalt ble det samlet inn sedimenter fra 6 stasjoner, se Figur 4.1-1. Stasjon 1-1, 1-5 og referansestasjonen ligger i et dypere område (ca. 370m) enn stasjon 1-2 og 1-3 som lå på en liten ”høyderygg” (ca. 360m). Alle prøvene på den enkelte stasjon ble tatt innenfor en radius av 50m (i de fleste tilfeller mindre enn 10m), se Figur 4.1-2.

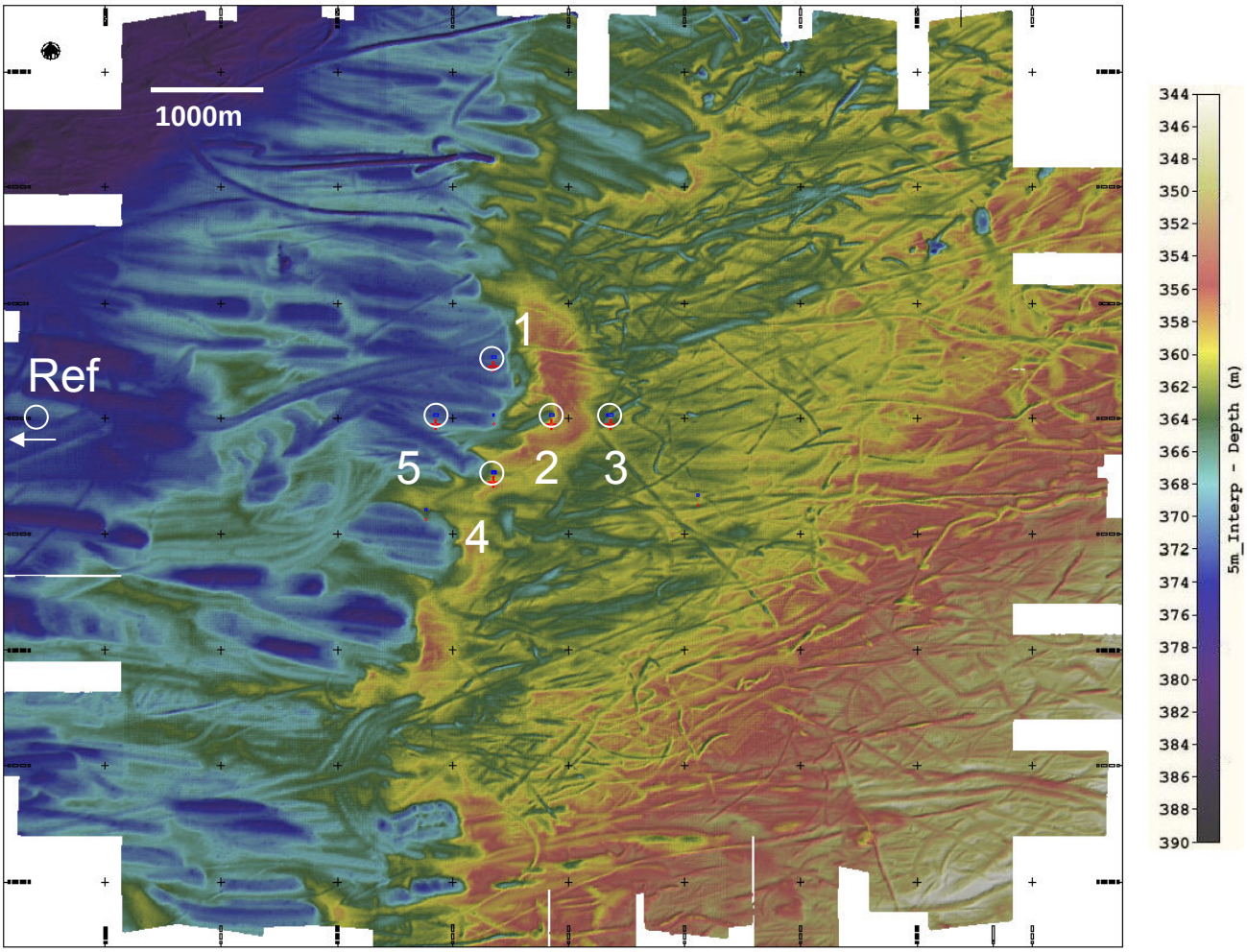
Det var liten forskjell mellom stasjonene mht. utseende og konsistens av prøvene. De hadde et topplag av fin leire, olivenbrun av farge, med mørkere leire under. Prøvene var mellom 10 og 16cm dype,

Det ble samlet inn sedimenter til biologiske og kjemiske analyser iht. Tabell 4-2.

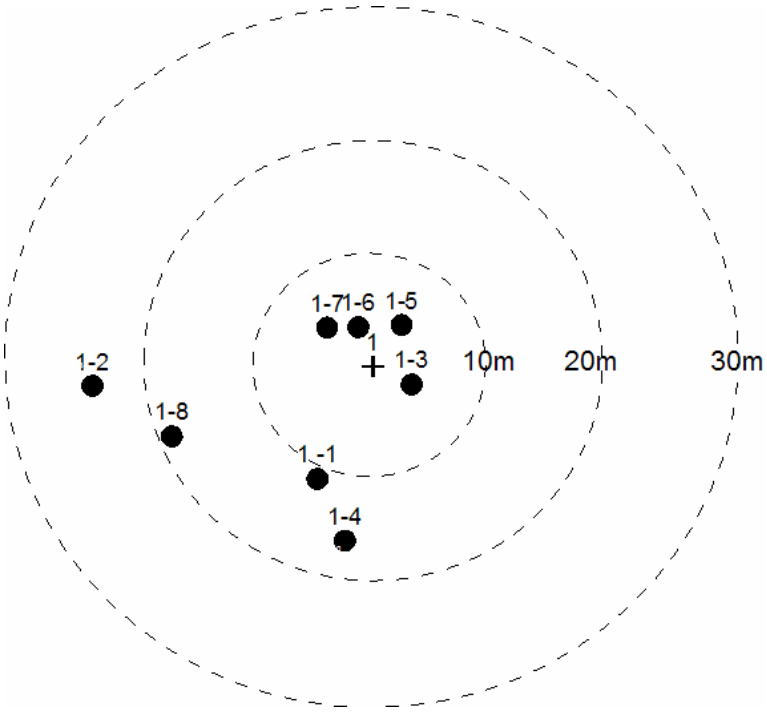
Tabell 4-2. *Oversikt over prøvetakingsstasjoner*

Stasjon	**Posisjon (UTM ED50, Sone 34)**		**Kjemi/Bio**
	Nord	**Øst**	
0-punkt	8059952	564352	
1-1 0°/500m	8060452	564352	3 kjemi + 5 bio
1-2 90°/500m	8059952	564852	3 kjemi + 5 bio
1-3 90°/1000m	8059952	565352	3 kjemi (sjikt) + 5 bio
1-4 180°/500m	8059452	564352	3 kjemi + 5 bio
1-5 270°/500m	8059952	563852	3 kjemi + 5 bio
Referanse 270°/5000m	8059952	559352	3 kjemi

Det ble tatt sedimenter til kjemiske analyser på referansestasjonen, men ingen biologiske prøver. Dette fordi det ble prioritert å ta noen flere undervannsfoto i området. I Tabell 4-2 er det gitt en oversikt over hver stasjon.



Figur 4.1-1. *Stasjonene plassert inn i et bunntopografisk kart utarbeidet under toktet (referansestasjonen er utenfor kartbildet).*



Figur 4.1-2. *Plasseringen av hvert grabbskudd på stasjon 1-1 (med oppgitt 0-punkt i senter), viser at alle stasjoner ble tatt innenfor en radius av 30m (se for øvrig Appendiks A for detlajer)*

Tabell 4-3. Oversikt over prøvetakingen

Stasjons-nummer	Dato	Start	Slutt	Dyp	Bio	Kjemi	Bom	Kommentar
1-1	13.08	19:46	23:55	373	5	3	0	Fin leire, lysere topplag (oliven farge)
1-2	14.08	10:15	14:25	359	5	3	0	Fin leire, lysere topplag (oliven farge), noe stein (sjiktprøver)
1-3	14.08	15:30	19:45	364	5	3	0	Fin leire, lysere topplag (oliven farge)
1-4	14.08	05:30	10:00	362	5	3	1	Fin leire, lysere topplag (oliven farge), noe stein
1-5	14.08	00:21	04:55	370	5	3	0	Fin leire, lysere topplag (oliven farge), noe sorte felter
Ref.	14.08	20:25	22:05	380	0	3	0	Fin leire, lysere topplag (oliven farge)

Kvalitetssikring

Prøvetaking ble utført i henhold til akkrediterte prosedyrer beskrevet i *Håndbok for Biolaboratoriets Kvalitetssystem; Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser*. Det ble spesielt lagt vekt på at sedimentoverflaten i prøven var uforstyrret og at vasking/sikting av faunaprøvene ble utført skånsomt. For sedimenttypen på PL228 er dette spesielt viktig for det lysebrune, relativt løse topplaget som ligger over det mer kompakte laget med leire og sandholdig leire. Alle prøvene ble dobbeltmerket og pakket i solide kasser for å unngå skade på prøveemballasjen.

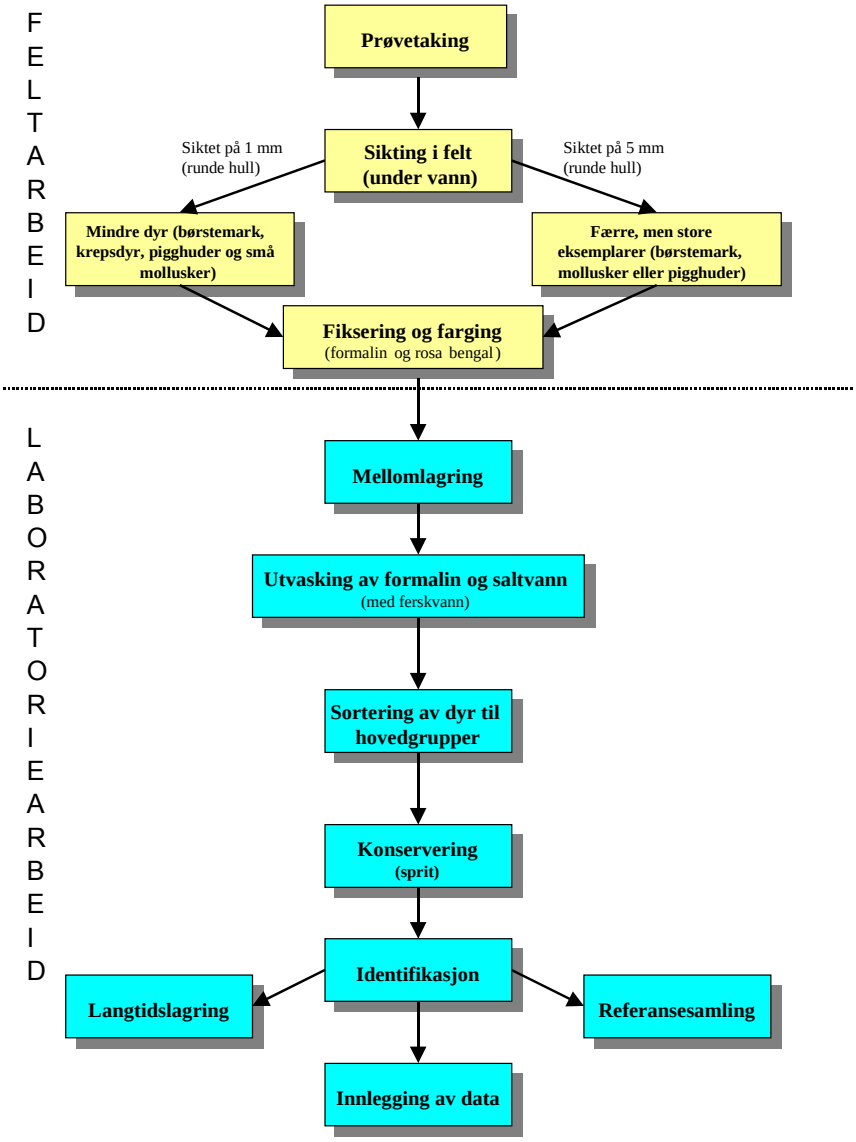
4.2 Biologiske analyser

Makrobenthos – en introduksjon

Bunnfauna er dyr som lever på og i sediment (her sand, silt eller leire) og inkluderer følgende taksonomiske dyregrupper: børstemark (Polychaeta), krepsdyr (Crustacea), bløtdyr (Mollusca), pigghuder (Echinodermata) og Varia (samlegruppe for øvrige grupper). Kun dyr større enn 1 mm (makrobenthos) ble tatt med undersøkelsen.

