
TEKNISK RAPPORT

CONOCOPhillips/BP/STATOIL

MILJØOVERVÅKING 2002, REGION I - EKOFISK

SAMMENDRAGSRAPPORT

RAPPORT NR. 2003-0398

REVISJON NR. 01

DET NORSKE VERITAS/SINTEF

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 2003-04-08	Prosjekt nr.: CONNO65100138	Det Norske Veritas DNV Consulting Veritasveien 1 1322 Høvik Norway Tel: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. No: NO945 748 931 MVA
Godkjent av: Hermann S. Wiencke Service Area Manager	Organisasjonsenhet: CONNO651 Service Area SHE Management, Oslo	
Oppdragsgiver: ConocoPhillips	Oppdragsgiver ref.: Eimund Garpestad	
<p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten presenterer et sammendrag av resultatene fra miljøovervåking av Region I – Ekofisk i 2002.</p> <p>Sedimenter ble samlet inn fra følgende installasjoner: Ula, Gyda, Valhall, Tor, Hod, Ekofisk Center 2/4 B&K, Ekofisk 2/4 A, Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk 2/7 B, Embla, Yme Gamma, Yme Beta og Tambar.</p> <p>Totalt ble 151 stasjoner prøvetatt, inkludert stasjoner på tidligere installasjonssentre på Yme Gamma og Beta, og fra borekakhauget ved Ekofisk 2/4 A. Prøvene er analysert for kjemiske og biologiske parametere.</p> <p>Rapporten består av tre deler; Main Report, Summary Report/Sammendragsrapport og Appendiks Report.</p>		

Rapport nr.: 2003-0398	Emnegruppe: Marin overvåking
Rapporttittel: Miljøovervåking 2002, Region I - Ekofisk Sammendragsrapport	
Utført av: Sam-Arne Nøland, Nina Gjøs, Siri M. Bakke, Frøydis Orelid	
Verifisert av: Tor Jensen	
Dato for denne revisjon: 08.04.2003	Rev. nr.: 01
	Antall sider: 59

Indekseringstermer

Sedimenter
 Bunnfauna
 Nordsjøen
 Olje

- ☒ Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år
- ☐ Strengt konfidensiell
- ☐ Fri distribusjon

TEKNISK RAPPORT

<i>Innholdsfortegnelse</i>	<i>Side</i>
1 RESYMÉ	1
2 INNLEDNING	5
3 METODER	6
4 RESULTATER	6
4.1 Regionale stasjoner	12
4.2 Valhall	15
4.3 Hod	18
4.4 Ula	21
4.5 Gyda	24
4.6 Tambar	27
4.7 Ekofisk Centre og 2/4 B&K	30
4.8 Ekofisk 2/4 A	34
4.9 Eldfisk 2/7 A/FTP	41
4.10 Eldfisk 2/7 B	43
4.11 Embla 2/7 D	46
4.12 Tor 2/4 E	48
4.13 Yme Gamma	51
4.14 Yme Beta	55
5 ANBEFALINGER	58

TEKNISK RAPPORT

FORORD

Miljøundersøkelsen i Region I, Ekofisk 2002 er utført i fellesskap av Det Norske Veritas og SINTEF Kjemi på oppdrag fra ConocoPhillips, BP og Statoil.

Representanter for oppdragsgiverne har vært:

ConocoPhillips: Eimund Garpestad, Britt Brun

BP: Hans Grüner/Arne Skullerud

Statoil: Karl Henrik Bryne

Personell

Feltarbeid: Tor Jensen (toktleder), Sam-Arne Nøland, Erik Bjørnbom, Thomas Møskeland og Tormod Hansen (alle DNV) og Øyvind Kvalvåg og Karina Ødegård (begge SINTEF).

Sedimentanalyser:

Kornstørrelsesfordeling:

Oddveig M. Bakken, May Kristin Ditlevsen, Liv-Guri Faksness, Anne Larsen

TOM analyser:

Nina Gjøs, Ingegerd Rustad

Metall analyser:

Øivind Kvalvåg, Karina Ødegård

Opparbeiding av sedimentene:

Hilde Drangsholt, Nina Gjøs, Frøydis Oreld, Ingegerd Rustad, Grete Tveten

THC og ester analyser:

Frøydis Oreld

Utvalgte hydrokarboner:

Hilde Drangsholt

PCB analyser:

Grete Tveten

De kjemiske analysene er utført ved SINTEF Kjemi, avd. Miljøteknologi og analyse.

Kornstørrelsefordelingen er utført ved SINTEF Kjemi, avd. Marin Miljøteknologi.

Biologiske analyser:

Artsbestemming:

Siri Mordal Bakke, DNV (Polychaeta, varia)

Thomas Møskeland, DNV (Crustacea)

Erik Bjørnbom, DNV (Crustacea)

Sam-Arne Nøland, DNV (Echinodermata)

Tor Jensen, DNV (Mollusca)

Tormod G. Hansen, DNV (Polychaeta, varia)

Per Bie Wikander, innleid (Mollusca)

Øystein Stokland, innleid (Polychaeta, varia)

Inger D. Saanum, innleid (Polychaeta, varia)

Sortering har foregått ved DNVs Biologilaboratorium

Univariate analyser:

Thomas Møskeland, Sam-Arne Nøland

Multivariate analyser:

Sam-Arne Nøland, Siri M. Bakke

Rapportering:

Kjemi:

Nina Gjøs, Frøydis Oreld

Biologi:

Sam-Arne Nøland, Siri M. Bakke, Tor Jensen

Main Report:

Sam-Arne Nøland

Prosjektleder:

Sam-Arne Nøland

TEKNISK RAPPORT



De to laboratoriene - SINTEF Kjemi, avdelingene Miljøteknologi & analyse og Marin Miljøteknologi - er begge akkreditert av Norsk Akkreditering til å utføre kjemiske analyser, akkrediteringsnr. TEST 032 og TEST 091. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.



Akkrediteringen omfatter metoder for bestemmelse av totalmengde hydrokarboner (THC), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), utvalgte hydrokarboner (NP), polyklorete bifenyler (PCB), metaller, totalt organisk materiale (TOM) og kornstørrelsefordeling i sedimenter.

DNVs Biologilaboratorium (DNV Consulting) er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking av marint sediment for kjemiske og biologiske analyser samt å utføre biologiske analyser av bløtbunnsfauna, akkred.nr. TEST 083. Akkrediteringen er i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

1 RESYMÉ

Miljøundersøkelsen 2002 på Region I viser:

- Resultat fra undersøkelsen i 2002 er hovedsakelig svært lik undersøkelsen i 1999.
- Sedimentene på Region I består hovedsakelig av fin sand..
- Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt og varierer fra 0,4 % til 2,1 %.
- De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boringen som er foretatt.
- De regionale stasjonene og referansestasjonene er fremdeles upåvirket av borekjemikalier - ingen forurensning eller forhøyde konsentrasjoner er funnet i disse sedimentene.
- Relativt høye THC nivåer er fremdeles funnet på de fleste feltene, og konsentrasjonene er, med noen få unntak, som i 1999. Dette illustrerer den langsomme nedbrytningshastigheten for hydrokarboner. Sedimentene på Region I har fremdeles litt forhøyde hydrokarbonverdier ut til 4000m på Valhall og på Ekofisk Centre.
- Basevæskene fra pseudo-oljebasert slam (olefiner) er funnet på de fleste stasjoner på felt hvor det har vært boret med disse systemene.
- Basevæskene fra esterbasert boreslam er funnet i lave konsentrasjoner på Ekofisk 2/4 A (Finagreen) og på Yme Gamma (Petrofree). Resultatene stemmer overens med at estere nedbrytes lettere enn hydrokarboner.
- Basevæsker fra eterbasert boreslam (Aquamul B og Aquamul BII) er ikke med i analysene, men eterforbindelsene er likevel funnet på Ula, Ekofisk Centre og 2/4 B&K og på Tor. Disse eterforbindelsene brytes ikke like lett ned som tidligere antatt.
- Spredning av borekaks og slam illustreres av barium resultatene. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på de fleste stasjonene, og ut til 2000m på 6 av de 13 feltene. Generelt er Ba konsentrasjonene de samme som i 1999. På Tambar er det funnet en nedgang.
- Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, og forhøyde verdier er bare funnet på noen stasjoner.
- En kjerneprøve fra borekakshaugen på Ekofisk 2/4 A er analysert. Forhøyde konsentrasjoner av alle de kjemiske parametrene, inkludert PCB, er funnet ned til 60 cm, bortsett fra Cd og Hg i de dypeste lagene.
- Prøver fra installasjonssenteret på Yme Gamma og Yme Beta er analysert. Høye konsentrasjoner av THC og Ba er funnet. PCB er ikke funnet; en prøve er analysert.
- Som i 1999 dominerer børstemarken *Myriochele oculata* faunaen, og bidrar til en markert reduksjon i diversitetsindeksene. Denne arten er blant de mest vanlige børstemarkene i Nordsjøen. Det høye antallet av denne arten er imidlertid fordelt på en usystematisk måte, og korrelerer ikke med nivåene av hydrokarboner og metaller i sedimentet. Arten er derfor ikke ansett å være en passende indikatorart for evaluering av effekter som følge av oljerelaterte aktiviteter på sokkelen.

TEKNISK RAPPORT

- Når *M. oculata* utelates fra datasettet er diversitetsindeksene i Ekofiskområdet høye, og kun mindre områder ansees som påvirket:
 - Ved Yme Gamma, 100m fra installasjonssenteret og 250m i en retning.
 - Ved Yme Beta, 100m fra installasjonssenteret.
 - Ved Ekofisk 2/4 A, 3 av 100m stasjonene
 - Ved Ekofisk Center 2/4 B stasjonene ut til 850m i østlig og sørøstlig retning.
 - Ved Tor, 250m i sørlig retning.
 - Ved Eldfisk A, 500m i sørlig retning.
 - Ved Ula, 250m i sørøstlig retning.

Ingen av de undersøkte stasjonene ved Valhall, Gyda, Hod, Tambar, Eldfisk 2/7B og Embla er ansett som forstyrret.

- På Yme Gamma, Yme Beta og Ekofisk 2/4 A er stasjoner i 100m avstand fra installasjonssenter inkludert. Antall forstyrrede stasjoner er derfor noe høyere enn det som kunne forventes ved et ordinært overvåkingsprogram. I foreliggende undersøkelse er *M. oculata* i liten grad tatt hensyn til. Det bør imidlertid bemerkes at det raskt økende antallet av denne arten i størstedelen av Ekofiskregionen (også de regionale stasjonene) indikerer en generell ytre påvirkning, muligens relatert til tilførsler av organisk materiale/næringssaltdynamikk. Trenden er ikke relatert til THC, Ba eller andre metaller som er sluppet ut i forbindelse med oljeaktiviteter i området, og bør derfor undersøkes i en videre forstand.

De viktigste parametrene og variasjonen på hvert felt:

Regionale stasjoner	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	1,6 – 5,9	Konsentrasjonen av hydrokarboner, barium og metaller er lav, og ingen
Ba (mg/kg)	7,0 – 72	forhøyde verdier er funnet.
Antall arter (S)	58 – 82	Faunaen karakteriseres som uforstyrret. Børstemarken <i>Myriochele</i>
Antall individer (N)	414 – 706	<i>oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet, spesielt i sentrale deler av region.
Diversitet (H')	4,1 – 4,9	Det høye antallet og den geografiske fordelingen av arten korrelerer ikke
Jevnhet (J)	0,7 – 0,8	med THC, metaller og andre undersøkte parametere, og ansees å ikke ha
E ₁₀₀	28 – 36	sammenheng med oljeaktivitetene i området.

Valhall	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	4,8 – 274	Forhøyde THC og Ba verdier ut til 4000m. Olefiner fra Novaplus er
Ba (mg/kg)	35 - 5120	sluppet ut i 1996, er funnet ved 500m.
Antall arter (S)	68 – 91	
Antall individer (N)	651 – 1611	Fauna domineres av <i>M. oculata</i> . Ingen av de undersøkte stasjonene
Diversitet (H')	4,2 – 5,1	karakteriseres som forstyrret.
Jevnhet (J)	0,7 – 0,8	
E ₁₀₀	29 – 37	

Hod	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	4,1 – 165	Forhøyde THC og Ba verdier ut til 2000m. Olefiner er funnet på alle
Ba (mg/kg)	45 - 1520	stasjoner, antagelig fra utslipp av Novasol og Novaplus i 1994/1995.
Antall arter (S)	60 – 85	
Antall individer (N)	414 – 1013	Som tidligere dominerer <i>M. oculata</i> bunndyrssamfunnet, men i mye
Diversitet (H')	4,3 – 5,3	større antall. Ingen av de undersøkte stasjonene karakteriseres som
Jevnhet (J)	0,7 – 0,8	forstyrret.
E ₁₀₀	31 – 41	

TEKNISK RAPPORT

Ula	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,3 – 143	Forhøyde THC og Ba verdier ut til 1000m. THC har økt litt siden 1999.
Ba (mg/kg)	29 - 3500	Baseoljen Aquamul BII (etere) er funnet på alle stasjonene.
Antall arter (S)	55 – 89	
Antall individer (N)	615 – 1199	<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye store
Diversitet (H')	3,7 – 4,7	antall. En av de undersøkte stasjonene (135°/250m) karakteriseres som
Jevnhet (J)	0,6 – 0,7	forstyrret.
E ₁₀₀	23 – 33	
Gyda	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	3,4 – 9,2	Forhøyde THC og Ba verdier ut til 1000m. Resultatene er tilsvarende
Ba (mg/kg)	40 - 542	som i 1999.
Antall arter (S)	63 – 95	<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye store
Antall individer (N)	528 – 1321	antall. Ingen av de undersøkte stasjonene karakteriseres som forstyrret.
Diversitet (H')	4,1 – 4,7	
Jevnhet (J)	0,6 – 0,8	
E ₁₀₀	28 – 32	
Tambar	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	2,9 – 15,8	Forhøyde THC verdier ut til 500m, og forhøyde Ba verdier ut til 1000m.
Ba (mg/kg)	55 - 538	THC konsentrasjonene har avtatt siden 1999. Grunnlagsundersøkelse i
Antall arter (S)	58 – 82	1999. Bare baritt er sluppet ut.
Antall individer (N)	509 – 823	<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye store
Diversitet (H')	4,4 – 4,8	antall. Ingen av de undersøkte stasjonene karakteriseres som forstyrret.
Jevnhet (J)	0,7 – 0,8	
E ₁₀₀	29 – 34	
Ekofisk Centre og 2/4 B&K	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	5,9 – 601	Forhøyde THC og Ba verdier som i 1996/1999 ut til 4400m. Olefiner og
Ba (mg/kg)	72 - 4680	etere (Aquamul B) er funnet, i samsvar med rapporterte utslipp.
Antall arter (S)	48 – 86	
Antall individer (N)	384 – 1286	<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye store
Diversitet (H')	3,0 – 5,3	antall. Fire stasjoner (94°/800, 70°/500, 140°/850 og 175°/500)
Jevnhet (J)	0,5 – 0,8	karakteriseres som forstyrret.
E ₁₀₀	18 – 40	
Ekofisk 2/4 A	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	8,2 - 141	Forhøyde THC og Ba verdier ut til 2000m. Olefiner og estere (Finagreen)
Ba (mg/kg)	268 – 4740	er funnet. PCB er analysert for første gang og også funnet. Forhøyde
Antall arter (S)	63 – 90	verdier av tungmetaller på de fleste stasjonene.
Antall individer (N)	550 – 1516	Borekakshaug med kjerneprøve ned til 60 cm: Forhøyde verdier av
Diversitet (H')	4,1 – 5,2	hydrokarboner, estere (Finagreen), PCB, Ba og tungmetaller i alle lagene.
Jevnhet (J)	0,6 – 0,8	Høyere konsentrasjoner nedover i lagene. Det er ikke funnet et spesielt
E ₁₀₀	24 – 38	lag som er ”verst”.
		<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye store
		antall. Diversitetsindeksene (ex. <i>M. oculata</i>) er høye og reflekterer en
		uforstyrret fauna bortsett fra på de innerste stasjonene plassert 100m fra
		installasjonssenteret samt en stasjon i avstand 250m i 67° retningen.

TEKNISK RAPPORT

Eldfisk 2/7 A/FTP	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	6,1 - 32,5	Forhøyde THC verdier ut til 500m. Forhøyde Ba verdier ut til 2000m.
Ba (mg/kg)	111 - 1540	Olefiner er påvist, tilsvarende som i 1999. Resultatene er hovedsakelig i samsvar med utslippene.
Antall arter (S)	64 - 85	
Antall individer (N)	622 - 1051	
Diversitet (H')	3,96 - 5,21	<i>M. oculata</i> er betraktelig mer dominerende enn i tidligere undersøkelser.
Jevnhet (J)	0,65 - 0,82	Bunnfaunaen er relativt uforstyrret bortsett fra på en stasjon (180°/500).
E ₁₀₀	25 - 38	
Eldfisk 2/7 B	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	7,8 - 16,4	Forhøyde THC og Ba verdier som i 1999 ut til 2000m. Olefiner er funnet.
Ba (mg/kg)	213 - 1850	Dekalinverdiene har økt. Pseudo-oljebaserte borevæsker (olefiner) og baritt er sluppet ut siden 1999.
Antall arter (S)	61 - 78	
Antall individer (N)	693 - 888	<i>M. oculata</i> dominerer bunndyrssamfunnet som i 1999, men i mye større antall. Ingen av de undersøkte stasjonene karakteriseres som forstyrret.
Diversitet (H')	4,4 - 5,0	
Jevnhet (J)	0,7 - 0,8	
E ₁₀₀	29 - 35	
Embla 2/7 D	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	6,7 - 11,0	Laveste THC verdier på Ekofisk området, og litt forhøyde verdier ut til 1000m. Forhøyde Ba verdier ut til 1000m, disse har avtatt siden 1999.
Ba (mg/kg)	152 - 1170	Ingen utslipp siden 1996.
Antall arter (S)	65 - 77	
Antall individer (N)	574 - 872	
Diversitet (H')	4,5 - 5,1	Ingen av de undersøkte stasjonene karakteriseres som forstyrret.
Jevnhet (J)	0,7 - 0,8	
E ₁₀₀	31 - 37	
Tor 2/4 E	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	5,5 - 30,7	Forhøyde THC verdier ut til 500m, og forhøyde Ba verdier ut til 1000m.
Ba (mg/kg)	123 - 1420	Etere fra baseoljen Aquamul B er funnet, og disse er sluppet ut i 1990.
Antall arter (S)	64 - 82	
Antall individer (N)	478 - 927	Bunnfaunaen er relativt uforstyrret bortsett fra på en stasjon (180°/250) som karakteriseres som lett forstyrret.
Diversitet (H')	4,4 - 5,0	
Jevnhet (J)	0,7 - 0,8	
E ₁₀₀	32 - 37	
Yme Gamma	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	1,8 - 86,5	Forhøyde THC verdier ut til 250m og forhøyde Ba verdier ut til 1000m. Olefiner og estere fra Petrofree er funnet ved 250m og 500m. Ester konsentrasjonene har avtatt siden 1999. Resultatene er i samsvar med boringen.
Ba (mg/kg)	6,0 - 4350	Installasjonssenteret: Høyt innhold av silt og leire. Høye THC, olefin og Ba verdier (opp til 1,3 %). Forhøyde metallverdier.
Antall arter (S)	43 - 101	Børstemarken <i>M. oculata</i> som dominerer faunaen i sentrale deler av regionen, er ikke dominerende på Yme Gamma. Bunndyrssamfunnet er uforstyrret med unntak av stasjonene i 100m avstand fra feltsenteret samt stasjon 120/250.
Antall individer (N)	374 - 1256	
Diversitet (H')	1,7 - 5,6	
Jevnhet (J)	0,3 - 0,9	
E ₁₀₀	12 - 45	
Yme Beta	Variasjon	Beskrivelse av feltet
THC (mg/kg)	0,1 - 4,1	Forhøyde THC konsentrasjoner er ikke funnet. Forhøyde Ba verdier ut til 500m, lavere konsentrasjoner enn på Yme Gamma. Resultatene er i samsvar med boringen.
Ba (mg/kg)	7,0 - 404	Installasjonssenteret: Mindre silt og leire enn på Yme Gamma. Høye THC, olefin og Ba verdier ved 0°/0m, og forhøyde metallverdier. PCB er ikke funnet. Lavere verdier på 100m stasjonene.
Antall arter (S)	53 - 92	Børstemarken <i>M. oculata</i> som dominerer faunaen i sentrale deler av regionen, er ikke dominerende på Yme Beta. Bunndyrssamfunnet er uforstyrret med unntak av stasjonene i 100m avstand fra feltsenteret.
Antall individer (N)	425 - 641	
Diversitet (H')	4,1 - 5,5	
Jevnhet (J)	0,7 - 0,9	
E ₁₀₀	24 - 43	

TEKNISK RAPPORT

2 INNLEDNING

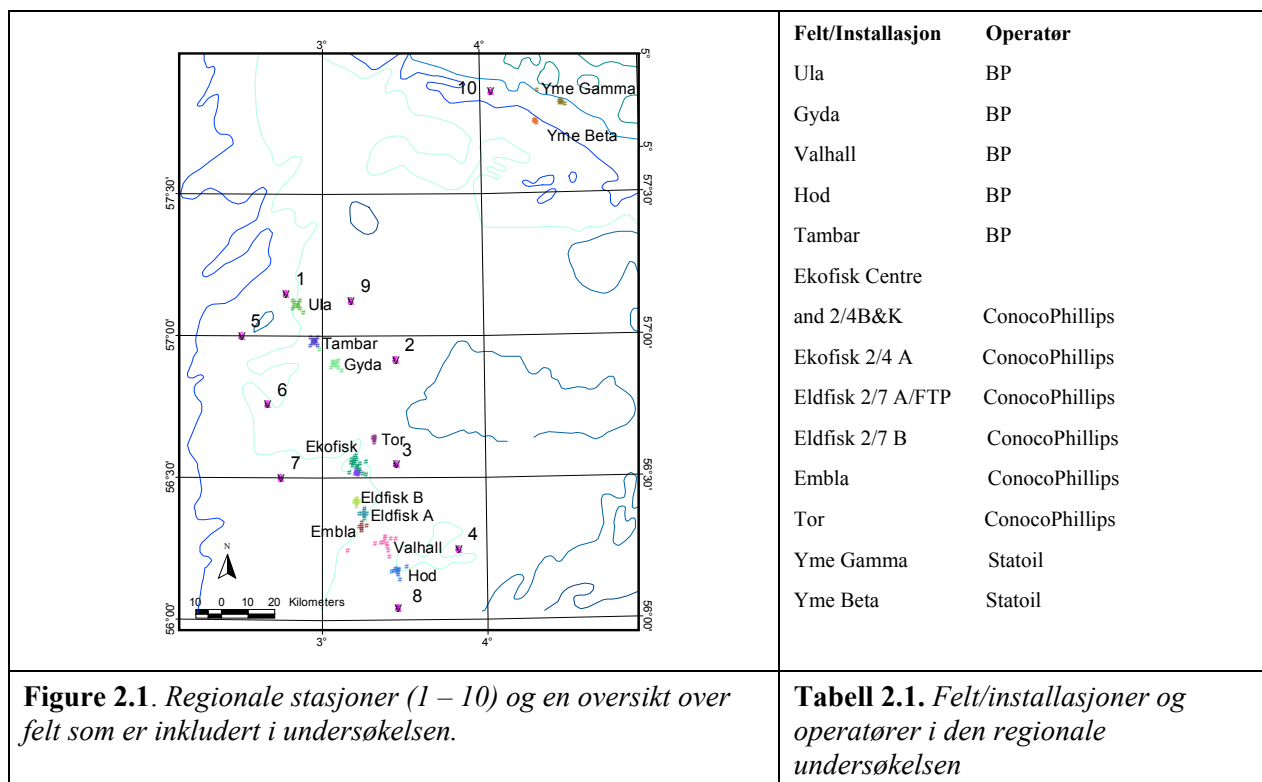
Denne sammendragsrapporten presenterer de viktigste resultatene fra miljøundersøkelsen i Region I, Ekofisk i 2002. Hovedmålet med regional overvåking er å studere eventuelle miljøeffekter som følge av aktiviteter i forbindelse med oljevirkksomheten over et større område. Regional overvåking er utført siden 1996.

Rapporten presenterer resultater fra 13 forskjellige felt/installasjoner i regionen. En oversikt over regionen inklusiv installasjoner er vist i Figur 2.1. Antall og plassering av de regionale stasjonene er uendret siden forrige undersøkelse i 1999.

Ekofiskregionen omfatter den sørlige del av norsk sektor i Nordsjøen. Dypet varierer fra ca. 65m i sør til 90m i nord.. Tidevannsstrømmen i området er i NØ-SV retningen, mens reststrømmen er i SØ retning. Se Tabell 2.1 for felt/installasjoner som inkluderes i regional overvåking.

Rapporten består av tre deler; English Summary Report (rapp. nr. 2003-0397)/Sammendragsrapport (rapp. nr. 2003-0398) som inneholder de viktigste resultatene, Hovedrapporten (rapp. nr. 2003-0338) som inneholder detaljerte resultater og diskusjon, og Appendiksrapporten (rapp. nr. 2003-0394) som inneholder toktrapport, prøvingsrapport og andre detaljer.

Stasjonskart for hvert enkelt felt ligger bakerst i hovedrapporten.



3 METODER

Feltarbeidet ble utført fra 30. mai til 9. juni fra fartøyet *Stril Hercules*. Prøvetaking og analyser ble utført i henhold til *Forskrifter om utføring av aktiviteter i Petroleumsvirksomheten* (3. september 2001) og DNV/Sintefs interne prosedyrer for denne type arbeid. Sedimentet ble analysert for følgende parametere:

Analyse	Parameter
Sedimentkarakterisering	
• Kornstørrelsefordeling	- Fordeling av pelit (< 63µm) og sand (>63µm) - Kumulativ weight% fordeling fra 63-2000µm - Median partikkel diameter (Md), standard avvik (SD), skjevhet (Sk) og kurtose (K)
• Totalt organisk materiale	- % TOM i sedimentet
Kjemiske analyser	
• Hydrokarboner	- THC, sum C12-C35 olefiner inkludert - NPD, naftalener, fenantrener og dibenzotiofener sum og enkeltforbindelser - PAH, 16 EPA forbindelser sum og enkeltforbindelser - Dekaliner, sum av C5-C8 alkyl dekaliner - Olefiner, forbindelser i området C14H28 til C20H42
• Estere	- Petrofree og Finagreen
• Polyklorerte bifenyler	- PCB, 7 kongenere
• Metaller	- Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Al og Li oppslutning med salpetersyre og med flussyre /kongevann/ borsyre
Biologiske analyser	
• Bunndyrssamfunn	Antall arter og individer

Detaljer fra feltarbeidet er oppgitt i en separat toktrapport (DNV 2002-0737) som er vedlagt i Appendiksrapporten. En oversikt fra feltarbeidet er vedlagt bakerst i denne rapporten.

4 RESULTATER

Region I

En samlet oversikt over karakteriseringen og de kjemiske analysene av sedimentene på Region I er gitt i samletabellen nedenfor.

TEKNISK RAPPORT

Samletabell Region I 2002

Parameter	Regional stasjoner	Valhall	Hod	Ula	Gyda	Tambar	Ekofisk Centre 2/4 B&K
	(10 stasjoner)	(12 stasjoner)	(10 stasjoner)	(9 stasjoner)	(10 stasjoner)	(10 stasjoner)	(18 stasjoner)
Sand %	95 - 99	92 - 96	94 - 96	92 - 97	93 - 100	94 - 97	87 - 97
TOM %	0,6 - 0,9	0,7 - 1,2	0,8 - 1,0	0,8 - 0,9	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9	0,8 - 2,1
THC mg/kg	1,6 - 5,9	4,8 - 274	4,1 - 165	3,3 - 143	3,4 - 9,2	2,9 - 15,8	5,9 - 601
Olefiner* mg/kg	na	na	1,3 - 17,6	na	na	na	2,0 - 361**
Estere* mg/kg	na	na	na	na	na	na	na
NPD* µg/kg	8 - 26	15 - 782	19 - 1230	22 - 297	13 - 52	14 - 34	21 - 392
PAH* µg/kg	18 - 57	35 - 174	46 - 113	41 - 119	28 - 64	24 - 27	48 - 366
Dekaliner* µg/kg	nd	nd - 7920	nd - 3840	nd - 6780	nd - 328	188 - 1050	nd - 13600
Ba mg/kg	7,0 - 72	35 - 5120	45 - 1520	29 - 3500	40 - 542	55 - 538	72 - 4680
Cr mg/kg	5,8 - 9,1	6,3 - 8,5	6,4 - 7,7	5,9 - 7,0	4,2 - 6,7	6,4 - 7,2	7,7 - 14,4
Cu mg/kg	0,8 - 1,3	1,2 - 7,8	1,0 - 1,9	1,2 - 7,6	1,2 - 1,8	1,0 - 2,4	1,0 - 70
Pb mg/kg	3,7 - 7,0	6,8 - 19,5	6,1 - 14,2	6,1 - 18,5	4,4 - 7,8	5,6 - 6,3	6,3 - 31
Zn mg/kg	3,5 - 8,2	6,3 - 31,8	6,0 - 12,6	5,9 - 56,5	4,6 - 10,8	5,1 - 13,0	5,6 - 82
Cd mg/kg	nd - 0,01	nd - 0,08	nd - 0,04	nd - 0,08	nd - 0,01	nd	nd - 0,16
Hg* mg/kg	nd - 0,01	0,01 - 0,03	0,01 - 0,02	nd - 0,02	0,01	0,01	nd - 0,05

* noen stasjoner analysert ** : olefiner/etere ***: installasjonssenter ikke medregnet na: ikke analysert nd: ikke påvist
kvantifiseringsgrenser: olefiner 0,2 mg/kg, estere: 0,2 mg/kg, dekaliner 0,050 mg/kg, Cd 0,01 mg/kg, Hg 0,01mg/kg

Samletabell Region I 2002 forts.