Metodene som er benyttet er i overensstemmelse med Aktivitetsforskriften, Vedlegg 1, Teknisk Vedlegg 2 (Ptil, SFT, SHdir 2005), og prosedyrene er beskrevet i DNVs Biolaboratoriets kvalitetssystem: ”Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser”.

Et flytdiagram som viser de forskjellige trinn i opparbeidelsen av makrofauna er vist i Figur 4.2-1.



Figur 4.2-1. *Flytdiagram fra prøvetaking til innlegging av artsdata i programvare.*

4.2.1 Sortering og artsbestemmelse

På laboratoriet ble prøvene vasket i 1 mm sikter for å fjerne formalin og rester av sedimentet. Sikteresten ble overført til en bakk, for så å bli plukket ut for hånd under lupe.

Dyrene ble delt inn i taksonomiske hovedgrupper og oppbevart i 70 % sprit før artsbestemmelse.

Med unntak av dyregruppene som er nevnt under ble alle individer bestemt til lavest mulig taksonomisk nivå (fortrinnsvis til artsnivå). P.g.a. at flere taksonomer har vært involvert i artsbestemmelsen av børstemarker, er noen arter slått sammen til slektsnivå. I henhold til retningslinjene ble Nematoda, Foraminafera og kolonidannende dyr (f.eks. Porifera og Bryozoa) kun registrert som tilstedeværende eller fraværende og ingen av dem er tatt med i analysene. Noen grupper (f.eks. Platyhelminthes, Nemertini, Tunicata, Tanaidacea) ble kvantifisert, men ikke bestemt videre til art.

Små individer som ikke lot seg artsbestemme fordi karaktertegn manglet, ble registrert som juvenile. Det er utarbeidet en egen referansesamling for undersøkelsen.

Sammensetningen av bunndyrsamfunn gir informasjon om effekt av utslipp rundt oljeinstallasjoner. Grunnen til at bunndyr foretrekkes i denne typen undersøkelse er at de fleste artene er relativt stasjonære (de kan ikke flykte fra utslipp), noe som gjør at forandringer i artssammensetning og tetthet relativt lett kan påvises. De forekommer også i relativt høyt antall, noe som er gunstig ved statistisk behandling.

Sammensetningen av faunaen kan relateres til naturlig variasjon av miljøparametre som dyp og sediment-type, samtidig som den kan relateres til forurensningsparametre som f.eks. metall- og hydrokarboninnhold i sedimentet. Bunnfauna nær olje- og gassinstallasjoner påvirkes av en rekke faktorer som kan spores tilbake til installasjonenes utslipp (borekaks, borevæske, olje og andre kjemikalier) samt fysiske forstyrrelser. Med utslipp menes både planlagte og ikke planlagte utslipp.

Statistiske metoder

Følgende matematiske og statistiske metoder er brukt som verktøy til å tolke resultatene:

- Antall arter pr. arealenhet.
- Antall individer pr. art.
- Shannon-Wieners diversitetsindeks, H` (Shannon & Wiener 1963).
- Sanders rarefaction metode (Sanders 1968).
- Jevnhetsindeks kalkulert ved hjelp av Pielous evenness, J`(Pielou 1966).
- Fordeling av geometriske klasser (Gray & Mirza 1979, Gray & Pearson 1982).
- Forventet antall arter i per 100 individer (ES_{100}).

Nevnte metoder/analyser er beregnet ut fra artslister vedlagt i Vedleggsrapporten. Det er i tillegg utført ulike multivariate analyseteknikker (se nedenfor).

- Faunalikhet mellom stasjonene ved hjelp av Bray-Curtis likhets indeks δ_{jk} (Bray & Curtis 1957). Likhetsmatrisen ble benyttet i multivariate analyser for å se på gradienter og grupperinger stasjonene i mellom. Metodene som ble brukt var hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet (hierarchical agglomerative classification) (Lance & Williams 1967), og ordinasjon med "non-metric Multi-Dimensjonal Scaling (MDS), (Kruskal & Wish 1978).
- Klassifikasjon, MDS- og PCA-ordinasjon samt BIOENV og SIMPER ble gjennomført med programpakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

- Tabell over de 10 tallmessig dominerende arter ved hver stasjon.

Både de statistiske metodene og de multivariate analysene er nærmere beskrevet i Vedleggsrapporten, Appendiks B.

Rådata er lagret i OLFs miljøovervåkingsdatabase (MOD) og finnes i vedleggsrapporten.

4.2.2 Kvalitetssikring

Prosedyrer inkl. rutiner for kvalitetskontroll i forbindelse med opparbeiding, artsbestemmelse og registrering av bløtbunnsprøver er gitt i håndboken *Biolaboratoriets Kvalitetssystem* (for metoden "Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser").

I korte trekk ble følgende gjennomført:

I felt ble alle prøver dobbeltmerket og journalført. Prøvene ble fraktet i spesialkasser plassert i en stålcontainer. I laboratoriet ble all sortering loggført (hvem som sorterte når, tidsforbruk for hver prøve, antall glass til oppbevaring). Hver prøve ble kontrollert av en på forhånd godkjent kontrollør. Hver artsbestemmer utarbeidet en egen referansesamling som ved tvil ble sammenlignet med DNVs referansesamling.

Ved tvil i artsbestemmelsen er dette påpekt i artslisten. For å oppnå sporbarhet har hver artsbestemmer signert ut hvilke grabber og dyregrupper vedkommende har bestemt. Referansesamlingen er lagret hos DNV.

4.3 Kjemiske analyser og sedimentkarakterisering

4.3.1 Oversikt over analyseparametrene

I Tabell 4-4 er det gitt en oversikt over analyseparametere for kjemiske analyser og sedimentkarakteristikk.

Tabell 4-4. *Oversikt over analyseparametere*

Analyse	Parameter
Sedimentkarakterisering	
Kornstørrelsefordeling:	- Fordeling av silt og leire (< 63µm) og sand (>63µm)
	- Kumulativ vekt% fordeling fra 63-2000µm
	- Median partikkeldiameter (Md), standard avvik (SD), skjevhet (Sk) og kurtosis (K)
Totalt organisk materiale:	- % TOM i sedimentet
Kjemiske analyser	
Hydrokarboner	- THC, sum C12-C35
	- NPD, naftalener, fenantrener og dibenzotiofener, sum og enkeltforbindelser
	- PAH, 16 EPA forbindelser, sum og enkeltforbindelser
	- Dekaliner, sum av C5-C8 alkyldekaliner
Etere	- Aquamul B II
Metaller	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn

4.3.2 Sedimentkarakterisering

Kornstørrelsefordeling

Metoden for bestemmelse av kornstørrelsefordeling i sedimentprøver er beskrevet i Buchanan (1984). Metoden består av en hurtig, mekanisk separasjon av sandfraksjonen (> 63 µm) fra silt og leire. Denne sandfraksjonen tørkes og siktes gjennom et sett med graderte sikter.

De tre grabbprøvene fra 0-5 cm laget på hver stasjon ble blandet og homogenisert, og en homogenisert prøve ble analysert. Ca. 10 g ble veid ut til nærmeste 0,01 g før våtsikting på en 63 µm sikt. Fraksjonen som gikk igjennom denne sikten, ble overført til plastflasker. En egen prøve ble innveid, tørket og tørrvekten ble bestemt. Prosent silt og leire (< 63 µm) i tørr prøve ble så beregnet.

Den gjenværende sandfraksjonen (> 63 µm) ble tørket ved 105 °C, og siktet på nytt i tørr tilstand. En serie Wenthworth graderte sikter (Endecott Test Sieves, London) med mesh størrelser fra 2000 til 63 µm ble brukt. Prøven ble ristet på en Retsch KG testing sieve shaker i ti minutter. Vekten av hver fraksjon ble bestemt til nærmeste 0,01 g. En kumulativ vekt % fordeling ble beregnet, og beregningene ble videre brukt til å bestemme median partikkel diameter og avvik, skjevhet og kurtosis for partikkelstørrelsefordelingen. Fordi partikkelstørrelsefordelingen for fraksjonen < 63 µm ikke ble bestemt, ble ϕ-verdien for denne samlefraksjonen satt lik 8 (beskrevet i Faksness 1998). Verdiene for Mdϕ, SDϕ, Skϕ og Kϕ må derfor betraktes som ekstrapolerte resultater.

Formler brukt for beregninger av Mdϕ, SDϕ, Skϕ og Kϕ:

Mdϕ (median partikkel diameter):

Mdϕ = verdien til midtpunktet (dvs. 50 %) til den kumulative % vektkurven.

SDϕ (standard avvik):

SDϕ estimeres ved:

$$\mathrm{SD}\phi = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

SDϕ gir et mål for spredning i partikkelstørrelse rundt Mdϕ, og således et mål for sorteringsgraden.

Skϕ (skevhet):

Skϕ estimeres ved:

$$\mathrm{Sk}\phi = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\mathrm{Md}\phi}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\mathrm{Md}\phi}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

Skϕ beskriver symmetrien av spredningen i fordelingen rundt Mdϕ. En fullstendig symmetrisk fordeling vil ha Skϕ = 0, negative verdier indikerer forskyvning av fordelingskurven mot grovere sediment, og positiv Skϕ verdier indikerer forskyvning mot finere sediment.

Kurtosis, Kϕ:

Kϕ estimeres ved:

$$\mathrm{K}\phi = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44(\phi 75 - \phi 25)}$$

Kϕ beskriver toppetheten til fordelingen, dvs. hvor tung halene er (uttrykt ved ϕ5 and ϕ95 fraksjonene) sammenlignet med den sentrale delen av fordelingen. For en normal fordeling vil Kϕ verdien være 1,00.

Oversikt over meshverdier og kornstørrelsesparametere er gitt i Tabell 4-5 og Tabell 4-6.

ϕ-verdien for silt og leire fraksjonen blir satt lik 8.