Parameter	Ekofisk 2/4 A	Eldfisk 2/7 A / FTP	Eldfisk 2/7 B	Embla 2/7 D	Tor 2/4 E	Yme Gamma ***	Yme Beta ***
	(25 stasjoner)	(9 stasjoner)	(9 stasjoner)	(6 stasjoner)	(6 stasjoner)	(10 stasjoner)	(8 stasjoner)
Sand %	80 - 95	94 - 97	92 - 97	94 - 97	96 - 98	95 - 100	97 - 99
TOM %	0,8 - 2,1	0,8 - 0,9	0,8 - 1,0	0,7 - 0,9	0,9 - 1,0	0,5 - 0,9	0,4 - 0,5
THC mg/kg	8,2 - 141	6,1 - 32,5	7,8 - 16,4	6,7 - 11,0	5,5 - 30,7	1,8 - 86,5	0,1 - 4,1
Olefiner* mg/kg	8,0 - 54,2	0,9 - 1,3	0,8 - 0,9	na	na	nd - 9,9	nd - 4,7
Estere* mg/kg	nd - 2,1	na	na	na	na	nd - 4,3	na
NPD* µg/kg	65 - 722	27 - 51	35 - 60	26 - 30	48 - 120	6 - 398	6 - 20
PAH* µg/kg	64 - 322	40 - 53	51 - 56	47 - 55	43 - 45	11 - 124	5 - 9
Dekaliner* µg/kg	73 - 1330	52 - 2490	87 - 626	nd	nd - 72	nd - 2720	103 - 180
Ba mg/kg	268 - 4740	111 - 1540	213 - 1850	152 - 1170	123 - 1420	6,0 - 4350	7,0 - 404
Cr mg/kg	7,2 - 12,2	6,1 - 7,6	6,1 - 7,5	7,1 - 8,0	7,1 - 8,0	5,0 - 7,9	6,5 - 8,3
Cu mg/kg	1,5 - 13,5	1,2 - 2,4	1,2 - 2,5	1,3 - 1,7	1,3 - 5,0	0,8 - 5,2	0,4 - 0,8
Pb mg/kg	8,7 - 57,9	4,9 - 14,0	7,4 - 15,6	8,1 - 12,0	6,3 - 24,3	5,6 - 10,4	5,6 - 6,5
Zn mg/kg	8,0 - 150	7,1 - 12,5	7,2 - 14,3	7,3 - 11,8	6,5 - 25,3	5,4 - 18,8	4,0 - 9,5
Cd mg/kg	0,01 - 0,27	nd - 0,02	0,01 - 0,02	nd - 0,01	nd - 0,04	nd - 0,03	nd - 0,01
Hg* mg/kg	0,02 - 0,08	0,02	0,02	nd - 0,01	0,02 - 0,04	0,01 - 0,02	nd - 0,01

* noen stasjoner analysert ** : olefiner/etere ***: installasjonssenter ikke medregnet na: ikke analysert nd: ikke påvist
kvantifiseringsgrenser: olefiner 0,2 mg/kg, estere: 0,2 mg/kg, dekaliner 0,050 mg/kg, Cd 0,01 mg/kg, Hg 0,01mg/kg

I tillegg til resultatene som er gitt i samletabellen er følgende analyser utført:

- På Ekofisk 2/4 A: PCB er analysert på noen stasjoner
Borekakshaug, kjerneprøve
- På Yme Gamma: Installasjonssenter 0°/0m og 100m stasjoner
- På Yme Beta: Installasjonssenter 0°/0m og 100m stasjoner
PCB analyse av en prøve

Resultatene fra borekakshaugen og installasjonssentrene er diskutert for seg.

TEKNISK RAPPORT

Kornstørrelsefordeling

Sedimentene på de fleste feltene på Region I består av fin sand. På Yme Gamma og Yme Beta er sedimentene grovere og betegnes som medium sand.

Innholdet av sand dominerer på alle stasjonene. På de regionale stasjonene er gjennomsnittlig sandinnhold 96,6 %, og gjennomsnittlig silt og leire (pelitt) er 3,5 %. Denne middelverdien er representativ for regionen.

Innholdet av sand varierer fra 80,4 % (Ekofisk 2/4 A stasjon 5B, 67°/150m) til 99,6 % (Gyda stasjon 17, 315°/250m). Det laveste sandinnholdet (< 90 %) og således det høyeste innholdet av silt og leire er funnet på 100m, 150m og 200m stasjonene på Ekofisk 2/4 A og på noen stasjoner på Ekofisk Centre.

Generelt er det bare funnet små forskjeller i innholdet av silt og leire sammenlignet med den forrige undersøkelsen i 1999. Imidlertid er det funnet en økning på de fleste stasjonene på Ekofisk Centre og på Ekofisk 2/4 A.

Totalt organisk materiale (TOM)

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt. Konsentrasjonene varierer fra 0,4 % (Yme Beta) til 2,1 % (Ekofisk Centre og Ekofisk 2/4 A). Resultatene er sammenlignbare med den forrige undersøkelsen i 1999, men litt økning er funnet noen steder (Ekofisk Centre, Ekofisk 2/4 A og Tor).

Hydrokarboner

Innholdet av hydrokarboner i sedimentene fra boreslamsolje eller basevæskene avhenger av boreaktivitetene og vil således variere fra felt til felt.

En tendens til vertikal transport av hydrokarboner er observert, med økende konsentrasjoner i sedimentlaget ved 1-3 cm og 3-6 cm.

På de regionale stasjonene og på referansestasjonene er THC konsentrasjonen lav og varierer fra 1,6 mg/kg til 5,9 mg/kg. Ingen økning er funnet siden den siste undersøkelsen i 1999.

På Valhall og Hod er 500m stasjoner tatt med i årets undersøkelse. De høyeste THC konsentrasjonene er 274 mg/kg på Valhall og 165 mg/kg på Hod, begge ved 500m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 4000m på Valhall og ut til 2000m på Hod. I hovedsak er THC konsentrasjonene som i 1999 på de stasjonene som kan sammenlignes. Olefiner fra basevæskene i pseudo-oljebasert boreslam er funnet på alle stasjoner på Hod, bortsett fra referansestasjonen. På Valhall er olefiner funnet i sedimentene på en av 500m stasjonene.

På Ula og Gyda er 250m og 500m stasjoner tatt med i årets undersøkelse. På Ula er de høyeste THC konsentrasjonene funnet på en av 250m stasjonene, 143 mg/kg. Hovedtendensen er en økning av THC konsentrasjonene siden 1999. Den eterbaserte borevæsken Aquamul BII er også funnet i sedimentene, og gir et stort bidrag til THC innholdet. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 1000m. På Gyda er THC konsentrasjonene lave, og tilsvarende som i 1999. De høyeste konsentrasjonene er funnet på en av 500m stasjonene, 9,2 mg/kg. Bare litt forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 500m.

Tambar ligger i området mellom Gyda og Ula. Som for Gyda er THC konsentrasjonene lave, men på Tambar har de avtatt siden 1999. Den høyeste THC konsentrasjonen er funnet på en av

TEKNISK RAPPORT

250m stasjonene, 15,8 mg/kg. Forhøyde THC konsentrasjoner er begrenset til 250m og 500m stasjonene i 135° retningen.

På Ekofisk området er høye THC konsentrasjoner funnet på Ekofisk Centre, opp til 601 mg/kg, og på Ekofisk 2/4 A, opp til 141 mg/kg. Forhøyde konsentrasjoner er funnet ut til henholdsvis 4400m og 2000m. Verdiene er i hovedsak som i 1999, bortsett fra en betydelig økning på en av stasjonene på Ekofisk Centre, og en reduksjon på 100m stasjonene på Ekofisk 2/4 A. En stor del av økningen i "THC" konsentrasjonen på Ekofisk Centre skyldes didecyl etere i borevæsken Aquamul B.

På Eldfisk 2/7 A/FTP, Eldfisk 2/7 B, Embla 2/7 D og Tor 2/4 E er THC konsentrasjonene lavere, opp til ca. 30 mg/kg på Eldfisk 2/7 A/FTP og Tor og ca. 15 mg/kg på Eldfisk 2/7 B og Embla. Resultatene er i hovedsak som i 1999. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet ut til 2000m på Eldfisk 2/7 B, ut til 1000m på Embla og ut til 500m på Eldfisk 2/7 A/FTP og Tor.

Yme feltene ligger nord-øst i Region I. Disse feltene er nyere enn de andre, med grunnlagsundersøkelser i 1994. På Yme Gamma er forhøyde THC konsentrasjoner funnet ut til 250m, og konsentrasjonene har avtatt eller er tilsvarende som i 1999 undersøkelsen. Olefiner er funnet på de fleste stasjonene, en nedgang eller tilsvarende som i 1999. På Yme Beta er det ikke funnet forhøyde THC konsentrasjoner.

Resultatene for de utvalgte hydrokarbonene NPD, PAH og C₅ - C₈ alkyldekaliner understøtter THC resultatene. Spesielt kan forekomst av dekaliner gi indikasjon på at boreslamsolje er tilstede i sedimentene. Baseoljen HDF 200 inneholder ca. 2 % C₅ - C₈ alkyldekaliner.

Årets undersøkelse viser at etere fra borevæskene Aquamul BII og Aquamul B ikke brytes ned så raskt som tidligere antatt. Utslipp som ble foretatt i 1990/1991 og i 1993 finnes fremdeles i sedimentene.

Estere

Estere fra boreslamsvæskene Petrofree og Finagreen er bare analysert på Ekofisk 2/4 A og Yme Gamma.

På Ekofisk 2/4 A, er Finagreen funnet i sedimentene ved 100m i tre retninger og også ved 150m stasjonene i to retninger. Konsentrasjonene er lave, ca. 1 mg/kg.

På Yme Gamma, er Petrofree funnet på to av de tre stasjonene som er analysert, 0,4 mg/kg og 4,3 mg/kg. Konsentrasjonene har avtatt siden 1999. Som i 1999, er Finagreen ikke funnet.

PCB

PCB (polyklorinert bifenyler) er bare analysert på 100m, 150m og 200m stasjonene på Ekofisk 2/4 A. PCB er funnet i de prøvene som er analysert, og konsentrasjonene varierer fra 0,004 mg/kg til 0,119 mg/kg.

Barium

Ba er funnet i sedimentene på grunn av baritt som brukes under boringen både med vannbasert boreslam, oljebasert boreslam og pseudo-oljebasert boreslam. Det vil derfor være høyere konsentrasjoner av Ba i sedimentene og et større spredningsområde enn for THC.

Som for THC er det funnet en vertikal transport av Ba nedover i sedimentene.

TEKNISK RAPPORT

På de Regionale stasjonene og på referansestasjonene er Ba konsentrasjonene lave, og de varierer fra 7 mg/kg til 72 mg/kg. Ingen økning er observert siden den forrige undersøkelsen i 1999.

Ba konsentrasjonene varierer fra bakgunnsnivåer til 5100 mg/kg. De høyeste konsentrasjonene på hvert felt er avhengig av hvilke stasjoner som er undersøkt og avstanden fra plattformen, siden mesteparten av baritten vil avsettes nærmest borehullene.

Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på de fleste stasjoner. Dette betyr ut til ca. 4000m på Valhall og Ekofisk Centre, ut til 2000m på Hod, Ekofisk 2/4 A, Eldfisk 2/7 A/FTP og Eldfisk 2/7 B, ut til 1000m på Ula, Gyda, Tambar, Embla 2/7 D, Tor 2/4 E og Yme Gamma, og ut til 500m på Yme Beta. På Yme Beta er Ba konsentrasjonene lave. Ba konsentrasjonene er stort sett tilsvarende som i den forrige undersøkelsen i 1999. En nedgang er funnet på Tambar og også på Embla.

Metaller

Det er funnet lave konsentrasjoner av tungmetaller i sedimentene. Bare noen stasjoner har forhøyde verdier. På Ula er det relativt høye Zn konsentrasjoner, og 57 mg/kg er funnet på en 250m stasjon. På Ekofisk Centre har to stasjoner høye metallkonsentrasjoner, 0,16 mg/kg Cd, 70 mg/kg Cu, 31 mg/kg Pb og 82 mg/kg Zn.

På Ekofisk 2/4 A er det funnet forhøyde metallkonsentrasjoner på de fleste stasjonene. De høyeste konsentrasjonene er 12 mg/kg Cr, 0,27 mg/kg Cd, 14 mg/kg Cu, 0,08 mg/kg Hg, 58 mg/kg Pb og 150 mg/kg Zn.

Borekakshaug på Ekofisk 2/4 A – kjerneprøve VC-2

Forhøyde konsentrasjoner av alle de kjemiske parametrene er funnet ned til 60 cm's dyp i borekakshaugen, bortsett fra Cd og Hg i det dypeste laget.

Sedimentene varierer fra fin sand i det øverste laget, silt og leire i 10-15 cm laget, grov sand fra 15 til 35 cm og så fin sand igjen på bunnen. Det øverste 0-5 cm laget inneholder 6,3 % totalt organisk materiale, det neste laget 10,4 % og deretter er det en nedgang til 1,3 % i det nederste 45-58 cm laget.

THC konsentrasjonene medregnet olefiner varierer fra 54,6 mg/kg i 40-45 cm laget til 71900 mg/kg i 10-15 cm laget. Boreslamsolje dominerer i 35-40 cm laget, til forskjell fra de andre lagene. En betydelig del av THC innholdet skyldes olefiner, opp til 76 % i de mest forurensede prøvene.

Innholdet av den esterbaserte boreslamsvæsken Finagreen avtar gradvis nedover i kjerneprøven, fra 1500 mg/kg i det øverste laget til 1,1 mg/kg i 40-45 cm laget.

Den høyeste NPD konsentrasjonen 40,9 mg/kg er funnet i laget med boreslamsolje. PAH konsentrasjonene er lave, og det er ikke funnet noen korrelasjon med THC. Dekalin konsentrasjonene varierer fra 0,48 mg/kg i det nederste laget til 78 mg/kg i 35-40 cm laget, en klar sammenheng med boreslamsoljen.

PCB er funnet i alle kjerneprøvene, fra 0,004 mg/kg i det nederste laget til 0,776 mg/kg i 30-35 cm laget. PCB konsentrasjonen er lav i det øverste 0-5 cm laget.

TEKNISK RAPPORT

Ba konsentrasjonene er relativt høye og varierer fra 815 mg/kg i 45-58 cm laget til 3700 mg/kg i 40-45 cm laget. Sedimentet ved 40-45 cm er annerledes enn de andre lagene i mineral-sammensetningen, idet konsentrasjonene av elementene Al, Ca, Fe og Mg er svært lave.

Høye konsentrasjoner av tungmetaller er ikke funnet i 40-45 cm laget, men i 35-40 cm laget, over 1000 mg/kg av Pb og Zn. Dette er det samme laget som viser boreslamsolje.

Installasjonssenteret på Yme feltene

Prøver er også tatt fra installasjonssenteret 0°/0m og fra stasjonene i 100m avstand på Yme Gamma og Yme Beta.

På Yme Gamma består sedimentene på installasjonssenteret hovedsakelig av silt og leire, mens 100m stasjonene består av medium sand. Innholdet av totalt organisk materiale er høyt ved senteret, 6,6 %, og innholdet ved 100m stasjonene varierer fra 0,6 % til 6,6 %.

THC konsentrasjonen er ekstremt høy ved senteret, 13100 mg/kg (1,3 %). Høye nivåer er også funnet ved 100m stasjonene, fra 537 mg/kg til 6500 mg/kg. Høye olefin konsentrasjoner er også funnet. Ba konsentrasjonene er høye ved senteret, 6050 mg/kg, og ved 100m stasjonene, fra 4080 mg/kg til 7410 mg/kg. Forhøyde nivåer av alle metallene er funnet både ved senteret og på 100m stasjonene.

På Yme Beta installasjonssenter 0°/0m er silt og leire innholdet mindre enn på Yme Gamma. På 100m stasjonene er innholdet av silt og leire som på de ordinære Yme Beta stasjonene. Innholdet av totalt organisk materiale er lavere enn på Yme Gamma, 1,6 % på senteret og 0,4 % til 1,0 % på 100m stasjonene. THC konsentrasjonene er høye ved senteret, 5000 mg/kg, og lavere ved 100m stasjonene, fra 1,2 mg/kg til 68,5 mg/kg. Olefiner er også funnet. Ba konsentrasjonen er også høy ved senteret, 6060 mg/kg. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på 100m stasjonene, fra 209 mg/kg til 2540 mg/kg. Forhøyde nivåer av metallene er funnet ved senteret.

På Yme Beta er en prøve analysert med hensyn på PCB; installasjonssenteret 0°/0m, 6-15 cm lagprøve. PCB er ikke funnet i dette sedimentet.

Biologi

En oppsummering av resultatene fra de biologiske analysene er gitt i tabellen under:

Som i 1999 dominerer *M. oculata* faunaen, og bidrar til en markert reduksjon i diversitetsindeksene. Denne arten er blant de mest vanlige i Nordsjøen. Det høye antallet er imidlertid usystematisk geografisk fordelt, og korrelerer ikke med nivåene av hydrokarboner, metaller eller andre av de undersøkte parameterne.

Oppsummering av resultater fra de biologiske analysene (eks. M. oculata på alle felt bortsett fra Yme Gamma og Beta), Region I 2002.

Parameter	Regionale stasjoner	Ula	Gyda	Valhall	Hod	Ekofisk Centre 2/4 B&K	Ekofisk 2/4 A
	(10 stasjoner)	(10 stasjoner)	(11 stasjoner)	(12 stasjoner)	(10 stasjoner)	(18 stasjoner)	(17 stasjoner)
Arter	58 – 82	55 – 89	63 – 86	68 – 91	60 – 85	48 – 86	63 – 90
Individer	414 – 706	615 – 1199	528 – 1293	623 – 1611	414 – 1013	384 – 1286	550 – 1516
Diversitet	4,1 – 4,9	3,7 – 4,7	4,1 – 4,7	4,2 – 5,1	4,3 – 5,1	3,0 – 5,3	4,2 – 5,2
Jevnhet	0,7 – 0,8	0,6 – 0,7	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8	0,5 – 0,8	0,6 – 0,8
ES ₁₀₀	28 – 36	23 – 33	28 – 32	29 – 37	31 – 41	18 – 40	24 – 38

TEKNISK RAPPORT

<i>Oppsummering forts.</i>	Eldfisk 2/7 A / FTP (10 stations)	Eldfisk 2/7 B (9 stations)	Embla (6 stations)	Tor (6 stations)	Yme Gamma (14 stations)	Yme Beta (12 stations)	Tambar (10 stations)
Arter	64 – 85	61 – 78	65 – 77	64 – 82	43 – 101	53 – 92	58 – 74
Individer	622 – 1051	693 – 888	574 – 872	478 – 927	374 – 1256	425 – 641	509 – 823
Diversitet	4,0 – 5,2	4,4 – 5,0	4,5 – 5,1	4,4 – 5,0	1,7 – 5,6	4,1 – 5,3	4,4 – 4,8
Jevnhet	0,6 – 0,8	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8	0,7 – 0,8	0,3 – 0,9	0,7 – 0,9	0,7 – 0,8
ES ₁₀₀	25 – 38	29 – 35	31 – 37	32 – 37	12 – 45	24 – 43	29 – 34

Når *M. oculata* utelates fra datasettet viser indeksene at bunnfaunaen i Ekofiskregionen stort sett er ganske uforstyrret bortsett fra på enkelte stasjoner som ligger nær installasjoner.

Bunndyrsamfunnet er annerledes på Yme Gamma og Beta enn i resten av den undersøkte regionen.

M. oculata er utelatt i de fleste analysene. Det bør imidlertid bemerkes at det økende antallet av denne børstemarken (også på enkelte av de regionale stasjonene) indikerer en generell ytre påvirkning som muligens har sammenheng med økt organisk belastning/næringssaltdynamikk.

4.1 Regionale stasjoner

Sedimentene på de Regionale stasjonene består hovedsakelig av fin sand, og innholdet av sand varierer fra 95 % på de Regionale stasjonene 1, 4, 5 og 6 til 99 % på Regional stasjon 10. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er hovedsakelig som tidligere. Innholdet av totalt organisk materiale er lavt, og bare små variasjoner er funnet, fra 0,6 % til 0,9 %. Resultatene er tilsvarende som i de tidligere undersøkelsene i 1999 og 1996.

Konsentrasjonen av hydrokarboner, barium og tungmetaller er lave, og sedimentene er ikke forurenset.

Innholdet av THC i sedimentene varierer fra 1,6 mg/kg til 5,9 mg/kg. NPD konsentrasjonene varierer fra 0,008 mg/kg til 0,026 mg/kg, og PAH konsentrasjonene varierer fra 0,018 mg/kg til 0,057 mg/kg. Dekaliner er ikke funnet.

Konsentrasjonen av Ba varierer fra 7 mg/kg til 72 mg/kg.

Tilleggsanalyse av metallene med bruk av flussyre /kongevann /borsyre er også utført på sedimentene fra de regionale stasjonene. Ba konsentrasjonene er høyere enn med oppslutning med salpetersyre, og de varierer fra 162 mg/kg til 249 mg/kg. Konsentrasjonene av tungmetallene er de samme som med bruk av salpetersyre. Resultatene er tilsvarende som i undersøkelsen i 1999.

Tre subregioner er identifisert på Region I:

Subregion A: Regional 1, Regional 3, Regional 4, Regional 5, Regional 6, Regional 7, Regional 8, Gyda ref. og Valhall ref.

Subregion B: Regional 10 og Yme ref.

Subregion C: Regional 2 og Regional 9.

TEKNISK RAPPORT

For Subregion A og for Subregion B er det for hver parameter beregnet en grense for forurensning (LSC verdi). Disse LSC verdiene er gitt i tabell 4.1.4. Subregion C er ikke representativ for noen av feltene, og en LSC verdi er derfor ikke beregnet.

Tabell 4.1.1. Regionale stasjoner, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt og leire		TOM			THC			NPD			PAH		
	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	1996	2002	1999	1996	2002	1999	1996
Regional 1, Ula ref	5,3	3,5	0,86	1,06	0,82	3,3	4,1	3,9	0,022	0,022	0,012	0,041	0,034	0,054
Regional 2	2,4	3,5	0,84	0,94	0,95	2,8	2,6	4,3	0,015	0,008	-	0,042	0,023	-
Regional 3, Ekofisk ref	2,6	5,3	0,82	0,95	0,86	5,9	5,5	5,4	0,021	0,010	0,026	0,048	0,035	0,045
Regional 4	5,5	2,9	0,87	0,93	0,95	5,4	5,3	6,3	0,025	0,016	-	0,056	0,041	-
Regional 5	4,1	4,4	0,92	1,14	0,94	3,7	3,6	6,8	0,019	0,016	-	0,052	0,051	-
Regional 6	4,5	3,7	0,92	1,13	0,95	4,0	4,1	6,5	0,026	0,012	-	0,057	0,047	-
Regional 7	3,8	3,3	0,89	1,11	0,93	5,0	4,3	4,2	0,020	0,012	-	0,051	0,043	-
Regional 8, Hod ref	3,0	2,8	0,78	0,71	0,92	4,1	3,9	5,3	0,019	0,013	0,020	0,046	0,038	0,081
Regional 9	2,3	1,4	0,61	0,78	-	1,6	1,4	-	0,019	0,004	-	0,018	0,016	-
Regional 10	1,0	3,2	0,68	0,85	-	1,9	1,9	-	0,008	0,005	-	0,018	0,018	-

-: ikke analysert Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.1.2. Regionale stasjoner, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba			Cd	Cr		Cu			Hg		Pb			Zn		
	2002	1999	1996		2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	1996
Regional 1	29	33	52	<0,02	6,9	6,9	1,3	0,6	0,7	<0,01	0,01	6,1	7,3	6,6	6,2	5,6	5,9
Regional 2	18	13	23	0,01	6,3	6,1	0,8	0,4	0,6	<0,01	0,01	4,6	4,5	4,5	4,9	3,6	2,6
Regional 3	72	41	68	<0,01	7,7	7,1	1,0	0,8	<0,6	<0,01	nd	6,3	5,8	6,2	5,6	4,7	3,0
Regional 4	67	67	102	0,01	6,7	7,5	1,0	0,6	0,7	0,01	0,02	6,9	7,2	7,6	5,9	6,7	5,2
Regional 5	35	28	42	0,01	6,5	6,2	1,0	0,5	<0,6	0,01	0,02	6,8	6,8	7,3	7,4	5,3	4,3
Regional 6	27	31	35	0,01	7,3	7,0	1,2	0,6	<0,6	0,01	0,02	6,1	6,9	6,4	6,0	5,9	4,1
Regional 7	48	31	58	0,01	7,4	7,4	1,1	0,5	<0,6	0,01	0,02	7,0	7,3	7,2	6,4	5,4	4,2
Regional 8	45	31	51	<0,04	6,9	6,6	1,0	0,4	0,8	<0,01	0,01	6,1	6,2	6,4	6,0	5,3	3,7
Regional 9	8	6	-	<0,01	5,8	5,8	0,9	<0,3	-	<0,01	nd	3,7	3,9	-	3,5	2,7	-
Regional 10	7	5	-	<0,01	9,1	9,2	1,0	0,5	-	<0,01	nd	6,0	6,4	-	8,2	6,7	-

-: ikke analysert Cd ikke påvist i 1999

Tabell 4.1.3. Regionale stasjoner, Metaller – oppslutning med HF /kongevann/borsyre(mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba		Cr	Cr	Cu		Pb		Zn		Al		Li	
	2002	1999			2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
Regional 1, Ula ref	212	223	11,2	12,6	1,1	1,4	11,8	10,1	9,4	9,6	14300	15800	4,5	3,7
Regional 2	215	208	10,3	10,3	1,1	1,3	10,1	7,7	12,4	10,7	14500	15400	4,5	3,0
Regional 3, Ekofisk ref	249	218	10,6	10,7	1,0	1,2	14,7	9,5	7,8	8,0	12800	14400	4,3	3,4
Regional 4	247	235	9,6	12,3	1,1	1,9	12,4	9,8	9,4	18,6	13300	15300	4,1	4,6
Regional 5	240	231	12,5	13,2	1,3	1,5	12,6	10,8	10,4	11,8	16200	17300	4,9	4,1
Regional 6	226	221	11,0	11,9	1,3	1,2	11,1	9,8	9,3	23,0	14400	15100	4,7	3,9
Regional 7	249	229	10,6	10,9	1,3	1,1	11,4	10,7	8,6	8,4	13800	14200	4,8	3,7
Regional 8, Hod ref	221	198	10,0	9,8	1,0	1,2	8,4	9,6	8,3	7,8	12400	13000	4,1	3,5
Regional 9	209	206	8,9	9,3	0,9	1,3	7,4	7,1	6,1	5,7	14700	15100	3,6	2,4
Regional 10	162	162	11,1	11,3	0,9	1,0	8,0	9,6	8,9	8,9	11400	11400	3,7	2,8

Cd ikke påvist i 1999 og 2002, <0,03 mg/kg

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.1.4. LSC verdier Region I 2002 (mg/kg tørt sediment).

95 % konfidensnivå, en-sidig t-test

Parameter	Subregion A			Subregion B (Yme feltene)		
	Middel	SD	LSC	Middel	SD	LSC
THC	4,8	0,9	6,4	2,6	1,0	5,1
Ba	48,0	15,8	76,4	6,0	1,0	8,6
Cr	7,1	0,4	7,9	8,7	1,3	12,4
Cu	0,7	0,1	1,0	0,7	0,3	1,5
Pb	6,7	0,4	7,5	7,8	1,7	12,2
Zn	5,4	0,5	6,3	6,9	1,0	9,6
NPD	0,018	0,004	0,026	0,009	0,006	0,024
PAH	0,047	0,008	0,062	0,020	0,011	0,048

Biologi

Den sedimentspisende børstemarken *Myriochele oculata* dominerte på de fleste stasjonene, fra 13% på Regional 9 til 80% på Regional 3A. Det var også høye antall pigghuder (echinodermata), hovedsakelig på grunn av nyslåtte juvenile individer.

Når *M. oculata* utelates fra datasettet domineres faunaen av slangestjernen *Amphiura filiformis* på de fleste stasjonene. Andre hyppig forekommende arter er børstemarkene *Paramphinome jeffreysii*, *Scoloplos armiger* og *Goniada maculata*. Disse organismene er typiske for områder med blandet sandbunn.

Som i 1999 dominerte *M. oculata* i sentrale deler av regionen med senter ved Regional 3 (Tor/Ekofisk) og ved de regionale stasjonene 4, 6 and 2, i nærheten av Hod and Gyda.

I denne regionen, som domineres av sand, er tilgjengelige mengder organisk materiale mindre enn i områder som domineres av pelitt. Sedimentspisende organismer dominerer faunaen (for eksempel *M. oculata*), men denne type sediment inneholder også en større andel av arter som fungerer som suspensjonsspisere og rovdyr enn faunaen som lever på eller i pelittsediment.

Myriochele-artene er kjent for å trives best på blandingsbunn av sand og silt, sjelden i pelitt, og kan forekomme i ekstremt høyt antall. Tidligere undersøkelser har ikke påvist noen korrelasjon mellom fordelingen av *M. oculata* og hydrokarboner, metaller, dekaliner eller organisk stoff i sedimentene. Det høye antallet av denne arten antas derfor å ikke ha sammenheng med oljevirksomheten i området.

Beregninger av de ulike indeksene og de multivariate analysene har blitt utført inklusive og eksklusive *M. oculata*, se Tabell 4.1.6.

Tilstedeværelsen av nyslåtte pigghuder ansees å være av forbigående karakter (bare noen få av dem vil leve opp til adult stadium), og deres geografiske fordeling er primært et resultat av strømningsforhold og bunntopografi. Det høye antallet tilfører ikke kunnskap om tilstanden til et bløtbunnssamfunn, men vil snarere være et forstyrrende element ved tolkning av analyseresultatene. Juvenile individer er derfor fjernet fra datasettet før de uni- og multivariate analysene ble utført.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.1.6. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀) for hver av de regionale stasjonene, 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
		Inkl. M. o.	Eks. M. o.	Inkl. M. o.	Eks. M. o.	Inkl. M. o.	Eks. M. o.	Inkl. M. o.	Eks. M. o.	Inkl. M. o.	Eks. M. o.
REG-1A	70	825	615	79	78	4.1	4.4	0.7	0.7	28	32
REG-1B	70	1012	622	82	81	3.7	4.5	0.6	0.7	26	33
REG-2	73	1773	698	69	68	2.6	4.1	0.4	0.7	17	28
REG-3A	70	3734	574	66	65	1.3	4.5	0.2	0.8	11	30
REG-3B	70	3257	667	71	70	1.7	4.6	0.3	0.7	13	32
REG-4	70	1773	563	68	67	2.4	4.7	0.4	0.8	18	33
REG-5	74	539	463	72	71	4.6	4.7	0.8	0.8	34	36
REG-6	70	1886	706	72	71	2.6	4.4	0.4	0.7	18	29
REG-7	70	992	686	70	69	3.8	4.2	0.6	0.7	24	28
REG-8A	71	1004	414	61	60	2.7	4.3	0.5	0.7	20	32
REG-8B	71	1305	545	73	72	2.8	4.3	0.5	0.7	19	31
REG-9	65	504	470	59	58	4.6	4.5	0.8	0.8	29	29
REG-10	85	453	450	83	82	4.9	4.9	0.8	0.8	37	36

Av de undersøkte parameterne er dyp og median kornstørrelse de som forklarer variasjonene i fuanastrukturen best.

Endringene i bløtbunnssamfunnet over tid kan indikere økte tilførsler av organisk materiale til Ekofiskområdet. Nivåene av TOM har imidlertid ikke økt i perioden 1996-2002. Endringene kan også være tilfeldige eller relatert til endringer i de fysiske omgivelsene (for eksempel vanntemperatur) eller endringer i næringssaltdynamikken. Endringene ansees ikke å være knyttet til utslipp fra oljevirkomheten.

4.2 Valhall

Sedimentene på Valhall består hovedsakelig av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 92 % på stasjon 8, 164°/500m til 96 % på stasjon 23, 344°/2000m og på referansestasjonen, 254°/15000m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er tilsvarende eller litt høyere enn tidligere. Innholdet av totalt organisk materiale er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,7 % til 1,2 %. Resultatene er tilsvarende som i de forrige undersøkelsene i 1999 og 1996.

Middelverdien av THC varierer fra 4,8 mg/kg på referansestasjonen til 274 mg/kg på stasjon 8, 164°/500m. De to mest forurensede stasjonene, stasjon 8, 164°/500m og stasjon 3, 74°/1000m ble ikke analysert i den forrige undersøkelsen. På de andre stasjonene er THC konsentrasjonen den samme eller redusert siden 1999. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene ut til 4000 m.

Olefiner er funnet på stasjon 8, 164°/500m, men ikke kvantifisert. Denne stasjonen ble ikke analysert i 1999 og i 1996.

TEKNISK RAPPORT

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på de tre stasjonene som er analysert, stasjon 3, stasjon 8 og stasjon 9, i det øverste 0-1 cm laget og også i 1-3 cm og 3-6 cm laget. Dekalin konsentrasjonene er spesielt høye på stasjon 8, 164°/500m, og 12,4 mg/kg som utgjør 3 % av det totale hydrokarboninnholdet er funnet i 3-6 cm laget.

Ba konsentrasjonene varierer fra 35 mg/kg på referansestasjonen ved 254°/15000m til 5120 mg/kg på stasjon 8, 164°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, bortsett fra referansestasjonen. Dette betyr ut til 2000m i 74°, 254° og 344° retningene, og ut til 4000m i 164° retningen. Ba nivåene er hovedsakelig som i 1999. En vertical transport av Ba nedover i sedimentet er funnet.

Konsentrasjonene av tungmetaller er lave, men det er funnet litt forhøyde konsentrasjoner på stasjon 8, og også av Pb og Zn på de andre stasjonene.

De kjemiske resultatene stemmer med boreaktivitetene på Valhall. Olefiner er funnet i

sedimentene på de innerste stasjonene i 164° retningen, noe som kunne forventes siden kaks

forurenset med olefinbasert slam er sluppet ut.

Tabell 4.2.1. Valhall, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt og leire		TOM		THC			NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3 74°/1000 m	5,8	-	1,01	-	60,5	-	-	0,126	-	0,104	-	1,03	-
St.4 74°/2000 m	4,7	5,5	0,89	0,41	12,7	10,8	14,9	-	-	-	-	-	-
St.8 164°/ 500 m	7,6	-	1,20	-	274	-	-	0,782	-	0,174	-	7,92	-
1-3 cm			-	-	313	-	-	1,110	-	0,159	-	7,42	-
3-6 cm			-	-	396	-	-	1,150	-	0,209	-	12,40	-
St.9 164°/1000 m	5,8	4,1	0,94	0,90	26,7	65,0	41,8	0,084	0,084	0,106	0,080	0,279	0,782
1-3 cm			-	-	70,7	80,5	50,7	0,121	0,105	0,095	0,156	0,890	2,040
3-6 cm			-	-	74,3	48,7	11,4	0,192	0,090	0,123	0,165	1,420	1,320
St.10 164°/2000 m	6,0	3,4	0,90	0,76	12,8	11,0	13,2	-	-	-	-	-	-
St.11 164°/4000 m	4,6	4,5	0,89	0,79	8,6	8,5	7,3	-	-	-	-	-	-
St.16*254°/1000 m	5,0	4,5	0,96	0,90	16,5	34,0	137	-	-	-	-	-	-
St.16 254°/2000 m	5,2	4,7	0,73	0,69	7,9	10,2	-	-	-	-	-	-	-
St.21 344°/ 500 m	6,1	-	0,89	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-	-
St.22 344°/1000 m	5,4	4,8	0,83	0,84	12,1	14,9	22,4	-	-	-	-	-	-
St.23 344°/2000 m	4,2	6,1	0,76	1,13	8,2	8,2	8,7	-	-	-	-	-	-
Ref. 254°/15000 m	4,2	3,2	0,72	0,74	4,8	5,1	6,1	0,015	0,015	0,035	0,048	nd	nd
1-3 cm			-	-	5,6	6,4	3,7	0,018	0,020	0,046	0,063	nd	nd
3-6 cm			-	-	6,9	7,2	5,5	0,026	0,026	0,074	0,085	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.2.2. Valhall, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	74°/1000 m	2120	-	-	0,02	-	7,6	-	2,9	-	-	-	11,8	-	12,3	-
St.4	74°/2000 m	549	578	1040	0,01	<0,02	7,1	7,5	1,4	0,8	-	-	9,0	9,8	7,8	7,6
St.8	164°/ 500 m	5120	-	-	0,08	-	8,5	-	7,8	-	0,03	-	19,5	-	31,8	-
	1-3 cm	5270	-	-	0,16	-	8,6	-	6,4	-	0,03	-	23,5	-	36,5	-
	3-6 cm	1040	-	-	0,05	-	9,0	-	2,6	-	0,02	-	11,1	-	18,7	-
St.9	164°/1000 m	1060	2160	2420	0,01	<0,02	6,5	7,8	1,8	1,2	0,01	0,02	8,4	10,8	9,0	8,7
	1-3 cm	1550	1910	-	0,02	<0,02	6,4	8,0	3,2	1,1	0,02	0,02	8,7	11,3	6,8	10,0
	3-6 cm	2160	989	-	0,02	0,02	7,4	9,6	2,2	1,2	0,02	0,03	11,0	11,4	12,7	11,7
St.10	164°/2000 m	514	533	756	0,01	<0,02	7,3	7,5	1,4	0,7	-	-	10,5	11,5	8,1	7,0
St.11	164°/4000 m	140	129	159	0,01	<0,02	7,6	8,1	1,5	0,6	-	-	7,9	9,5	6,7	6,6
St.16*	254°/1000 m	1150	1050	2070	0,01	<0,02	7,7	9,2	2,0	1,9	-	-	10,0	11,5	9,5	12,2
St.16	254°/2000 m	278	405	-	<0,01	<0,02	6,3	7,3	2,2	0,6	-	-	7,0	9,3	6,5	7,0
St.21	344°/ 500 m	840	-	-	0,01	-	7,5	-	2,2	-	-	-	9,4	-	10,9	-
St.22	344°/1000 m	540	1150	774	0,01	<0,02	7,4	8,3	1,5	1,2	-	-	9,3	11,6	7,5	10,7
St.23	344°/2000 m	217	220	452	0,01	0,03	7,5	8,7	1,3	1,2	-	-	8,2	8,5	7,1	10,4
Ref.	254°/15000 m	35	47	67	<0,01	<0,02	7,7	8,1	1,2	0,5	0,01	0,02	6,8	8,1	6,3	6,1
	1-3 cm	52	68	-	<0,01	<0,02	7,7	8,1	0,8	0,5	0,01	0,02	6,6	8,3	5,9	6,4
	3-6 cm	94	139	-	<0,01	<0,02	7,9	8,8	1,0	1,0	0,01	0,02	7,0	9,3	6,3	8,1

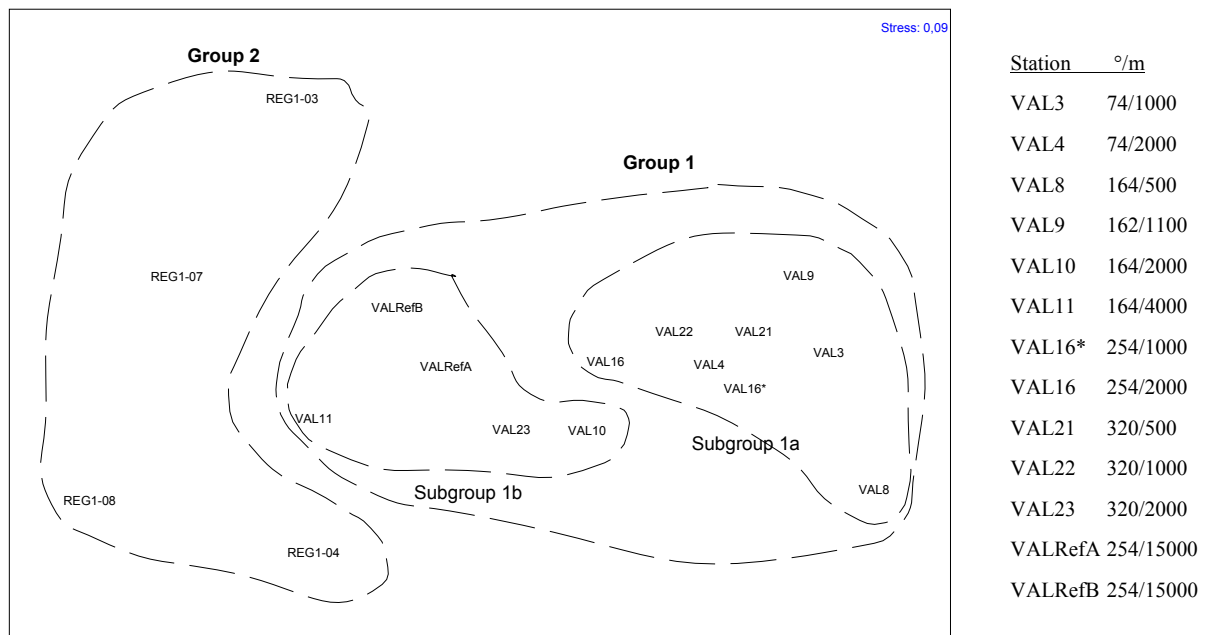
-: ikke analysert

Biologi

Diversitetsindeksene på Valhall er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.2.3. Faunaen på Valhall er forholdsvis ensartet, og kan deles inn i to hovedgrupper, se Figur 4.2.1.

Tabell 4.2.3. Antall arter (S) og individer (N) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀), Valhall 2002. Incl. / ex. M. oculata, ex. juv.

Stasjon	°m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
VAL3	74/1000	72	3048	1182	81	80	2.8	4.7	0.4	0.7	20	32
VAL4	74/2000	72	5239	909	86	85	1.5	4.8	0.2	0.7	13	35
VAL8	164/500	73	2712	1611	92	91	3.5	4.3	0.5	0.7	22	29
VAL9	162/1100	73	4522	1142	90	89	1.9	4.3	0.3	0.7	14	31
VAL10	164/2000	72	4124	744	86	85	1.6	4.9	0.2	0.8	13	36
VAL11	164/4000	71	1851	661	69	68	2.4	4.2	0.4	0.7	18	31
VAL16*	254/1000	72	3750	920	73	72	1.9	4.7	0.3	0.7	15	32
VAL16	254/2000	72	4716	786	78	77	1.4	4.6	0.2	0.7	12	33
VAL21	320/500	72	3931	1101	84	83	2.2	4.8	0.3	0.7	17	33
VAL22	320/1000	72	3414	924	75	74	2.2	5.0	0.3	0.8	18	34
VAL23	320/2000	72	2841	651	80	79	1.9	5.1	0.3	0.8	16	37
VALRefA	254/15000	70	2788	638	74	73	1.9	4.8	0.3	0.8	15	35
VALRefB	254/15000	72	2353	623	82	81	2.1	4.9	0.3	0.8	17	36



Figur 4.2.1. MDS plott, Valhall og regionale stasjoner 3, 4, 7 og 8 (trans. kv..rot, eks. *M. oculata* og juvenile), Valhall 2002.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *Myriochele oculata* bunndyrssamfunnet, men antallet var betraktelig større i 2002. Det høye antallet og fordelingen av denne arten i Valhall-området korrelerer ikke med THC, metaller eller andre undersøkte parametere.
- Variasjoner i faunaen korrelerer ikke med variasjonene i THC, metaller eller andre undersøkte parametere. Faunaen på VAL 8 (164°/500m) avviker imidlertid noe fra de andre feltstasjonene. De høyeste konsentrasjonene av THC og Ba ble funnet på denne stasjonen.
- Diversitetsindeksene varierer noe over tid, men noe mønster kan ikke sees. De univariate analysene viser et relativt uforstyrret bunndyrssamfunn i Valhallområdet.
- Det har vært en gradvis endring i faunasammensetningen i perioden 1996-2002. Endringene er sannsynligvis ikke knyttet til oljeaktiviteten i området.

4.3 Hod

Sedimentene på Hod består hovedsakelig av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 94 til 96 %. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er som tidligere. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentet er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,8 % til 1,0 %. Resultatene er som i de tidligere undersøkelsene i 1999 og 1996.

Middelverdien for THC varierer fra 4,1 mg/kg på referansestasjonen, 180°/15000m til 165 mg/kg på stasjon 2, 74°/500m. Stasjon 2, 74°/500m som er mest forurenset, ble ikke analysert i 1999. Sammenlignet med undersøkelsen i 1996 har konsentrasjonene økt. På stasjon 8, 164°/500, er det funnet en nedgang i THC konsentrasjonen i det øverste 0-1 cm laget, fra 135 mg/kg i 1999 til 36,6

TEKNISK RAPPORT

mg/kg. Imidlertid er det foregått en vertikal transport av hydrokarboner, siden konsentrasjonen har økt i 1-3 cm laget, fra 59 mg/kg i 1999 til 210 mg/kg. På de andre stasjonene er konsentrasjonene de samme som tidligere. Forhøyde THC nivåer er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen, men de ytterste stasjonene har bare litt forhøyde verdier.

Olefiner er funnet på alle seks stasjoner som er analysert, fra 1,3 mg/kg til 17,6 mg/kg. Konsentrasjonene er tilsvarende som tidligere, bortsett fra en økning på stasjon 2, 74°/500m og en nedgang på stasjon 14, 254°/500m siden 1996.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 2, 74°/500m, stasjon 8, 164°/500m og i lagene på stasjon 9, 164°/1000m. Dekalin konsentrasjonene er høye, og bekrefter at baseolje fra boreslammet finnes i sedimentene.

Ba konsentrasjonene varierer fra 45 mg/kg på referansestasjonen 180°/15000m til 1520 mg/kg på stasjon 2, 74°/500m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, bortsett fra referansestasjonen. Dette betyr ut til 500m i 344° retningen, ut til 1000m i 254° retningen, og ut til 2000m i 74° og 164° retningene. Ba nivåene er som i de tidligere undersøkelsene. En vertikal transport av Ba ned i sedimentet er funnet.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og det er funnet litt forhøyde verdier av Cu, Pb og Zn.

Det har ikke vært boreaktivitet på Hod siden 1996. Imidlertid finnes det fremdeles hydrokarboner fra boreutslipp i sedimentene.

Tabell 4.3.1. Hod, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.2	74°/ 500 m	6,0	-	1,02	-	165	-	17,6	-	1,230	-	0,113	-	3,84	-
St.3	74°/1000 m	6,3	6,5	0,95	0,94	10,6	13,2	1,7	1,2	-	-	-	-	-	-
St.4	74°/2000 m	5,2	4,8	0,92	0,84	9,5	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-
St.8	164°/ 500 m	6,3	6,6	0,93	1,05	36,6	135	11,2	7,8	0,066	0,221	0,064	0,074	0,491	4,71
	1-3 cm			-	-	210	58,5	-	-	0,536	0,130	0,146	0,160	-	2,11
	3-6 cm			-	-	27,3	46,5	-	-	0,086	0,141	0,204	0,201	-	1,48
St.9	164°/1000 m	6,0	4,7	0,87	0,95	9,6	12,6	1,5	1,5	0,026	-	0,058	-	nd	-
	1-3 cm			-	-	10,5	-	-	-	-	-	0,071	-	nd	-
	3-6 cm			-	-	17,1	-	-	-	-	-	0,126	-	0,095	-
St.10	164°/2000 m	3,9	4,3	0,85	0,88	7,2	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-
St.14	254°/ 500 m	4,6	-	0,90	-	9,6	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-
St.15	254°/1000 m	3,6	2,4	0,78	0,76	7,1	9,2	1,3	1,3	-	-	-	-	-	-
St.20	344°/ 500 m	5,6	4,6	0,92	0,51	8,1	10,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref.	180°/15000 m	3,0	3,6	0,78	0,71	4,1	3,9	-	-	0,019	0,013	0,046	0,038	nd	nd
	1-3 cm			-	-	5,3	3,8	-	-	0,037	0,014	0,076	0,040	nd	nd
	3-6 cm			-	-	6,0	6,2	-	-	0,033	0,245	0,074	0,323	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.3.2. *Hod, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)*

Stasjon		Ba 2002	Ba 1999	Ba 1996	Cd 2002	Cd 1999	Cr 2002	Cr 1999	Cu 2002	Cu 1999	Hg 2002	Hg 1999	Pb 2002	Pb 1999	Zn 2002	Zn 1999
St.2	74°/ 500 m	1520	-	1180	0,04	-	7,1	-	1,9	-	-	-	14,2	-	12,6	-
St.3	74°/1000 m	293	318	400	<0,01	<0,02	7,4	7,7	1,3	0,7	-	-	8,6	7,8	8,9	8,0
St.4	74°/2000 m	233	117	-	<0,01	<0,02	7,7	7,3	1,2	0,5	-	-	9,2	6,3	7,7	7,2
St.8	164°/ 500 m	762	1600	1990	<0,01	0,02	7,0	7,8	1,5	1,1	0,02	0,03	9,4	11,7	7,7	11,2
	1-3 cm	1330	1680	-	0,03	0,03	8,9	8,8	2,3	1,3	0,02	0,03	12,2	12,9	18,7	13,1
	3-6 cm	1250	1780	-	0,04	0,04	9,6	9,9	2,5	1,4	0,02	0,04	13,0	13,3	14,3	17,4
St.9	164°/1000 m	320	332	515	<0,01	<0,02	7,2	7,8	1,8	0,6	0,01	-	8,7	7,3	8,4	7,5
	1-3 cm	854	-	-	0,02	-	8,4	-	1,8	-	0,02	-	11,1	-	11,6	-
	3-6 cm	839	-	-	0,03	-	9,4	-	2,8	-	0,02	-	12,7	-	12,9	-
St.10	164°/2000 m	138	152	356	0,01	<0,02	7,5	8,0	1,5	0,6	-	-	8,7	7,4	8,2	7,7
St.14	254°/ 500 m	368	-	1190	0,01	-	6,7	-	1,4	-	-	-	8,1	-	7,0	-
St.15	254°/1000 m	151	200	376	<0,01	<0,02	6,4	6,8	1,3	0,6	-	-	7,3	6,7	6,4	6,6
St.20	344°/ 500 m	184	321	284	<0,01	<0,02	6,8	6,8	1,3	0,7	-	-	8,4	9,1	6,5	6,5
Ref. 180°/15000 m		45	31	48	<0,04	<0,02	6,9	6,6	1,0	0,4	0,01	0,01	6,1	6,2	6,0	5,3
	1-3 cm	51	29	-	<0,01	<0,02	7,0	6,8	1,1	0,4	0,01	0,01	6,1	6,3	6,6	5,3
	3-6 cm	89	53	-	<0,01	<0,02	7,2	7,2	1,2	0,5	0,02	0,02	6,9	6,7	6,8	5,9

-: ikke analysert

Biologi

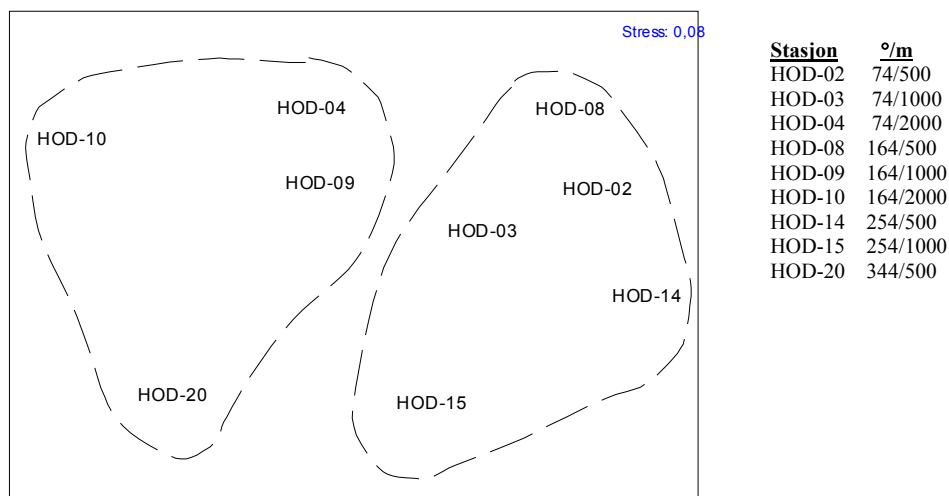
Diversitetsindeksene på Hod viser et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.3.3.

Faunaen på Hod er forholdsvis ensartet, men skiller seg noe fra de nærmeste regionale stasjonene. Feltstasjonene deler seg inn to undergrupper, se Figur 4.3.1.

Table 4.3.3. *Antall arter (S) og individer (N) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀), Hod 2002. Incl. / ex. M. oculata, ex. juv.*

Stasjon	%m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
HOD-02	74°/500	73	2405	845	80	79	2.6	4.9	0.4	0.8	20	34
HOD-03	74°/1000	73	2478	883	84	83	2.7	4.9	0.4	0.8	20	35
HOD-04	74°/2000	73	934	584	73	72	4.1	5.0	0.7	0.8	29	37
HOD-08	164°/500	72	2279	839	73	72	2.6	4.6	0.4	0.7	19	31
HOD-09	164°/1000	71	1367	687	78	77	3.5	4.9	0.5	0.8	25	35
HOD-10	164°/2000	71	1455	535	75	74	2.8	5.1	0.4	0.8	22	37
HOD-14	254°/500	72	2378	1013	86	85	3.1	4.9	0.5	0.8	23	34
HOD-15	254°/1000	72	1576	741	86	85	3.4	5.0	0.5	0.8	25	36
HOD-20	344°/500	72	836	510	76	75	4.2	5.3	0.7	0.8	32	41
HOD-24A	180°/15000	71	1004	414	61	60	2.7	4.3	0.5	0.7	20	32
HOD-24B	180°/15000	73	1305	545	73	72	2.8	4.3	0.4	0.7	19	31

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.3.1. MDS plot, HOD stasjoner (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile), HOD 2002.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *M. oculata* bunndyrssamfunnet, men antallet var betraktelig større i 2002.
- Fordelingen av faunaen korrelerer ikke med de abiotiske parameterne, dvs. at variasjoner i nivåene av hydrokarboner, metaller og andre undersøkte parametere ikke ”forklarer” variasjonene i faunaen.
- Faunaen har endret seg siden 1996, men endringene indikerer ikke økt påvirkning fra oljevirksomheten i området.

4.4 Ula

Sedimentene på Ula består hovedsakelig av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 92 % på stasjon 18, 135°/250m til 97 % på stasjon 16, 315°/500m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er som tidligere eller litt høyere. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,77 % til 0,93 %. Resultatene er som tidligere.

I årets undersøkelse er det tatt prøver fra stasjoner nærmere plattformen. THC konsentrasjonene i det øverste 0-1 cm laget varierer fra 3,3 mg/kg på referansestasjonen 315°/6000m til 143 mg/kg på stasjon 18, 135°/250m. De høyeste konsentrasjonene på Ula er funnet i 1-3 cm og 3-6 cm laget på stasjon 18, 360 mg/kg. Hovedtendensen er en økning i THC konsentrasjonene, sannsynligvis på grunn av akutte utslipp av oljebasert borevæske i 2000, og høye nivåer på 250m stasjonene som er analysert. Det forurensede området varierer avhengig av retningen. I 225° og 315° retningene er 500m stasjonene ikke forurensede av THC. På 45° stasjonene (sannsynligvis den mest forurensede retningen) er forhøyde konsentrasjoner funnet ut til 1000m. I 135° retningen er forhøyde THC konsentrasjoner funnet ut til 500m, imidlertid er 1000m stasjonen ikke analysert.

TEKNISK RAPPORT

Baseoljen Aquamul BII er funnet i sedimentene, men er ikke kvantifisert for seg. De høyeste konsentrasjonene er funnet i de vertikale lagene på stasjon 18, 135°/250m. På denne stasjonen gir Aquamul BII et betydelig bidrag til THC innholdet.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 5 og stasjon 18, og også på stasjon 19 for NPD og dekaliner. Dekalin konsentrasjonene er spesielt høye på stasjon 18, 135°/250m, og 9,8 mg/kg som utgjør 3 % av det totale hydrokarboninnholdet, er funnet i 1-3cm og 3-6cm lagene.

Ba konsentrasjonen varierer fra 29 mg/kg på referansestasjonen til 3500 mg/kg på stasjon 18, 135°/250m. Forhøyde nivåer er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. Dette betyr ut til 500m i 135° retningen og ut til 1000m i 45°, 225° og 315° retningene. Stasjoner utenfor 1000m er ikke analysert. Ba konsentrasjonene er som i tidligere undersøkelser. Den mest forurensede stasjonen, stasjon 18, 135°/250m ble ikke analysert i 1999 og 1996.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav. De høyeste konsentrasjonene er funnet på stasjon 18, 135°/250m, og forhøyde verdier er funnet. Bortsett fra Cd og Hg er litt forhøyde konsentrasjoner også funnet på noen av de andre stasjonene.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene. Slamsystemet Aquamul BII ble brukt på noen få brønner i 1993.