Tabell 4-5. *Kornstørrelsesfordeling. Mesh størrelser og Wentworth klassifisering (Buchanan,1984).*

Mesh diameter (μm)	ϕ	Beskrivelse
4000	-2	Grus
2000	-1	
1000	0	Grov sand
500	1,0	
355	1,5	Medium sand
250	2,0	
180	2,5	Fin sand
125	3,0	
90	3,5	Veldig fin sand
63	4,0	
<63	>4,5	Silt og leire (pelitt)

Tabell 4-6. *Tolkning av beskrivende størrelser.*

	Indeks verdi	Tolkning
Standardavvik (SDϕ)	<0,35	svært godt sortert
	0,35-0,50	godt sortert
	0,50-0,71	moderat godt sortert
	0,71-1,00	moderat sortert
	1,00-2,00	dårlig sortert
	2,00-4,00	svært dårlig sortert
	>4,00	ekstremt dårlig sortert
Skjevhet (Skϕ)	+1,00 til +0,30	meget skjev mot finkornig
	+0,30 til +0,10	skjev mot finkornig
	+0,10 til -0,10	symmetrisk
	-0,10 til -0,30	skjev mot grovkornig
	-0,30 til -1,00	meget skjev mot grovkornig
Kurtosis (Kϕ)	<0,67	meget platykuritisk
	0,67-0,90	platykuritisk (flat-toppet)
	0,90-1,11	mesokuritisk (nærmest normal)
	1,11-1,50	leptokuritisk (overdreven toppet)
	1,50-3,00	meget leptokuritisk

Totalt organisk materiale (TOM)

De tre grabbprøvene fra 0-5 cm-laget på hver stasjon ble blandet og homogenisert, og en homogenisert prøve ble analysert. Ca. 20 g vått sediment ble veid inn i en porselensdigel. Prøven ble oppvarmet ved 105 °C i minst 20 timer, avkjølt og veid, og deretter oppvarmet til 480 °C i minst 16 timer. Prosent vekttap etter forbrenningen (glødetap) ble regnet ut, og vekttapet utgjør totalt organisk materiale (TOM) i sedimentet. To sedimentstandarder med et kjent innhold av TOM ble analysert sammen med prøvene. For å kontrollere at karbonater ikke forsvinner ved glødingen, ble standarder av kalsium karbonat varmet opp sammen med sedimentprøvene, og vekttapet ble bestemt.

4.3.3 Kjemiske analyser

Hydrokarboner

Den kjemiske analysen av organiske forbindelser omfatter bestemmelse av totalmengde hydrokarboner fra n-C_{12} til n-C_{35} (THC). De viktigste trinnene i analyseprosedyren er vist i Figur 4.3-1. Sedimentprøvene ble opparbeidet med forsåpning og deretter ekstraksjon med diklormetan. Ekstraktene ble renset på en silica kolonne og innholdet av hydrokarboner ble bestemt med bruk av gasskromatografi (GC) og gasskromatografi/massespektrometri (GC/MS). De instrumentelle betingelsene er gitt i Tabell 4-7 og

Tabell 4-8 henholdsvis.

Opparbeiding:

Sedimentprøvene ble tatt og oppbevart i Rilsanposer. Homogenisering av prøvene ble foretatt ved omrøring i Rilsanposen. 50 g våt sedimentprøve (flere prøveuttak tilfeldig fra posen) ble veid inn, og steiner >0,5 mm ble unngått. Interne standarder ble tilsatt, 5 µg hver av naftalen-d_8, bifenyl-d_{10}, fenantren-d_{10}, pyren-d_{10}, krysen-d_{12} og perylen-d_{12}. I tillegg ble 100 µg dioktyleter tilsatt når Aquamul B II skulle bestemmes.

Forsåpning: Prøven ble kokt med 80 mL 0,5 M metanolisk KOH under refluks i 2 timer. Blandingen ble så ekstrahert med 100 mL diklormetan.

Diklormetanekstraktet ble inndampet til ca. 1 mL. 1 mL heksan ble tilsatt, og ekstraktet ble på nytt inndampet til 1 mL. Dette ble gjentatt to ganger. Heksanløsningen ble renset på Bond-Elut silica kolonner (Isolute, International Sorbent Technology). Eluatet ble konsentrert og analysert for innhold av hydrokarboner.

En aliquot av det våte homogeniserte sedimentet ble veid inn, tørket ved 105 °C i 2 døgn, og tørrvekten ble bestemt.

Kvantifisering:

THC (totalmengde hydrokarboner) ble bestemt med gasskromatografi i kokepunktsområdet n-C12 alkan til n-C35 alkan. Kvantifiseringen ble utført med bruk av en ekstern standard av referanseoljen, boreslamsolje HDF 200 fra Statoil. Integrerte arealer ble korrigert for bakgrunnsverdier fra blindprøver.

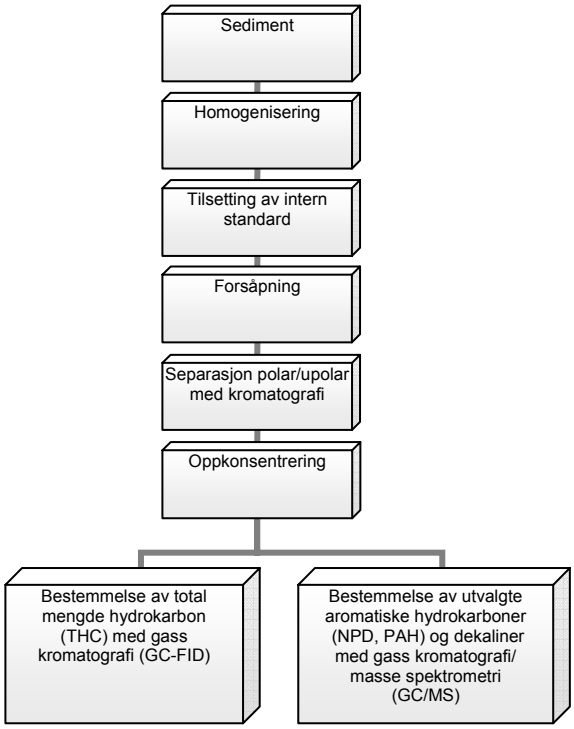
NPD, PAH og dekaliner ble bestemt med gasskromatografi/massespektrometri og registrering av enkeltioner. Kvantifiseringen ble foretatt i forhold til de tilsatte interne standardene med integrering av molekylionene. Følgende forbindelser ble bestemt: naftalen, fenantren/antracen, dibenzotiofen og deres C_1-, C_2- og C_3-alkylerte derivater, acenaften, acenaftylen, fluoren, pyren/fluoranten, krysen/trifenylen, benzo(a)antracen, benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten/ benzo(j)fluoranten/benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, indeno(1,2,3-cd)pyren og dibenzo(a,h)antracen. I tillegg ble summen av de bisykliske alkanene C_5-C_8 alkyl dekaliner bestemt (intern standard fenantren-d_{10}). Referanseforbindelser var tilgjengelige for de fleste aromatiske forbindelsene. For hver av de C_1- C_3-alkylhomologe gruppene ble en av isomerene brukt som referanse for kvantifiseringen. For de bisykliske alkanene, C_5-C_8 alkyldekaliner, var referanseforbindelser ikke tilgjengelige. Responsfaktoren ble beregnet ut fra den antagelse at molekylionene har samme respons som molekylionet til n-oktylcykloheksan. De oppgitte verdiene er korrigert for bidrag fra løsningsmidlene (blindverdier).

Tabell 4-7. *GC-FID betingelser.*

Gasskromatograf	:	Perkin Elmer Autosystem XL
Kolonne	:	12 m x 0,20 mm i.d., fused silica, crosslinked with dimethyl silicone
Temperaturer	:	
kolonne		50 °C (2 min) - 20 °C/min - 350 °C (8 min)
injektor	:	320 °C
ionekilde	:	350 °C
Bæregass	:	Helium
Injisert mengde	:	1 µL
Datasystem	:	TotalChrom 6.2
HDF 200	:	0,1 – 10 mg/mL hexane

Tabell 4-8. *GC-MS betingelser.*

Massespektrometer	:	Clarus 500 Mass Spectrometer, Perkin Elmer
Datasystem	:	TurboMass
Gasskromatograf	:	Clarus 500 Gas Chromatograph, Perkin Elmer
Kolonne:	:	30 m fused silica, 0,25 µm DB-5ms
Temperaturer:	:	
kolonne		40 °C (2 min) - 20 °C/min - 120 °C 10 °C/min - 300 °C (15 min)
injektor	:	300 °C
ionekilde	:	180 °C
Bæregass	:	Helium
Ionisasjon	:	Elektronionisering, 70 eV
Masses (m/z)		
C_0-C_3 naftalen	:	128, 141, 156, 170
C_0-C_3 fenantren	:	178, 192, 206, 220
C_0-C_3 dibenzotiofen	:	184, 198, 212, 226
PAH	:	152, 153, 166, 202, 228, 252, 276, 278
C_5-C_8 dekaliner	:	208, 222, 236, 250
n-octylcyclohekan	:	196
Deutererte standarder	:	136, 164, 188, 212, 240, 264
Injisert mengde	:	1 µL



Figur 4.3-1. *Oversikt over de viktigste trinnene ved bestemmelse av hydrokarboner i sedimenter.*

Opparbeidelse og bestemmelse:

Sedimentet ble frysetørket, og vanninnholdet ble bestemt. Prøvene ble så behandlet med natriumhydroksidløsning før ekstraksjon med metanol og opprensing ved bruk av aktivt kull. Væskekromatografisk separasjon med massespektrometrisk deteksjon ble benyttet for bestemmelse av konsentrasjoner.

Metaller

Den kjemiske analysen av metaller inkluderer bestemmelse av Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn med salpetersyreoppslutning (NS 4770).

Sedimentprøven ble tørket ved 40° C i 2 døgn, homogenisert og siktet gjennom et 500 µm nylon nett. Fraksjonene større og mindre enn 0,5 mm ble veid. 1 g av sedimentfraksjonen < 0,5 mm ble ekstrahert med 20 ml 7 M salpetersyre i en pyrex oppslutningskolbe i en autoklav ved 120° i 30 min. Etter avkjøling ble 80 mL avionisert vann tilsatt. Løsningen ble deretter blandet godt, og etter sedimentering ble den klare løsningen dekantert over i en polyetylenflaske.

Ba, Cr, Cu, Pb og Zn ble bestemt med bruk av induktiv koplet plasma atomemmisjons-spektroskopi (ICP-AES). Cd ble bestemt med atomabsorpsjonsspektrofotometri med elektro-termisk atomisering i grafittovn (GFAAS). Hg ble bestemt med atomabsorpsjon kalddamp-teknikk (CVAAS) basert på NS-EN 1483.

ICP-AES:

Instrument: Jobin Yvon Ultima 2

Analyselinjer: Ba: 455,403nm, Cr: 267,716nm, Cu: 324,754nm, Pb: 220,353nm, Zn: 213,856nm

GFAAS:

Instrument: Perkin Elmer AAnalyst 600.

Analyselinjer: Cd: 228,8 nm

Kadmium ble målt med en ED-lampe. Som matrisemodifikator ble det brukt en blanding av ammoniumdihydrogenfosfat og magnesiumnitrat.

CVAAS:

Instrument: Perkin Varian CETAC M-6000A

Hg ble bestemt manuelt ved 253.7 nm med tinnklorid som reduksjonsmiddel.

Kvantifiseringsgrenser

Deteksjonsgrense og kvantifiseringsgrense

Deteksjonsgrensen (limit of detection LOD) og kvantifiseringsgrensen (limit of quantitation LOQ) er beregnet som henholdsvis 3 og 10 standardavvik over gjennomsnittsverdien for blindprøvene. Dette er kriterier gitt av ACS Committee on Environmental Improvements ("Guidelines for Data Aquisition and Data Quality Evaluation in Environmental Chemistry", Anal.chem. 52 (1980) p. 2242-2249).