Tabell 4.4.1. Ula, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC			NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.4	45°/1000 m	3,7	2,6	0,77	0,71	11,2	4,4	10,2	0,079	-	0,046	-	6,780	-
St.5	45°/ 500 m	4,5	-	0,88	-	68,8	-	19,6	-	-	-	-	-	-
St.8	225°/ 500 m	3,8	-	0,87	-	6,7	-	40,0	-	-	-	-	-	-
St.9	225°/1000 m	4,3	2,7	0,81	0,70	4,2	3,3	9,2	-	-	-	-	-	-
St.15	315°/1000 m	4,6	6,0	0,81	0,65	4,1	4,6	9,8	-	-	-	-	-	-
St.16	315°/ 500 m	2,8	-	0,81	-	3,9	-	14,1	-	-	-	-	-	-
St.18	135°/ 250 m	7,5	-	0,93	-	143	-	-	0,297	-	0,119	-	6,110	-
	1-3 cm			-	-	359	-	-	0,631	-	0,127	-	9,850	-
	3-6 cm			-	-	358	-	-	0,301	-	0,136	-	9,890	-
St.19	135°/ 500 m	4,8	3,8	0,89	0,74	24,9	5,0	17,3	0,072	0,020	0,044	0,029	0,713	nd
	1-3 cm			-	-	19,3	6,8	16,5	0,035	0,022	0,080	0,038	0,476	nd
	3-6 cm			-	-	11,7	10,4	11,0	0,042	0,035	0,114	0,065	0,352	0,198
Ref.	315°/6000 m	5,3	3,5	0,86	0,71	3,3	4,1	4,2	0,022	0,022	0,041	0,034	nd	nd
	1-3 cm			-	-	3,31	5,0	2,6	0,029	0,021	0,045	0,040	nd	nd
	3-6 cm			-	-	3,80	4,6	7,1	0,026	0,026	0,063	0,057	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.4.2. Ula, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba			Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.4	45°/1000 m	246	135	378	<0,01	<0,02	6,4	5,8	1,4	0,6	-	-	7,0	7,3	6,6	5,5
St.5	45°/ 500 m	1320	-	1200	0,02	-	7,0	-	3,1	-	-	-	11,8	-	14,5	-
St.8	225°/ 500 m	570	-	2440	<0,01	-	6,8	-	1,4	-	-	-	9,0	-	8,4	-
St.9	225°/1000 m	245	162	626	0,01	<0,02	6,5	5,9	1,2	0,5	-	-	6,6	5,6	5,9	5,7
St.15	315°/1000 m	134	187	253	<0,01	<0,06	6,6	6,3	1,3	0,7	-	-	6,7	8,1	6,7	17,2

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.4.2 fort.		Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
Stasjon		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.16	315°/ 500 m	145	-	540	<0,02	-	5,9	-	1,4	-	-	-	6,3	-	6,2	-
St.18	135°/ 250 m	3500	-	-	0,08	-	6,8	-	7,6	-	0,02	-	18,5	-	56,5	-
	1-3 cm	3750	-	-	0,10	-	8,0	-	7,7	-	0,03	-	25,1	-	58,5	-
	3-6 cm	2250	-	-	0,06	-	7,8	-	4,7	-	0,02	-	18,5	-	49,5	-
St.19	135°/ 500 m	979	612	704	0,02	<0,02	6,3	6,2	2,0	0,8	0,01	0,02	8,8	9,2	13,3	8,4
	1-3 cm	1120	1150	-	0,04	<0,02	6,9	5,8	2,4	1,1	<0,01	0,02	8,9	9,6	13,0	9,1
	3-6 cm	1050	1210	-	0,04	<0,02	7,3	6,1	2,0	0,9	0,01	0,01	8,7	8,6	9,5	7,0
Ref.	315°/6000 m	29	33	60	<0,02	<0,02	6,9	6,9	1,3	0,6	<0,01	0,01	6,1	7,3	6,2	5,6
	1-3 cm	33	41	-	<0,01	<0,02	7,0	6,9	1,4	0,6	0,01	0,01	6,4	7,4	7,1	5,9
	3-6 cm	48	160	-	<0,01	<0,02	6,9	7,8	1,5	0,8	<0,01	0,02	6,3	8,4	6,3	7,4

-: ikke analysert

Biologi

Diversitetsindeksene er tydelig påvirket av *M. oculata*, se Tabell 4.4.3. Uten *M. oculata* viser indeksene stort sett en relativt uforstyrret fauna, bortsett fra på ULA 18 (135°/250m) hvor faunaen er lett forstyrret.

Table 4.4.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Ula 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
ULA-4	45/1000	70	2249	1084	87	86	3.1	4.4	0.5	0.7	20	29
ULA-5	45/550	71	2251	916	70	69	2.7	4.3	0.4	0.7	18	27
ULA-8	225/500	70	2349	1199	87	86	3.3	4.4	0.5	0.7	22	30
ULA-9	225/1000	70	2605	1165	90	89	3.0	4.4	0.5	0.7	20	31
ULA-15	315/1000	70	1722	927	85	84	3.5	4.7	0.5	0.7	24	33
ULA-16	325/500	70	2271	1081	84	83	3.2	4.6	0.5	0.7	22	31
ULA-18	135/250	70	1827	791	56	55	2.6	3.7	0.4	0.6	15	23
ULA-19	130/500	70	3453	1188	86	85	2.5	4.5	0.4	0.7	18	30
ULA-RefA	315/6000	70	825	615	79	78	4.1	4.4	0.7	0.7	28	32
ULA-RefB	315/6000	70	1012	622	82	81	3.7	4.5	0.6	0.7	26	33

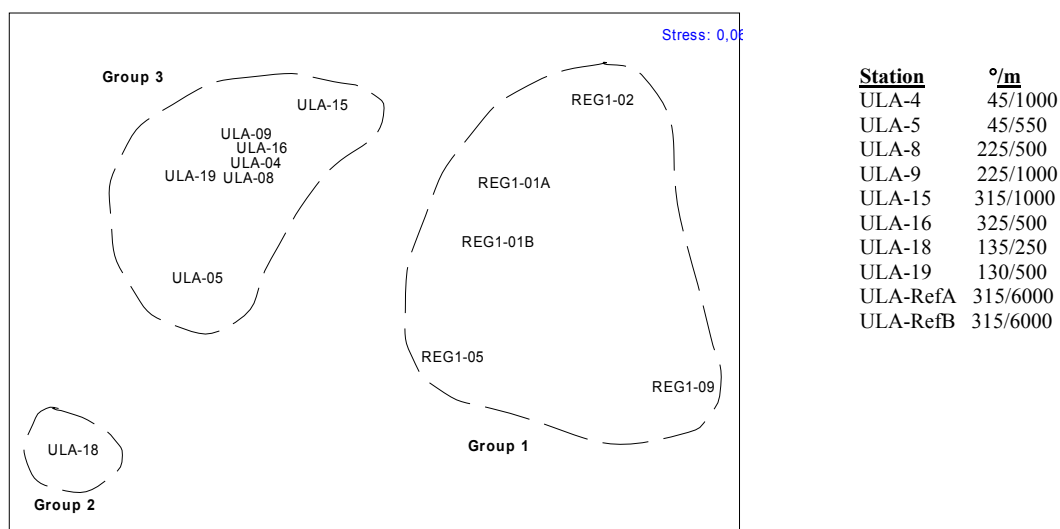
Faunaen på Ula består av tre hovedgrupper, se Figure 4.4.1.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *M. oculata* bunndyrssamfunnet, men antallet var betraktelig større i 2002.
- Diversitetsindeksene er tydelig påvirket av *M. oculata*, se Tabell 4.4.3. Uten *M. oculata* viser indeksene stort sett en relativt uforstyrret fauna, bortsett fra på ULA 18 (135°/250m) hvor faunaen er lett forstyrret.

TEKNISK RAPPORT

- Det er god korrelasjon mellom faunaen og de abiotiske faktorene Ba, Cu og THC. ULA-18, som ligger 250m fra installasjonen, er forstyrret og har de høyeste konsentrasjonene av metaller og THC.
- Det har vært en gradvis endring i faunasammensetningen i perioden 1996-2002. Endringene er sannsynligvis ikke knyttet til oljeaktiviteten i området.
- Stort sett har det vært en endring i bunndyrssamfunnet siden 1996. Dette tyder på noe ytre påvirkning på faunaen. En lignende utvikling er observert ved flere andre felt i regionen; en endring i artssammensetningen som antakelig ikke skyldes oljevirksomhet i området.



Figur 4.4.1. MDS plott, Ula og regionale stasjoner 1 (ref.stasjon), 2, 5 and 9 (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile).

4.5 Gyda

Sedimentene på Gyda består hovedsakelig av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 93,4 % på stasjon 8, 225°/500m til 99,6 % på stasjon 17, 315°/250m. Innholdet av grus er lavt, og små mengder er funnet på tre stasjoner. Innholdet av silt og leire er som tidligere, bortsett fra en økning på stasjon 9, 225°/1000m. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,62 % til 0,82 %. Resultatene er tilsvarende som i 1999 og 1996.

THC konsentrasjonene er lave og tilsvarende som i 1999. I det øverste 0-1 cm laget varierer THC konsentrasjonene fra 3,4 mg/kg på stasjon 21, 135°/2000m til 9,2 mg/kg på stasjon 19, 135°/500m. Den høyeste THC konsentrasjonen, 22 mg/kg, er funnet i 1-3 cm laget på stasjon 19. Bare litt forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på 500m stasjonene i 45°, 135° og 225° retningene.

NPD konsentrasjonene er litt forhøyet på stasjon 19, 135°/500m, og nivåene er som i 1999. PAH nivåene er også lave, akkurat ved grensen for forurensning på stasjon 19. Dekalin nivået er fremdeles relativt høyt, spesielt i de vertikale lagene, 1,0 mg/kg ved 3-6 cm.

Ba konsentrasjonene varierer fra 40 mg/kg på referansestasjonen til 542 mg/kg på stasjon 19, 135°/500m. Ba verdiene er tilsvarende som i tidligere undersøkelser. Forhøyde Ba konsen-

TEKNISK RAPPORT

trasjoner er funnet på alle stasjonene bortsett fra stasjon 21, 135°/2000m og referansestasjonen. Forhøyde verdier er også funnet i de vertikale lagene.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og litt forhøyde verdier av Pb og Zn er funnet på noen stasjoner.

De kjemiske resultater er i overensstemmelse med reduserte boreaktiviteter på Gyda. Det har ikke vært boring siden den forrige undersøkelsen i 1999, bortsett fra de øverste seksjonene som er boret med WBM.

Tabell 4.5.1. Gyda, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC			NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.4	45°/1000 m	2,8	4,5	0,77	0,62	3,7	3,6	6,6	-	-	-	-	-	-
St.5	45°/ 500 m	3,9	-	0,77	-	6,9	-	-	-	-	-	-	-	-
St.8	225°/ 500 m	5,4	-	0,77	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9	225°/1000 m	4,0	1,7	0,80	0,68	5,1	4,4	25,7	-	-	-	-	-	-
St.16	315°/ 500 m	3,9	3,3	0,77	0,78	5,4	4,1	3,0	-	-	-	-	-	-
St.17	315°/ 250 m	0,4	-	0,62	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-
St.19	135°/ 500 m	2,9	2,5	0,71	0,61	9,2	9,2	7,4	0,052	0,043	0,064	0,028	0,328	0,401
	1-3 cm			-	-	22,0	15,0	2,2	0,039	0,187	0,057	0,155	0,961	0,456
	3-6 cm			-	-	17,5	16,6	9,9	0,026	0,025	0,036	0,010	1,010	0,834
St.20	135°/1000 m	1,6	3,3	0,76	0,72	4,0	7,4	5,5	0,021	-	0,028	-	nd	-
	1-3 cm			-	-	6,5	-	-	0,014	-	0,020	-	0,248	-
	3-6 cm			-	-	6,7	-	-	0,013	-	0,026	-	0,269	-
St.21	135°/2000 m	2,4	4,8	0,76	0,73	3,4	4,3	3,6	-	-	-	-	-	-
Ref.	315°/8000 m	2,6	3,7	0,82	0,74	3,8	3,7	5,6	0,035	0,038	0,035	0,038	nd	nd
	1-3 cm			-	-	3,8	3,0	4,4	0,035	0,031	0,035	0,031	nd	nd
	3-6 cm			-	-	4,6	4,6	7,0	0,049	0,037	0,049	0,037	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.5.2. Gyda, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba			Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.4	45°/1000 m	112	60	290	<0,01	<0,02	6,3	5,7	1,2	1,0	-	-	6,0	6,3	5,8	4,1
St.5	45°/ 500 m	280	-	-	0,01	-	6,3	-	1,6	-	-	-	7,8	-	10,8	-
St.8	225°/ 500 m	382	-	-	<0,01	-	6,1	-	1,4	-	-	-	7,1	-	9,0	-
St.9	225°/1000 m	105	105	482	<0,01	<0,02	6,4	6,2	1,3	0,7	-	-	6,1	6,3	5,0	4,7
St.16	315°/ 500 m	106	84	218	<0,01	<0,02	6,2	6,6	1,2	0,6	-	-	6,4	7,4	5,1	5,6
St.17	315°/ 250 m	169	-	-	0,01	-	4,2	-	1,2	-	-	-	4,4	-	4,6	-
St.19	135°/ 500 m	542	379	935	0,01	<0,02	5,9	6,1	1,8	0,7	0,01	<0,02	6,7	6,2	8,1	5,3
	1-3 cm	651	382	-	0,02	<0,02	6,6	6,0	1,8	0,6	0,01	0,01	7,2	5,7	7,8	4,6
	3-6 cm	437	320	-	0,03	0,03	7,4	6,5	1,6	0,5	0,01	0,03	7,1	5,6	9,1	6,8
St.20	135°/1000 m	173	189	219	<0,01	0,03	6,2	6,4	1,3	0,5	0,01	-	5,9	6,5	5,1	4,7
	1-3 cm	367	-	-	0,01	-	6,1	-	1,3	-	<0,01	-	5,9	-	4,9	-
	3-6 cm	323	-	-	0,02	-	6,7	-	1,4	-	0,01	-	6,7	-	6,4	-
St.21	135°/2000 m	74	159	167	0,01	0,02	6,6	7,0	1,3	0,5	-	0,02	6,1	7,1	5,5	4,7
Ref.	315°/8000 m	40	47	63	0,01	<0,02	6,7	7,1	1,3	0,5	0,01	0,02	5,8	6,5	5,7	5,5
	1-3 cm	40	46	-	<0,01	<0,02	6,7	6,9	0,9	0,5	<0,01	0,01	6,1	6,7	5,2	4,5
	3-6 cm	78	112	-	0,01	0,02	6,7	7,7	1,1	0,7	<0,01	0,02	6,3	7,1	6,9	6,7

-: ikke analysert

TEKNISK RAPPORT

Biologi

Diversitetsindeksene på Gyda er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et forholdsvis uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.5.3.

Tabell 4.5.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Gyda 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

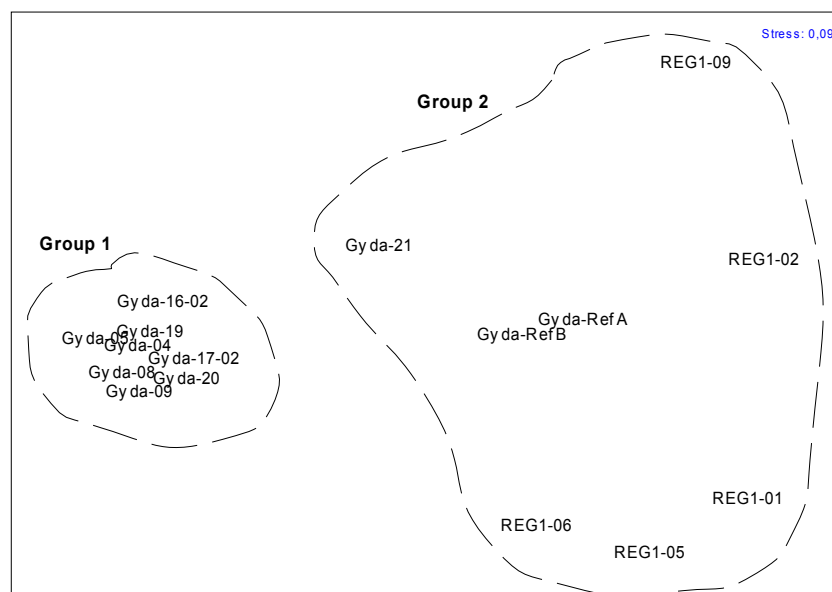
Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o	Ex. M. o	Incl. M. o	Ex. M. o	Incl. M. o	Ex. M. o	Incl. M. o	Ex. M. o	Incl. M. o	Ex. M. o
GYDA-4	45/1000	70	7143	1133	86	85	1.3	4.5	0.2	0.7	11	30
GYDA-5	45/500	70	6753	1003	78	77	1.3	4.6	0.2	0.7	11	29
GYDA-8	225/500	70	6426	1286	96	95	1.6	4.5	0.2	0.7	13	29
GYDA-9	225/1000	70	5376	1321	82	81	1.8	4.1	0.3	0.6	13	29
GYDA-16	339/500	70	4569	1034	77	76	1.8	4.6	0.3	0.7	14	29
GYDA-17	330/2500	70	4289	1004	71	70	1.9	4.6	0.3	0.7	15	29
GYDA-19	135/500	70	6153	1293	77	76	1.7	4.4	0.3	0.7	13	28
GYDA-20	135/1000	70	6122	1257	87	86	1.7	4.5	0.3	0.7	13	30
GYDA-21	135/2000	70	2570	650	67	66	2.0	4.7	0.3	0.8	16	31
GYDA-RefA	318/8000	70	1308	528	65	64	2.7	4.4	0.4	0.7	19	30
GYDA-RefB	318/8000	70	1656	571	64	63	2.5	4.6	0.4	0.8	19	32

MDS-plottet i Figur 4.5.1 viser to hovedgrupper.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *M. oculata* bunndyrssamfunnet, men antallet var betraktelig større i 2002.
- Diversitetsindeksene indikerer et uforstyrret bunndyrssamfunn på Gyda når *M. oculata* fjernes fra datasettet. Gyda-9 (225°/1000m), Gyda 16 (339°/500m) og Gyda-21 (135°/2000m), som alle ble karakterisert som forstyrret i 1999, har høyere diversitet i 2002 og kan betraktes som uforstyrret.
- Det er en svak korrelasjon mellom faunaen på feltstasjonene og de undersøkte abiotiske faktorene. Korrelasjonsfaktoren øker ved å inkludere de nærmeste regionale stasjonene (og *M. oculata*).
- Antall *M. oculata* var betraktelig høyere på Gyda-stasjonene enn på de regionale, noe som kan indikere et noe høyere innhold av organisk materiale på Gyda-stasjonene.
- I store trekk har det skjedd endringer i faunaen fra 1993, når faunaen inneholdt større antall mollusker og krepsdyr, til et bunndyrssamfunn som i 2002 har en høyere andel børstemark. Endringene tyder på at faunaen har vært gjenstand for en ytre påvirkning. En lignende trend er også observert på de fleste andre felt i regionen, og er trolig ikke knyttet til oljevirksomheten.

TEKNISK RAPPORT



Stasjon	%m
GYDA-4	45/1000
GYDA-5	45/500
GYDA-8	225/500
GYDA-9	225/1000
GYDA-16	339/500
GYDA-17	330/2500
GYDA-19	135/500
GYDA-20	135/1000
GYDA-21	135/2000
GYDA-RefA	318/8000
GYDA-RefB	318/8000

Figure 4.5.1. MDS plott, Gyda og regionale stasjoner 1, 2, 5, 6 og 9 (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile), Gyda 2002.

4.6 Tambar

Sedimentene på Tambar består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 94 % på stasjon 6, 135°/500m til 97 % på stasjon 11, 225°/1000m. Grus er ikke funnet. Innholdet av silt og leire er som i den forrige undersøkelsen i 1999. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,71 % til 0,91 %. Resultatene er tilsvarende som i 1999.

Middelverdien for THC varierer fra 2,9 mg/kg på stasjon 14, 315°/500m til 15,8 mg/kg på stasjon 5, 135°/250m. Generelt er THC konsentrasjonene lave, og forhøyde konsentrasjoner som skyldes et uhell i 1998, er begrenset til 250m og 500m stasjonene i 135° retningen. THC nivåene har avtatt siden 1999.

Forhøyde nivåer av NPD og PAH er ikke funnet. Forhøyde nivåer av dekaliner er funnet både på stasjon 5, 135°/250m og på stasjon 6, 135°/500m. Konsentrasjonene er fremdeles relativt høye på stasjon 5 med en middelerdi på 1,05 mg/kg. En nedgang er funnet i det øverste 0-1 cm laget siden 1999, mens konsentrasjonene har økt i 1-3 cm og 3-6 cm lagene.

Ba konsentrasjonene varierer fra 55 mg/kg på stasjon 7, 135°/1000m til 538 mg/kg på stasjon 1, 45°/250m. Ba konsentrasjonene har avtatt siden 1999 på de fleste stasjonene, bortsett fra på stasjon 1, 45°/250m hvor Ba konsentrasjonen har økt fra 276 mg/kg i 1999 til 538 mg/kg. Denne økningen er i overensstemmelse med utslipp av 432 tonn med baritt i 2001.

Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet ut til 250m i 315° retningen, ut til 500m i 45° og 135° retningen og ut til 1000 m i 225° retningen.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og bare litt forhøyde verdier av Zn er funnet på noen stasjoner.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Tambar.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.6.1. Tambar, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC		NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1	45°/ 250 m	4,0	4,2	0,80	0,76	6,2	5,6	-	-	-	-	-	-
St.2	45°/ 500 m	3,7	4,2	0,81	0,76	3,7	4,1	-	-	-	-	-	-
St.5	135°/ 250 m	4,0	4,9	0,83	0,75	15,8	49,5	0,034	0,032	0,027	0,036	1,050	3,450
	1-3 cm			-	-	27,3	9,6	0,036	0,024	0,032	0,053	2,810	0,363
	3-6 cm			-	-	17,8	11,5	0,036	0,027	0,071	0,062	1,190	0,409
St.6	135°/ 500 m	6,1	3,4	0,79	0,73	5,0	5,3	0,014	-	0,024	-	0,188	-
	1-3 cm			-	-	10,5	-	0,017	-	0,025	-	0,613	-
	3-6 cm			-	-	17,6	-	0,037	-	0,059	-	1,100	-
St.7	135°/1000 m	4,0	2,8	0,79	0,75	3,6	3,6	-	-	-	-	-	-
St.9	225°/ 250 m	5,4	5,3	0,71	0,84	4,5	107	-	-	-	-	-	-
St.10	225°/ 500 m	4,0	2,6	0,75	0,76	3,2	5,3	-	-	-	-	-	-
St.11	225°/1000 m	3,4	4,8	0,91	0,80	3,0	3,9	-	-	-	-	-	-
St.13	315°/ 250 m	4,1	5,2	0,86	0,72	3,0	3,5	-	-	-	-	-	-
St.14	315°/ 500 m	5,0	1,6	0,83	0,80	2,9	4,0	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.6.2. Tambar, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1	45°/ 250 m	538	276	<0,02	<0,02	6,5	6,9	1,4	0,7	-	-	6,3	6,2	7,5	5,1
St.2	45°/ 500 m	256	261	<0,01	<0,02	6,4	6,8	2,4	1,8	-	-	5,8	5,9	13,0	6,3
St.5	135°/ 250 m	451	677	<0,01	<0,02	6,6	7,5	1,4	0,8	0,01	<0,01	5,8	6,3	6,3	5,7
	1-3 cm	473	1890	0,01	<0,02	6,8	7,3	1,6	0,9	<0,01	<0,01	6,1	7,6	5,5	5,6
	3-6 cm	431	489	0,03	<0,02	7,6	8,0	1,5	1,2	0,01	<0,01	6,8	6,4	6,8	6,2
St.6	135°/ 500 m	213	107	<0,01	<0,02	7,0	6,9	1,5	0,6	0,01	-	6,3	5,8	8,6	5,3
	1-3 cm	272	-	0,01	-	7,5	-	1,4	-	0,01	-	6,7	-	6,5	-
	3-6 cm	276	-	0,02	-	8,0	-	1,5	-	<0,01	-	7,5	-	7,4	-
St.7	135°/1000 m	55	44	<0,01	<0,02	6,9	7,2	1,3	1,4	-	-	5,9	6,1	5,2	7,0
St.9	225°/ 250 m	232	4040	<0,01	<0,02	6,9	8,0	1,5	3,5	-	-	5,8	8,5	7,7	7,5
St.10	225°/ 500 m	183	1590	<0,01	<0,02	7,0	7,0	1,1	0,8	-	-	6,1	6,8	5,2	5,5
St.11	225°/1000 m	110	253	<0,01	<0,02	7,2	7,3	1,2	1,0	-	-	6,1	6,7	5,3	6,3
St.13	315°/ 250 m	90	280	<0,01	<0,02	6,8	6,9	1,0	2,1	-	-	5,6	5,7	5,1	5,3
St.14	315°/ 500 m	59	118	<0,01	<0,02	6,9	6,9	1,1	0,8	-	-	6,0	6,8	5,1	10,5

-: ikke analysert

Biologi

Diversitetsindeksene på Tambar er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.6.3.

Feltstasjonene på Tambar skiller seg noe fra de regionale stasjonene, se MDS plot I Figur 4.6.1.

TEKNISK RAPPORT

Table 4.6.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Tambar 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
TAM-01	45°/250	68	2791	781	75	74	2.2	4.7	0.3	0.7	16	32
TAM-02	45°/500	67	2822	752	69	68	2.1	4.6	0.3	0.7	16	30
TAM-05	135°/250	70	2363	823	69	68	2.5	4.6	0.4	0.7	18	29
TAM-06	135°/500	70	3355	800	74	73	1.9	4.7	0.3	0.7	15	31
TAM-07	135°/1000	70	1281	545	72	71	3.0	4.8	0.5	0.8	22	34
TAM-09	225°/250	70	3016	766	65	64	2.0	4.7	0.3	0.8	16	30
TAM-10	225°/500	70	2655	765	83	82	2.3	4.8	0.3	0.8	17	34
TAM-11	225°/1000	70	1304	509	69	68	2.8	4.6	0.4	0.7	20	32
TAM-13	300°/250	69	1793	583	59	58	2.4	4.6	0.4	0.8	18	30
TAM-14	315°/500	69	1015	540	67	66	3.3	4.4	0.5	0.7	23	31

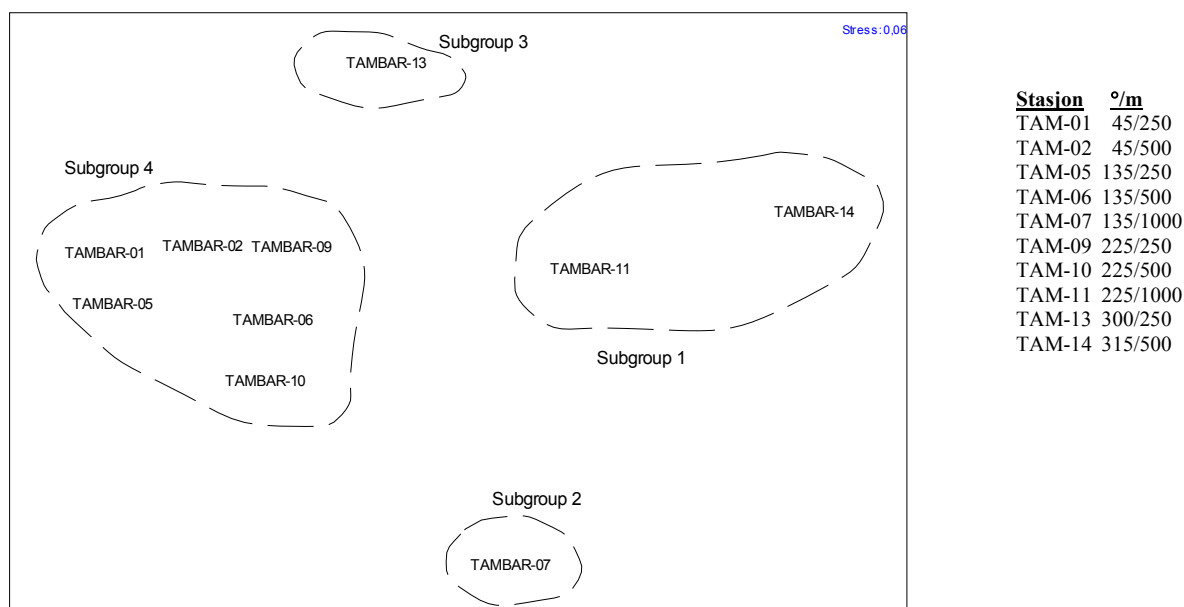


Figure 4.6.1. MDS plot, Tambar (trans. kv.root, ex. *M. oculata* og juvenile), Tambar 2002.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *M. oculata* bunndyrssamfunnet.
- Indeksene viser et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet.
- Antallet *M. oculata* er høyere på Tambar feltstasjoner enn på de regionale stasjonene.
- Det er en sterk korrelasjon mellom fauna og variasjoner i dyp, Ba, Cd og kornstørrelse når analysen inkluderer de regionale stasjonene og *M. oculata*. Det er også en svak korrelasjon mellom fordelingen av Ba og fauna innen feltstasjonene.

TEKNISK RAPPORT

Høyest antall indikatorarter ble funnet på stasjoner 250 og 500m fra installasjonen i 45°, 135° og 225° retningene. Dette er også de stasjonene med høyest konsentrasjon av Ba. Høye diversitetsindekser og beskjedne variasjoner i faunaen kombinert med relativt lave Ba konsentrasjoner medfører at disse stasjonene karakteriseres som uforstyrret.

- Som for de fleste andre felt i regionen har det skjedd endringer i faunaen siden 1999, noe som indikerer en ytre påvirkning.

4.7 Ekofisk Centre og 2/4 B&K

Sedimentene på Ekofisk Centre og 2/4 B&K består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 87 % på stasjon 15, 175°/500m til 97 % på referansestasjonen ved 90°/15000m. Innholdet av grus er lavt, men 9,0 % er funnet på stasjon 19, 200°/1200m. Innholdet av silt og leire har økt på de fleste stasjonene sammenlignet med tidligere undersøkelser. Gjennomsnittet av silt og leire er 7,2 % sammenlignet med 4,9 % i 1999 og 4,8 % i 1996. På referansestasjonen er innholdet av silt og leire som i 1996. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og konsentrasjonene varierer fra 0,8 % på referansestasjonen til 2,1 % på stasjon 15, 175°/500m. Konsentrasjonene er de samme eller har økt sammenlignet med tidligere undersøkelser.