Tabell 4-9. *Deteksjonsgrenser (LOD) og kvantifiseringsgrenser (LOQ), hydrokarboner, etere og metaller.*

Analyseparameter	LOD mg/kg	LOQ mg/kg
THC	1	2
Sum NPD	0,01	0,03
Sum PAH	0,005	0,02
Sum dekaliner	0,1	0,3*
Ba	1	3
Cd (GFAAS)	0,01	0,03
Cr	0,1	0,3
Cu	0,5	2
Hg	0,01	0,03
Pb	0,5	2
Zn	1	3

* anslått ut fra analyse av blindprøver

4.3.4 Kvalitetssikring

Molab as er akkreditert av Norsk Akkreditering for å utføre kjemiske analyser under akkrediteringsnr. Test 032. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Kvalitetskontroll for kornstørrelsesfordeling

Metoden ble sjekket med referanseprøver som er siktet ved et annet laboratorium før det ble startet på prøveserien. I tillegg ble en husstandard opparbeidet ved å blande sammen prøver fra 2005. Det ble så analysert fortløpende 12 prøver av denne for å beregne gjennomsnitt og middelverdi til kontrollkortene. Husstandarden ble deretter analysert for hver 10. prøve etter samme prosedyre som de reelle prøvene og resultatene ble plottet inn på kontrollkortet.

Siktene ble tarert og analysevekten ble kontrollert hver uke i den perioden det ble analysert prøver.

Kvalitetskontroll for totalt organisk materiale

Kalsiumkarbonat blir varmet opp til 480 °C sammen med sedimentprøvene, og vekttapet blir kontrollert. To husstandarder ble analysert regelmessig i prosjektperioden.

Kvalitetskontroll for hydrokarboner

Analyseprosedyrene blir kontrollert regelmessig ved analyse av kvalitetssikringsprøver og blindprøver. Standardprøver med mineralolje analyseres hver gang det utføres en THC analyse. For NPD, PAH og dekaliner analyseres kjente prøver tilsatt interne standarder for å bestemme responsfaktorer som kan skyldes forskjeller i ekstraherbarhet, flyktighet og GC/MS respons mellom forbindelsene og den interne standarden. Husstandarder analyseres

regelmessig, og resultatene plottes inn på kontrollkort. Sertifiserte referansematerialer analyseres for kontroll av nøyaktigheten.

Laboratoriet deltar regelmessig i sammenlignende laboratorieprøvinger internasjonalt (SETOC) for THC og PAH. For NPD gjennomføres en sammenligning med et annet laboratorium.

Kvalitetskontroll for metaller

Alle reagenser er av graden pro analyse. Et sertifisert referansemateriale og blindprøver blir analysert sammen med prøvene i hver analyserunde.

De sertifiserte verdiene gjelder total oppslutning. Sertifiserte verdier for NS 4770 (partiell oppslutning) finnes ikke. På laboratoriet er det imidlertid etablert en ”referanseverdi” for partiell oppslutning ved analyse av det sertifiserte referansematerialet i perioden 1999-2006. Prøvene blir analysert på nytt dersom resultatene for referansematerialet ligger utenfor visse krav.

Nøyaktighet og reproduserbarhet kontrolleres ved analyse av det sertifiserte referanse-materialet.

4.4 Avvik fra Aktivitetsforskriften

Siden undersøkelsen er gjennomført for å kartlegge sårbar natur, og kombinerer korallkartlegging og fotodokumentasjon med sedimentundersøkelse, er antall sedimentstasjoner redusert i forhold til en konvensjonell miljøovervåking.

Prøvetakingen ble gjennomført 13-14. august, etter dispensasjon fra SFT om å fravike fra kravet om gjennomføring før 1. juli. Årsak til utsettelsen var ønsket om å gjennomføre undersøkelsen sammen med borestedsundersøkelsen, som også inkluderte korall- og habitatkartlegging.

5.0 Resultater og diskusjon

5.1 Sedimentkarakterisering

5.1.1 Kornstørrelsesfordeling

Resultatene fra analysen av kornstørrelsesfordelingen er gitt i Tabell 5-1. Detaljerte resultater er gitt i Appendiks II.

Det gjennomsnittlige innholdet av silt og leire er 69 ± 7 % (uten referansestasjonen). Stasjon I-1 og referansestasjonen skiller seg noe fra de øvrige med over 80 % silt og leire. Innholdet av grus er mindre enn 1 % for alle stasjonene. En grafisk fremstilling av resultatene er gitt i Figur 5.1-1.

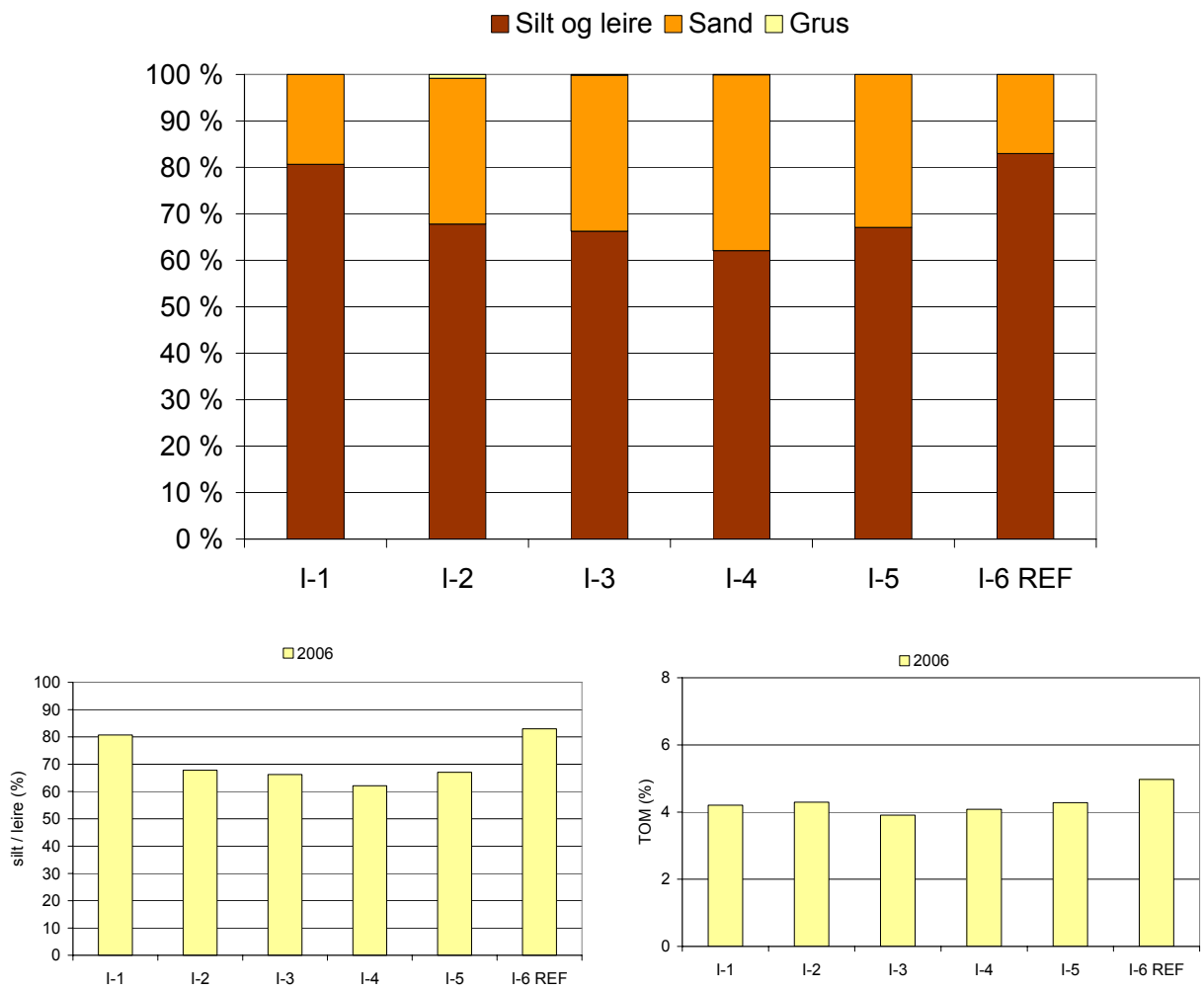
Tabell 5-1. *PL228, stasjoner, dyp, totalt organisk materiale og kornstørrelsesfordeling, 2006.*

Stasjon	Retning (°)	Avstand (m)	Dyp (m)	TOM (%)	Klassifisering	Silt og leire (%)	Sand (%)	Grus (%)	Median (Φ)
I-1	0	500	373	4,2	Silt og leire	80,7	19,3	0,0	5,52
I-2	90	500	359	4,3	Silt og leire	67,8	31,4	0,8	5,05
I-3	90	1000	365	3,9	Silt og leire	66,2	33,6	0,2	4,98
I-4	180	500	361	4,1	Silt og leire	62,1	37,8	0,1	4,78
I-5	270	500	371	4,3	Silt og leire	67,1	32,9	0,0	5,02
I-6 REF	270	5000	380	5,0	Silt og leire	83,0	17,0	0,0	5,59
Gj. snitt*				4,2		68,8	31,0	0,2	5,07
SD *				0,2		7,0	7,0	0,3	0,27
Min.*				3,9		62,1	19,3	0,0	4,78
Max.*				4,3		80,7	37,8	0,8	5,52

* uten referansestasjon.

5.1.2 Totalt organisk materiale (TOM)

Innholdet av totalt organisk materiale er gitt i Tabell 5-1 og er grafisk fremstilt i Figur 5.1-1. Variasjonen i TOM mellom stasjonene er relativt liten (3,9-4,3%), men referansestasjonen har noe mer organisk materiale (5,0 %).



Figur 5.1-1. *PL228, kornfordeling, silt og leire og totalt organisk materiale (TOM), 2006.*

5.2 Kjemisk analyse

Prøvene fra PL228 ble analysert med hensyn på følgende parametere:

- THC
- PAH, NPD og dekaliner (på sjiktprøver)
- Metaller (Ba, Cd, Cr, Cu, Hg (på sjiktprøver), Pb og Zn)

Tre prøvereplikater fra topplaget av sedimentet (0-1 cm) er analysert fra hver stasjon. I tillegg er det analysert sjiktprøver (1-3 cm og 3-6 cm) fra én stasjon (I-3).

5.2.1 Hydrokarboner

Resultatene fra hydrokarbonanalysene er gitt i Tabell 5-2.