Middelverdien av THC (medregnet eter borevæske) varierer fra 5,9 mg/kg på referansestasjonen, 90°/15000m til 601 mg/kg på stasjon 14, 140°/850m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. Dette vil si ut til 4400m i 144° retningen. På de fleste stasjonene er konsentrasjonene som i de tidligere undersøkelsene. Imidlertid er det funnet en betydelig økning på stasjon 14, 140°/850m fra 52 mg/kg i 1999 til 601 mg/kg i årets undersøkelse. De høyeste konsentrasjonene er funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene, henholdsvis 1240 mg/kg og 1040 mg/kg. Gasskromatogrammene viser at en stor del av de forhøyde "THC" konsentrasjonene som er funnet på stasjon 14 skyldes didecyl etere i borevæsken Aquamul B.

Olefiner/etere er funnet på de fem stasjonene som er analysert for olefiner, fra 2,0 mg/kg på stasjon 33, 180°/1000m til 361 mg/kg på stasjon 14, 140°/850m. Bidraget fra eter kunne ikke estimeres, siden sedimentene ikke er analysert med hensyn på eter forbindelser.

NPD konsentrasjonene varierer fra 0,021 mg/kg på referansestasjonen til 0,392 mg/kg på stasjon 15, 175°/500m. PAH konsentrasjonene varierer fra 0,048 mg/kg på referansestasjonen til 0,366 mg/kg på stasjon 15. På stasjon 14, 140°/850m har NPD og PAH konsentrasjonene økt siden 1999, mens de er tilsvarende som i 1996. De høyeste dekalin konsentrasjonene, 13,6 mg/kg, er funnet på stasjon 14, og det er en betydelig økning siden 1999. Forhøyde konsentrasjoner av NPD, PAH og dekaliner er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. Konsentrasjonen i lagprøvene er som i det øverste 0-1 cm laget.

Ba konsentrasjonene varierer fra 72 mg/kg på referansestasjonen, 90°/15000m til 4680 mg/kg på stasjon 14, 140°/850m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene bortsett fra referansestasjonen. Ba verdiene er stort sett som i de tidligere undersøkelsene, men det er en økning på stasjon 14, 140°/850m, fra 1490 mg/kg i 1999 til 4680 mg/kg i årets undersøkelse. Høye konsentrasjoner er også funnet på stasjon 15, 175°/500m, 4180 mg/kg. Ba verdiene er over 1000 mg/kg på 12 av de 18 stasjonene som er analysert, og forhøyde verdier er funnet ut til

TEKNISK RAPPORT

4400m. Høye Ba konsentrasjoner er også funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene, tilsvarende eller litt høyere konsentrasjoner enn i det øverste 0-1 cm laget.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, men konsentrasjoner over grensen for forurensning er funnet på de fleste stasjonene.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Ekofisk Centre og 2/4 B&K. Mindre mengder av baritt og kaks i forbindelse med boring av de øverste seksjonene med vannbasert slam, er sluppet ut siden den forrige undersøkelsen i 1999. Den eterbaserte borevæsken Aquamul B er sluppet ut i 1990/1991, og det er tydelig at disse eterforbindelsene ikke brytes ned så lett som tidligere antatt.

Tabell 4.7.1. Ekofisk Centre og 2/4 B&K, silt & leire og TOM (%), THC, Olefiner, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.8	84°/1800 m	7,5	6,3	1,19	1,03	14,3	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9	94°/1800 m	8,4	-	1,40	-	60,1	-	-	-	0,137	-	0,143	-	2,630	-
St.9a	70°/500 m	8,6	-	1,36	-	40,3	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-
St.11	144°/4400 m	5,2	4,1	0,95	1,18	9,6	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.12	148°/2500 m	7,5	7,7	1,28	1,17	15,8	16,4	-	-	-	-	-	-	-	-
St.13	146°/1300 m	6,9	5,3	1,32	1,14	18,0	16,0	2,1	-	0,094	-	0,118	-	0,120	-
	1-3 cm			-	-	21,3	-	3,0	-	0,072	-	0,095	-	0,114	-
	3-6 cm			-	-	24,8	-	4,1	-	0,080	-	0,125	-	0,118	-
St.14	140°/ 850 m	9,5	3,2	1,67	0,99	*601	51,6	**361	-	0,352	0,026	0,217	0,055	13,600	0,233
	1-3 cm			-	-	1240	47,4	867	-	0,266	0,058	0,242	0,100	8,050	0,094
	3-6 cm			-	-	1040	100	830	-	0,267	0,168	0,085	0,291	1,420	0,048
St.15	175°/500 m	13,0	-	2,10	-	105	-	-	-	0,392	-	0,366	-	5,300	-
St.18	208°/2500 m	5,6	5,0	0,96	0,94	10,9	12,3	-	-	-	-	-	-	-	-
St.19	200°/1200 m	3,9	-	1,22	-	19,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.22	288°/1900 m	5,9	5,9	1,02	1,04	14,6	15,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.23	290°/1000 m	6,6	5,3	1,11	0,93	19,6	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-
St.28	360°/1000 m	5,0	3,0	1,07	0,91	34,9	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-
St.32	180°/ 500 m	8,4	4,3	1,28	1,07	37,8	19,4	3,9	2,9	0,148	0,060	0,092	0,042	0,385	0,157
	1-3 cm			-	-	39,1	4,0	4,9	-	0,188	0,010	0,081	0,008	0,340	nd
	3-6 cm			-	-	45,5	5,7	5,1	-	0,102	0,043	0,090	0,008	0,500	0,115
St.33	180°/1000 m	8,4	4,3	1,18	0,90	19,6	13,3	2,0	1,5	0,057	-	0,073	-	0,131	-
	1-3 cm			-	-	22,3	-	2,4	-	0,058	-	0,084	-	0,148	-
	3-6 cm			-	-	29,6	-	3,3	-	0,063	-	0,083	-	0,316	-
St.34	270°/1000 m	7,4	4,5	0,96	0,94	11,6	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-
St.39	90°/1000 m	7,2	5,0	1,18	1,09	16,2	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref.42	90°/15000m	2,6	5,3	0,82	0,95	5,9	5,5	-	-	0,021	0,010	0,048	0,035	nd	nd
	1-3 cm			-	-	7,92	9,0	-	-	0,028	0,032	0,068	0,094	nd	nd
	3-6 cm			-	-	8,53	5,9	-	-	0,033	0,015	0,081	0,048	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

*: ca. 60 % Aquamul B (didecyl etere)

**: hovedsakelig Aquamul B (didecyl etere)

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.7.2. Ekofisk Centre og 2/4 B&K, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.8 84°/1800 m	840	1030	1510	0,02	<0,02	7,7	8,0	1,6	1,1	-	-	11,5	13,4	10,0	7,1
St.9 94°/1800 m	3750	-	3240	0,05	-	9,6	-	6,1	-	-	-	18,4	-	31	-
St.9a 70°/500 m	3200	-	-	0,08	-	9,4	-	4,9	-	-	-	20,6	-	32	-
St.11 144°/4400 m	277	362	890	0,02	<0,02	7,9	7,8	1,0	0,6	-	0,02	8,5	9,1	7,4	6,9
St.12 148°/2500 m	1330	1430	2150	0,02	0,02	8,5	8,3	1,8	1,5	-	-	13,6	15,4	11,5	11,7
St.13 146°/1300 m	1550	1310	1540	0,02	<0,02	8,4	9,0	1,9	1,4	0,02	-	11,6	16,3	12,2	11,5
1-3 cm	2590	-	-	0,05	-	9,4	-	3,0	-	0,03	-	15,3	-	17,0	-
3-6 cm	2620	-	-	0,06	-	9,7	-	2,5	-	0,03	-	16,8	-	20,3	-
St.14 140°/ 850 m	4680	1490	2410	0,14	<0,02	10,1	7,4	70,1	2,0	0,05	0,02	25,3	9,2	65	12,2
1-3 cm	4708	2740	-	0,12	0,02	9,3	8,0	10,0	2,1	0,05	0,02	36,4	10,6	65	15,0
3-6 cm	4673	3700	-	0,13	0,04	8,9	6,7	5,4	1,9	0,04	0,02	43,3	14,0	81	17,6
St.15 175°/500 m	4180	-	-	0,16	-	14,4	-	14,1	-	-	-	30,5	-	82	-
St.18 208°/2500 m	941	778	738	<0,01	<0,02	7,9	6,6	1,4	0,9	-	-	11,9	9,0	12	8,1
St.19 200°/1200 m	1980	-	2890	0,03	-	8,9	-	3,1	-	-	-	15,5	-	16,4	-
St.22 288°/1900 m	799	1360	-	0,01	<0,02	7,8	8,3	1,4	1,3	-	-	10,9	14,6	8,5	10,2
St.23 290°/1000 m	1250	1190	2140	0,02	<0,02	7,9	7,6	1,8	1,1	-	-	11,8	11,8	10,1	10,1
St.28 360°/1000 m	1100	1080	-	0,02	<0,02	8,2	8,1	2,4	1,2	-	-	16,7	14,6	12,5	9,8
St.32 180°/ 500 m	2900	1920	3700	0,04	0,02	8,4	7,2	3,4	1,8	0,04	0,02	16,9	11,8	20,9	17,6
1-3 cm	3830	563	-	0,08	0,02	9,7	4,6	4,5	0,5	0,05	<0,01	29,8	3,3	35,6	5,5
3-6 cm	2780	357	-	0,07	<0,02	9,5	4,6	3,2	0,4	0,03	<0,01	21,1	3,2	27,5	4,0
St.33 180°/1000 m	2130	1210	1400	-	<0,02	-	5,0	-	1,1	-	-	-	7,2	-	7,5
1-3 cm	2220	-	-	0,06	-	8,6	-	2,6	-	0,03	-	17,4	-	18,0	-
3-6 cm	2720	-	-	0,07	-	8,9	-	2,7	-	0,03	-	18,4	-	21,2	-
St.34 270°/1000 m	760	1030	1550	0,02	<0,03	7,8	8,1	1,6	1,2	-	-	10,8	12,7	8,2	11,1
St 39 90°/1000 m	1470	1060	2830	0,03	<0,02	8,2	8,5	1,8	1,4	-	-	12,3	13,5	10,8	11,1
Ref. 42 90°/15000 m	72	41	67	<0,01	<0,02	7,7	7,1	1,0	0,5	<0,01	<0,01	6,3	6,1	5,6	4,7
1-3 cm	88	50	-	<0,01	<0,02	7,7	7,2	1,1	0,5	0,01	<0,01	6,3	6,0	5,6	5,1
3-6 cm	331	141	-	0,01	<0,02	8,1	7,8	1,8	0,8	<0,01	<0,01	7,2	7,3	6,9	5,8

-: ikke analysert

Biologi

Diversitetsindeksene på Ekofisk Centre er klart påvirket av *M. oculata*. Jevnheten (J') og ES₁₀₀ er generelt høye på alle stasjoner (ex. *M. oculata*), bortsett fra EC-9 (94°/1800m), EC-14 (140°/850m) og EC-15 (175°/500m). Stort sett indikerer diversitetsindeksene et relativt uforstyrret bunndyrssamfunn, se Tabell 4.7.3.

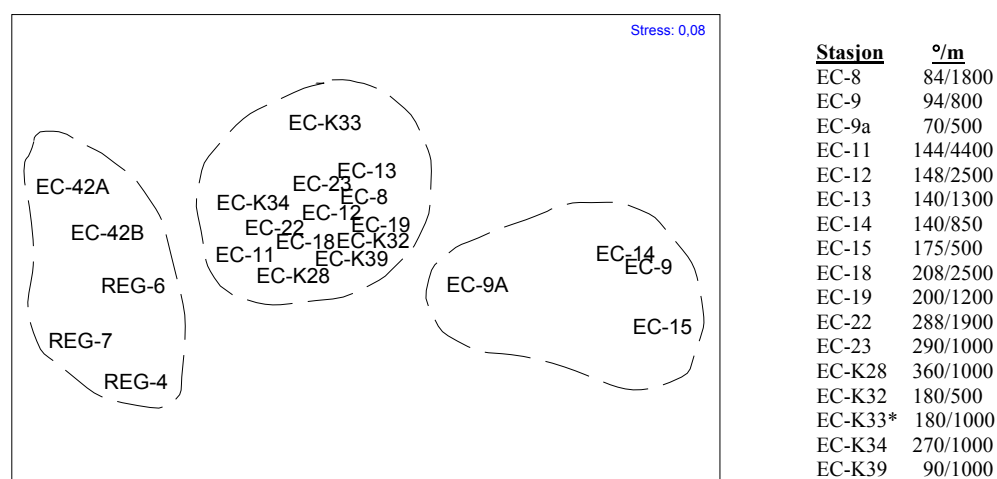
MDS-plottet i Figur 4.7.1 viser at faunaen kan deles i tre separate grupper.

TEKNISK RAPPORT

Table 4.7.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Ekofisk Centre, 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
EC-8	84°/1800	74	3116	726	82	81	2.0	5.2	0.3	0.8	17	38
EC-9	94°/800	78	1267	1187	58	57	3.2	3.0	0.5	0.5	19	18
EC-9a	70°/500	77	1189	709	60	59	3.3	3.8	0.5	0.6	20	26
EC-11	144°/4400	71	2167	647	82	81	2.5	5.3	0.4	0.8	21	40
EC-12	148°/2500	75	2099	728	87	86	2.7	5.1	0.4	0.8	21	36
EC-13	140°/1300	78	1878	867	80	79	3.2	4.8	0.5	0.8	24	35
EC-14	140°/850	78	1991	1171	50	49	2.8	3.2	0.5	0.6	16	19
EC-15	175°/500	77	1425	1286	49	48	3.2	3.0	0.6	0.5	19	19
EC-18	208°/2500	73	3732	762	83	82	1.8	5.1	0.3	0.8	15	36
EC-19	200°/1200	78	2078	938	80	79	3.2	5.0	0.5	0.8	24	35
EC-22	288°/1900	70	2269	629	85	84	2.3	5.3	0.4	0.8	20	40
EC-23	290°/1000	78	1834	644	84	83	2.7	5.1	0.4	0.8	22	38
EC-K28	360°/1000	79	1705	665	85	84	3.0	5.3	0.5	0.8	24	39
EC-K32	180°/500	79	2719	839	72	71	2.3	4.7	0.4	0.8	18	32
EC-K33*	180°/1000	79	894	384	55	54	3.0	4.6	0.5	0.8	21	32
EC-K34	270°/1000	78	2359	619	70	69	2.2	5.2	0.4	0.8	19	38
EC-K39	90°/1000	79	2098	718	83	82	2.7	5.1	0.4	0.8	21	37
EC- 42A	90°/15000	70	3734	574	66	65	1.3	4.5	0.2	0.7	11	30
EC- 42B	90°/15000	70	3257	667	71	70	1.7	4.6	0.3	0.7	13	32

*: Kun 3 grabbprøver ble samlet inn pga. Wire som lå på sjøbunnen.



Figur 4.7.1. MDS plott, Ekofisk centre og regionale stasjoner 3 (ref. stasjon), 4, 6 og 7 (trans. kv.root, ex. *M. oculata*, ex. juvenile), Ekofisk centre 2002.

TEKNISK RAPPORT

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerer *M. oculata* faunaen i området. Dominansen har økt fra 1999 til 2002. Det høye antallet og utbredelsen av denne arten i Ekofiskområdet viser ingen korrelasjon med THC, metaller eller andre undersøkte parametere.
- Diversitetsindeksene (basert på data uten *M. oculata*) viser en relativt uforstyrret fauna i Ekofiskområdet. Unntakene er EC-9 (94°/800), 9a (70°/500), 14 (140°/850) og 15 (175°/500).
- Variasjoner i faunaen korrelerer med variasjonene i metallkonsentrasjonene på feltstasjonene. EC-9, 9a, 14 og 15 har de høyeste konsentrasjonene av Ba, Cd, Cr og Zn.
- På bakgrunn av diversitetsindekser og korrelasjon mellom fauna og metallnivåer karakteriseres EC-9, 9a, 14 og 15, som ligger nærmest installasjonen med tidligere utslipp, som forstyrret.
- EC-14 (140°/850) ble karakterisert som moderat forstyrret i 1999. I perioden 1999 til 2002 har nesten alle undersøkte parametere (inklusive eter) økt betraktelig, mens diversitetsindeksen er redusert. EC-K32 (180°/500) ble karakterisert som moderat forstyrret i 1996. Undersøkelsen i 1999 viste at THC- og Ba-konsentrasjonene på denne stasjonen var redusert. Årets undersøkelse viser ingen tegn til forstyrrelse på denne stasjonen. EC-15 (175°/500) var ikke inkludert i undersøkelsesprogrammet i 1999. Sammenlignet med resultatene fra 1990-1992 har imidlertid diversiteten avtatt betraktelig. EC-15 har forhøyede konsentrasjoner av de fleste undersøkte kjemiske parameterene.
- Endringene i faunaen i perioden 1990 – 2002 kan ikke forklares med endringer i de undersøkte kjemiske parameterne. En lignende trend med endringer i fauna over tid kan sees for de fleste feltene i regionen, og skyldes trolig ikke aktiviteter i forbindelse med oljevirksomheten.

4.8 Ekofisk 2/4 A

Sedimentene på Ekofisk 2/4 A består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 80,4 % på stasjon 5B, 67°/150m til 94,6 % på stasjon 1, 337°/100m og stasjon 3, 337°/500m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire har økt på de fleste stasjonene sammenlignet med den forrige undersøkelsen, og utgjør mer enn 10 % på de innerste stasjonene i 67°, 157° og 247° retningene. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og konsentrasjonene varierer fra 0,8 % på stasjon 1, 337°/100m til 2,1 % på stasjon 9, 157°/100m. Verdiene er stort sett som i de tidligere undersøkelsene, men det er funnet en økning på stasjon 9, fra 1,3 % i 1999 til 2,1 %.

Middelverdien av THC varierer fra 8,2 mg/kg på stasjon 12a, 157°/2000m til 141 mg/kg på stasjon 5, 67°/100m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, men bare litt forhøyet på 2000m stasjonen. THC konsentrasjonene har avtatt siden 1999 på 100m stasjonene. Vertikale lag ned til 12 cm dyp er tatt på fire stasjoner, ved 150m og 200m i 157° og 337° retningene. Det er en tendens til høyere konsentrasjoner i de dypere lagene sammenlignet med det øverste 0-1 cm laget. Spesielt høye THC konsentrasjoner er funnet i 1-3 cm laget på stasjon 9B, 157°/150m.

TEKNISK RAPPORT

Olefiner er funnet på de stasjonene som er analysert, og middelverdien varierer fra 8,0 mg/kg på stasjon 1, 337°/100m til 54,2 mg/kg på stasjon 5, 67°/100m. Olefiner er også funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene.

Estere fra borevæsken Finagreen er funnet i sedimentene ved 100m i 67°, 157° og 247° retningene og også på 150m stasjonene i 67° og 157° retningene. Konsentrasjonene er lave, ca. 1 mg/kg.

Forhøyde konsentrasjoner av NPD, PAH og dekaliner er funnet på alle stasjoner som er analysert, bortsett fra dekaliner på to stasjoner. Middelverdien av NPD varierer fra 0,065 mg/kg på stasjon 11, 157°/500m til 0,722 mg/kg på stasjon 9, 157°/100m. Middelverdien av PAH varierer fra 0,064 mg/kg på stasjon 11 til 0,322 mg/kg på stasjon 9. Middelverdien av dekaliner varierer fra 0,073 mg/kg på stasjon 11 til 1,33 mg/kg på stasjon 9. Høye konsentrasjoner av fenantren/antracen og pyren/fluoranten er funnet i 1-3 cm laget på stasjon 9, 157°/100m.

PCB er funnet i prøvene fra 100m, 150m og 200m stasjonene. Konsentrasjonene varierer fra 0,004 mg/kg på stasjon 1B, 337°/150m til 0,119 mg/kg på stasjon 5C, 67°/200m.

Ba konsentrasjonene varierer fra 268 mg/kg på stasjon 12a, 157°/2000m til 4740 mg/kg på stasjon 5, 67°/100m. Forhøyde konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene. Ba verdiene er stort sett som i tidligere undersøkelser. Noen forandringer er funnet, en nedgang på stasjon 14, 247°/250m og stasjon 15, 247°/500m og en økning på stasjon 10, 157°/250m. Høye konsentrasjoner av Ba er også funnet i sedimentlagene ved 1-3 cm og 3-6 cm, og nivåene er de samme eller høyere enn i det øverste 0-1 cm laget.

Forhøyde konsentrasjoner av tungmetaller er funnet på de fleste stasjonene. De høyeste konsentrasjonene er funnet på stasjon 13, 247°/100m.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene på Ekofisk 2/4 A. Olefiner og estere er funnet i sedimentene på grunn av utslipp i 1994.

Tabell 4.8.1. Ekofisk 2/4 A, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, estere, PCB, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt og leire		TOM		THC		Olefin	Ester	PCB	NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999				2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1 337°/ 100 m	5,4	9,1	0,77	1,0	27,8	49,1	8,0	<1	0,009	0,084	-	0,088	-	0,230	-
1-3 cm			-	-	35,1	-	11,2	<1	-	0,098	-	0,141	-	0,169	-
3-6 cm			-	-	57,6	-	16,7	<1	-	0,140	-	0,119	-	0,545	-
St.1B 337°/ 150 m	8,4	-	1,09	-	24,1	-	5,5	<1	0,004	0,118	-	0,092	-	nd	-
1-3 cm			-	-	31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-6 cm			-	-	54,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-9 cm			-	-	35,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-12 cm			-	-	41,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.1C 337°/ 200 m	7,2	-	1,01	-	15,1	-	2,5	<1	0,005	0,112	-	0,128	-	nd	-
1-3 cm			-	-	24,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-6 cm			-	-	60,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-9 cm			-	-	92,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-12 cm			-	-	63,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.2 337°/ 250 m	8,2	7,3	1,21	0,9	19,8	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.3 337°/ 500 m	5,4	5,5	1,05	0,9	12,0	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.4 337°/1000 m	6,5	7,0	1,26	1,0	15,6	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.5 67°/ 100 m	14,3	9,9	1,31	1,7	141	384	54,2	1,4	0,014	0,665	-	0,179	-	0,941	-

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8.1.		Silt og leire		TOM		THC		Olefin	Ester	PCB	NPD		PAH		Dekaliner	
Stasjon		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	2002	2002	2002	1999	2002	1999	2002	1999
	1-3 cm			-	-	152	-	60,2	<1	-	0,486	-	0,162	-	1,290	-
	3-6 cm			-	-	91,9	-	11,8	<1	-	0,317	-	0,285	-	0,973	-
St.5B	67°/ 150 m	19,6	-	1,86	-	146	-	51,3	1,1	0,102	0,501	-	0,218	-	1,230	-
St.5C	67°/ 200 m	13,2	-	1,58	-	125	-	44,3	<1	0,119	0,309	-	0,336	-	1,300	-
St.6	67°/ 250 m	11,1	8,3	1,40	1,2	82,6	57,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.7	67°/ 500 m	7,2	6,7	1,17	1,0	16,0	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.8	67°/1000 m	7,2	4,5	1,08	1,1	15,5	12,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9	157°/ 100 m	18,2	7,9	2,06	1,3	119	311	46,2	2,1	0,044	0,722	-	0,322	-	1,330	-
	1-3 cm			-	-	155	-	43,0	<1	-	8,170	-	23,40	-	1,420	-
	3-6 cm			-	-	50,3	-	7,6	<1	-	0,261	-	0,309	-	0,559	-
St.9B	157°/ 150 m	12,1	-	1,90	-	109	-	34,0	1,4	0,021	0,537	-	0,475	-	0,875	-
	1-3 cm			-	-	285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-6 cm			-	-	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6-9 cm			-	-	60,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9-12 cm			-	-	29,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9C	157°/ 200 m	13,0	-	1,55	-	87,9	-	21,8	<1	0,113	0,490	-	0,181	-	0,478	-
	1-3 cm			-	-	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-6 cm			-	-	52,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6-9 cm			-	-	22,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9-12 cm			-	-	9,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.10	157°/ 250 m	8,8	5,2	1,33	1,3	41,3	59,3	-	-	-	0,214	0,147	0,092	0,065	0,238	0,382
	1-3 cm			-	-	46,0	114	-	-	-	0,183	0,169	0,132	0,067	0,281	1,140
	3-6 cm			-	-	54,0	68,8	-	-	-	0,406	0,197	0,362	0,367	0,423	2,610
St.11	157°/ 500 m	8,8	5,2	0,97	1,0	15,9	15,5	-	-	-	0,065	-	0,064	-	0,073	-
	1-3 cm			-	-	16,4	-	-	-	-	0,063	-	0,074	-	0,072	-
	3-6 cm			-	-	21,0	-	-	-	-	0,081	-	0,106	-	0,135	-
St.12	157°/1000 m	6,2	6,4	0,91	1,4	10,3	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.12a	157°/2000m	6,4	-	0,91	-	8,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.13	247°/100 m	14,8	-	1,54	-	93,4	-	35,3	1,2	0,066	0,265	-	0,106	-	0,506	-
	1-3 cm			-	-	205	-	97,4	<1	-	0,544	-	0,137	-	1,620	-
	3-6 cm			-	-	111	-	26,1	<1	-	0,431	-	0,097	-	1,270	-
St.13B	247°/ 150 m	11,9	-	1,40	-	125	-	53,9	<1	0,106	0,320	-	0,150	-	1,540	-
St.13C	247°/ 200 m	10,5	-	1,13	-	35,6	-	12,1	<1	0,023	0,194	-	0,191	-	0,253	-
St.14	247°/ 250 m	8,5	6,9	1,04	1,2	23,7	189	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.15	247°/ 500 m	7,9	5,5	0,95	1,1	12,6	18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.16	247°/1000 m	8,0	2,4	0,91	0,7	11,4	10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg olefiner, estere og PCB er ikke analysert i 1999

Tabell 4.8.2. Ekofisk 2/4 A, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1	337°/ 100 m	2330	3750	0,06	0,05	7,2	9,4	5,4	2,7	0,07	-	25,2	26,7	29	28,3
	1-3 cm	4500	-	0,19	-	9,1	-	8,0	-	0,11	-	59,0	-	76	-
	3-6 cm	4980	-	0,25	-	10,1	-	11,1	-	0,13	-	65,8	-	103	-
St.1B	337°/ 150 m	1820	-	0,02	-	6,6	-	2,9	-	0,02	-	18,6	-	14	-
St.1C	337°/ 200 m	2290	-	0,02	-	8,1	-	2,3	-	0,03	-	22,4	-	17	-
St.2	337°/ 250 m	1690	2430	0,02	0,02	8,0	7,9	1,8	1,3	-	-	15,9	15,8	11,5	11,8

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8.2 forts.		Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
Stasjon		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	337°/ 500 m	945	739	0,02	<0,02	7,8	7,8	1,6	1,0	-	-	11,0	11,9	9,7	9,2
St.4	337°/1000 m	896	1170	0,02	0,02	8,3	9,4	1,7	1,5	-	-	11,7	14,7	10,7	12,5
St.5	67°/ 100 m	4740	5680	0,17	0,33	11,0	13,4	10,4	19,4	0,07	-	46,8	74,7	84	132
	1-3 cm	4950	-	0,42	-	11,3	-	12,9	-	0,12	-	69,4	-	144	-
	3-6 cm	4310	-	0,50	-	13,0	-	19,8	-	0,28	-	106	-	213	-
St.5B	67°/ 150 m	4960	-	0,28	-	11,8	-	12,4	-	0,11	-	53,0	-	100	-
St.5C	67°/ 200 m	4150	-	0,15	-	10,3	-	8,1	-	0,09	-	36,5	-	51	-
St.6	67°/ 250 m	4480	4340	0,15	0,05	12,2	10,4	10,0	3,6	-	-	39,2	36,2	57	29,8
St.7	67°/ 500 m	2290	1860	0,03	<0,02	8,5	6,8	2,3	1,3	-	-	21,2	12,8	13,1	10,5
St.8	67°/1000 m	1190	1310	0,02	<0,02	8,4	8,9	1,7	1,3	-	-	14,6	16,3	11,0	10,9
St.9	157°/ 100 m	4260	4710	0,17	0,24	9,7	10,3	8,3	15,8	0,08	-	41,0	51,5	84	106
	1-3 cm	5620	-	0,46	-	11,8	-	14,2	-	0,13	-	93,6	-	186	-
	3-6 cm	4820	-	0,42	-	12,0	-	11,2	-	0,13	-	83,7	-	117	-
St.9B	157°/ 150 m	5470	-	0,29	-	10,5	-	13,6	-	0,25	-	71,0	-	144	-
St.9C	157°/ 200 m	3400	-	0,10	-	10,0	-	8,1	-	0,12	-	43,9	-	60	-
St.10	157°/ 250 m	4340	2990	0,05	0,03	9,7	8,3	4,2	2,4	0,05	0,05	31,2	27,7	29	23,2
	1-3 cm	6060	5240	0,10	0,10	11,0	8,9	6,5	5,3	0,09	0,22	52,3	45,7	52	49,6
	3-6 cm	5180	4810	0,10	0,12	11,0	10,8	5,6	3,6	0,04	0,08	38,3	45,6	46	53,1
St.11	157°/ 500 m	1350	1670	0,02	<0,02	8,5	8,9	1,9	1,4	0,02	-	16,7	20,1	11,8	14,5
	1-3 cm	2970	-	0,04	-	8,8	-	2,6	-	0,05	-	21,8	-	16,4	-
	3-6 cm	4480	-	0,06	-	9,7	-	2,8	-	0,04	-	22,6	-	22,0	-
St.12	157°/1000 m	476	605	0,01	<0,02	7,4	8,7	1,8	1,3	-	0,03	8,9	11,0	9,1	9,2
St.12a	157°/2000m	268	-	0,02	-	7,9	-	1,5	-	-	-	8,7	-	8,0	-
St.13	247°/100 m	4350	-	0,27	-	11,7	-	13,5	-	0,08	-	57,9	-	150	-
	1-3 cm	5790	-	0,48	-	13,4	-	24,7	-	0,11	-	146	-	234	-
	3-6 cm	4290	-	0,84	-	10,8	-	15,9	-	0,37	-	137	-	341	-
St.13B	247°/ 150 m	4790	-	0,11	-	13,3	-	12,8	-	0,06	-	49,3	-	86	-
St.13C	247°/ 200 m	3460	-	0,08	-	10,2	-	7,3	-	0,05	-	35,9	-	47	-
St.14	247°/ 250 m	2300	4540	0,05	0,17	8,7	9,6	4,1	9,4	-	-	26,5	63,6	28	96,6
St.15	247°/ 500 m	1960	2900	0,02	<0,02	7,7	8,9	2,3	1,5	-	-	17,5	22,7	13,8	14,7
St.16	247°/1000 m	957	567	0,02	<0,02	7,7	6,3	1,8	0,7	-	-	12,4	9,9	9,9	8,6

-: ikke analysert

Borekakshaug på Ekofisk 2/4 A – Kjerneprøve VC-2

Sedimentene varierer fra fin sand i det øverste laget, silt og leire i 10-15 cm laget, grov sand fra 15 til 35 cm og så fin sand igjen i bunnen. Innholdet av sand varierer fra 34,3 % i 10-15 cm laget til 92,5 % i det dypeste laget ved 45-58 cm. Grus er funnet, fra 0,2 % i det dypeste laget til 21,6 % i 25-30 cm laget. Det øverste 0-5 cm laget inneholder 6,3 % totalt organisk materiale, så er det et TOM innhold på 10,4 % i det neste laget ved 5-10 cm. Videre avtar TOM innholdet gradvis nedover i kjernen, til 1,3 % det nederste laget ved 45-58 cm.

THC konsentrasjonene medregnet olefiner varierer fra 54,6 mg/kg i 40-45 cm laget til 71900 mg/kg i 10-15 cm laget. Svært høye THC konsentrasjoner er funnet i lagene 5-10 cm, 10-15 cm og 15-20 cm. I de to dypeste lagene som hovedsakelig består av sand, er THC innholdet lavt, men likevel forhøyet, ca. 50 mg/kg. Hydrokarboner i retensjonsområdet for boreslamsolje dominerer i 35-40 cm laget, som dermed skiller seg ut fra de andre lagene. Forbindelsene i

TEKNISK RAPPORT

retensjonsområdet for boreslamsolje kan ha sammenheng med diesel brukt som tilsetning til vannbasert slam.

Olefin konsentrasjonene varierer på samme måte som THC konsentrasjonene, fra 13 mg/kg i 40-45 cm laget til 54700 mg/kg i 10-15 cm laget. En betydelig del av THC innholdet skyldes olefiner, spesielt i de mest forurensede prøvene, opp til 76 %.

Den esterbaserte borevæsken Finagreen avtar gradvis nedover i sedimentet fra det øverste 0-5 cm laget med svært høye konsentrasjoner, 1500 mg/kg, til 1,1 mg/kg i 40-45 cm laget.

NPD konsentrasjonene varierer fra 0,30 mg/kg i det nederste laget ved 45-58 cm til 40,9 mg/kg i 35-40 cm laget, laget med boreslamsolje. PAH konsentrasjonene varierer fra 0,11 mg/kg i bunnlaget til 1,31 mg/kg i 5-10 cm laget. Konsentrasjonene er lave, og det er ikke funnet noen sammenheng med THC. Dekalin konsentrasjonene varierer fra 0,48 mg/kg i bunnlaget til 77,5 mg/kg i 35-40 cm laget, en klar sammenheng med THC konsentrasjonene.

PCB konsentrasjonene (sum PCB 7 dutch) varierer fra 0,004 mg/kg i bunnlaget til 0,776 mg/kg i 30-35 cm laget. PCB konsentrasjonen er lav i det øverste 0-5 cm laget, og konsentrasjonene er spesielt høye i 30-35 cm og 35-40 cm laget.

Ba konsentrasjonene er relativt høye og varierer fra 815 mg/kg i 45-58 cm laget til 3700 mg/kg i 40-45 cm laget. Sedimentet ved 40-45 cm er annerledes enn lagene ovenfor med hensyn til mineralsammensetningen, idet konsentrasjonene av elementene Al, Ca, Fe og Mg er svært lave.

Høye konsentrasjoner av tungmetaller er ikke funnet i 40-45 cm laget, men i 35-40 cm laget, det samme laget som viser boreslamsolje. Spesielt er konsentrasjonene av Pb og Zn høye, over 1000 mg/kg.

Forhøyde konsentrasjoner av alle de kjemiske parametrene er funnet ned til 60 cm's dyp i borekakschaugen, bortsett fra Cd og Hg i det dypeste laget.

De kjemiske resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene. Siden det ikke har vært utslipp siden 1994, ville vi forvente høyere konsentrasjoner nedover i lagene enn i det øverste 0-5 cm laget. Olefiner og estere har også blitt sluppet ut. Siden esterbasert borevæske ble sluppet ut i 1994, ville vi forvente lavere konsentrasjoner i det øverste laget fordi estere brytes ned relativt raskt. PCB stammer fra tilsetninger i maling.

Tabell 4.8.3. *Ekofisk 2/4 A, Borekakschaug, Kjerneprøve VC-2: silt & leire og TOM (%), THC, olefiner estere, PCB, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)*

Lag	Silt og leire 2002	TOM 2002	*THC 2002	Olefiner 2002	Estere 2002	PCB 2002	NPD 2002	PAH 2002	Dekaliner 2002
0 - 5 cm	36,6	6,26	5480	3040	1500	0,012	21,50	0,63	22,50
5 - 10 cm	47,7	10,4	35000	24200	1210	**	10,10	1,31	22,50
10 - 15 cm	63,5	9,24	71900	54700	45,2	**	5,54	0,48	29,10
15 - 20 cm	34,5	8,70	19600	14600	32,7	**	11,20	0,84	37,30
20 - 25 cm	14,2	5,17	994	277	12,8	0,064	13,10	0,64	8,08
25 - 30 cm	9,3	4,47	934	200	9,12	0,139	12,70	0,92	18,50
30 - 35 cm	8,0	3,83	883	116	5,76	0,776	14,00	0,75	36,10
35 - 40 cm	47,2	2,71	1360	**nd	3,40	0,711	40,90	1,13	77,50
40 - 45 cm	6,2	1,40	54,6	13,0	1,09	0,078	1,23	0,29	0,88
45 - 58 cm	7,3	1,27	57,6	36,2	2,99	0,004	0,30	0,11	0,48

*: olefiner er inkludert

**nd: ikke påvist, antagelig på grunn av høye konsentrasjoner av boreslamsolje

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8.4. Ekofisk 2/4 A, Borekakshaug, Kjerneprøve VC-2: Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Lag	Ba 2002	Cd 2002	Cr 2002	Cu 2002	Hg 2002	Pb 2002	Zn 2002
0 - 5 cm	2280	0,4	36,1	62,4	0,18	56,2	138
5 - 10 cm	1440	0,2	31,8	74,0	0,19	75,6	146
10 - 15 cm	1660	2,8	28,4	73,8	0,61	181	373
15 - 20 cm	2450	0,4	32,1	52,3	0,27	120	354
20 - 25 cm	3010	0,5	52,1	55,7	0,18	123	567
25 - 30 cm	3440	0,6	43,7	65,9	0,18	142	535
30 - 35 cm	2970	1,4	63,1	107	0,47	211	746
35 - 40 cm	1870	12,6	125	136	2,52	1300	2080
40 - 45 cm	3700	0,2	9,8	4,4	0,14	59,9	50
45 - 58 cm	815	< 0,2	10,8	2,3	0,03	8,5	12

Biology

Diversitetsindeksene på Ekofisk 2/4 A er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.8.5.

Jevnheten og ES₁₀₀ (ex. *M. oculata*) var generelt høy på alle unntatt på EKO A-13, se Tabell 4.8.5.

I MDS-plottet er kun Ekofisk 2/4 A stasjoner vist. Stasjonene kan deles inn i 4 grupper.

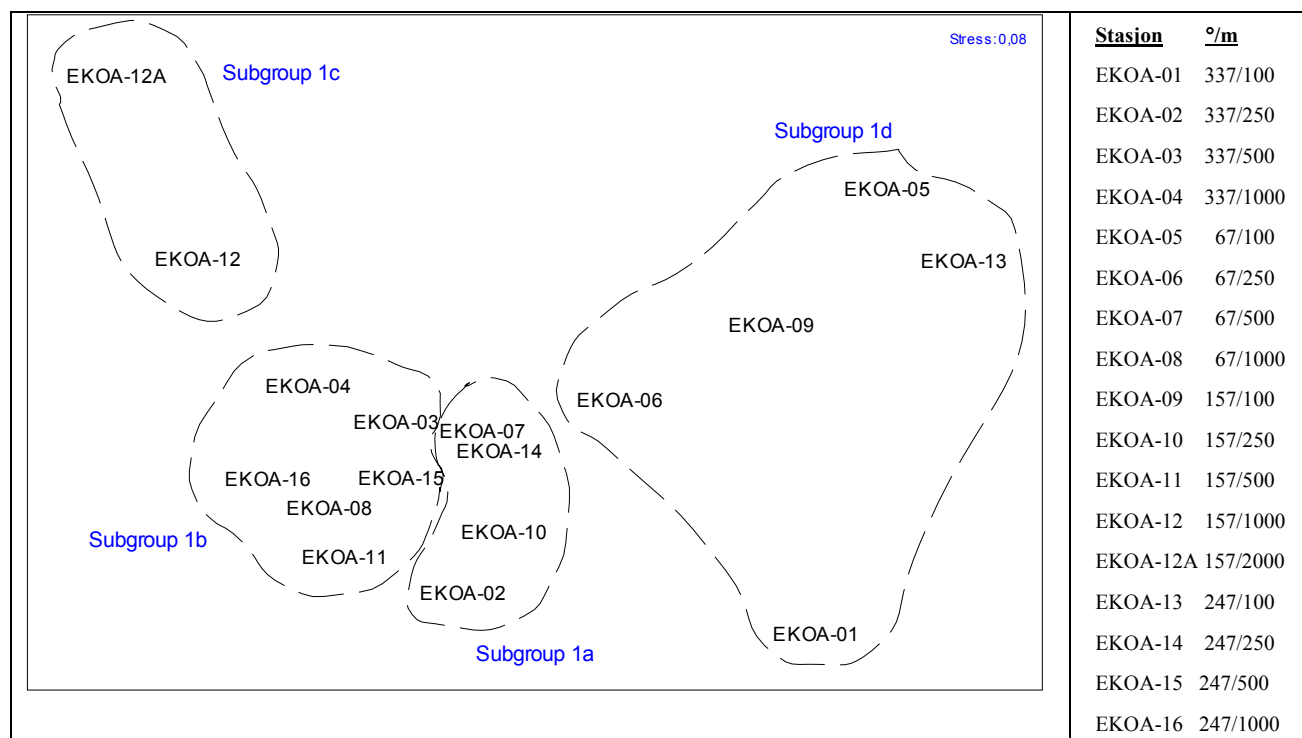
Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerer *M. oculata* faunaen i området. Dominansen har økt fra 1999 til 2002.
- Diversitetsindeksene (ex. *M. oculata*) er høye, og indikerer et uforstyrret bunndyrssamfunn på de fleste Ekofisk 2/4 A-stasjonene.
- Det er en forholdsvis god korrelasjon mellom faunaen og utbredelsen av Pb, Cd, Zn og THC. De høyeste nivåene av Pb, Cd, Zn og THC finnes på 100m stasjonene og på 67°/250m. De innerste stasjonene, og spesielt EKO A-5 (67°/100m) og 13 (247°/100m) karakteriseres som lett forstyrret.
- EKO A-9 (157°/100m) og 14 (247°/250), begge karakterisert som forstyrret i 1999, har hatt en økning i diversitetsindeksene. Artssammensetningen indikerer imidlertid at EKO A-9 fortsatt er lett forstyrret, mens EKO A-14, hvor THC- og Ba konsentrasjonene er redusert betraktelig siden 1999, ser ikke ut til å være forstyrret.
- Endringene i fauna fra 1999 til 2002 viser samme utvikling som den generelle trenden i regionen, og er trolig ikke knyttet til utslipp fra oljevirksomheten i området.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.8.5. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener div.indeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 ind. (*ES*₁₀₀), Ekofisk 2/4 A 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	%m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
EKO-A-01	337/100	74	4649	1089	89	88	1.9	4.8	0.3	0.7	15	33
EKO-A-02	337/250	74	3569	1049	91	90	2.3	5.0	0.4	0.8	18	35
EKO-A-03	337/500	74	2558	838	88	87	2.6	5.2	0.4	0.8	21	38
EKO-A-04	337/1000	76	1648	768	81	80	3.3	4.9	0.5	0.8	24	34
EKO-A-05	67/100	74	2872	1422	76	75	3.1	4.2	0.5	0.7	19	26
EKO-A-06	67/250	73	2243	872	78	77	2.9	4.9	0.5	0.8	22	34
EKO-A-07	67/500	76	3060	829	74	73	2.2	4.9	0.3	0.8	17	33
EKO-A-08	67/1000	75	2595	751	81	80	2.4	5.2	0.4	0.8	19	37
EKO-A-09	157/100	74	2060	1028	82	81	3.3	4.5	0.5	0.7	22	30
EKO-A-10	157/250	75	3044	1044	89	88	2.7	5.1	0.4	0.8	21	36
EKO-A-11	157/500	74	2309	798	86	85	2.7	5.1	0.4	0.8	21	37
EKO-A-12	157/1000	71	1810	599	73	72	2.6	5.1	0.4	0.8	21	38
EKO-A-12A	157/2000	71	1650	550	64	63	2.5	4.8	0.4	0.8	20	33
EKO-A-13	247/100	74	2496	1516	78	77	3.5	4.1	0.5	0.6	20	24
EKO-A-14	247/250	74	1972	899	80	79	3.3	5.1	0.5	0.8	25	36
EKO-A-15	247/500	74	3684	924	80	79	2.0	4.9	0.3	0.8	17	33
EKO-A-16	247/1000	72	2077	694	78	77	2.6	5.0	0.4	0.8	20	35

**Figur 4.8.1.** MDS plott, Ekofisk A og regionale stasjoner 3, 4, 6, 7 og 8 (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile), Ekofisk A 2002.

TEKNISK RAPPORT

4.9 Eldfisk 2/7 A/FTP

Sedimentene på Eldfisk 2/7 A/FTP består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 94 % på stasjon 10, 270°/1000m til 97 % på stasjon 2, 360°/1000m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er tilsvarende som i tidligere undersøkelser. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og det er bare funnet små variasjoner på feltet, fra 0,76 % til 0,91 %. Konsentrasjonene er som tidligere.

Middelverdien av THC varierer fra 6,1 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 32,5 mg/kg på stasjon 6, 180°/500m. På stasjon 6 er det funnet en økning siden forrige undersøkelse. I gasskromatogrammet ser vi tydelig hydrokarboner i retensjonsområdet for boreslamsoljen. Råolje som vedheng til kaks kan også gi et bidrag til den økte THC konsentrasjonen. På de fleste stasjonene er det funnet en liten nedgang i konsentrasjonene. Litt forhøyde verdier er funnet ut til 1000m i 90° og 360° retningene og ut til 2000m i 180° og 270° retningene.

Olefiner er også funnet på de fire stasjonene som er analysert, fra 0,9 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m til 1,3 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Konsentrasjonene er tilsvarende som i den forrige undersøkelsen i 1999.

Forhøyde nivåer av NPD og dekaliner er funnet på stasjon 6, 180°/500m. Konsentrasjonene av dekaliner har økt siden 1999, og høye nivåer er funnet i 1-3cm og 3-6cm laget.

Ba konsentrasjonene varierer fra 111 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 1540 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Forhøyde Ba verdier er funnet på alle stasjonene. Dette vil si ut til 1000m i 90° og 360° retningene og ut til 2000m i 180° og 270° retningene. Konsentrasjonene er tilsvarende som i 1999.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og det er ingen økning siden 1999. Litt forhøyde konsentrasjoner av Cu, Pb og Zn er funnet, også i de vertikale lagene.

De kjemiske resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Eldfisk 2/7 A/FTP. Baritt er ikke sluppet ut hverken i 2001 eller i 2002.

Tabell 4.9.1. Eldfisk 2/7 A/FTP, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt og leire		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.2 360°/1000 m	3,4	4,0	0,91	0,76	8,5	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-
St.3 360°/ 500 m	4,9	-	0,76	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.6 180°/ 500 m	5,1	5,7	0,89	0,81	32,5	16,3	1,3	0,9	0,051	0,062	0,053	0,064	2,49	0,084
1-3 cm			-	-	47,7	16,0	< 0,6	0,9	0,071	0,043	0,064	0,049	4,20	0,104
3-6 cm			-	-	52,0	15,9	< 0,6	0,9	0,057	0,042	0,060	0,053	4,62	0,120
St.7 180°/1000 m	4,4	5,9	0,85	0,87	7,6	11,8	0,9	0,4	0,027	-	0,040	-	0,052	-
1-3 cm			-	-	9,6	-	0,61	-	0,036	-	0,059	-	0,072	-
3-6 cm			-	-	14,0	-	0,98	-	0,093	-	0,278	-	0,088	-
St.8 180°/2000 m	5,3	4,5	0,80	0,54	6,1	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-
St.9 270°/2000 m	4,4	4,6	0,78	0,85	7,2	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-
St.10 270°/1000 m	5,6	4,6	0,80	0,87	8,6	11,6	-	-	-	-	-	-	-	-
St.14 90°/ 500 m	5,5	-	0,90	-	16,9	-	1,3	-	-	-	-	-	-	-
St.15 90°/1000 m	4,5	2,6	0,80	0,80	8,4	8,9	1,1	0,4	-	-	-	-	-	-

- : ikke analysert

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.9.2. Eldfisk 2/7 A/FTP, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.2	360°/1000 m	271	363	561	<0,01	<0,02	7,0	7,5	1,2	0,6	-	-	8,4	9,8	6,9	7,5
St.3	360°/ 500 m	593	-	-	0,01	-	6,7	-	1,5	-	-	-	9,3	-	8,3	-
St.6	180°/ 500 m	1150	1130	2390	0,02	<0,03	7,2	7,8	2,4	1,4	0,02	0,02	10,2	14,5	10,6	13,7
	1-3 cm	2330	1280	-	0,04	<0,02	7,9	7,2	2,7	1,1	0,02	0,04	14,6	14,3	18,8	12,1
	3-6 cm	2600	2740	-	0,04	0,03	7,6	8,0	2,7	1,9	0,03	0,03	15,3	17,5	19,0	20,7
St.7	180°/1000 m	404	455	659	0,01	<0,02	7,6	8,0	1,6	0,8	0,02	-	8,7	10,5	7,9	8,2
	1-3 cm	736	-	-	0,02	-	8,1	-	2,0	-	0,02	-	9,4	-	9,1	-
	3-6 cm	1010	-	-	0,02	-	8,2	-	1,8	-	0,02	-	10,2	-	10,2	-
St.8	180°/2000 m	111	294	397	<0,02	<0,02	6,1	7,9	1,8	0,8	-	<0,02	4,9	9,1	7,7	7,2
St.9	270°/2000 m	352	372	1910	0,01	<0,02	7,3	7,7	1,3	0,8	-	-	9,0	12,3	7,1	7,3
St.10	270°/1000 m	456	549	927	0,01	<0,02	7,0	7,2	1,4	1,0	-	-	9,6	11,7	9,9	8,3
St.14	90°/ 500 m	1540	-	-	0,02	-	7,5	-	2,4	-	-	-	14,0	-	12,5	-
St.15	90°/1000 m	612	772	909	<0,01	<0,02	7,1	7,1	1,4	0,8	-	-	9,6	11,5	8,1	8,2

-: ikke analysert

Biologi

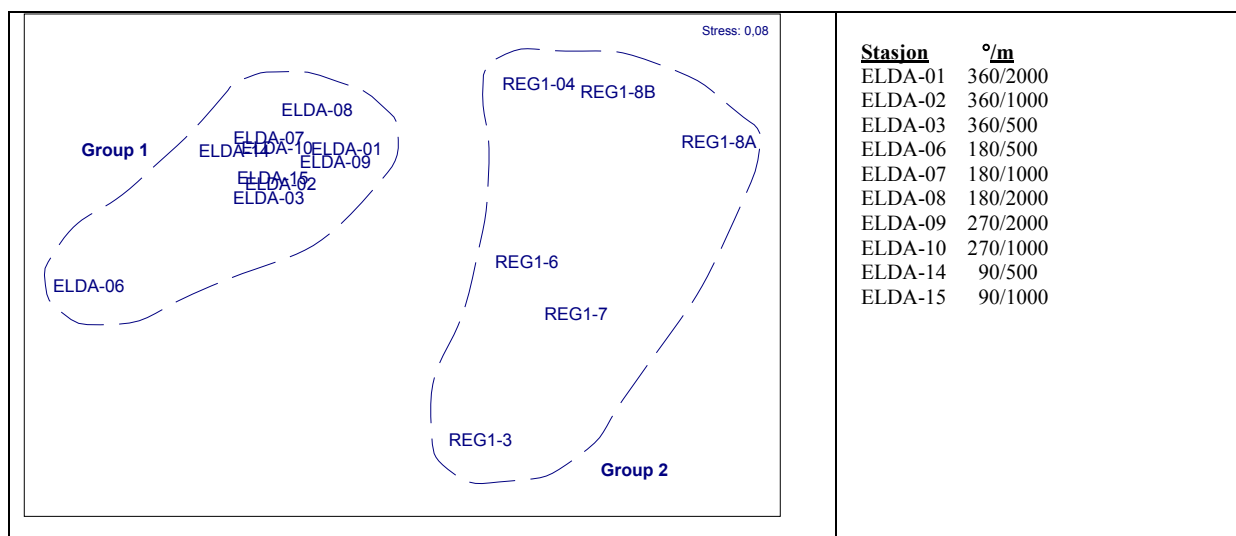
Diversitetsindeksene på Eldfisk A er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.9.3. Unntaket er ELDA-6 (180/500°), som kan karakteriseres som lett forstyrret.

Table 4.9.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀) Eldfisk A/FTP, 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
ELDA-01	360/2000	71	1770	670	74	73	2.8	4.8	0.4	0.8	21	32
ELDA-02	360/1000	72	2528	778	79	78	2.4	4.9	0.4	0.8	19	35
ELDA-03	360/500	72	2731	840	86	85	2.3	4.6	0.4	0.7	17	33
ELDA-06	180/500	73	2191	1051	68	67	2.9	4.0	0.5	0.6	18	25
ELDA-07	180/1000	72	1936	726	78	77	2.9	5.1	0.5	0.8	22	37
ELDA-08	180/2000	73	1882	622	73	72	2.6	5.0	0.4	0.8	20	35
ELDA-09	270/2000	72	2123	633	75	74	2.4	5.0	0.4	0.8	19	36
ELDA-10	270/1000	73	2818	788	82	81	2.3	5.2	0.4	0.8	19	38
ELDA-14	90/500	73	1908	738	65	64	2.8	4.7	0.5	0.8	20	32
ELDA-15	90/1000	72	2558	838	79	78	2.6	5.0	0.4	0.8	20	35

Faunaen på Eldfisk A skiller seg noe fra de regionale stasjonene, se Figur 4.9.1.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.9.1. MDS plott, Eldfisk A incl. regionale stasjoner 3, 4, 6, 7 og 8 (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile), ex. regionale stasjoner Eldfisk A 2002.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Diversitetsindeksene (ex. *M. oculata*) viser en relativt uforstyrret fauna på Eldfisk A. Unntaket er ELDA-6 (180°/500).
- Det er en sterk korrelasjon mellom faunaen og THC konsentrasjonene. ELDA-6 har den høyeste THC konsentrasjonen. I 1999 skilte artssammensetningen seg noe ut i forhold til de andre stasjonene, men diversitetsindeksen var fremdeles høy. Siden da har trenden fortsatt, og årets resultater viser at diversiteten er redusert i forhold til 1999.
- Med unntak av ELDA-6 er det ikke registrert vesentlige endringer i diversiteten (ex. *M. oculata*) over tid.
- Som ellers i regionen har det også på Eldfisk skjedd endringer i artssammensetning over tid.

4.10 Eldfisk 2/7 B

Sedimentene på Eldfisk 2/7 B består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 92 % på stasjon 15, 90°/1000m til 97 % på stasjon 2, 360°/1000m og på stasjon 10, 270°/1000m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er tilsvarende som i tidligere undersøkelser. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,82 % på stasjon 15, 90°/1000m til 0,99 % på stasjon 8, 180°/2000m. Konsentrasjonene er tilsvarende som tidligere.

Middelverdien av THC varierer fra 7,8 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 16,4 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Konsentrasjonene er som i tidligere undersøkelser, og det er funnet en liten nedgang på to stasjoner. Litt forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, ut til 2000m i 180° retningen og ut til 1000m i 90°, 270° og 360° retningene.

Olefiner er funnet på de fire stasjonene som er analysert, fra 0,8 mg/kg på stasjon 11, 270°/500m til 1,1 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m.

TEKNISK RAPPORT

Litt forhøyde konsentrasjoner av NPD er funnet på stasjon 6, 180°/500m. Forhøyde PAH konsentrasjoner er ikke funnet. Dekaliner er funnet på de to stasjonene som er analysert, og konsentrasjonene har økt siden forrige undersøkelse. Vanligvis har en økning i dekalinverdiene sammenheng med en økning i THC innholdet. I dette tilfelle er en økning i THC konsentrasjonen ikke funnet.

Middelverdien for Ba konsentrasjonene varierer fra 213 mg/kg på stasjon 8, 180°/2000m til 1850 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Ba konsentrasjonene er som i den forrige undersøkelsen, og forhøyde verdier er funnet på alle stasjonene. Forhøyde nivåer er funnet ut til 1000m i 90°, 270° og 360 retningene og ut til 2000m i 180° retningen. De høyeste Ba konsentrasjonene er funnet i 3-6 cm laget på stasjon 6, 180°/500m, 2740 mg/kg.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og ingen økning er funnet siden 1999. Litt forhøyde konsentrasjoner av Cu, Pb og Zn er funnet, også i de vertikale lagene.

De kjemiske resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Eldfisk 2/7 B. Pseudo-oljebasert borvæske (olefiner) og baritt er sluppet ut siden den forrige undersøkelsen i 1999.

Tabell 4.10.1. Eldfisk 2/7 B, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt og leire		TOM		THC		Olefiner		NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.2 360°/1000 m	3,5	4,0	0,90	0,74	8,3	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.3 360°/ 500 m	4,5	5,6	0,98	0,75	11,6	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
St.6 180°/ 500 m	5,4	5,1	0,96	1,07	15,0	22,0	0,9	3,8	0,060	0,444	0,056	0,858	0,626	0,091
1-3 cm			-	-	21,3	13,9	1,2	2,2	0,061	0,070	0,061	0,114	0,986	0,058
3-6 cm			-	-	23,2	19,2	2,0	2,6	0,070	0,078	0,102	0,129	0,481	0,111
St.7 180°/1000 m	5,1	3,3	0,93	0,89	9,1	11,1	0,9	0,7	0,035	-	0,051	-	0,087	-
1-3 cm			-	-	12,7	-	1,0	-	0,043	-	0,076	-	0,306	-
3-6 cm			-	-	15,3	-	1,3	-	0,056	-	0,097	-	0,205	-
St.8 180°/2000 m	6,2	8,0	0,99	1,09	7,8	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.10 270°/1000 m	3,5	5,1	0,83	0,84	9,4	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.11 270°/ 500 m	6,4	4,5	0,88	0,81	12,2	11,9	0,8	0,7	-	-	-	-	-	-
St.14 90°/ 500 m	6,1	3,6	0,88	0,81	16,4	14,1	1,1	1,2	-	-	-	-	-	-
St.15 90°/1000 m	7,4	3,8	0,82	0,90	8,1	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-

: ikke analysert

Tabell 4.10.2. Eldfisk 2/7 B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Ba			Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.2 360°/1000 m	405	432	186	0,01	<0,02	6,8	5,7	1,2	0,5	-	-	7,4	7,7	7,2	5,8
St.3 360°/ 500 m	1020	1000	-	0,01	<0,02	6,9	6,2	1,7	0,6	-	-	9,5	8,7	9,3	6,2
St.6 180°/ 500 m	1480	1460	1630	0,02	<0,02	6,1	7,1	1,9	1,2	0,02	0,03	10,3	12,6	13,6	13,1
1-3 cm	1730	1500	-	0,03	0,02	6,1	6,6	1,9	1,1	0,02	0,02	11,1	12,3	9,7	12,3
3-6 cm	2740	2930	-	0,03	0,03	7,0	6,9	3,7	1,2	0,03	0,04	15,3	13,5	19,0	12,1
St.7 180°/1000 m	375	389	445	0,01	<0,02	6,8	7,1	1,5	0,8	0,02	-	9,0	10,6	9,4	7,3
1-3 cm	628	-	-	0,02	-	7,3	-	1,8	-	0,01	-	10,3	-	9,1	-
3-6 cm	1850	-	-	0,03	-	8,5	-	3,2	-	0,02	-	11,5	-	11,8	-

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.10.2 forts.		Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
Stasjon		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.8	180°/2000 m	213	221	404	0,01	0,02	7,5	7,5	1,6	0,8	-	0,03	8,3	9,2	7,7	7,5
St.10	270°/1000 m	532	593	1270	0,01	<0,02	7,1	7,6	1,6	0,8	-	-	9,3	11,7	7,9	7,3
St.11	270°/ 500 m	1210	1450	-	0,01	<0,02	7,0	7,5	1,9	1,1	-	-	10,6	12,8	10,7	9,3
St.14	90°/ 500 m	1850	1740	-	0,02	<0,02	6,8	7,3	2,5	1,4	-	-	15,6	17,3	14,3	11,4
St.15	90°/1000 m	774	986	783	0,01	<0,02	7,3	7,8	1,8	0,9	-	-	10,5	12,4	9,1	8,6

-: ikke analysert

Biologi

Diversitetsindeksene på Eldfisk B er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.10.3.