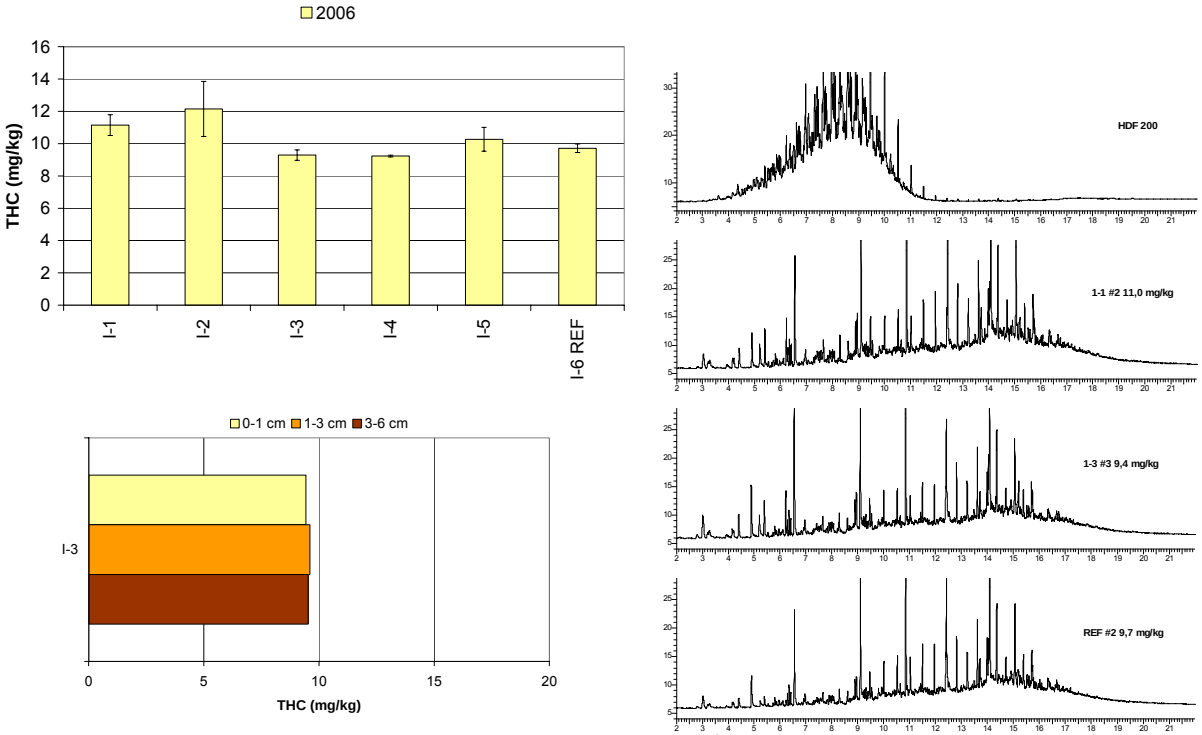
Konsentrasjonen av totalt hydrokarbon (THC) er 10 ± 1 mg/kg på hele feltet (se Figur 5.2-1). Dette er i samme størrelsesorden som funnene gjort på region IX i 1998 (DNV, 1999) og 2000 (DNV, 2001), der verdiene stort sett lå fra 1 til 9 mg/kg.

Det er ingen endring i konsentrasjon av hydrokarboner nedover i sjiktet på stasjon I-3. Konsentrasjonene funnet i sjiktprøvene er samsvarende for hva som er funnet på de øvrige stasjonene og indikerer at det ikke har skjedd en påvirkning av hydrokarboner i feltet.

Tabell 5-2. *Totalmengde hydrokarboner, PAH, NPD og dekaliner (mg/kg), PL228, 2006.*

Stasjon	Retning	Avstand	THC		PAH		NPD		Dekaliner	
	(°)	(m)	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD
I-1	0	500	11	1						
I-2	90	500	12	2						
I-3	90	1000	9	0	0,185	0,009	0,54	0,08	<0,1	-
0-1 cm			9		0,192		0,46		<0,1	
1-3 cm			10		0,193		0,49		<0,1	
3-6 cm			10		0,182		0,51		<0,1	
I-4	180	500	9	0						
I-5	270	500	10	1						
I-6 REF	270	5000	10	0						
Gj. snitt*			10		0,185		0,54		-	
SD *			1		-		-		-	
Min.*			9		0,185		0,54		-	
Max.*			12		0,185		0,54		-	

* uten referansestasjon.



Figur 5.2-1. *Bardiagram av THC for hele PL228 og sjiktene på stasjon I-3. Noen eksempler på kromatogrammer fra feltet og en boreolje er vist til høyre. Vær oppmerksom på at skalaen på y-aksen er noe forskjellig på boreoljen og sedimentprøvene.*

5.2.2 Metaller

Hovedresultatene fra metallanalysene er gitt i Tabell 5-3, fullstendig resultattabell er gitt i Appendiks II. Variasjonen mellom stasjonene er liten. Resultatene for Ba, Cd, Cr, Cu, Pb og Zn er også presentert grafisk i Figur 5-3.

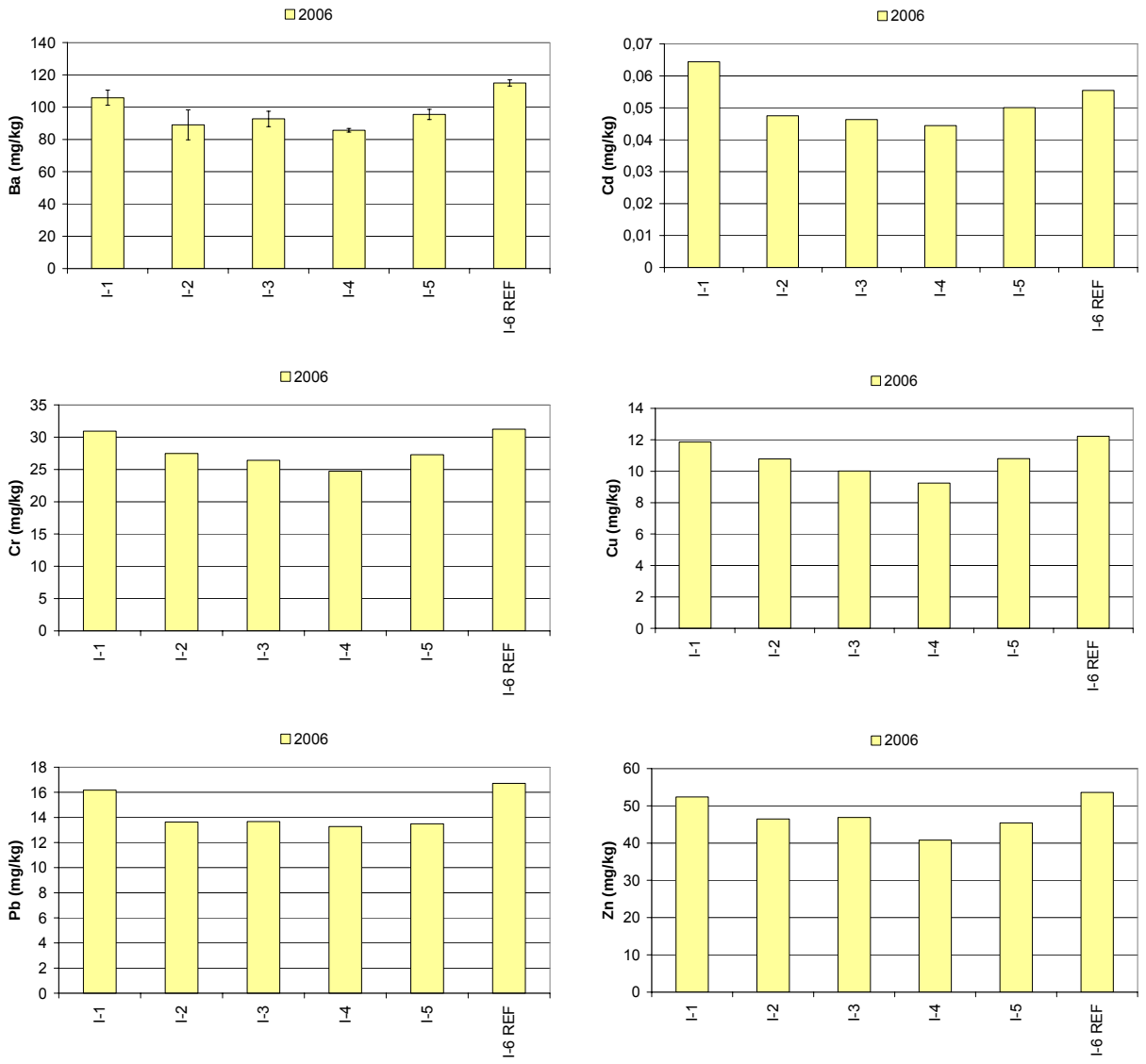
Det er ingen endring i metallkonsentrasjoner nedover i sjiktene på stasjon I-3. Som for THC tyder dette på at feltet ikke er påvirket av metaller.

Verdiene er i samme størrelsesorden som funnet i region IX tidligere (DNV 1999; DNV, 2001).

Tabell 5-3. *Metaller (mg/kg), PL228, 2006.*

Stasjon		Ba		Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	(°/m)	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD	snitt	SD
I-1	0/500	106	5	0,06	0,01	30,9	0,9	11,9	0,5	-		16,2	0,5	52	1
I-2	90/500	89	9	0,05	0,01	27,5	1,6	10,8	1,0	-		13,6	2,4	46	3
I-3	90/1000	93	5	0,05	0,01	26,4	0,5	10,0	0,2	0,03	0,00	13,7	0,1	47	5
0-1 cm		97		0,04		26,7		10,1		0,03		13,7		45	
1-3 cm		102		0,04		26,6		10,0		0,03		13,4		45	
3-6 cm		103		0,03		28,3		10,6		0,05		14,6		47	
I-4	180/500	86	1	0,04	0,00	24,7	0,3	9,2	0,3	-		13,3	0,4	41	1
I-5	270/500	96	3	0,05	0,01	27,3	1,0	10,8	0,2	-		13,5	0,9	45	1
I-6 REF	270/5000	115	2	0,06	0,00	31,2	0,2	12,2	0,1	-		16,7	0,5	54	1
Gj. snitt*		94		0,05		27,4		10,5		0,03		14,1		46	
SD *		8		0,01		2,3		1,0		-		1,2		4	
Min. *		86		0,04		24,7		9,2		0,03		13,3		41	
Max. *		106		0,06		30,9		11,9		0,03		16,2		52	

* uten referansestasjon.



Figur 5.2-2. *Ba, Cd, Cr, Cu, Pb og Zn for PL228, 2006.*

5.2.3 Konklusjoner

Sedimentene fra PL228 består primært av silt og leire, sand utgjør resten. Innholdet av totalt organisk materiale ligger rundt 4 %.

Verdiene for hydrokarboner og metaller varierer lite mellom stasjonene. Det er ingen forskjell i konsentrasjon av hydrokarboner eller metaller nedover i sjiktprøvene som er tatt. Det må antas at verdiene som er funnet er uforurenset bakgrunnsnivå for feltet.

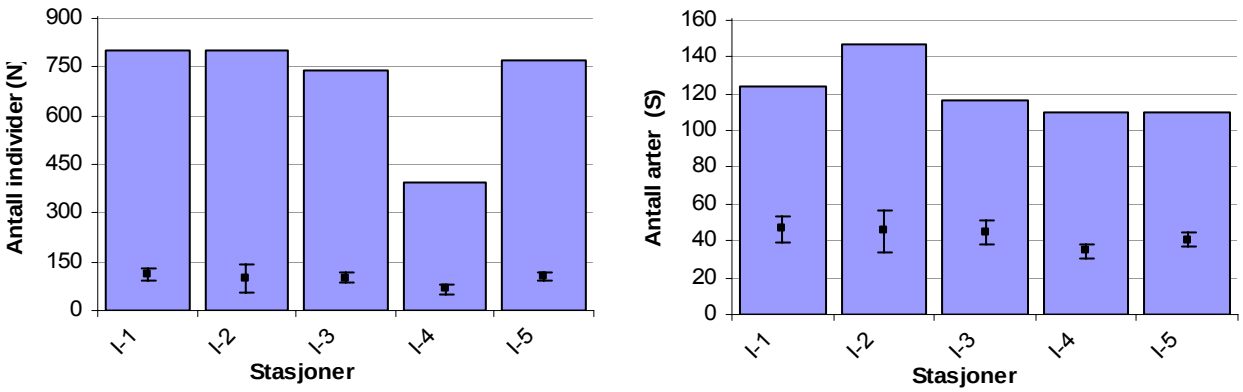
5.3 Bløtbunnsanalyser på PL228

5.3.1 Diversitet og dominans

En oversikt over antall arter og individer på PL228 fordelt på dyregrupper sees i Tabell 5-4. Figur 5.3-1 viser antall arter og individer på hver av stasjonene på PL228. Fem stasjoner ble prøvetatt for biologi på PL228 i 2006.

Tabell 5-4. *Antall arter og individer for hver dyregruppe på PL228, 2006.*

	Individer		Arter	
	Antall	**%**	**Antall**	**%**
Varia	289	8,3	11	4,7
Polychaeta	1726	49,3	111	47,4
Crustacea	392	11,2	63	26,9
Mollusca	841	24,0	37	15,8
Echinodermata	253	7,2	12	5,1
Totalt	**3492**	**100,0**	**234**	**100,0**



Figur 5.3-1. *Antall arter (S) og individer (N) per 0,5m^2, snittverdi og standard avvik mellom grabbprøver, PL 228 2006.*

Det er en høy diversitet på alle stasjonene på feltet noe som viser en naturlig uforstyrret fauna, se Tabell 5-5.

Tabell 5-5. *Antall arter (S), antall individer (N) per 0,5m^2, Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Pielous jevnhetsindeks (J), og forventet artsantall per 100 individer (Hurlbert ES_{100}) for hver stasjon på PL228, 2006, ekskl. juv.*

Stasjon	Retn. (°)	Avst. (m)	Dyp (m)	S	N	H'	J	ES_{100}
I-1	0	500	373	121	761	5,7	0,8	46
I-2	90	500	359	146	758	5,9	0,8	50
I-3	90	1000	364	114	718	5,9	0,9	49
I-4	180	500	362	110	393	6,1	0,9	54
I-5	270	500	370	108	764	5,6	0,8	45

De ti mest vanlige artene på hver stasjon er vist i Tabell 5-6.

Tabell 5-6. Ti *mest vanlige artene for hver stasjon, PL228, 2006, inkl. juv.*

10 mest vanlige arter

I-1	Antall	%	Cumm%
Thyasira ferruginea	99	12,4	12,4
Maldane arctica	43	5,4	17,8
Golfingia spp.	40	5,0	22,8
Notomastus latericus	39	4,9	27,7
Thyasira gouldi	35	4,4	32,1
Ophiuroidea spp.juv	35	4,4	36,5
Lumbrineris scopa	33	4,1	40,6
Maldane sarsi	31	3,9	44,5
Paramphinome jeffreysii	28	3,5	48,0
Myriochele danielsseni	23	2,9	50,9

I-2	Antall	%	Cumm%
Thyasira ferruginea	94	11,7	11,7
Ophiuroidea spp.juv	44	5,5	17,2
Ophiocten affinis	35	4,4	21,6
Myriochele danielsseni	34	4,2	25,8
Tunicata sp.	33	4,1	29,9
Yoldiella fraterna	32	4,0	33,9
Thyasira gouldi	26	3,2	37,2
Paramphinome jeffreysii	25	3,1	40,3
Lumbrineris scopa	25	3,1	43,4
Ophelina abranchiata	22	2,7	46,1

I-3	Antall	%	Cumm%
Thyasira ferruginea	72	9,8	9,8
Thyasira gouldi	49	6,7	16,5
Paramphinome jeffreysii	39	5,3	21,9
Golfingia spp.	29	4,0	25,8
Myriochele danielsseni	28	3,8	29,6
Ophelina abranchiata	24	3,3	32,9
Ophiuroidea spp.juv	22	3,0	35,9
Maldane sarsi	19	2,6	38,5
Notomastus latericus	16	2,2	40,7
Yoldiella fraterna	15	2,1	42,8

I-4	Antall	%	Cumm%
Lumbrineris scopa	21	5,3	5,3
Clymenura borealis	17	4,3	9,7
Maldane arctica	17	4,3	14,0
Golfingia spp.	16	4,1	18,1
Maldane sarsi	14	3,6	21,6
Paramphinome jeffreysii	13	3,3	24,9
Nicomache sp.	12	3,1	28,0
Ophiocten affinis	11	2,8	30,8
Tunicata sp.	11	2,8	33,6
Ophelina abranchiata	11	2,8	36,4

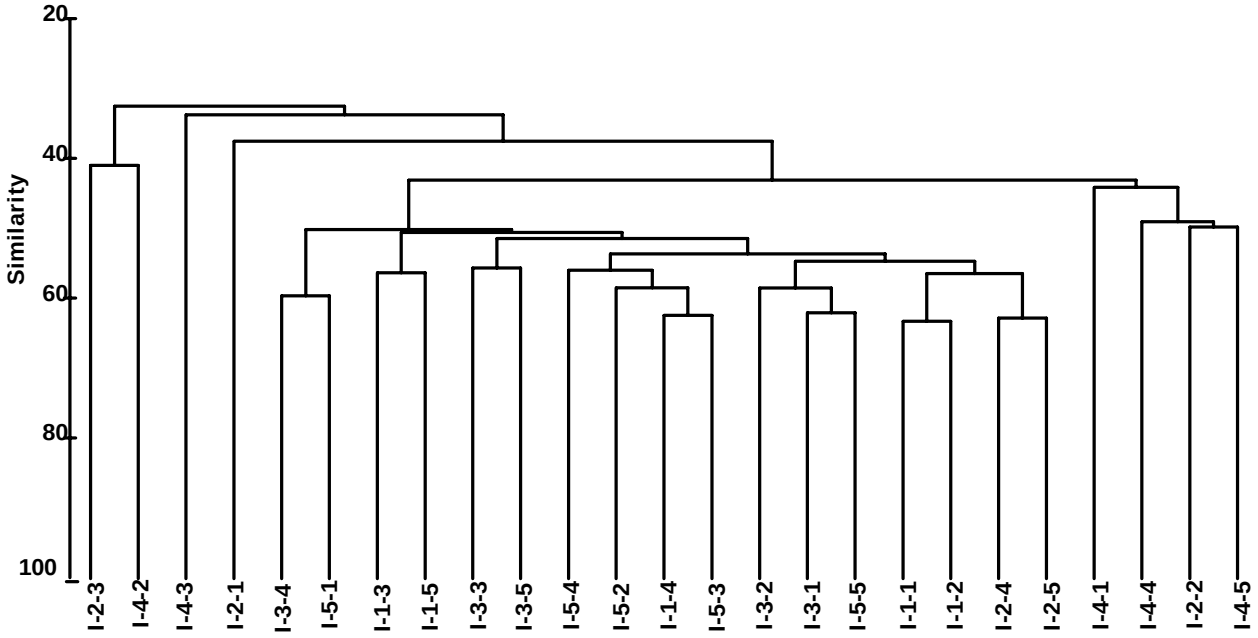
I-5	Antall	%	Cumm%
Thyasira ferruginea	104	13,6	13,6
Paramphinome jeffreysii	46	6,0	19,6
Golfingia spp.	42	5,5	25,0
Myriochele danielsseni	36	4,7	29,7
Thyasira gouldi	35	4,6	34,3
Maldane arctica	26	3,4	37,7
Maldane sarsi	26	3,4	41,1
Lumbrineris scopa	20	2,6	43,7
Ilyarachna longicornis	18	2,4	46,0
Yoldiella fraterna	18	2,4	48,4

Muslingen *Thyasira ferruginea* dominerer faunaen på 4 av 5 stasjoner, unntaket er stasjon I-4 som også skiller seg ut med færrest antall individer. Andre vanlige arter på feltet er muslingen *T. gouldi* og børstemarkene *Paramphinome jeffreysii, Myriochele danielsseni, Lumbrineris scopa, Maldane arctica*, *Maldane sarsi*, *Notomastus latericus* og pølseormen *Golfingia* spp. I tillegg ble det funnet en del juvenile pigghuder. Ingen av artene utgjorde noen stor dominans på feltet og faunaen er uforstyrret.

5.3.2 Multivariate analyser

Klassifikasjon og ordinasjon

Klassifikasjon og ordinasjon er gjennomført på stasjonsnivå. Dendrogram og MDS plott er vist i Figur 5.3-2 og Figur 5.3-3. Da faunaen er flekkvis fordelt på feltet blir det relativt stor ulikhet mellom grabbene uavhengig av stasjonstilhørighet. Analysen viser at faunaen i området er naturlig og upåvirket. Grabbene fra stasjon I-4 skiller seg imidlertid noe mer fra de øvrige, denne stasjon hadde også færrest individer i grabbene. I følge registreringer i felt var det en del stein på stasjonen som gjorde prøvetakingen vanskelig. I tillegg har denne stasjonene noe grovere sediment enn de øvrige.



Figur 5.3-2. *Dendrogram på grabbnivå for PL228, 2006.*

Figur 5.3-3. *MDS-plott på grabbnivå for PL228, 2006*.