Table 4.10.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Eldfisk B 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
ELDB-02	360/1000	73	2656	766	73	72	2.3	5.0	0.4	0.8	19	35
ELDB-03	360/500	71	1853	693	69	68	2.8	4.9	0.4	0.8	21	33
ELDB-06	180/500	73	1994	832	66	65	2.8	4.4	0.5	0.7	20	30
ELDB-07	180/1000	73	2210	770	76	75	2.6	4.9	0.4	0.8	20	35
ELDB-08	180/2000	73	2103	733	73	72	2.6	4.7	0.4	0.8	19	31
ELDB-10	270/1000	71	2084	814	78	77	2.9	5.0	0.5	0.8	22	35
ELDB-11	270/500	71	1768	888	65	64	3.3	4.7	0.5	0.8	23	31
ELDB-14	90/500	73	2117	737	62	61	2.5	4.6	0.4	0.8	18	29
ELDB-15	90/1000	74	2269	849	79	78	2.8	4.9	0.4	0.8	21	34

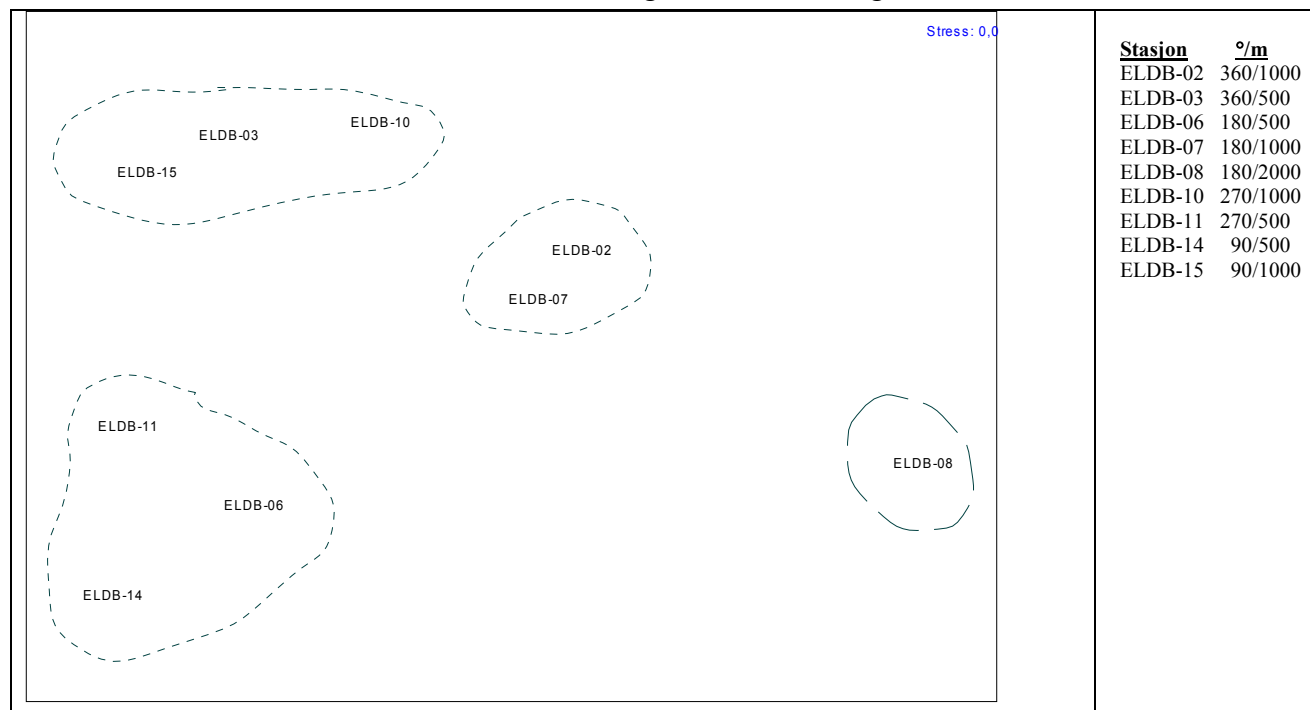
To hovedgrupper er identifisert i de multivariate analysene; feltstasjonene og de regionale. Faunaen på feltstasjonene er forholdsvis ensartet, men kan deles inn i fire undergrupper, se MDS plott i Figur 4.10.1.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som i 1999 dominerte den sedimentspisende børstemarken *M. oculata* bunndyrssamfunnet, men antallet var betraktelig større i 2002
- Diversitetsindeksen (ex. *M. oculata*) og samfunnsstrukturen reflekterer en uforstyrret fauna på Eldfisk B.
- Det er korrelasjon mellom fauna og Ba. Stasjonene ELDB-3, 6, 11 og 14, alle lokalisert 500m fra installasjonen, har de høyeste konsentrasjonene av Ba. En svak reduksjon i diversitet kan også sees, men den er fortsatt høy. Artssammensetningen indikerer heller ingen forstyrrelse, og faunaen på Eldfisk B får status uforstyrret med en mulig svak forstyrrelse på 500m stasjonene.

TEKNISK RAPPORT

- Som for de fleste feltene i regionen har artsammensetningen på Eldfisk B endret seg over tid, noe som ser ut til å være en generell trend i regionen.



Figur 4.10.1. MDS plott, Eldfisk B (trans. kv..rot, ex. M. oculata og juvenile), Eldfisk B 2002.

4.11 Embla 2/7 D

Sedimentene på Embla 2/7 D består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 93,6 % på stasjon 14, 90°/500m til 97,1 % på stasjon 7, 180°/1000m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er tilsvarende som i tidligere undersøkelser. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,74 % til 0,91 %. Resultatene er som tidligere.

Middelverdien for THC konsentrasjonene varierer fra 6,7 mg/kg på stasjon 3, 360°/500m og stasjon 15, 90°/1000m til 11,0 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Konsentrasjonene er tilsvarende som i 1999 undersøkelsen. På alle stasjoner er verdiene litt over LSC verdien.

Konsentrasjonene av NPĐ, PAH og dekaliner er litt høyere i lagprøvene enn i det øverste 0-1 cm laget. Dette ble også funnet i 1999 og i 1996. Forhøyde NPĐ og PAH konsentrasjoner er ikke funnet. Dekaliner er fremdeles til stede i de vertikale lagene på stasjon 6, 180°/500m.

Middelverdien for Ba konsentrasjonene varierer fra 152 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m til 1170 mg/kg på stasjon 14, 90°/500m. Ba konsentrasjonene har avtatt siden den forrige undersøkelsen, men de er fremdeles forhøyet på de stasjonene som er analysert. Dette vil si ut til 500m i 270° og 360° retningene, og ut til 1000m i 90° og 180° retningene.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og litt forhøyde verdier er funnet.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene. Det har ikke vært utslipp på Embla 2/7 D siden undersøkelsen i 1996.

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.11.1. Embla 2/7 D, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC			NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	360°/ 500 m	4,1	-	0,81	-	6,7	-	5,9	-	-	-	-	-	-
St.6	180°/ 500 m	5,1	4,0	0,84	0,86	7,1	10,9	11,4	0,026	0,040	0,047	0,077	nd	0,129
	1-3 cm			-	-	7,5	18,8	18,5	0,031	0,078	0,041	0,111	0,076	0,209
	3-6 cm			-	-	10,6	9,3	4,9	0,040	0,036	0,067	0,051	0,149	0,071
St.7	180°/1000 m	2,9	4,1	0,91	0,82	6,8	7,2	6,6	0,030	-	0,055	-	nd	-
	1-3 cm			-	-	7,0	-	-	0,031	-	0,056	-	nd	-
	3-6 cm			-	-	8,6	-	-	0,032	-	0,076	-	nd	-
St.11	270°/ 500 m	3,3	-	0,74	-	6,9	-	6,5	-	-	-	-	-	-
St.14	90°/ 500 m	6,1	-	0,81	-	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-
St.15	90°/1000 m	4,1	-	0,83	-	6,7	-	8,3	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.11.2. Embla 2/7 D, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba			Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	360°/ 500 m	408	-	711	<0,01	-	8,0	-	1,3	-	-	-	10,1	-	8,9	-
St.6	180°/ 500 m	341	655	2210	0,01	<0,02	7,2	7,9	1,7	1,2	0,01	0,02	10,0	12,7	9,7	8,3
	1-3 cm	1450	939	-	0,02	<0,02	8,7	7,9	2,0	0,9	0,01	0,03	13,8	13,3	10,8	8,6
	3-6 cm	1170	1680	-	0,03	0,02	8,9	8,1	2,2	1,1	0,01	0,02	12,0	12,6	11,0	8,8
St.7	180°/1000 m	152	144	486	0,01	<0,02	8,0	7,9	1,4	0,6	<0,02	-	8,1	9,6	7,8	6,4
	1-3 cm	206	-	-	0,02	-	8,5	-	1,4	-	<0,01	-	8,5	-	7,7	-
	3-6 cm	624	-	-	0,02	-	8,3	-	1,9	-	0,01	-	9,4	-	18,2	-
St.11	270°/ 500 m	212	-	1770	<0,01	-	7,1	-	1,3	-	-	-	8,2	-	7,3	-
St.14	90°/ 500 m	1170	-	-	0,01	-	7,2	-	1,7	-	-	-	12,0	-	11,8	-
St.15	90°/1000 m	216	-	584	<0,01	-	7,8	-	1,5	-	-	-	10,0	-	9,2	-

-: ikke analysert

Biologi

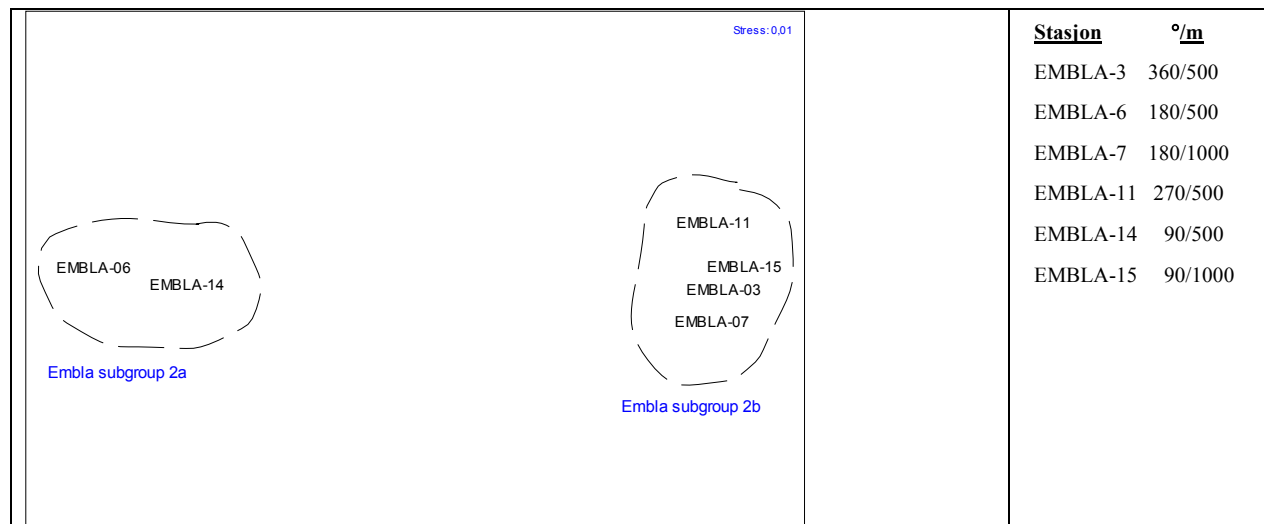
Diversitetsindeksene på Embla er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.11.3.

Table 4.11.3. Antall arter (S) og individer (N) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀), Embla 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	%m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.	Incl. M. o.	Ex. M. o.
EMBLA-3	360°/500	70	1050	630	71	70	3.8	4.7	0.6	0.8	26	33
EMBLA-6	180°/500	72	2272	872	78	77	2.9	5.1	0.5	0.8	23	37
EMBLA-7	180°/1000	71	1272	592	66	65	3.1	4.6	0.5	0.7	22	31
EMBLA-11	270°/500	71	925	645	74	73	4.0	4.5	0.6	0.7	27	32
EMBLA-14	90°/500	71	1247	777	78	77	3.8	4.6	0.6	0.7	26	33
EMBLA-15	90°/1000	71	884	574	68	67	3.9	4.6	0.6	0.7	27	32

TEKNISK RAPPORT

Embla stasjonene danner to undergrupper, se MDS-plott i Figur 4.11.1.



Figur 4.11.1. MDS plott, *Embla* feltstasjoner (trans. kv.rot, ex. *M. oculata* og juvenile), *Embla* 2002.

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Diversitetsindeksene (basert på resultater uten *M. oculata*) og likhetsanalysene indikerer en uforstyrret fauna på Embla. EMBLA-6 (180°/500m) og 14 (90°/500m) skiller seg noe ut med hensyn på artssammensetning.
- Antall er noe redusert i forhold til tidligere, men diversiteten er fortsatt høy. På noen stasjoner er *M. oculata* mer dominerende i 2002 enn tidligere.
- Fra 1990 har det vært en utvikling i retning av redusert andel mollusker og krepsdyr i faunaen mens andel børstemark har økt. Dette indikerer en ytre påvirkning på faunaen, men ser ut til å være generelt for store deler av regionen.

4.12 Tor 2/4 E

Sedimentene på Tor 2/4 E består av fin sand, og sandinnholdet varierer fra 96 % til 98 %. Grus er ikke funnet. Innholdet av silt og leire er tilsvarende som i forrige undersøkelse. Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er lavt, og bare små variasjoner er funnet på feltet, fra 0,90 % til 0,96 %. Det er funnet en liten økning siden forrige undersøkelse.

Middelverdien for THC konsentrasjonene varierer fra 5,5 mg/kg på stasjon 7, 180°/1000m til 30,7 mg/kg på stasjon 5, 180°/250m. De høyeste konsentrasjonene er funnet i 1-3 cm og 3-6 cm lagene på stasjon 5, henholdsvis 122 mg/kg og 238 mg/kg. THC verdiene har gått litt ned siden 1999, bortsett fra lagprøvene på stasjon 5, 180°/250m som viser de samme, relativt høye verdiene. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på to av de seks stasjonene som er analysert, ved 250m og 500m i 180° retningen.

Borevæskan Aquamul B (didecyl ether) kan ses i gasskromatogrammene. Disse forbindelsene er medregnet i THC bestemmelsen, og de utgjør en stor del av den forhøyde "THC" konsentrasjonen som er funnet på stasjon 5, 180°/250m.

TEKNISK RAPPORT

Forhøyde NPD konsentrasjoner er funnet på de to stasjonene som er analysert, tilsvarende som i 1999. Dekaliner er også funnet på stasjon 5, en liten økning i det øverste laget og tilsvarende konsentrasjoner som i 1999 i lagprøvene. Forhøyde PAH konsentrasjoner er ikke funnet, en nedgang siden 1999.

Ba konsentrasjonene varierer fra 123 mg/kg på stasjon 3, 360°/500m til 1420 mg/kg på stasjon 5, 180°/250m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på de seks stasjonene som er analysert. Dette vil si ut til 500m i 90°, 270° og 360° retningene og ut til 1000m i 180° retningen. Verdiene er tilsvarende som i 1999 undersøkelsen. Som for THC er det funnet høye konsentrasjoner i 0-1 cm og 3-6 cm lagene på stasjon 5, henholdsvis 2110 mg/kg og 2330 mg/kg.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, men det er funnet noen forhøyde verdier spesielt på stasjon 5, 180°/250m og også i lagprøvene. Det er ingen økning siden 1999.

De kjemiske resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene. Det har ikke vært utslipp på Tor 2/4 E siden 1990. I 1990 ble borevæsken Aquamul B tilsatt som smøremiddel til det vannbaserte slamm under boringen.

Tabell 4.12.1. Tor 2/4 E, silt & leire og TOM (%), THC, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Silt og leire		TOM		THC			NPD		PAH		Dekaliner	
		2002	1999	2002	1999	2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	360°/ 500 m	4,1	4,8	0,90	0,82	6,2	8,6	8,8	-	-	-	-	-	-
St.5	180°/ 250 m	4,1	3,5	0,96	0,80	30,7	46,0	35,4	0,120	0,131	0,045	0,166	0,072	0,148
	1-3 cm			-	-	122	174	69,4	0,129	0,158	0,039	0,097	0,208	0,384
	3-6 cm			-	-	238	192	32,6	0,164	0,203	0,046	0,050	0,577	0,462
St.6	180°/ 500 m	4,0	3,6	0,92	0,77	8,5	18,8	12,6	0,048	-	0,043	-	nd	-
	1-3 cm			-	-	9,3	-	-	0,036	-	0,052	-	nd	-
	3-6 cm			-	-	12,8	-	-	0,061	-	0,109	-	0,056	-
St.7	180°/1000 m	3,8	4,6	0,93	0,74	5,5	6,7	7,1	-	0,099	-	0,271	-	nd
St.11	270°/ 500 m	2,1	2,4	0,93	0,82	5,6	9,1	8,0	-	-	-	-	-	-
St.14	90°/ 500 m	3,7	3,5	0,90	0,71	6,5	7,1	5,2	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.12.2. Tor 2/4 E, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba			Cd		Cr		Cu		Hg		Pb		Zn	
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.3	360°/ 500 m	123	277	308	<0,01	<0,04	7,1	7,4	1,5	0,7	-	-	6,7	8,6	5,8	6,7
St.5	180°/ 250 m	1420	1470	2590	0,04	0,06	7,9	6,6	5,0	2,1	0,04	0,03	24,3	15,3	25,3	26,5
	1-3 cm	2110	2350	-	0,09	0,20	8,4	8,0	5,5	3,1	0,05	0,06	26,6	21,0	40,9	40,2
	3-6 cm	2330	2190	-	0,06	0,22	7,9	8,9	4,6	5,2	0,03	0,04	21,9	31,3	32,1	126
St.6	180°/ 500 m	448	385	1300	0,02	<0,02	8,0	7,2	1,9	0,9	0,02	-	12,6	11,9	9,0	9,5
	1-3 cm	1390	-	-	0,03	-	9,0	-	2,1	-	0,02	-	14,4	-	12,4	-
	3-6 cm	1090	-	-	0,05	-	9,8	-	2,5	-	0,02	-	10,3	-	13,5	-
St.7	180°/1000 m	193	169	269	<0,01	<0,02	7,1	7,2	1,3	0,6	-	<0,01	6,3	6,6	5,7	5,8
St.11	270°/ 500 m	285	269	668	0,01	<0,02	7,6	7,7	1,7	0,9	-	-	7,1	9,0	6,5	9,1
St.14	90°/ 500 m	310	244	301	0,01	<0,02	7,8	7,2	2,5	0,8	-	-	9,2	9,5	7,7	12,6

-: ikke analysert

TEKNISK RAPPORT

Biologi

Diversitetsindeksene på Tor er klart påvirket av *M. oculata*. Indeksene viser imidlertid et uforstyrret bunndyrssamfunn når *M. oculata* fjernes fra datasettet, se Tabell 4.12.3.

Table 4.12.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 individer (*ES*₁₀₀), Tor 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

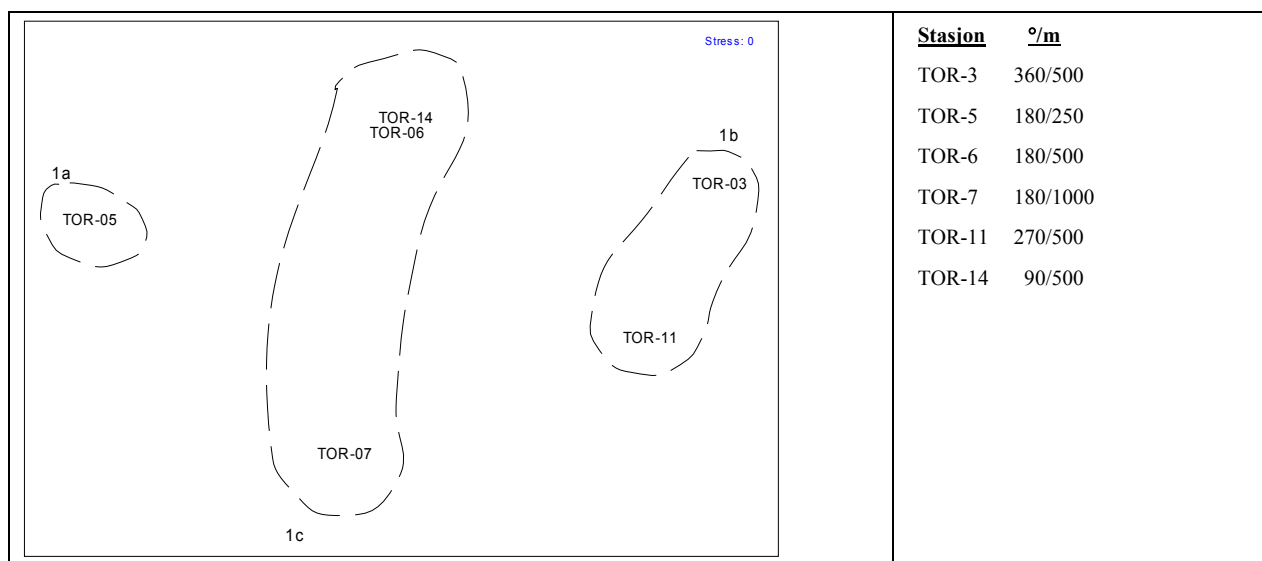
Stasjon	°/ m	Dyp (m)	N		S		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. M.o	Ex. M.o	Incl. M.o	Ex. M.o	Incl. M.o	Ex. M.o	Incl. M.o	Ex. M.o	Incl. M.o	Ex. M.o
TOR-3	360°/500	66	1222	492	65	64	2.7	4.4	0.5	0.7	20	32
TOR-5	180°/250	66	3889	889	74	73	1.8	4.7	0.3	0.8	15	32
TOR-6	180°/500	68	4209	709	83	82	1.5	4.9	0.2	0.8	13	36
TOR-7	180°/1000	67	2467	927	79	78	2.7	4.7	0.4	0.7	20	32
TOR-11	270°/500	67	822	478	68	67	3.8	4.8	0.6	0.8	28	37
TOR-14	90°/500	66	2769	769	83	82	2.2	5.0	0.4	0.8	18	35

Stasjonene på Tor danner tre undergrupper, se Figur 4.12.1

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Som tidligere dominerer *M. oculata*. Utbredelsen av denne arten er ikke funnet å korrelere med noen av de undersøkte parameterne.
- Diversitetsindeksene (basert på resultater ex. *M. oculata*) viser en relativt uforstyrret fauna på Tor. Likhetsanalysene viser at faunaen til en viss grad korrelerer med Ba, Cd, THC og kornstørrelse. Stasjon TOR-5 (180°/250m), som har de høyeste verdiene av disse parameterne, ble karakterisert som forstyrret i 1996. I 1999 ble det observert bedring på denne stasjonen. Siden den gang har nivåene av Ba, Cd og THC gått ned, mens diversiteten har økt, noe som bekrefter at stasjonen har en positiv utvikling. Artssammensetningen skiller seg imidlertid fortsatt noe ut fra de øvrige stasjonene, og stasjonen karakteriseres som lett forstyrret.
- Også på Tor har det vært endringer i faunaen over tid. Endringene viser samme trend som for regionen generelt.

TEKNISK RAPPORT



Figur 4.12.1. MDS plott, Tor 2002.

4.13 Yme Gamma

Sedimentene på de ordinære stasjonene på Yme Gamma består av medium sand, og sand-innholdet varierer fra 94,8 % på stasjon 6, 120°/500m til 99,5 % på referansestasjonen, stasjon 18, 300°/10000m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er hovedsakelig som tidligere. Prøver er også tatt fra installasjonssenteret og fra stasjoner i en avstand på 100m. På senteret 0°/0m består sedimentene av 75 % silt og clay. Sedimentene på 100m stasjonene består av medium sand.

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene utenfor 100m stasjonene er lavt. Innholdet varierer fra 0,53 % på stasjon 10, 210°/250m til 0,93 % på stasjon 5, 120°/250m. Resultatene er tilsvarende som tidligere. På installasjonssenteret 0°/0m er det et høyt innhold av totalt organisk materiale, 6,6 %, og tilsvarende konsentrasjoner er også funnet på stasjon II, 120°/100m.

Middelverdien for THC konsentrasjonene varierer fra 1,8 mg/kg på referansestasjonen, 300°/10000m til 86,5 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m. Forhøyde THC konsentrasjoner er funnet på 250m stasjonene i 30° og 120° retningene. THC konsentrasjonene har enten avtatt eller er tilsvarende som i 1999 undersøkelsen. Stasjon 1, 30°/250m ble ikke analysert i 1999, men det er funnet en økning siden 1996.

På installasjonssenteret 0°/0m er THC konsentrasjonene svært høye, 13100 mg/kg (1,3 %). Vertikale seksjoner ned til 10 cm's dyp er analysert, og THC konsentrasjonene avtar gradvis nedover i sedimentet. Høye konsentrasjoner er også funnet på 100m stasjonene i alle fire retninger, og middelverdien varierer fra 537 mg/kg i 120° retningen til 6500 mg/kg i 300° retningen. Dette høye innholdet av THC skyldes svært høye konsentrasjoner i en av grabbprøvene. Sedimentene på 100m stasjonene inneholder også høye konsentrasjoner av olefiner. Disse er ikke kvantifisert, men inngår i THC verdiene.

Middelverdien av olefin konsentrasjonene varierer fra ikke påvist (<0,2 mg/kg) til 9,9 mg/kg på stasjon 1, 30°/250m. Konsentrasjonene har avtatt eller er tilsvarende som i 1999 undersøkelsen,

TEKNISK RAPPORT

men det er funnet en økning i de vertikale lagene på stasjon 5, 120°/250m. Olefiner er funnet ut til 250m i 210° og 300° retningene og ut til 500m i 30° og 120° retningene. På stasjon 1, 30°/250m utgjør olefiner 25 % av THC konsentrasjonen. Denne stasjonen ble ikke analysert med hensyn på olefiner i 1996, og utviklingen på denne innerste stasjonen kan derfor ikke vurderes. De olefinene som er funnet, stemmer med innholdet i den pseudo-oljebaserte borevæsken Ultidril med C14 og C16 olefiner.

Den esterbaserte borevæsken Petrofree er funnet på to av de tre stasjonene som er analysert, 4,3 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m og 0,4 mg/kg på stasjon 6, 120°/500m. Konsentrasjonene har avtatt siden 1999. Som i 1999, ble Finagreen ikke funnet. Resultatene er i overensstemmelse med boreaktivitetene og med at estere nedbrytes relativt lett.

Forhøyde nivåer av NPD, PAH og dekaliner er funnet på stasjon 5, 120°/250m. NPD og PAH konsentrasjonene har avtatt siden 1999, og dekalin konsentrasjonene har økt. Forhøyde dekalin verdier er også funnet på stasjon 6, 120°/500m. På installasjonssenteret 0°/0m er konsentrasjonene høye, 16,4 mg/kg NPD, 2,5 mg/kg PAH og 201 mg/kg dekaliner. Høye konsentrasjoner er også funnet på 100m stasjonene. Konsentrasjonene av dekaliner er i overensstemmelse med innholdet av THC og utgjør 2 - 3 %.

Ba konsentrasjonene varierer fra 6 mg/kg på referansestasjonene, stasjon 18 300°/10000m til 4350 mg/kg på stasjon 5, 120°/250m. Høye Ba konsentrasjoner er også funnet på stasjon 6, 120°/500m, en økning siden 1999 fra 994 mg/kg til 2100 mg/kg. På de andre stasjonene er konsentrasjonen av Ba som i 1999. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet på alle stasjonene, bortsett fra referansestasjonen. Dette vil si ut til 1000m i 120° retningen og ut til 500m i de andre retningene.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav. Forhøyde konsentrasjoner av Cu og Zn er funnet på noen stasjoner, men det er ingen økning siden 1999.

På installasjonssenteret 0°/0m er Ba konsentrasjonene høye, 6050 mg/kg. Høye konsentrasjoner er også funnet på 100m stasjonene i alle fire retninger, fra 4080 mg/kg i 300° retningen til 7410 mg/kg i 120° retningen. Forhøyde nivåer av alle metallene er funnet både ved 0°/0m og på 100m stasjonene.

Resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Yme Gamma. Boring med vannbasert og syntetiske borevæsker er foretatt siden den forrige undersøkelsen. Utslipp av olje i vann er også rapportert, 5 tonn i 2000 og 3,5 tonn i 2001.