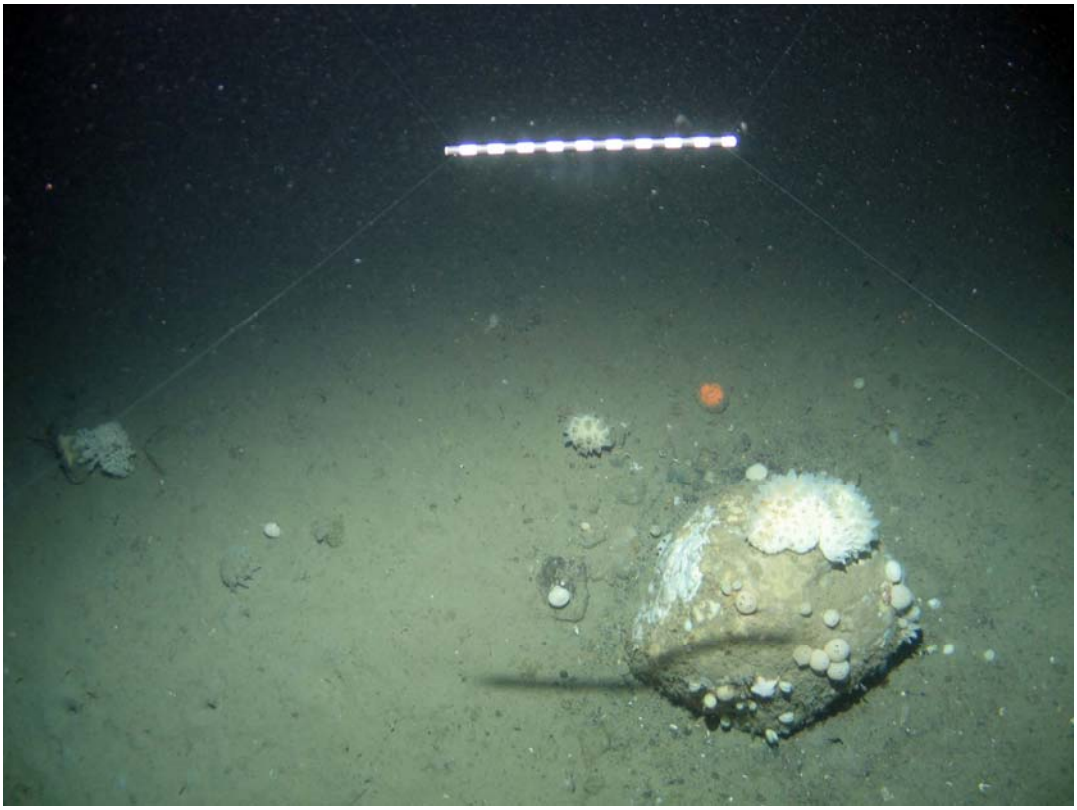
5.4 Visuell kartlegging

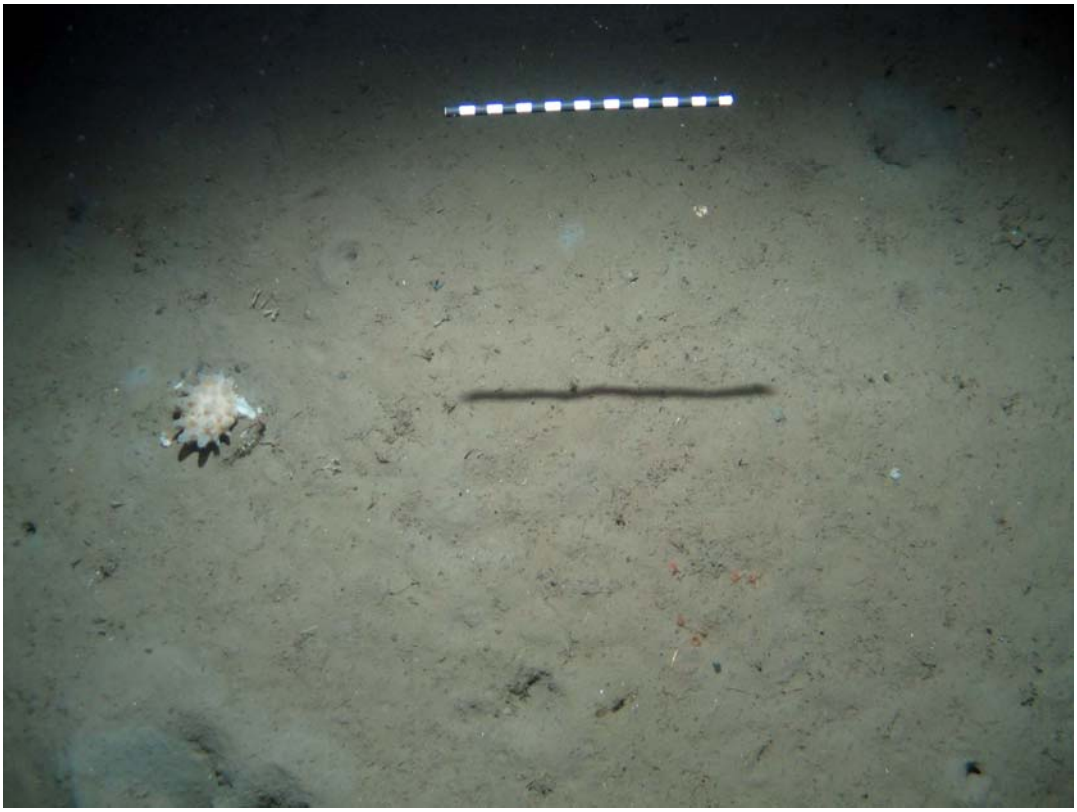
I forbindelse med at Gardline Geosurvey gjennomførte habitatkartleggingen ble det tatt en del undervannsbilder for å dokumentere bunnforholdene. Gardline har utarbeidet en egen rapport for denne delen av undersøkelsen.

I den visuelle kartleggingen ble det benyttet en fotoramme. To av bildene er presentert i Figur 5-7. Den visuelle kartleggingen konsentrerte seg om områder hvor det ville være størst sannsynlighet å finne svamp, koraller etc. Det ble observert noen enkeltindivider av svamp og anemoner, men ingen koraller. Det meste av området var typiske bløtbunnsområder med tydelig spor av gravende børstemark og krepsdyr, ellers enkeltindivider av anemoner, sjøstjerner, sjøfjær, foraminiferer og mosdyr.

5.5 Konklusjon

Det er funnet generell høy biodiversitet av bløtbunnsfauna på feltet og faunaen fremstår som uforstyrret, hvilket også støttes opp av de multivariate analysene som viser en naturlig flekkvis fordelt fauna.





Figur 5.5-1. *Undervannsbilder fra PL228, lokasjon 6 og 5. Bildene viser forskjellig type svamp, anemoner, armføttinger og sjøstjerne.*

6.0 Konklusjon

Undersøkelsen som omfatter prøvetaking av sedimenter fra seks stasjoner samt en foto dokumentasjon (rapportert for seg) har vist følgende:

- Sedimentene fra PL228 består primært av silt og leire, sand utgjør resten.
- Innholdet av totalt organisk materiale ligger rundt 4 %.
- Verdiene for hydrokarboner og metaller varierer lite mellom stasjonene.
- Det er ingen forskjell i konsentrasjon av hydrokarboner eller metaller nedover i sjiktprøvene som er tatt.
- Det må antas at verdiene som er funnet representerer uforurenset bakgrunnsnivå for feltet.
- Det er funnet generell høy biodiversitet av bløtbunnsfauna på feltet og faunaen fremstår som uforstyrret, med en naturlig flekkvis fordelt fauna.
- Fotodokumentasjon viste generelt dominans av løsmasser, med innslag av enkelte svamp, anemoner, krepsdyr og sjøstjerner. Ingen koraller ble påvist.

7.0 Referanser

Bray, J.R. Curtis J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological monographs* 27:325-349.

Buchanan, J.B. 1984. *Sediment analysis. I: Methods for the study of marine benthos*, Editors: Holme, N.A: and McIntyre, A.D. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, pp. 41-65.

DNV. 1999. Miljøundersøkelse Region IX - Finnmark 1998, Rapportnr. 99-3137. Statoil/ Norsk Hydro/ Norsk AGIP.

DNV. 2001. Miljøundersøkelse Region IX - Finnmark 2000. Rapportnr. 2001-0373. Statoil/ Norsk Hydro.

Faksness, L.G. (1998). Miljøundersøkelser Vøring og Barentshavet 1998: Kornstørrelsefordeling. *SINTEF rapport STF66 F98151*.

Gray, J. S. & F. B. Mirza. 1979. A possible method for detecting pollution-induced disturbances in marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.

Gray, J. S. & T. H. Pearson, 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. *Marine Ecology Progress. Series* 9:111-119.

Kruskal, J.B. & Wish, M. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications, Beverly Hills, California.

Lance, G.N. and Williams, W.T. 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems. *Computer J.* 9:60-64.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist.* 102:243-282.

Shannon, C. E . & Wiener, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbana, 360 pp.

Appendix I – Prøvetakingslogg

GARDLINE GEOSURVEY — SEABED SAMPLING LOG

Client: Hydro	Project: Well Site Survey		Job: 6818
Area: NH 0686	Vessel: Tridens 1	Date: 13-08-06 to 14-08-06	Sheet:1

Method: Grab	Ref Point: COG	Y Offset (m): -5,8	X Offset (m): -21,6

SAMPLE		TIME	COORDINATES		STN OFFSET		RECORD No		W.D.	REMARKS, WEATHER ETC
No	STN	(HRS)	EASTING	NORTHING	RANGE	B'R'G	POSN	E/S	(M)	
1	1-1	17:59	564347,22	8060449,63	5,33	063,6°			373,4	Good Sample
2	1-1	18:29	564351,17	8060440,07	11,95	004,0°			374,1	Good Sample
3	1-1	18:58	564351,23	8060453,63	1,8	154,7°			373,5	Good Sample
4	1-1	19:27	564344,6	8060450,79	7,5	080,7°			373,1	Good Sample
5	1-1	19:57	564353,76	8060453,2	2,13	235,6°			373,1	Good Sample
6	1-1	20:27	564353,67	8060451,36	1,79	291,1°			373,4	Good Sample
7	1-1	21:03	564353,65	8060450,04	2,56	319,8°			373,0	Good Sample
8	1-1	21:39	564349,03	8060443,44	9,06	019,1°			373,3	Good Sample
1	1-5	22:34	563821,83	8059936,06	34,12	062,1°			370,3	Good Sample
2	1-5	23:21	563847,82	8059952,92	4,28	102,5°			370,4	Good Sample
3	1-5	00:00	563802,87	8059953	49,14	091,2°			370,9	Good Sample
4	1-5	00:34	563845,97	8059950,73	6,16	078,1°			370,8	Good Sample
5	1-5	01:12	563826,45	8059944,96	26,5	074,6°			371,0	Good Sample
6	1-5	01:44	563838,75	8059970,72	22,94	144,7°			371,9	Good Sample
7	1-5	02:11	563831,64	805964,48	23,88	121,5°			371,5	Good Sample
8	1-5	02:39	563819,25	8059958,81	33,45	101,7°			371,4	Good Sample
1	1-4	03:43	564338,05	8059457,93	12,16	113,1°			362,7	Good Sample
2	1-4	04:19	564343,98	8059460,04	11,36	135,1°			362,7	Good Sample
3	1-4	04:50	564330,61	8059436,32	26,52	053,8°			361,9	Good Sample
4	1-4	05:22	564349,02	8059439,4	12,95	013,3°			361,4	Good Sample
5	1-4	05:50	564345,64	8059452,54	6,39	094,9°			361,7	Good Sample
6	1-4	06:21	564346,83	8059437,97	14,95	020,2°			361,0	Good Sample
7	1-4	06:49	564347,42	8059444,61	8,69	031,8°			361,0	Bad Sample
8	1-4	07:16	564354,32	8059449,66	3,3	315,3°			360,7	Good Sample
9	1-4	07:45	564350,27	8059448,77	3,67	028,2°			361,0	Good Sample
1	1-2	08:26	564852,49	8059955,01	3,05	189,3°			359,6	Good Sample
2	1-2	09:01	564856,04	8059947,64	5,95	317,1°			359,5	Good Sample
3	1-2	09:33	564854,67	8059951,5	2,72	280,5°			359,2	Good Sample
4	1-2	10:02	564831,97	8059924,42	34,09	036,0°			359,1	Good Sample
5	1-2	10:32	564841,38	8059959,59	13,06	125,6°			358,8	Good Sample
6	1-2	11:00	564854,84	8059946,28	6,39	333,6°			359,0	Good Sample
7	1-2	11:29	564833,6	8059950,02	18,51	083,9°			359,2	Good Sample
8	1-2	12:04	564813,86	8059953,84	38,19	092,8°			360,0	Good Sample

Surveyor(s):	Check By:	Signed:

QPRO 0330 **Issue 1 (Oct 96)**

GARDLINE GEOSURVEY — SEABED SAMPLING LOG

Client: Hydro	Project: Well Site Survey		Job: 6818
Area: NH 0686	Vessel: Tridens 1	Date: 13-08-06 to 14-08-06	Sheet:2

Method: Grab	Ref Point: COG	Y Offset (m): -5,8	X Offset (m): -21,6

SAMPLE		TIME	COORDINATES		STN OFFSET		RECORD No		W.D.	REMARKS, WEATHER ETC
No	STN	(HRS)	EASTING	NORTHING	RANGE	B'R'G	POSN	E/S	(M)	
1	1-3	13:41	565359,64	8059936,46	17,32	333,8°			364,1	Good Sample
2	1-3	14:17	565335,94	8059962,77	19,34	123,8°			364,9	Good Sample
3	1-3	14:53	565322,23	8059951,86	29,77	089,7°			364,9	Good Sample
4	1-3	15:23	565349,53	8059951,12	2,63	070,4°			365,1	Good Sample
5	1-3	15:52	565367,73	8059939,75	19,94	307,9°			365,3	Good Sample
6	1-3	16:20	565353,92	8059950,77	2,28	302,7°			365,1	Good Sample
7	1-3	16:48	565349,25	8059953,58	3,17	119,9°			365,2	Good Sample
8	1-3	17:16	565359,08	8059949,78	7,42	287,4°			365,4	Good Sample
1	Ref	18:38	559340,34	8059942,97	14,75	052,2°			380,4	Good Sample
2	Ref	19:11	559344,81	8059951,09	7,25	082,8°			380,1	Good Sample
3	Ref	19:45	559356,67	8059955,57	5,88	232,6°			380,2	Good Sample

Surveyor(s):	Check By:	Signed:

QPRO 0330 — Issue 1 (Oct 96)

Appendix II – Kjemi analyser

Appendix II - 1 *Kornstørrelsesfordeling, PL228, 2006.*

Stasjon	MDϕ	Klassifisering	Silt og leire (%)	Sand (%)	Grus (%)	SDϕ	Skϕ	Kϕ
I-1	5,52	Silt og leire	80,7	19,3	0,0	1,53	-0,01	0,76
I-2	5,05	Silt og leire	67,8	31,4	0,8	1,78	0,01	0,80
I-3	4,98	Silt og leire	66,2	33,6	0,2	1,69	0,09	0,75
I-4	4,78	Silt og leire	62,1	37,8	0,1	1,85	0,07	0,79
I-5	5,02	Silt og leire	67,1	32,9	0,0	1,81	0,01	0,82
I-6 REF	5,59	Silt og leire	83,0	17,0	0,0	1,52	-0,03	0,78

Mdϕ: Median diameter , SDϕ: Standardavvik, Skϕ: Skewness, Kϕ: Kurtosis

Appendix II - 2. *Vektfraksjoner og kumulativ vekt-% (K.V.,) PL228, 2006.*

I-1 0°/500 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,02	0,2	0,2
500	1	0,03	0,3	0,6
355	1,5	0,02	0,2	0,8
250	2	0,04	0,5	1,3
180	2,5	0,06	0,7	2,0
125	3	0,14	1,6	3,6
90	3,5	0,33	3,8	7,5
63	4	1,02	11,9	19,3
<63	8	6,93	80,7	100,0
		8,59	100,0	

I-2 90°/500 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,07	0,8	0,8
1000	0	0,02	0,2	1,1
500	1	0,09	1,1	2,1
355	1,5	0,05	0,6	2,7
250	2	0,10	1,2	3,9
180	2,5	0,21	2,5	6,4
125	3	0,48	5,7	12,0
90	3,5	0,68	8,0	20,1
63	4	1,03	12,2	32,2
<63	8	5,74	67,8	100,0
		8,47	100,0	

I-3 90°/1000 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,02	0,2	0,2
1000	0	0,03	0,3	0,4
500	1	0,04	0,3	0,8
355	1,5	0,03	0,3	1,0
250	2	0,08	0,7	1,7
180	2,5	0,22	1,8	3,5
125	3	0,69	5,8	9,3
90	3,5	1,15	9,6	18,8
63	4	1,79	14,9	33,8
<63	8	7,95	66,2	100,0
		12,00	100,0	

I-4 180°/500 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,01	0,1	0,1
1000	0	0,12	0,9	0,9
500	1	0,21	1,5	2,5
355	1,5	0,11	0,8	3,3
250	2	0,22	1,6	4,9
180	2,5	0,43	3,1	8,0
125	3	1,07	7,8	15,8
90	3,5	1,36	9,9	25,7
63	4	1,67	12,2	37,9
<63	8	8,52	62,1	100,0
		13,72	100,0	

I-5 270°/500 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,03	0,4	0,4
500	1	0,11	1,6	2,1
355	1,5	0,06	0,9	3,0
250	2	0,10	1,5	4,5
180	2,5	0,19	2,8	7,3
125	3	0,37	5,5	12,9

I-6 REF 270°/5000 m

Diameter (µm)	ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	K.V.. (%)
2000	-1	0,00	0,0	0,0
1000	0	0,01	0,1	0,1
500	1	0,03	0,3	0,5
355	1,5	0,02	0,2	0,7
250	2	0,03	0,3	1,0
180	2,5	0,06	0,7	1,7
125	3	0,17	2,0	3,7

90	3,5	0,47	7,0	19,9
63	4	0,87	13,0	32,9
<63	8	4,48	67,1	100,0
		6,68	100,0	

90	3,5	0,34	3,9	7,6
63	4	0,81	9,4	17,0
<63	8	7,17	83,0	100,0
		8,64	100,0	

Appendix II - 3. *Totalt organisk materiale (%), PL228, 2006.*

Stasjon	TOM (%)
I-1, 0° 500 m	4,2
I-2, 90° 500 m	4,3
I-3, 90° 1000 m	3,9
I-4, 180° 500 m	4,1
I-5, 270° 500 m	4,3
I-6 REF, 270° 5000 m	5,0

Appendix II - 4. *Totalt hydrokarboner (THC), mg/kg, PL228, 2006.*

Stasjon		Grab #1	Grab #2	Grab #3	Snitt	SD
I-1, 0° 500 m	0-1 cm	11	11	12	11	1
I-2, 90° 500 m	0-1 cm	13	13	10	12	2
I-3, 90° 1000 m	0-1 cm	9	10	9	9	0
	1-3 cm			10		
	3-6 cm			10		
I-4, 180° 500 m	0-1 cm	9	9	9	9	0
I-5, 270° 500 m	0-1 cm	11	11	9	10	1
I-6 REF, 270° 1000 m	0-1 cm	9	10	10	10	0

Appendix II - 5 PAH, NPD og dekaliner (mg/kg), PL228, 2006.

Stasjon	°	m		Grab#1	Grab#2	Grab#3	Snitt	St,av,
PAH								
1-3	90	1000	0-1cm	0,175	0,187	0,192	0,185	0,009
			1-3cm	0,193				
			3-6cm	0,182				
NPD								
1-3	90	1000	0-1cm	0,63	0,52	0,46	0,54	0,08
			1-3cm	0,49				
			3-6cm	0,51				
Dek								
1-3	90	1000	0-1cm	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-
			1-3cm	< 0,1				
			3-6cm	< 0,1				

Appendix II - 6 Enkeltkomponenter (NPD, PAH og dekaliner), µg/kg, Oseberg 2006

µg/kg	1-3, 90° 1000 m, 0-1 cm, #1	1-3, 90° 1000 m, 0-1 cm, #2	1-3, 90° 1000 m, 0-1 cm, #3	1-3, 90° 1000 m, 1-3 cm, #3	1-3, 90° 1000 m, 3-6 cm, #3
Naftalene	7	9	8	8	8
Fluoren	4	5	4	4	4
Fenantren	17	20	19	18	19
Antracen	3	5	4	5	4
Acenaftylen	3	4	4	4	4
Acenaften	3	3	3	3	3
Fluoranten	10	10	9	10	9
Pyren	10	12	11	11	10
Benzantracen	2	4	3	2	2
Krysen/trifenylen	23	25	25	25	24
Benzo(a)pyren	7	7	8	8	7
Indeno(1,2,3)pyren	19	18	21	21	18
Dibenzantracen	6	7	7	7	7
Benzo(ghi)perylen	21	22	25	23	19
Benzo(b/j/k)fluorantener	40	37	42	44	42
Sum PAH	175	187	192	193	182
µg/kg					
Naphtalene	7	7	7	7	7
C1-Naphtalene B +	44	38	41	45	45
C2-Naphtalene E +	116	88	82	85	88
C3-Naphtalene B	287	188	152	162	177
Fenantrene	18	20	20	19	20
Antracen	< 1	4	< 1	4	< 1
C1-Fenantrene I +	33	37	35	35	36
C2-Fenantrene A +	46	51	47	48	49
C3-Fenantrene A +	43	48	44	47	49
Dibenzoethiofen	1	2	2	2	2
C1-Dibenzoethiofen A +	6	7	7	7	7
C2-Dibenzoethiofen A +	13	14	13	13	13
C3-Dibenzoethiofen A +	13	16	14	14	16
sum NPD	626	518	461	487	506
ug/kg					
C5-dekaliner	12	17	17	14	18
C6-dekaliner	6	10	8	8	9
C7-dekaliner	4	< 1	4	4	5
C8-dekaliner	3	4	2	3	3
Sum dek	26	31	32	29	35

Appendix II - 7 Metaller (mg/kg), PL228, 2006.

Stasjon	°/m		Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
I-1	0/500	1	105	0,05	30,9	11,8		16,2	52
		2	111	0,06	31,8	12,4		16,7	53
		3	102	0,08	30,1	11,4		15,7	51
		Snitt.	**106**	**0,06**	**30,9**	**11,9**		**16,2**	**52**
		St.av.	**5**	**0,01**	**0,9**	**0,5**		**0,5**	**1**
I-2	90/500	1	78	0,04	28,3	11,6		11,3	47
		2	94	0,06	28,5	11,1		16,0	49
		3	94	0,04	25,6	9,7		13,6	43
		Snitt.	**89**	**0,05**	**27,5**	**10,8**		**13,6**	**46**
		St.av.	**9**	**0,01**	**1,6**	**1,0**		**2,4**	**3**
I-3	90/1000	1	94	0,06	26,6	10,1	0,03	13,8	52
		2	88	0,05	25,9	9,8	0,04	13,6	44
		3	97	0,04	26,7	10,1	0,03	13,7	45
		Snitt.	**93**	**0,05**	**26,4**	**10,0**	**0,03**	**13,7**	**47**
		St.av.	**5**	**0,01**	**0,5**	**0,2**	**0,00**	**0,1**	**5**
	1-3 cm	3	102	0,04	26,6	10,0	0,03	13,4	45
	3-6 cm	3	103	0,03	28,3	10,6	0,05	14,6	47
I-4	180/500	1	85	0,04	24,4	9,0		12,9	39
		2	87	0,05	25,0	9,5		13,6	42
		3	85	0,04	24,8	9,2		13,3	41
		Snitt.	**86**	**0,04**	**24,7**	**9,2**		**13,3**	**41**
		St.av.	**1**	**0,00**	**0,3**	**0,3**		**0,4**	**1**
I-5	270/500	1	95	0,06	26,2	11,1		13,0	44
		2	93	0,05	27,4	10,7		12,9	45
		3	99	0,05	28,2	10,7		14,6	46
		Snitt.	**96**	**0,05**	**27,3**	**10,8**		**13,5**	**45**
		St.av.	**3**	**0,01**	**1,0**	**0,2**		**0,9**	**1**
I-6 REF	270/5000	1	115	0,05	31,5	12,4		17,1	54
		2	117	0,05	31,2	12,2		16,9	55
		3	113	0,06	31,1	12,1		16,1	52
		Snitt.	**115**	**0,06**	**31,2**	**12,2**		**16,7**	**54**
		St.av.	**2**	**0,00**	**0,2**	**0,1**		**0,5**	**1**

Appendix III – Prøvingsrapport/ artsliste

DNV Energy:

DNV Energy er en ledende profesjonell leverandør av tjenester for å sikre og forbedre forretnings resultater, ved å assistere energi selskaper gjennom den totale verdikjeden fra valg av konsept via letevirksomhet, produksjon, transport, foredling og distribusjon. Vår brede ekspertise dekker driftsoptimalisering; helhetlig risikostyring; helse, miljø og sikkerhetsledelse; laboratorietjenester; offshore klassifikasjon; teknologikvalifisering og verifikasjon.

REGIONALE HOVEDKONTOR:

DNV ENERGY
Americas and West Africa
Rua Sete de Setembro
111/12 Floor
20050006 Rio de Janeiro
Brazil
Phone: +55 21 2517 7232

DNV ENERGY
Asia and Middle East
24th Floor, Menara Weld
76, Jalan Raja Chulan
50200 Kuala Lumpur
Malaysia
Phone: +603 2050 2888

DNV ENERGY
Europe and North Africa
Palace House
3 Cathedral Street
London SE1 9DE
United Kingdom
Phone: +44 20 7357 6080

DNV ENERGY
Nordic and Eurasia
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norge
Phone: +47 67 57 99 00

DNV ENERGY
Offshore Class and Inspection
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00

DNV ENERGY
Cleaner Energy & Utilities
Veritasveien 1
N-1322 Hovik
Norway
Phone: +47 67 57 99 00

MANAGING RISK DNV