Tabell 4.13.1. Yme Gamma, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, estere, PCB, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)

Stasjon	Silt & leire		TOM		THC		Olefiner		Estere		NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1 30°/ 250m	3,0	-	0,65	-	38,7	-	9,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.2 30°/ 500m	2,1	1,9	0,68	0,58	3,6	3,7	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
St.5 120°/ 250m	4,5	5,6	0,93	0,86	86,5	173	4,8	34,5	4,3	16,4	0,398	1,770	0,124	0,292	2,72	1,870
1-3 cm			-	-	96,6	72,7	15,9	1,6	2,5	12,8	0,241	0,410	0,062	0,120	2,85	0,983
3-6 cm			-	-	68,9	25,8	3,9	< 0,1	3,6	4,5	0,224	0,191	0,078	0,068	2,38	0,298
St.6 120°/ 500m	5,2	2,9	0,70	0,64	6,5	18,1	0,7	2,3	0,4	0,9	0,027	-	0,046	-	0,104	-
1-3 cm			-	-	3,76	-	0,4	-	0,6	-	0,022	-	0,051	-	0,105	-
3-6 cm			-	-	5,00	-	0,3	-	0,5	-	0,029	-	0,046	-	0,102	-

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.13.1		Silt & leire		TOM		THC		Olefiner		Estere		NPD		PAH		Dekaliner	
forts.																	
Stasjon		2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.7	120°/1000m	2,5	2,5	0,70	0,62	2,5	3,3	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,3	-	-	-	-	-	-
St.10	210°/ 250m	2,0	-	0,53	-	4,1	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.11	210°/ 500m	1,7	2,7	0,58	0,46	1,9	3,3	< 0,2	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
St.14	300°/ 250m	1,6	-	0,61	-	6,7	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
St.15	300°/ 500m	2,1	3,4	0,59	0,57	3,0	14,6	< 0,2	9,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Inst. Centre	0°/0m	75,4	-	6,58	-	13100	-	-	-	-	-	16,4	-	2,51	-	201	-
	1-3 cm			-	-	6180	-	-	-	-	-	12,8	-	1,38	-	163	-
	3-6 cm			-	-	1100	-	-	-	-	-	4,97	-	0,994	-	37,9	-
	6-10 cm			-	-	635	-	-	-	-	-	3,45	-	0,719	-	13,8	-
I	30°/ 100m	11,1	-	1,28	-	567	-	-	-	-	-	1,04	-	0,421	-	16,5	-
II	120°/ 100m	16,2	-	6,58	-	537	-	-	-	-	-	1,83	-	0,469	-	15,1	-
III	210°/ 100m	9,3	-	1,39	-	1257	-	-	-	-	-	1,67	-	0,315	-	32,1	-
IV	300°/ 100m	10,2	-	2,82	-	6500	-	-	-	-	-	7,09	-	1,04	-	128	-
St.18 Ref.	300°/10000m	0,5	2,8	0,63	0,59	1,8	1,9	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,3	0,006	0,005	0,011	0,015	nd	nd
	1-3 cm			-	-	1,34	1,8	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,3	0,006	0,004	0,011	0,015	nd	nd
	3-6 cm			-	-	1,36	2,5	< 0,2	< 0,1	< 0,2	< 0,3	0,006	0,007	0,010	0,025	nd	nd

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

Tabell 4.13.2. Yme Gamma, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba	Ba	Ba	Cd	Cd	Cr	Cr	Cu	Cu	Hg	Hg	Pb	Pb	Zn	Zn
		2002	1999	1996	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002	1999
St.1	30°/ 250m	1240	-	2420	0,01	-	5,4	-	4,2	-	-	-	8,0	-	14,4	-
St.2	30°/ 500m	326	214	98	<0,01	<0,02	5,0	4,6	1,7	1,0	-	-	6,4	6,4	7,3	6,4
St.5	120°/ 250m	4350	4520	1110	0,03	0,03	7,9	6,9	5,2	7,2	0,01	0,02	10,4	11,9	18,8	19,7
	1-3 cm	5206	4760	-	0,02	0,05	9,5	7,4	4,5	6,6	0,01	0,02	9,9	11,8	17,6	27,6
	3-6 cm	3170	4690	-	0,02	0,02	6,9	7,5	3,9	3,6	0,01	0,02	8,3	9,0	19,0	10,1
St.6	120°/ 500m	2100	994	426	<0,01	<0,02	6,6	5,9	2,7	2,1	0,02	-	6,8	6,7	10,2	10,1
	1-3 cm	2380	-	-	<0,01	-	6,0	-	1,8	-	0,03	-	6,9	-	7,5	-
	3-6 cm	2480	-	-	0,01	-	7,1	-	2,0	-	0,01	-	7,8	-	10,2	-
St.7	120°/1000m	203	149	88	<0,01	<0,02	6,3	5,8	1,1	0,7	-	-	5,8	6,1	6,7	6,3
St.10	210°/ 250m	387	-	662	0,01	-	5,6	-	4,5	-	-	-	7,2	-	17,2	-
St.11	210°/ 500m	45	63	90	<0,01	<0,02	6,1	4,7	0,8	0,5	-	-	5,6	5,0	5,9	4,9
St.14	300°/ 250m	771	-	464	<0,01	-	6,0	-	3,1	-	-	-	7,2	-	11,2	-
St.15	300°/ 500m	108	202	84	<0,01	<0,02	5,5	5,2	0,9	0,5	-	-	5,7	5,9	5,7	5,4
Installation Centre	0°/0m	6050	-	-	0,49	-	38,8	-	75,6	-	0,16	-	94,7	-	136	-
	1-3 cm	497	-	-	0,46	-	40,9	-	58,6	-	0,15	-	62,5	-	115	-
	3-6 cm	474	-	-	0,17	-	38,3	-	38,6	-	0,04	-	31,2	-	77	-
	6-10 cm	8180	-	-	0,10	-	18,1	-	14,2	-	0,04	-	14,4	-	36	-
I	30°/ 100m	5700	-	-	0,09	-	8,9	-	13,4	-	-	-	14,3	-	38	-
II	120°/ 100m	7410	-	-	0,14	-	17,7	-	39,7	-	-	-	43,5	-	85	-
III	210°/ 100m	5790	-	-	0,09	-	11,2	-	26,5	-	-	-	13,4	-	35	-
IV	300°/ 100m	4080	-	-	0,13	-	15,8	-	18,0	-	-	-	22,8	-	52	-
St.18 Ref.	300°/10000m	6	6	6	<0,01	<0,2	6,9	9,8	0,8	0,3	<0,01	0,05	7,5	9,9	5,4	7,4
	1-3 cm	6	9	-	<0,01	<0,02	6,9	9,7	0,8	0,4	<0,01	0,03	7,2	10,1	5,1	7,6
	3-6 cm	9	14	-	0,01	<0,02	6,8	9,2	1,4	0,7	0,01	0,03	7,7	9,2	5,7	7,8

-: ikke analysert

TEKNISK RAPPORT

Biologi

Arts sammensetningen og diversitetsindeksene viser forstyrrelse på 100m stasjonene (YMGK). Yme Gamma og Yme Beta er slått sammen i de multivariate analysene, se Figur 4.12.1.

Tabell 4.12.3. Antall arter (*S*) og individer (*N*) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener div.indeks (*H'*), Pielou's jevnhet (*J*) og forventet antall arter per 100 ind. (*ES*₁₀₀), Yme Gamma 2002. Incl. / ex. *M. oculata*, ex. juv.

Stasjon	%m	Dyp (m)	S		N		H'		J'		ES ₁₀₀	
			Incl. juv.	Ex. juv.	Incl. juv.	Ex. juv.	Incl. juv.	Ex. juv.	Incl. juv.	Ex. juv.	Incl. juv.	Ex. juv.
YMEG-01	30/250	91-92	104	99	734	667	5.3	5.1	0.8	0.8	39	38
YMEG-02	30/500	92	104	99	542	490	5.5	5.5	0.8	0.8	45	44
YMEG-05	120/250	94	68	64	687	657	3.9	3.8	0.6	0.8	26	25
YMEG-06	120/500	94	83	78	409	374	5.3	5.2	0.8	0.8	42	40
YMEG-07	120/1000	94	100	94	648	549	5.5	5.4	0.8	0.8	43	43
YMEG-10	210/250	90	92	88	599	545	5.1	4.9	0.8	0.8	38	37
YMEG-11	210/500	90	104	99	711	594	5.6	5.6	0.8	0.8	44	45
YMEG-14	300/250	94	88	84	529	470	5.0	4.8	0.8	0.8	37	37
YMEG-15	300/500	90	106	101	682	606	5.6	5.5	0.8	0.8	44	43
YMEGK-01	30/100	90-92	59	55	565	539	3.9	3.7	0.7	0.6	27	25
YMEGK-02	120/100	92	54	51	1057	1036	3.2	3.1	0.6	0.5	18	17
YMEGK-03	210/100	91	46	43	1274	1256	1.8	1.7	0.3	0.3	13	12
YMEGK-04	300/100	93	64	59	808	757	3.3	3.1	0.6	0.5	23	21
YMEG-18A	300/10000	90	103	100	577	516	5.6	5.6	0.8	0.8	45	45
YMEG-18B	300/10000	90	95	91	574	495	5.6	5.5	0.8	0.9	44	45

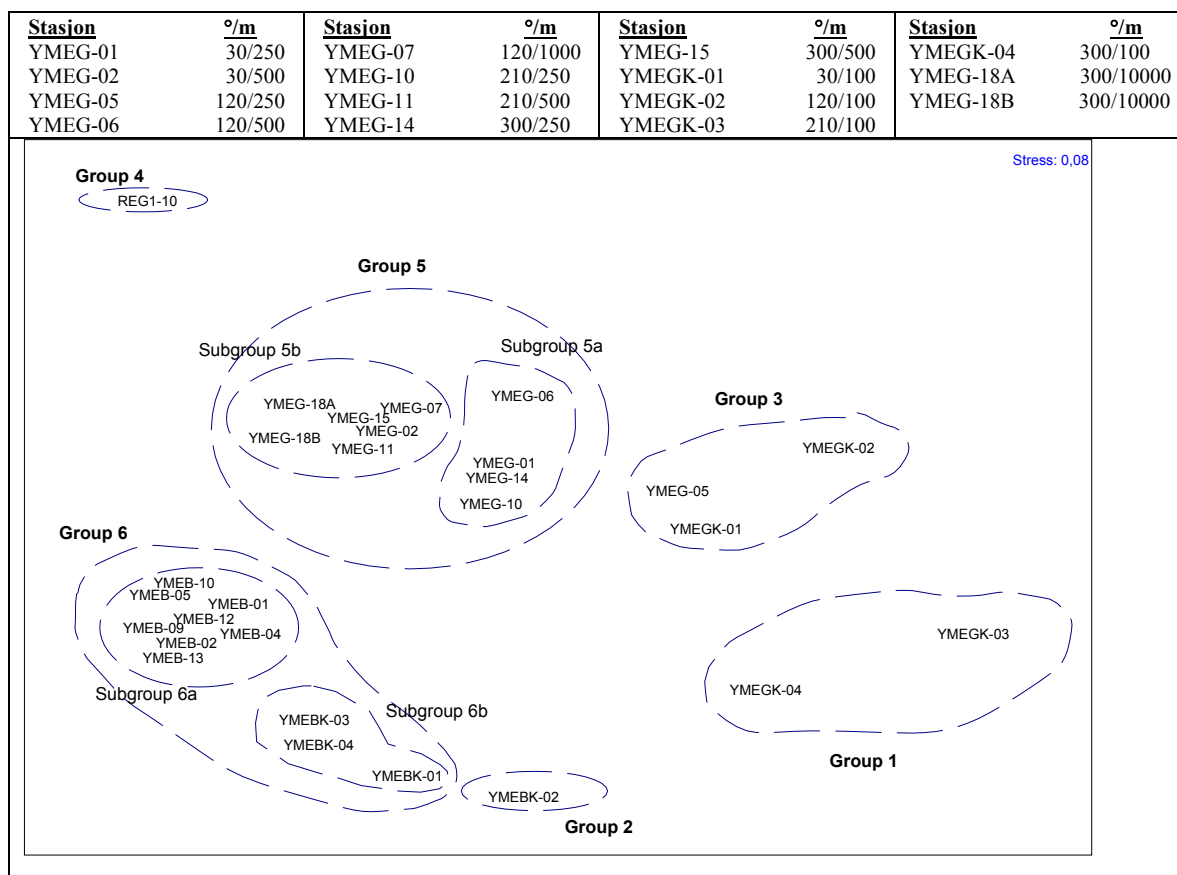


Figure 4.12.1. MDS plott, Yme Beta, Yme Gamma og regional stasjon 10, Ekofisk 2002.

TEKNISK RAPPORT

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Børstemarken *Myriochele oculata* som dominerer faunaen i sentrale områder av Ekofiskregionen, dominerer ikke på Yme Gamma eller Beta. Yme ligger i det nordøstre hjørnet av regionen. Vanddypet er noe større og sedimentet noe grovere (medium sand) enn i sentrale deler.
- Faunaen på Yme Gamma er generelt svært mangfoldig og artssammensetningen reflekterer et uforstyrret bunndyrssamfunn med unntak av YGK-stasjonene og YMEG-5 (120°/250m).
- YGK-3 er klart påvirket av aktiviteter i området. Artssammensetningen på YGK-4 viser også en klar forstyrrelse, men er noe mindre påvirket. Stasjon YGK-1 og 2 samt YMEG-5 er lett påvirket.
- Det er påvist god korrelasjon mellom fauna og en kombinasjon av Ba, Cu, Cr, THC, TOM og kornstørrelse. Av enkeltparametere er det THC som korrelerer best med faunaen.
- Endringene i forhold til forrige undersøkelse i 1999 er små.

4.14 Yme Beta

Sedimentene på de ordinære stasjonene på Yme Beta består av medium sand, og sandinnholdet varierer fra 97,4 % på stasjon 2, 60°/500m til 99,1 % på stasjon 13, 330°/500m. Innholdet av grus er lavt. Innholdet av silt og leire er tilsvarende som tidligere. Prøver er også tatt fra installasjonssenteret og fra stasjoner i en avstand på 100m. Ved senteret 0°/0m består sedimentet av 78 % sand. På 100m stasjonene er sandinnholdet som på de ordinære stasjonene på Yme Beta, og sandinnholdet varierer fra 95,4 % på stasjon III, 240°/100m til 99,3 % på stasjon IV, 330°/100m. Ved 0°/0m er det 2,4 % grus.

Innholdet av totalt organisk materiale i sedimentene er veldig lavt, og det er bare små variasjoner på de ordinære stasjonene, fra 0,41 % på stasjon 13, 330°/500m til 0,53 % på stasjon 4, 150°/250m. Resultatene er som tidligere. På installasjonssenteret 0°/0m er innholdet av TOM høyere, 1,6 %. På 100m stasjonene varierer konsentrasjonen fra 0,40 % til 1,02 %. Innholdet av totalt organisk materiale er mye lavere enn på Yme Gamma.

Middelverdien for THC konsentrasjonene varierer fra 0,1 mg/kg på stasjon 13, 330°/500m til 4,1 mg/kg på stasjon 4, 150°/250m. Forhøyde nivåer er ikke funnet. C14-C16 olefiner er bare funnet på stasjon 4, 150°/250m (0,3 mg/kg) og i en grabbprøve på stasjon 5, 150°/500m (4,7 mg/kg).

På installasjonssenteret 0°/0m er THC konsentrasjonen høy, 5000 mg/kg. Forhøyde THC nivåer er også funnet i de vertikale lagene ned til 15 cm's dyp. Forhøyde konsentrasjoner og en ujevn fordeling er også funnet på 100m stasjonene. Middelverdien for THC varierer fra 1,2 mg/kg på stasjon IV, 330°/100m til 68,5 mg/kg på stasjon III, 240°/100m. Sedimentet inneholder også høye konsentrasjoner av olefiner, men disse er ikke kvantifisert.

Forhøyde konsentrasjoner av NPD, PAH og dekaliner er ikke funnet på de ordinære stasjonene. På installasjonssenteret 0°/0m er konsentrasjonene av NPD og dekaliner høye, 2,44 mg/kg NPD og 52,1 mg/kg dekaliner. Høye konsentrasjoner av dekaliner er også funnet på stasjon III, 240°/100m. Det er den samme ujevne fordelingen som for THC. Forhøyde nivåer er også funnet i de vertikale lagene ned til 15 cm's dyp, samme konsentrasjon som i det øverste 0-1 cm laget.

TEKNISK RAPPORT

En prøve på Yme Beta er analysert med hensyn på polyklorete bifenyler (PCB), installasjons-senteret 0°/0m, 6-15 cm's dyp. PCB er ikke funnet.

Ba konsentrasjonene varierer fra 7 mg/kg på stasjon 10, 240°/500m til 404 mg/kg på stasjon 4, 150°/250m. Forhøyde Ba konsentrasjoner er funnet ut til 500m i 60° og 150° retningene og er begrenset til 250m stasjonene i 240° og 330° retningene. På stasjon 4, 150°/250m har Ba konsentrasjonene økt siden 1999, fra 103 mg/kg til 404 mg/kg. Sammenlignet med Yme Gamma er Ba nivåene lave på Yme Beta.

Konsentrasjonen av tungmetaller er lav, og forhøyde verdier er ikke funnet.

På installasjonssenteret 0°/0m er Ba konsentrasjonen høy, 6060 mg/kg. Høye Ba konsentrasjoner er også funnet i de vertikale lagene ned til 15 cm's dyp. Forhøyde konsentrasjoner er funnet på 100m stasjonene, fra 209 mg/kg i 330° retningen til 2540 mg/kg i 240° retningen. En ujevn fordeling er observert. Forhøyde nivåer av metallene er funnet både ved 0°/0m, 0-1 cm og i det dypeste laget ved 6-15 cm. I tillegg er det litt forhøyde konsentrasjoner av Cu og Zn på en av 100m stasjonene.

Resultatene er hovedsakelig i overensstemmelse med boreaktivitetene på Yme Beta.

Tabell 4.14.1. *Yme Beta, silt & leire og TOM (%), THC, olefiner, NPD, PAH og dekaliner (mg/kg tørt sediment)*

Stasjon	Silt og leire		TOM		THC		Olefin	NPD		PAH		Dekaliner	
	2002	1999	2002	1999	2002	1999		2002	1999	2002	1999	2002	1999
St. 1 0°/ 250 m	1,2	-	0,44	-	0,9	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-
St. 2 60°/ 500 m	2,6	2,3	0,47	0,41	0,9	1,1	< 0,2	-	-	-	-	-	-
St. 4 150°/ 250 m	1,9	2,9	0,53	0,42	4,1	1,6	0,3	0,020	0,003	0,009	0,006	0,103	nd
1-3cm			-	-	2,5	1,1	0,3	0,010	0,004	0,005	0,004	nd	nd
3-6cm			-	-	2,5	1,5	< 0,2	0,013	0,005	0,005	0,006	nd	nd
St. 5 150°/ 500 m	1,5	3,7	0,48	0,40	3,5	1,1	4,7	0,006	-	0,005	-	0,180	-
1-3cm			-	-	0,6	-	< 0,2	0,001	-	0,002	-	nd	-
3-6cm			-	-	0,9	-	< 0,2	0,003	-	0,005	-	nd	-
St. 9 240°/ 250 m	2,4	-	0,40	-	0,4	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-
St. 10 240°/ 500 m	1,8	1,6	0,42	0,38	0,4	0,8	< 0,2	-	-	-	-	-	-
St. 12 330°/ 250 m	1,5	-	0,42	-	0,3	-	< 0,2	-	-	-	-	-	-
St. 13 330°/ 500 m	0,9	2,5	0,41	0,41	0,1	0,5	< 0,2	-	-	-	-	-	-
Install. Centre 0°/0m	19,2	-	1,56	-	5000	-	-	2,440	-	0,359	-	52,10	-
1-3cm			-	-	406	-	-	0,204	-	0,031	-	5,40	-
3-6cm			-	-	756	-	-	0,332	-	0,041	-	7,89	-
6-8cm			-	-	400	-	-	0,184	-	0,032	-	5,19	-
6-15cm			-	-	1440	-	-	3,680	-	0,582	-	13,40	-
I 60°/ 100 m	1,1	-	0,53	-	15,1	-	-	-	-	-	-	-	-
II 150°/ 100 m	1,4	-	0,54	-	30,5	-	-	-	-	-	-	-	-
III 240°/ 100 m	4,6	-	1,02	-	68,5	-	-	0,178	-	0,058	-	2,37	-
IV 330°/ 100 m	0,7	-	0,40	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-

-: ikke analysert nd: Dekaliner er ikke påvist, deteksjonsgrensen er 50µg/kg

TEKNISK RAPPORT

Tabell 4.14.2. Yme Beta, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn (mg/kg tørt sediment)

Stasjon		Ba 2002	Ba 1999	Ba 1996	Cd 2002	Cd 1999	Cr 2002	Cr 1999	Cu 2002	Cu 1999	Hg 2002	Hg 1999	Pb 2002	Pb 1999	Zn 2002	Zn 1999
St. 1	0°/ 250 m	93	-	1840	<0,01	-	6,5	-	0,5	-	-	-	5,6	-	4,9	-
St. 2	60°/ 500 m	28	18	-	<0,01	<0,02	8,0	8,2	0,5	<0,3	-	-	6,3	7,3	4,9	4,9
St. 4	150°/ 250 m	404	103	87	<0,01	<0,02	8,0	8,6	0,8	<0,3	0,01	<0,01	6,5	7,1	5,1	4,5
	1-3cm	183	81	-	<0,01	<0,02	8,1	8,5	0,4	<0,3	0,01	<0,01	6,0	6,9	5,2	4,0
	3-6cm	359	94	-	0,02	<0,02	8,0	8,6	0,5	<0,3	0,01	<0,01	6,3	6,9	6,4	4,2
St. 5	150°/ 500 m	57	20	64	0,01	<0,02	8,3	9,0	0,5	<0,3	<0,01	-	6,3	7,8	6,8	5,3
	1-3cm	49	-	-	0,01	-	8,3	-	0,4	-	0,01	-	7,0	-	7,6	-
	3-6cm	58	-	-	<0,01	-	8,5	-	0,3	-	0,01	-	6,4	-	4,1	-
St. 9	240°/ 250 m	20	-	1320	0,01	-	7,5	-	0,4	-	-	-	5,6	-	4,0	-
St. 10	240°/ 500 m	7	14	-	<0,01	<0,02	7,7	8,3	0,4	<0,3	-	-	5,8	7,1	4,1	19,1
St. 12	330°/ 250 m	29	-	691	<0,01	-	6,9	-	0,4	-	-	-	5,7	-	6,8	-
St. 13	330°/ 500 m	8	7	-	<0,01	<0,02	6,8	7,5	0,5	<0,3	-	-	5,7	6,4	9,5	3,9
Install. Centre	0°/0m	6060	-	-	0,10	-	10,5	-	8,0	-	0,03	-	9,8	-	27	-
	1-3cm	3050	-	-	0,02	-	4,4	-	3,0	-	0,01	-	2,7	-	4,7	-
	3-6cm	3280	-	-	0,02	-	3,4	-	1,6	-	0,01	-	6,7	-	3,3	-
	6-8cm	8010	-	-	0,02	-	6,1	-	4,8	-	0,03	-	6,4	-	6	-
	6-15cm	4230	-	-	0,20	-	29,0	-	30,5	-	1,13	-	33,8	-	71	-
I	60°/ 100 m	631	-	-	<0,01	-	7,3	-	0,8	-	-	-	5,2	-	5,4	-
II	150°/ 100 m	951	-	-	<0,01	-	8,0	-	1,0	-	-	-	6,1	-	6,3	-
III	240°/ 100 m	2540	-	-	<0,1	-	11,5	-	5,1	-	-	-	9,6	-	14	-
IV	330°/ 100 m	209	-	-	<0,01	-	7,1	-	0,5	-	-	-	5,4	-	4,0	-

-: ikke analysert

Biologi

Faunaen på Yme Beta er stort sett uforstyrret, men YBK-1 og 2 (100m stasjoner) er lettere forstyrret.

Table 4.14.3. Antall arter (S) og individer (N) per 0,5m², dyp, Shannon-Wiener diversitetsindeks (H'), Pielou's jevnhet (J) og forventet antall arter per 100 individer (ES₁₀₀), Yme Beta 2002. Incl. / ex. M. oculata, ex. juv.

Stasjon	°/m	Dyp (m)	N		S		H'		J		ES ₁₀₀	
			Inc. juv.	Ex. Juv.	Inc. juv.	Ex. Juv.	Inc. juv.	Ex. Juv.	Inc. juv.	Ex. Juv.	Inc. juv.	Ex. Juv.
YB-1	60/250	80	606	557	89	86	5.3	5.2	0.8	0.8	40	39
YB-2	60/500	79	604	574	97	92	5.4	5.2	0.8	0.8	42	40
YB-4	150/250	78	717	631	94	90	5.3	5.3	0.8	0.8	39	40
YB-5	150/500	78	531	451	80	78	5.3	5.3	0.8	0.9	40	41
YB-9	240/250	77	569	425	78	73	5.1	5.2	0.8	0.8	37	39
YB-10	240/500	77	730	510	85	80	4.9	5.2	0.8	0.8	36	39
YB-12	330/250	76	613	479	79	74	5.2	5.2	0.8	0.8	39	40
YB-13	330/500	78	702	555	88	83	5.4	5.5	0.8	0.9	42	43
YBK-1	60/100	78	675	610	66	62	4.2	4.1	0.7	0.7	25	24
YBK-2	150/100	77	479	435	56	53	4.2	4.1	0.7	0.7	25	25
YBK-3	240/100	79	684	641	74	71	4.9	4.8	0.8	0.8	33	32
YBK-4	330/100	77	558	458	83	78	4.9	4.8	0.8	0.8	34	35

TEKNISK RAPPORT

Multivariate analyser er utført felles for Yme Gamma og Beta, se kapittel 4.13

Resultatene fra de biologiske analysene viser at:

- Børstemarken *Myriochele oculata* som dominerer faunaen i sentrale områder av Ekofiskregionen, dominerer ikke på Yme Gamma eller Beta. Yme ligger i det nordøstre hjørnet av regionen. Vanddypet er noe større og sedimentet noe grovere (medium sand) enn i sentrale deler.
- Faunaen på Yme Beta er generelt svært mangfoldig og artssammensetningen gjenspeiler et uforstyrret bunndyrssamfunn.
- Årets undersøkelse inkluderte stasjoner plassert 100m fra det tidligere installasjonssenteret.
- Likhetsanalysene bekrefter de univariate analysene, dvs. stasjon YBK-2 og 1 og til en viss grad YBK-3 og 4 skiller seg ut i forhold til de andre feltstasjonene.
- Det er god korrelasjon mellom faunaen på Yme Gamma og Beta og en kombinasjon av Ba, Cu, Cr, THC, TOM og kornstørrelse (MD and % pelite). Yme Gamma 100m stasjoner har den mest forstyrrede faunaen og de høyeste nivåene av Ba, Cr, Cu, TOM og THC i sedimentene.
- Det er bare mindre endringer i faunaen sammenlignet med 1999.

5 ANBEFALINGER

Anbefalinger fra 1999 som er utført

- I denne undersøkelsen i 2002 er det tatt prøver fra feltstasjoner nærmere installasjonene. Dette er gjort for å få en bedre bestemmelse av overgangssonen mellom forurensede og ikke forurensede områder.
- På Tor inneholdt sedimentene forbindelser fra syntetiske borevæsker som kunne være olefiner eller etere. I denne undersøkelsen er hovedforbindelsene identifisert som etere fra baseoljen Aquamul B.

Grense for forurensning

I henhold til nye retningslinjer skal et konfidensnivå på 95 % brukes ved beregninger av LSC. Dette vil gi lavere LSC verdier enn i den forrige undersøkelsen i 1999 hvor et konfidensnivå på 99 % ble brukt.

I denne undersøkelsen i 2002 vil det ikke være noen store forskjeller mellom 95 % og 99 % konfidensnivå i LSC beregningene. Men - siden de Regionale stasjonene ikke er forurenset, vil de ha svært like konsentrasjoner av de parametrene som måles, og dermed lave standard avvik. Dette vil igjen gi lave LSC verdier; for lave til å omfatte alle naturlige variasjoner i sedimentene når et konfidensnivå på 95 % blir brukt. Et eksempel: På Regional stasjon 3 er det funnet THC konsentrasjoner > LSC i to av de fem parallellene som er analysert. Det er ingen tegn til forhøyde THC konsentrasjoner i gaskromatogrammene av disse prøvene.

Vi vil derfor anbefale å bruke et konfidensnivå på 99 % i LSC beregningene.

Prøvetakingsstasjoner

Resultatene fra PCA-analysene gjør det nærliggende å vurdere å fjerne regionale stasjoner 2 og 9 fra prøvetakingsprogrammet. De to stasjonene skilte seg ut i forhold til de to andre gruppene, og ble utelatt ved beregning av LSC. På biologisiden er det ingen spesiell grunn til å utelate de to stasjonene. Regional 2 er relativt lik de andre regionale stasjonene i området, og representerer en upåvirket lokalitet øst for Tambar/Gyda-området. Faunaen på Regional 9, som er lokalisert mye nærmere Ula enn Yme, har mye til felles med faunaen på Yme, og representerer derfor en ytre grense for Ula/Tambar/Gyda faunaen. En eventuell fremtidig økt utbredelse av Ula/Tambar/Gyda-faunaen skulle derfor kunne oppdages som endringer i faunaen på Regional 9.

- o0o -